歯周治療における高出力レーザーの応用

小 林 一 行¹⁾ 山 口 博 康²⁾ 五 味 一 博³⁾

¹⁾ 鶴見大学短期大学部歯科衛生科

²⁾ 鶴見大学歯学部附属病院総合歯科 2

³⁾ 鶴見大学歯学部歯周病学講座

(受付 : 2013 年 7 月 12 日, 受理 : 2013 年 11 月 11 日)

Application of High Power Laser for Periodontal Treatments

Kazuyuki KOBAYASHI¹⁾, Hiroyasu YAMAGUCHI²⁾ and Kazuhiro GOMI³⁾

¹⁾ Department of Dental Hygiene, Tsurumi Junior College

²⁾ Department of General Dentistry and Clinical Education, Tsurumi University, School of Dental Medicine

³⁾ Department of Periodontology, Tsurumi University, School of Dental Medicine

(Received: July 24, 2013, Accepted for Publication: November 11, 2013)

(J. Jpn. Soc. Laser Dent. 24 : 127 ~ 136, 2013 Reprint requests to Dr. KOBAYASHI)

Key words = Periodontal treatment, High power laser, Nd:YAG laser, Er:YAG laser

キーワード = 歯周治療, 高出力レーザー, Nd:YAG レーザー, Er:YAG レーザー

緒 言

今日, 各種レーザーが組織除去の容易性, 止血, 殺菌および疼痛緩和効果, 周囲細胞への生物学的効果など様々な優れた生体への作用により, 細菌感染による炎症性疾患である歯周病に対して従来の機械的治療の補助, あるいは代替手段として広く応用されている^{1,2)}。我々は様々な歯周病変に対し従来の方法とそれぞれの高出力レーザーの特性を活かしレーザー照射を併用し, 良好な経過が得られたので, 組織透過型レーザーとしてNd:YAG レーザー (症例 1) を, 組織表面吸収型としてEr:YAG レーザー (症例 2) を用いた症例についてその有効性を報告する。なお, 本症例の発表にあたり, 患者の同意は得られている。

症 例

症例 1: 付着歯肉の改善を考え Nd:YAG レーザーを併用した症例

遊離歯肉移植術は付着歯肉の不足や喪失などの解剖学的問題を改善し, ブラックコントロールが行い易い口腔内環境を確保するために必要不可欠である。また, 手術時に

Nd:YAG レーザー照射を併用することは止血に効果的で, さらに組織透過型の特性を活かし疼痛緩和や創傷治癒促進などに有効と考え, 従来の遊離歯肉移植術に Nd:YAG レーザー (Denics Laser Nd:compact, Denics International, 東京) を併用した。また, メインテナンス中に早期発見した遊離歯肉移植部の根分歧部病変へのアプローチとしてファイバースコープ (FS) システム (Dr. COMSCOPE, Denics International, 東京) とレーザーを併用し, フラップ弁を開けることなく通常では観察不可能な病変内を観察下で処置を行った。今回, このように付着歯肉の改善を考えた慢性歯周炎患者において良好な経過が得られたので報告する。

48 歳, 女性。

主訴: 口臭が気になる。ブラッシング時に左下の歯茎が痛い。

既往歴: 特記事項なし。

現病歴: 1 年前から口臭が気になり始め, 最近になってブラッシング時の歯肉からの出血と下顎左側大臼歯部歯肉の疼痛を訴え, 本学附属病院を受診した。

口腔内所見: 歯肉の発赤, 腫脹が認められ, O' Leary³⁾

の Plaque control record (PCR) は 42.4%, 歯周ポケット (PPD) は臼歯部 4~6 mm (BOP: +) であった。また, 26 遠心, 27 近心ポケットからは排膿があり, いずれも根分岐部病変 (Lindhe I 度) が認められた。36 部付着歯肉の喪失, 21 22 27, 31 32 には 1 度の動揺が認められた (図 1)。

