

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.20.007

网络首发 <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20190916.1630.012.html>(2019-09-18)

## Er:YAG/Nd:YAG 激光联合治疗早期种植体周围炎的短期临床研究\*

贾永娜,陈筱雪,缙小蕊,姜丹丹,周政<sup>△</sup>

(石河子大学医学院第一附属医院口腔科,新疆石河子 832000)

**[摘要]** **目的** 探讨短期内 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合作用于早期种植体周围炎的临床效果。**方法** 选择 2015 年 6 月至 2018 年 1 月在该院就诊的早期种植体周围炎患者的患牙 60 颗(男 28 例,女 32 例,年龄 24~69 岁,平均 48.60 岁,患牙均为磨牙)。将患牙平均分为 4 组,其中试验组采用 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光联合治疗。对照组患牙 45 颗分为 3 组,分别采用 Er:YAG 激光、Nd:YAG 激光以及传统手工洁治进行治疗;分别记录各组治疗前、治疗 2 周后、治疗 8 周后改良龈沟出血指数(mSBI)、牙周探诊深度(PD),利用视觉模拟评分法(VAS)记录各组术中疼痛程度及治疗 8 周后不同治疗方法的总疗效。**结果** 试验组与对照组 mSBI 及 PD 均有改善,但在 mSBI 的改善上试验组优于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。第 8 周时试验组 PD 的改善效果明显优于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。术中试验组的疼痛程度与对照组中 Nd:YAG 组相似,治疗 8 周后试验组患者治疗总有效率明显高于对照组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 短期内 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合治疗早期种植体周围炎与单独应用 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光以及传统治疗方式相比可以达到更好的临床效果。

**[关键词]** Er:YAG 激光;Nd:YAG 激光;联合治疗;早期种植体周围炎

**[中图分类号]** R781.05 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2019)20-3450-05

### Short-term clinical research of Er:YAG/Nd:YAG laser combination in treating early peri-implantitis\*

JIA Yongna, CHEN Xiaoxue, GOU Xiaorui, JIANG Dandan, ZHOU Zheng<sup>△</sup>

(Department of Stomatology, First Affiliated Hospital, Medical College of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the clinical effect of short term Er:YAG/ Nd:YAG laser combination in early peri-implantitis. **Methods** Sixty affected teeth were selected from the patients with peri-implantitis in this hospital from June 2015 to January 2018 (28 males and 32 females, aged 24—69 years old, mean 48.60 years old, ill teeth were molars). The affected teeth were divided into four groups equally, in which the experimental group adopted Er:YAG laser and Nd:YAG laser combined therapy. Forty-five affected teeth in the control group were divided into three groups and adopted Er:YAG laser, Nd:YAG laser and traditional manual scaling respectively. The modified sulcus bleeding index (mSBI) and the periodontal probing depth (PD) were recorded respectively before treatment, in 2, 8 weeks after treatment. The pain degree in each group was intraoperatively recorded by visual analogue scale (VAS), and the total curative effects of different methods after 8-week treatment were also recorded. **Results** Both mSBI and PD were improved in the experimental group and the control group, but in the mSBI improvement, the effect of Er:YAG/ Nd:YAG laser combined action was superior to that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). In the PD improvement, the effect at 8 weeks in the experimental group was significantly better than that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.01$ ). The degree of intraoperative pain in the experimental group was similar to that in the Nd:YAG group. After 8-week treatment, the total effective rate in the experimental group was significantly higher than that in the control group, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The short term Er:YAG /Nd:YAG laser combination therapy for treating early peri-implantitis can achieve the better clinical effect compared with the single use of Er:YAG laser, Nd:YAG laser, as well as traditional treatment method.

**[Key words]** Er:YAG laser; Nd:YAG laser; combination therapy; early peri-implantitis

\* 基金项目:八师石河子市科技计划基金项目(2018YL04);石河子大学医学院第一附属医院院级基金项目(YL2016-R006)。 作者简介:

贾永娜(1991—),住院医师,硕士,主要从事口腔修复与种植医学方面的研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:1355719181@qq.com。

随着人们生活水平的提高,牙齿缺失后的种植已经成为目前重要的修复方式。随着种植材料快速发展,种植技术也不断提高,有研究表明种植成功率已达到 98%<sup>[1]</sup>。然而据最新统计,约 16%~47.1% 的患者会发生种植体周围炎<sup>[2]</sup>。早期的种植体周围炎若不及时治疗会发展为晚期以致最终导致种植体松动脱落。而治疗种植体周围炎的方法有很多种,传统的方法包括龈下刮治、超声洁治、药物治疗、喷砂、翻瓣手术及引导性骨再生术等。但传统方法存在一些缺陷,如破坏种植体表面的涂层、对菌斑牙石清除不彻底、患者较为疼痛或者易产生恐惧心理、术中出血多等<sup>[3]</sup>。激光医学的迅速发展,使激光在种植体周围炎中的应用被国内外学者大量报道。其中 Er:YAG 激光或 Nd:YAG 激光单独应用于种植体周围炎的研究较多。临床上很少有文献研究 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光联合作用于种植体周围炎。本研究中旨在探讨 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光联合作用于早期种植体周围炎与单独应用 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光及传统方式临床效果的差异性。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2015 年 6 月至 2018 年 1 月在石河子大学第一附属医院口腔科行种植半年后复查及主动就诊的患者中筛选出早期种植体周围炎的患牙 60 颗(患者男 28 例,女 32 例,年龄 24~69 岁,平均 48.60 岁,患牙均为磨牙)。采用随机双盲(患者及测量者双盲)对照原则将患牙分为 4 组。试验组患牙共 15 颗[患者男 7 例,女 8 例,年龄 26~69 岁,平均(51.53±11.35)岁],采用 Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光联合进行照射。对照组患牙共 45 颗均分为 3 组,其中,单独使用 Er:YAG 激光组患牙 15 颗[患者男 9 例,女 6 例,年龄 24~61 岁,平均(46.93±9.54)岁];单独使用 Nd:YAG 激光组患牙 15 颗[患者男 6 例,女 9 例,年龄 36~66 岁,平均(48.6±11.78)岁];传统治疗组患牙 15 颗[患者男 6 例,女 9 例,年龄 26~63 岁,平均(47.33±12.95)岁],采用传统手工洁治后冲洗加盐酸米诺环素治疗。

## 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** (1)有完成种植义齿修复达半年的种植体(奥齿泰种植体或安卓健种植体),牙周探诊深度大于或等于 4 mm,牙龈红肿、探诊易出血或溢脓;(2)种植体无松动;(3)X 线显示种植体牙槽骨无明显吸收或牙槽嵴顶骨吸收小于或等于 2 mm;(4)没有可能影响治疗结果的系统性疾病及凝血功能障碍;(5)最近 12 个月内未行种植体周围炎的治疗;(6)最近 6 个月未系统性使用抗生素,1 个月内未用过对菌斑有抑制作用的药物漱口<sup>[4]</sup>。

**1.2.2 排除标准** (1)中、晚期种植体周围炎患者,重度牙周炎患者,牙周探诊深度大于或等于 6 mm;(2)种植体明显外露,或者 X 线显示牙槽骨吸收大于 2 mm;(3)患有全身性疾病,如糖尿病、血液病、心脏病等,并且未得到有效控制者;(4)不能忍受手术疼痛、不能与医生合作者;(5)吸烟者、孕妇以及对本试验所用药物过敏者;本研究均经过患者同意、签署知情同意书并自愿配合操作,且具有一定疼痛判断能力,能够按时随访。期间如病情继续加重将进行进一步治疗,且该病例的各项指标不在研究之内。本研究已通过石河子大学医学院第一附属医院伦理委员会审查(2017-114-01)。