エックス線所見: 26 27, 47 に垂直性骨吸収が認められた (図 1)。

診断: 広汎型中等度慢性歯周炎。

治療経過: ①歯周基本治療: TBI, スケーリング・ルートプレーニング (SRP), 咬合調整 (21 22, 31 32), 27 抜髄処置, 27 暫間補綴, ②再評価, ③歯周外科治療: 26 27, 47 歯肉剥離搔爬術 (F-Op) (歯周基本治療後 PPD: 4~5 mm, BOP: +), 36 部遊離歯肉移植術 (FGG) に Nd:YAG レーザー照射を併用 (図 2), ④再評価, ⑤最終修復補綴: 26 27 連結冠, 16 15 14 レジン修復, ⑥再評価, ⑦メンテナンス開始時: PCR 9.8%, ⑧メンテナンス中: 47 部 FGG (Nd:YAG レーザー併用) (図 3), 44 抜髄, 47 感染根管処置, ④⑦ 46 45 ④④ ブリッジ, 21 22 レジン修復, 44 部 FGG (Nd:YAG レーザー併用), 23 24 レジン修復, 歯周ポケット再発部 36 歯肉縁下処置 (FS システムおよび Nd:YAG レーザー併用: 図 4)。

FGG 処置時には, 止血や疼痛緩和および創傷治癒促進を目的に Nd:YAG レーザー (照射条件: 100mJ, 15~20pps, 非接触・スウィーピングモード) を併用した (図 2・3)。また, メンテナンス 6 年目に早期発見した歯周ポケット再発部位の以前 FGG を行った 36 部根分岐部病変 (頬側中央部 PPD: 4 mm, BOP: +) に対し, FS と従来の処置に加え Nd:YAG レーザー (照射条件: 100mJ, 15~20pps, 接触・注水下) を併用して病変内を観察下で処置した (図 4)。FS 内の Working channel からの注水は, 血液や蒸散物を洗い流し, さらに水圧により小さな軟組織を動かすことによって軟組織と硬組織を分離し明瞭な視界の獲得を可能とする。

メンテナンス 8 年目の口腔内写真, エックス線写真および PPD を図 5 に示す。付着歯肉幅の改善および獲得のために FGG を行った部位は十分な付着歯肉幅が維持されており, 徹底した TBI によって現在安定した口腔内環境が保たれている (PPD: 最深値 3 mm, BOP: -, 動揺度: 0 度)。

症例 2: Er:YAG レーザー併用により歯周病変の改善が認められた症例

慢性歯周炎および歯肉メラニン色素沈着部位に対して熱変性が非常に軽微で LPS 除去や殺菌効果を有する Er:YAG レーザー (Erwin AdvErL, モリタ製作所, 京都) を応用し, 良好な経過が得られたので報告する。

31 歳, 男性。

主訴: 左下の奥歯に違和感がある。

既往歴: 特記事項なし。

現病歴: 数ヶ月前から歯肉からの出血があり, 下顎左側小白歯部の咬合時の違和感が気になり, 本学附属病院を受診した。

口腔内所見: 歯肉の発赤, 腫脹が認められ, PCR は 39.3%, PPD は臼歯部 4~10mm (BOP: +) で, 動揺は 0 度であった。27 には根分岐部病変 (Lindhe I 度) が認められ, 24, 34 に外傷性咬合が認められた。また, 上下顎前歯部歯肉にはメラニン色素沈着が認められた (図 6)。

エックス線所見: 27, 34 35 36 37, 47 46 に垂直性骨吸収, 46 根尖部に透過像が認められた。なお, 46 電気歯髄診は正常値範囲内であり, 打診, 根尖部の圧痛および自発痛, 誘発痛は認められなかった (図 6)。

診断: 広汎型中等度慢性歯周炎

治療経過: ①歯周基本治療: TBI, SRP, 咬合調整 (24, 34), ②再評価, ③46 感染根管処置 (根尖部の違和感, 電気歯髄診 Non-Vital に移行のため) →レジン修復, ④歯周外科治療 (Er:YAG レーザー照射を併用): 17 歯周ポケット搔爬術 (P-Cur) (歯周基本治療後 PPD: 4 mm, BOP: +), 27, 34 35 36 37 F-Op (歯周基本治療後 PPD: 4~8 mm, BOP: +), 47 F-Op・46 エムドゲイン (EMD) (歯周基本治療, 根管治療後 PPD: 4~7 mm, BOP: +) の応用 (図 7), 上下顎前歯部歯肉メラニン色素沈着除去 (図 8), ⑤27 レジン修復, ⑥再評価, ⑦メンテナンス。

歯周外科治療において従来の方法に加え, Er:YAG レーザーを照射した。P-Cur では, 80mJ・10pps あるいは 40mJ・20pps 注水下 (コンタクトチップ: S600T) の照射条件で PPD の値より 1 mm 引いた値でレーザーチップを歯周ポケット内に挿入し, そこを起点として水平的にそして引き上げるように動かしながら均一な照射を行った。