**1.3 方法** 试验组:患牙 15 颗先采用 Er:YAG 激光(Fotona 公司,德国)治疗,激光参数 SP 模式,60 mJ,20 Hz,水 8,气 4。光纤垂直探入牙周袋内,近袋底约 1 mm,近中、远中、颊侧、舌侧提拉式照射 1 min,照射时的移动速度尽可能保持一致。Er:YAG 激光照射完毕后,再用 Nd:YAG 激光(Fotona 公司,德国,1 064 nm,MSP,20 Hz,2 W)沿种植体周围红肿牙龈处距离约 1 cm 照射 1 min。对照组:分为 3 组,Er:YAG 激光组患牙共 15 颗单独使用 Er:YAG 激光照射,其照射方式同试验组;Nd:YAG 激光组患牙共 15 颗单独使用 Nd:YAG 激光照射,其照射方式同试验组;传统治疗组患牙共 15 颗采用传统手工洁治术用塑料洁治器去除种植体表面牙垢,双氧水+生理盐水交替冲洗牙周袋内残渣碎屑,将盐酸米诺环素软膏缓缓注入牙周袋内,包裹种植体至药膏溢出牙周袋即可,用药后 30 min 内不能漱口、喝水和进食(图 1、2)。



A:患者(女,45岁)Er:YAG 激光治疗时图片;B:患者(男,56岁)手工洁治冲洗上米诺环素;C:患者(男,35岁)Nd:YAG 激光治疗时图片

图 1 不同治疗方式的部分口内照



A:Er:YAG 激光(Fotona 公司,德国);B:Nd:YAG 激光(Fotona 公司,德国);C:盐酸米诺环素(规格:0.5 g/支)

图 2 不同治疗方式的主要用品

**1.3.1 临床观察指标** 在治疗前,每一位患者均用 0.2%洗必泰漱口液,10 mL,含漱 1 min。测量指标均由同一名医师操作完成,临床指标包括试验组和对照组治疗前龈沟出血指数(modified sulcus bleeding index,以下简称 mSBI)和牙周探诊深度(periodontal probing depth,以下简称 PD)的基线值,治疗后第 2 周及第 8 周时分别测定 4 组 mSBI、PD;术中疼痛程度利用 VAS 视觉模拟评分法进行评价;治疗 8 周后不同治疗方法的总疗效评价<sup>[5]</sup>。

**1.3.2 改良龈沟出血指数(mSBI)** 以 20 g 的力量,将带有刻度的塑料牙周探针由种植体龈缘下 1 mm 处滑动,约 25 s 后观察牙龈出血情况并计分。0 分:无出血;1 分:点状出血;2 分:龈沟内线状出血;3 分:重度出血。

**1.3.3 牙周探诊深度(PD)** 采用树脂型牙周探针,测量牙周袋探诊深度时,分别记录每一个种植体的近中颊侧、颊侧中央、远中颊侧、近中舌侧、舌侧中央、远中舌侧 6 个位点,记录 3 次取平均值。在探针过程中以 20~25 g 的探针压力沿着牙周袋底提插式行走,以便于探明同一牙面上不同深度的牙周袋。

**1.3.4 术中疼痛程度** 根据《临床疼痛治疗学》<sup>[6]</sup> VAS 评分法(视觉模拟评分法)对患者治疗过程中的疼痛程度进行评估、打分。1 级无痛:0 分;2 级轻微疼痛、可以忍受:1~3 分;3 级疼痛加重、尚能忍受:4~6 分;4 级强烈疼痛、难以忍受:7~10 分;疼痛发生率=(2 级疼痛例数+3 级疼痛例数+4 级疼痛例数)/总例数×100%。

**1.3.5 8 周后不同治疗方法的疗效评价** 痊愈:种植

体周围红肿消失,无溢脓,无疼痛感,探针无出血,PD 正常;显效:种植体周围症状缓解,探针无明显出血,PD 下降 1~2 mm;好转:种植体周围症状缓解,探针出血略微减轻,PD 略微下降;无效:症状指标无变化为无效;总有效率=痊愈率+显效率。

**1.4 统计学处理** 用 SPSS19.0 软件进行统计学分析,近似服从正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  (偏态分布的计量资料用中位数±四分位间距表示)。同一组内不同时期的 mSBI、PD 差异用重复测量多重比较的方差分析,组间两两比较采用 SNK-*q* 检验。不同组之间同一时期的 mSBI、PD 的比较用多个样本均数的多重比较。计数资料用率表示,率的比较用 R×C 列联表的  $\chi^2$  检验。检验水准为双侧  $\alpha=0.05$ ,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