46 部の PPD は, 歯周基本治療, 根管治療後に頬側遠心 4 mm, 舌側遠心 7 mm, 頬舌側中央 2 mm と初診時に比べて改善はあったものの, 深い PPD が残存し, さらに歯肉-歯周病変であることから複雑な歯槽骨吸収が予想され, 再生療法と Er:YAG レーザー治療の併用を選択した。F-Op, EMD を用いた再生療法では 80mJ・10pps あるいは 40mJ・20pps 注水下 (コンタクトチップ: C400F, C600F) の照射条件で, 根面に対してはチップを斜めかほぼ平行に接触させ, スウィーピングモードで照射した。また, 残存する肉芽に対して破壊された骨表面に堅固に付着した線維を離断するために骨との境界部に対してレーザー照射を根面に対する処置と同じ照射条件で行い, 肉芽を一塊として除去した (図 7)。

歯肉メラニン色素沈着除去においては, 40~50mJ・20pps, 注水下の照射条件でレーザーチップ (コンタクト

初診時

歯周ポケット(mm)

B		3	2	3	3	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	5	4	2	4		
	P	4	3	3	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	5	6	5	3	4		
		7	6	5		4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7														
		7	6	5		4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7														
L		3	4	5				2	2	3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2		3	3	3		
B		3	3	6				2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2		3	3	3

図 1 症例 1 初診時口腔内写真・エックス線写真・PPD

図 2 36 部遊離歯肉移植術 (Nd:YAG レーザー併用)

チップ：C600F, C800F) を歯肉に対して角度をつけて斜め照射すると、蒸散量が目視でき照射中もメラニン色素を容易に視認できる。蒸散深さはチップのアングルの付け方によって調節した (図 8)。

メンテナンス 1 年目の口腔内写真、エックス線写真および PPD を図 9 に示す。徹底した TBI によって安定した口腔内環境が保たれている (PPD：最深値 3 mm, BOP：-, 動揺度：0 度)。

なお、症例 1, 2 においてレーザー照射における臨床応用上の注意および安全対策として以下のことに気をつけて処置を行った。

図 3 47 部遊離歯肉移植術 (Nd:YAG レーザー併用)

a: 供給側レーザー照射時

b: 受容側レーザー照射時

図 4 歯周ポケット再発部 36 根分岐部病変に対する歯肉縁下処置

a: FS システム

b: 根分岐部への FS 挿入

c: 根分岐部内の FS 所見 (T: レーザーチップ, *: 歯石)

- ①防護眼鏡の着用による目の保護
- ②適切な照射条件の選択 (出力と繰り返しパルス数)
- ③歯周治療時での注水の併用 (Er:YAG レーザーの場合はエア量に気をつけ、特に非外科的治療では皮下気腫防止のためエアを少なくする)
- ④適切な照射手技の採用 (歯周治療時: 根面歯質の過剰

な蒸散防止のためレーザーチップを根面へ平行あるいは斜め照射, 上下あるいは左右に動かす操作・止血および疼痛緩和処置時 (Nd:YAG レーザー): 歯肉表面の過剰な温度上昇防止のためデフォーカスでレーザーチップを動かす操作)

- ⑤レーザー照射時の蒸散物の的確な吸引操作

図 7 46EMD を応用した再生療法 (Er:YAG レーザー併用)

- a: 術前エックス線写真
- b: 歯肉弁剥離翻転時
- c: Er:YAG レーザー照射時
- d: EMD 応用時
- e: 術後 6 ヶ月口腔内写真
- f: 術後 6 ヶ月エックス線写真

維持できるよう注意深くメンテナンスを行っていく予定である。

症例 2: 組織表面吸収型である Er:YAG レーザーは、その発振波長が $2.94 \mu\text{m}$ で水への吸収性が非常に高いた

め¹⁴⁾、水分を含む組織に良く吸収され、軟組織のみならず、硬組織の蒸散能力にも優れ、周囲組織に熱影響が少ない。歯周治療への応用はこれらの特性を活かし、歯石を効率的に除去できること^{15, 16)}や極めて低い出力での殺菌効

術前

照射時

術後

図 8 Er:YAG レーザー照射による歯肉メラニン色素沈着除去

果¹⁷⁾、歯根表面のエンドトキシン分解・除去効果が報告されており¹⁸⁻²¹⁾、またレーザー処置面にはスミヤー層がなく^{16, 22)}、滅菌効果、無毒化が期待されている²²⁾。

Mizutani ら²³⁾ は、F-Op において Er:YAG レーザーにより根面のデブライドメントおよび肉芽組織除去が安全で効果的に達成できること、新生骨形成を促進する可能性があることを報告している。また Gaspirs ら²⁴⁾ は、Er:YAG レーザーを骨欠損および根面のデブライドメントに応用

し、F-Op に比べて有意にアタッチメントゲインが得られたことを報告している。さらに Schwarz ら²⁵⁾ は、EMD を応用した再生療法において、Er:YAG レーザーによるデブライドメントの結果は、機械的手段による通法の治療成績と同等であったと報告している。このように Er:YAG レーザーの歯周外科治療への応用において、とくに根面のデブライドメントや不良肉芽の蒸散は明視下で容易に達成でき、術後の創傷治癒は従来の機械的治療と同等、あるいはそれ以上であることが示唆されている。

症例 2 における 46 の処置において、Er:YAG レーザーを併用することにより、従来の器具で到達が困難であった骨縁下欠損内への到達が容易となった。さらに、様々なネガティブな病理変化を歯周組織に惹起させる不良肉芽の除去時に、破壊された骨表面に堅固に付着した線維群を簡単に離断させることが確実にかつ迅速に行えた結果、PPD 10mm (BOP: +) が 3 mm (BOP: -) と改善著しかったことは前述した報告を支持していると考えられる。

Er:YAG レーザーによる歯肉メラニン色素沈着除去は、有効かつ安全であることが報告されており^{26, 27)}、本症例においても照射時に出血も少なく、術中・術後疼痛もなく、創傷治癒は迅速で現在も良好な色調を保っている。既存の治療法は、機械的に削り取るか薬品で除去する方法が行われているが、前者は健常歯肉に対する損傷が大きく、繊細な処置を行うことが困難であり、後者は薬の副作用や漏洩など問題があり健常歯肉が化学的に損傷するおそれもある。加えて両者とも手技的に熟練を要し、感染や疼痛を伴うことが考えられる。Er:YAG レーザーでは、各種のコンタクトチップの使用により組織蒸散の位置および量の正確なコントロールが可能で、その特性から感染や術後疼痛は少なく、歯肉メラニン色素沈着除去に適していると考えられる。

現在、徹底した TBI によって安定した口腔内環境が保たれており、今後もこの状態を維持できるよう注意深くメンテナンスを行っていく予定である。過去に我々は、顎模型を利用し歯肉縁下の歯周治療における Er:YAG レーザーと FS 併用の有効性を報告した¹¹⁾。今後、歯周治療における MI 実現のため、歯肉弁を開くことのない歯肉縁下での Er:YAG レーザーと FS 併用に際して、効果的な照射方法や条件などについてさらなる検討を行いたいと考える。

症例 1, 2 のように歯周治療において高出力レーザーを応用する場合、組織透過型、組織表面吸収型それぞれの特性を活かし応用することにより、従来の方法と比べ付加的効果が得られると考えられる。しかしながら、レーザー光は直進するため、深い歯周ポケットや複雑な骨欠損を伴う歯周病変に対してはレーザー光が十分行きわたらず、効果が不十分であることが考えられる。近年、レーザー光と