所有患者均能按时复诊,无失访无病情加重患者。且不同组之间患者的性别、年龄、mSBI 及 PD 的基线值差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。

**2.1 不同时期及不同组之间 mSBI、PD 的变化** 不同治疗方法下 mSBI 及 PD 在第 2、8 周时均有明显改善。试验组与对照组的 mSBI 在第 2 周和第 8 周时,差异均具有统计学意义( $F=5.26, P=0.04; F=6.23, P=0.03$ )。第 2 周时试验组和对照组 PD 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。在第 8 周时,试验组 PD 的改善明显大于对照组,差异有统计学意义( $F=16.92, P=0.00$ )。组间两两比较显示,单独使用 Er:YAG 激光组与 Nd:YAG 激光组的改善明显高于传统治疗组,见表 1。

表 1 不同时期 mSBI、PD 的变化( $\bar{x} \pm s$ )

组别	mSBI			PD(mm)		
	基线	2 周	8 周	基线	2 周	8 周
Er:YAG+Nd:YAG 组	2.83±0.50	0.50±0.36	0.58±0.17	4.75±0.38	3.00±0.05	2.05±0.46
Er:YAG 组	3.00±0.19	1.17±0.47	0.98±0.52	5.08±0.62	3.19±0.41	2.76±0.81
Nd:YAG 组	2.78±0.66	1.08±0.51	1.07±0.46	4.80±0.43	3.22±0.37	2.80±0.76
传统治疗组	2.85±0.37	1.30±0.25	1.70±0.18	4.88±0.38	3.31±0.25	3.47±0.26
F	0.85	5.26	6.63	0.17	0.87	16.92
P	0.47	0.04	0.03	0.84	0.36	0.00

表 2 不同组之间术中 VAS 疼痛程度及 8 周后总疗效的比较

组别	VAS(n)		总无痛率 (%)	$\chi^2$	P	疗效(n)		总有效率 (%)	$\chi^2$	P
	不疼	疼				痊愈+显效	好转+无效			
Er:YAG+Nd:YAG 组	14	1	93.33	24.54	0.00	15	0	100.00	8.80	0.03
Er:YAG 组	10	5	66.67			11	4	73.33		
Nd:YAG 组	15	0	100.00			11	4	73.33		
传统治疗组	4	11	26.67			8	7	53.33		

**2.2 相同组内不同时期 mSBI、PD 的改善情况** 在相同组内不同时期 mSBI、PD 均有改善,其中试验组改善程度明显优于对照组。

**2.3 各组术中 VAS 疼痛程度及 8 周后总疗效的比较** 不同组间术中 VAS 疼痛程度的评价结果,差异具有统计学意义( $\chi^2 = 22.54, P = 0.00$ )。其中,试验组与单独使用 Nd:YAG 激光组均优于传统治疗组,不同组间治疗后第 8 周的总疗效,差异具有统计学意义( $\chi^2 = 8.80, P = 0.03$ )。其中试验组的总疗效明显优于对照组。对照组中,Er:YAG 激光组与 Nd:YAG 激光组总疗效相似,且优于传统治疗组,见表 2。

### 3 讨 论

早期种植体周围炎的感染病因多种多样,主要有菌斑微生物、局部促进因素、牙周病史、吸烟酗酒、全身疾病及服药情况<sup>[7]</sup>。很多学者<sup>[8-11]</sup>均指出 Er:YAG、Nd:YAG 激光作用于种植体周围炎具有极好的杀菌和消毒作用。然而由于 Er:YAG、Nd:YAG 激光各自的特点及作用部位有所不同,其单独作用于种植体周围炎的效果可能有所差异。临床上单独使用 Er:YAG 激光时只能作用于牙周袋内或种植体表面,并不能对炎症牙龈进行多角度的照射;单独使用 Nd:YAG 激光时,由于探入牙周袋内激光的反射易对种植体表面造成一定影响,从而影响骨结合,临床上往往对种植牙冠外炎症牙龈周围进行照射。由此以来,单独应用 Er:YAG 和 Nd:YAG 激光并不能更好地处理牙龈炎症,清理牙周袋及种植体表面的细菌。目前,如果考虑将两种激光结合在一起用于治疗种植体周围炎是否会得到更好的临床效果。本研究中将 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合作用治疗早期种植体周围炎,充分利用两激光各自独特的优势。从术中疼痛程度,术后临床指标及总疗效对比中取得了良好的效果。

控制 mSBI 及 PD 指标是预防种植体周围炎的关键<sup>[12]</sup>。本研究发现在短期内无论采用哪种治疗方法,若均能有效去除龈袋周围刺激因素如牙结石、菌斑、食物残渣等,mSBI 及 PD 均会得到明显改善。其结果与 LIN 等<sup>[13]</sup>报道也相一致。

很多国外学者如 ASHNAGAR、NATTO、YO-

SHINO、SCHWARZ 等<sup>[14-17]</sup>研究分别认为 Nd:YAG 激光能显著降低种植体周围软组织炎症,促进病变愈合,Er:YAG 激光能去除种植体表面的脂多糖等毒素,具有极强的去污和杀菌能力,同时可以有效照射手术区域细小的位置,而传统手术方法无法达到,从而使种植体周围细菌保持在低能量水平。在上述研究的基础上,本研究充分利用两种激光联合作用从而达到更好的临床效果。本研究中发现,在治疗后第 2 周及第 8 周时,对于 mSBI 的改善,Er:YAG/Nd:YAG 激光联合作用效果优于单个应用某一激光。这可能是激光的联合作用弥补和改善了某单一激光的缺憾,使得两种激光结合优势互补,从而达到更好的治疗效果。而在第 8 周时,传统治疗组中 PD 的变化较不为显著,这可能与药物的局部吸收量和时间有一定的关系,当时间越久,药物浓度越低以致于牙周袋内药物浓度降低导致药效损失,这样就提示在治疗上应该增加复诊治疗上药的次数。本次研究还发现激光联合作用的持久性较好,此研究结果与彭海洋<sup>[18]</sup>、GIANNINI 等<sup>[19]</sup>学者的相关研究结果相一致。

本研究发现 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合和 Nd:YAG 单独应用均能使患者达到较高的舒适性及无痛率,Er:YAG 激光照射对患者的疼痛程度仅优于传统治疗。这可能与 Er:YAG 在牙周袋内接触提拉式的操作有关系,而 Nd:YAG 非接触式的照射在促进炎症消退的同时会产生一定的热学效应促进局部血液循环,患者会较为舒适。这一假设与杨苏平<sup>[10]</sup>对 Nd:YAG 激光在口腔中的应用研究相一致,并表明激光照射时所产生的瞬间热效应能使炎症表面的炎症坏死物质汽化、凝固以来达到消炎的目的,同时破坏炎症部位的神经末梢,达到止痛的作用。且激光在神经细胞膜钠/钾泵的转运功能上对神经细胞起干扰作用,从而对细胞膜的渗透性造成影响,使局部神经冲动的传导受到抑制,以来达到良好的麻醉效果,治疗后反应较轻,疼痛缓解,减少患者恐惧感,患者易于接受。

YAN 等<sup>[20]</sup>学者利用不同研究均得出 Er:YAG、Nd:YAG 激光与机械清创相比在短期内均能显著提高种植体周围炎的疗效。本研究将两种激光结合用于验证治疗 8 周后各组之间的总疗效,其差异显著。

这更加能提示临床医生在短期内,运用激光治疗早期种植体周围炎时将 Er:YAG 与 Nd:YAG 激光联合作用可能会得到更好的临床效果。

综上所述,在短期内 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合治疗早期种植体周围炎,与单独应用 Er:YAG 激光或 Nd:YAG 激光、以及传统治疗方式相比可以达到较高的临床效果,同时,可以减轻患者术中疼痛程度降低患者恐惧感。尤其是在改善早期种植体周围炎的 mSBI 和 PD 上激光联合治疗与传统方式相比优势更加显著。但本研究中缺乏长期追踪,并且,Er:YAG/Nd:YAG 激光联合治疗早期种植体周围炎的生理愈合机制、菌群变化等也少有研究,这提示目前该这方面研究仍需大量实验数据支持与相关文献的报道。因此在 Er:YAG/Nd:YAG 激光联合治疗早期种植体周围炎的长期疗效、生理愈合机制及菌群变化上尚需要更深入的研究,从而能更好地指导临床治疗种植体周围炎。