- 5) 石川和弘, 福田光男, 箕浦伸吾, 他 : Nd:YAG レーザーによる歯肉縁下歯石除去に関する基礎的研究. 日歯保存誌, 36 : 902-909, 1993.
- 6) 多湖 準, 福田光男, 眞岡淳之, 他 : 歯周ポケットの深さの違いによる Nd:YAG レーザー照射の効果. 日歯保存誌, 46 : 21-30, 2003.
- 7) 松井康太郎, 湯浅茂平, 吉田拓正, 他 : フラップ手術での Nd:YAG レーザー照射に伴う術後疼痛緩和効果. 日歯周誌, 48 : 106-112, 2006.
- 8) Yukna RA, Carr RL, Evans GH: Histologic evaluation of an Nd:YAG laser-assisted new attachmant procedure in humans. Int J Periodontics Restorative Dent, 27 : 577-587, 2007.
- 9) Ozawa T, Tsuchida M, Yamazaki Y, et al: Clinical application of a fiberscope for periodontal lesions: Case reports. Quintessence Int, 30 : 615-622, 1999.
- 10) Ozawa T, Tsuchida M, Yamazaki Y, et al: Minimally invasive periapical curettage of foreign materials in periapical lesions using a fiberscope. Int Dent J, 53 : 314-322, 2003.
- 11) 小林一行, 山崎泰志, 福田貴久, 他 : 歯肉縁下の歯周治療における Er:YAG レーザーとファイバースコープ併用の有用性に関する基礎的研究. 日歯保存誌, 53 : 562-569, 2010.
- 12) Kobayashi K, Yamazaki Y, Ozawa T, et al: A preliminary study on the usefulness of fiberscope for subgingival periodontal treatment. Asian Pac J Dent, 11 : 35-43, 2011.
- 13) Maynard JG Jr, Wilson RD: Diagnosis and management of mucogingival problems in children. Dent Clin North Am, 24 : 683-703, 1980.
- 14) Robertson CW, Williams D: Lambert absorption coefficients of water in the infrared. J Opt Soc Am, 61 : 1316-1320, 1971.
- 15) Aoki A, Ando Y, Watanabe H, et al: *In vitro* studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium:YAG laser. J Periodontol, 65 : 1097-1106, 1994.
- 16) Aoki A, Miura M, Akiyama F, et al: *In vitro* evaluation of Er:YAG laser scaling of subgingival calculus in comparison with ultrasonic scaling. J Periodontal Res, 35 : 266-277, 2000.
- 17) Ando Y, Aoki A, Watanabe H, et al: Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. Laser Surg Med, 19 : 190-200, 1996.
- 18) Yamaguchi H, Kobayashi K, Osada R, et al: Effects of irradiation of an Erbium:YAG laser on root surfaces. J Periodontol, 68 : 1151-1155, 1997.
- 19) 山口博康, 小林一行, 野村典生, 他 : 高出力レーザー照射による LPS の構造変化. 日歯誌, 8 : 16-22, 1997.
- 20) 小林一行, 山口博康, 長田玲子, 他 : Er:YAG レーザー照射によるリポポリサッカライドの変化. 日歯周誌, 40 : 79-87, 1998.
- 21) 杉 大介, 福田光男, 箕浦伸吾, 他 : Er:YAG レーザー照射による歯石除去後のセメント質内エンドトキシン量および表面硬度に関する研究. 日歯保存誌, 41 : 1009-1017, 1998.
- 22) Akiyama F, Aoki A, Miura-Uchiyama M, et al: *In vitro* studies of the ablation mechanism of periodontopathic bacteria and decontamination effect on periodontally diseased root surfaces by erbium: yttrium-aluminum-garnet laser. Lasers Med Sci, 26 : 193-204, 2011.
- 23) Mizutani K, Aoki A, Takasaki AA, et al: Periodontal tissue healing following flap surgery using an Er:YAG laser in dogs. Lasers Surg Med, 38 : 314-324, 2006.
- 24) Gaspirc B, Skaleric U: Clinical evaluation of periodontal surgical treatment with an Er:YAG laser: 5-year results. J Periodontol, 78 : 1864-1871, 2007.
- 25) Schwarz F, Sculean A, Georg T, et al: Clinical evaluation of the Er:YAG laser in combination with an enamel matrix protein derivative for the treatment of intrabony periodontal defects: a pilot study. J Clin Periodontol, 30 : 975-981, 2003.
- 26) 石井さやか, 青木 章, 川島庸子, 他 : Er:YAG レーザーの歯肉メラニン除去への応用—術式ならびに臨床的予後評価について—. 日歯誌, 13 : 89-96, 2002.
- 27) 西田英作, 三木 学, 武藤昭紀, 他 : 歯肉メラニン色素沈着症に対する歯科用 (Er:YAG, CO₂) レーザーの着色除去効果. 日歯誌, 23 : 27-32, 2012.
- 28) 大澤数洋, 福田光男, 三谷章雄, 他 : 歯周治療における半導体レーザーと光感受性物質の併用による抗菌光線力学療法 (antimicrobial Photodynamic Therapy) の臨床的効果について. 日歯誌, 22 : 21-27, 2011.
- 29) Nagahara A, Mitani A, Fukuda M, et al: Antimicrobial photodynamic therapy using a diode laser with a potential new photosensitizer, indocyanine green-loaded nanospheres, may be effective for the clearance of *Porphyromonas gingivalis*. J Periodontal Res (in press).