## 参考文献

- [1] DAUBERT D M, WEINSTEIN B F, BORDIN S, et al. Prevalence and predictive factors for peri-implant disease and implant failure: a cross-sectional analysis[J]. *J Periodontol*, 2015, 86(3): 337-347.
- [2] GEORGIOS R, FAWAD J, RAFAEL A D, et al. Peri-implant disease: a review of treatment interventions[J]. *Dent Clin North Am*, 2015, 59(1): 157-178.
- [3] 罗瑞,王道春. 钕激光治疗口腔疾病的应用进展[J]. *医学综述*, 2018, 24(7): 1364-1368.
- [4] SMEO K, NASHER R, GUTKNECHT N. Antibacterial effect of Er, Cr: YSGG laser in the treatment of peri-implantitis and their effect on implant surfaces: a literature review[J]. *Las Dent Sci*, 2018, 2(2): 63-71.
- [5] 张竹. Er:YAG 激光治疗种植体周围炎的临床疗效研究[J]. *中国医药指南*, 2016, 14(36): 146-147.
- [6] CHOWDHRY S S, SMADI F. Recent vs conventional methods of caries removal: a comparative in vitro study in pediatric patients[J]. *Int J Clin Pediatr Dent*, 2015, 8(1): 6-11.
- [7] 李硕,石珏,谢志坚. 激光治疗种植体周围炎的应用及研究进展[J]. *口腔医学*, 2017, 37(2): 170-175.
- [8] ROMANOS G E, GUPTA B, YUNKER M, et al. Lasers use in dental implantology[J]. *Implant Dent*, 2013, 22(3): 282-288.
- [9] NORTON M R. Efficacy of Er:YAG laser in the decontamination of peri-implant disease: a one-year prospective closed cohort study[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2017, 37(6): 781-788.
- [10] 杨苏平. 脉冲 Nd:YAG 激光用于口腔溃疡治疗的实验研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2009.
- [11] 刘静波,赵雪,张冬梅,等. Nd:YAG 激光辅助治疗早期种植体周围炎短期疗效观察[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2016, 9(7): 427-430.
- [12] 李维婷,朴牧子,李慧,等. 种植体周围疾病发病率及危险因素的研究[J]. *口腔医学研究*, 2017, 33(7): 758-761.
- [13] LIN G H, SUÁREZ LÓPEZ DEL AMO F, WANG H L. Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: an American academy of periodontology best evidence review[J]. *J Periodontol*, 2018, 89(7): 766-782.
- [14] ASHNAGAR S, NOWZARI H, NOKHBATOLFOGHAHAEI H, et al. Laser treatment of peri-implantitis: a literature review[J]. *J Las Med Sci*, 2014, 5(4): 153-162.
- [15] NATTO Z S, ALADMAWY M, LEVI P A, 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.
- [16] YOSHINO T, YAMAMOTO A, ONO Y. Innovative regeneration technology to solve peri-implantitis by Er:YAG laser based on the microbiologic diagnosis: a case series[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2015, 35(1): 67-73.
- [17] SCHWARZ F, BECKER J. Treatment of periodontitis and periimplantitis with an Er:YAG laser: Experimental and clinical studies[J]. *Med Las Appl*, 2005, 20(1): 47-59.
- [18] 彭海洋. 盐酸米诺环素软膏对种植体周围炎临床疗效的系统评价[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2017.
- [19] GIANNINI R, VASSALLI M, CHELLINI F, et al. Neodymium: Yttrium Aluminum garnet laser irradiation with low pulse energy: a potential tool for the treatment of peri-implant disease[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2006, 17(6): 638-643.
- [20] YAN M, LIU M, WANG M, et al. The effects of Er:YAG on the treatment of peri-implantitis: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Lasers Med Sci*, 2015, 30(7): 1843-1853.

(收稿日期: 2019-02-02 修回日期: 2019-05-23)