Er:YAG レーザーの臨床応用

—8 年間の臨床経験から見えてきたもの—

矢 野 宗 憲

矢野歯科診療所・高知県開業

(受付：平成 17 年 7 月 7 日，受理：平成 17 年 8 月 23 日)

Clinical Application of the Er:YAG Laser in Dentistry

—Eight- Year of Experience—

Munenori YANO

Yano Dental Office

(Received July 7, Accepted for Publication: August 23, 2005)

Abstract: The Er:YAG laser is the only dental laser that has the potential to ablate both dental hard tissue and soft tissue. Since 1996, I have been applying the Er:YAG laser for removal of dental caries, periodontal pocket treatment, incision of oral soft tissue, osteoplasty of alveolar bone, or root canal disinfection and have achieved satisfactory performances. In this report, I introduce the practical procedure of some cases using the Er:YAG laser, and discuss the utility of Er:YAG laser application on oral soft tissue or hard tissue.

(J. Jpn. Soc. Laser Dent. 16 : 123 ~ 128, 2005 Reprint request to Dr. YANO)

Key words = Er:YAG laser, Dental hard tissue, Oral soft tissue

キーワード = Er:YAG レーザー，硬組織，軟組織

一時期の「レーザー何でもありき」のようなブームも去り，レーザーで結果の出る症例とそうでない症例の別がだんだんと理解されるようになってきた。また，個々のレーザーの波長特性を生かした使用方法が重要視される時代になってきた。

私は，1996 年以來約 8 年間にわたり，Er:YAG レーザーを日々の臨床に使用している。この間，大学や研究機関等より発表された Er:YAG レーザーに関する多数の研究報告をもとに，少しずつではあるが，自分なりにこのレーザーの効果的な使用方法を模索してきた。本解説では，安全性，効果，効率の点において，既存の治療方法に比べより優れていると思われる Er:YAG レーザー応用症例を提示する。

まず，私が，開業している地域は，人口が約 14,000 人で，60 歳以上が全体の約 40% を占める老人の多い小さな町である。診療所は昔から当地にあり，古くからの患者が

多い。H16 年 10 月における年齢別来院数は，20 歳未満約 17%，20 歳～60 歳まで 43%，60 歳以上 40% で，症例別の割合は，齲蝕処置が約 20%，歯内療法が 25%，歯周病処置が 10%，外科処置 11% などである。このような背景下で，Er:YAG レーザーを日々の臨床に使用している。使用した Er:YAG レーザーは『アーウィン』（モリタ社製）である。以下症例ごとにその使用法を説明し，最後に新型 Er:YAG レーザー『アドベール』（モリタ社製）に用いる新しいチップの使用法を解説する。

1. 齲蝕処置症例

当医院では，約 20% が齲蝕処置を占め，その中で約半数の症例にレーザー治療を行っている。歯を削る音は抜歯と同程度の不安や恐怖心を引き起こすと報告されている¹⁾。小児においても，エアータービンの「キーン」という耳を突く嫌な音で，非協力になる場合が多く，また，協

力児でも齶蝕処置中突然動いたりする場合があるので、エアータービンなどの回転切削器具よりレーザー切削の方が安全である。

①乳歯症例 (図 1-①, ②, ③)

症例は 5 歳の男児, 上顎左側第二乳臼歯の咬合面および近心面に齶蝕が見られる。タービンの音を嫌がったため、齶窩をまんべんなく Er:YAG レーザーにて蒸散した。照射条件は、出力 (パネル表示) 150mJ/pulse, 繰り返し速度 10pps で、ファイバー型コンタクトチップ (曲がり 80° 先端径 600μm) を用い、注水下, 非接触照射とした。照射時間は約 5 分で終了した。照射のポイントは齶窩中心から照射を始めずに辺縁歯質の蒸散から始めることである。

②前歯部隣接面齶蝕症例 (図 2-①, ②, ③)

前歯部齶蝕では、レーザーを頻繁に使用している。その理由は Er:YAG レーザーは切削時の痛みが少なく^{2,3)} 麻酔が不必要な場合が多い。耳障りな音もなく、そして前歯部は歯質が薄いので切削にあまり時間がかからないからである。また、麻酔が必要な場合でも、回転切削器具に比べて少量で処置を行うことができる。

症例は 24 歳の女性, 上顎左側側切歯近心面に齶蝕が認められる。齶窩部を出力 (パネル表示) 80mJ/pulse ~ 180mJ/pulse, 繰り返し速度 10pps, ファイバー型コンタクトチップ (曲がり 80° 先端径 600μm) を用いて、注水下で、接触及び非接触にて蒸散した。照射時間は約 3 分。照射のポイントは隣接する健全歯質を誤照射しないように歯間部にマトリックスなどを使用することである。

③歯肉縁下齶蝕症例 (図 3-①, ②, ③)

歯肉縁下に齶蝕がある場合、辺縁歯肉は易出血性となり、齶蝕除去中に出血しやすく、その後のコンポジットレジン修復処置に困難をきたす場合を多々経験する。このような症例では Er:YAG レーザーによる出血を伴わない処置が可能である。

症例は 54 歳の男性, 下顎右側第一小臼歯頬側面歯頸部に齶蝕が認められる。まず、辺縁歯肉を出力 (パネル表示) 80mJ/pulse, 繰り返し速度 10pps で、無注水, 非接触で蒸散する。次に、齶窩部を注水下, 出力 (パネル表示) 80mJ/pulse ~ 180mJ/pulse 繰り返し速度 10pps, ファイバー型コンタクトチップ (曲がり 80° 先端径 600μm) にて、接触および非接触で蒸散した。照射時間は約 2 分。照射のポイントは、辺縁歯肉の整形から始める。その際、非出血の処置をおこなうため、無注水, 非接触, 80mJ 程度で辺縁歯肉を照射蒸散していく。

歯の蒸散面に対する接着方法は、以前はボンディング材塗布のみだったが⁴⁾、現在は、昨今の接着材料のめざましい開発・改良をうけ、プライマー処理後、ボンディング材塗布の方法を取っている。

また、レーザーを使用する際、バキュームの位置にも注

意が必要となる。Er:YAG レーザーは水分に吸収されることにより組織が蒸散されるので、バキュームチップの位置により歯表面に当たる水分量が変化すると、蒸散速度に変化が生じたり、疼痛が生じる場合がある。

2. 歯周病処置例

急性の歯周膿瘍の症例においては、少量の麻酔を行った後、炎症のある内縁上皮の搔扱とエンドトキシンの除去を目的に⁵⁾、Er:YAG レーザーを使用している。また、同時に根面の除石も行い、レーザー処置後、抗生剤と鎮痛剤を投薬している。

また、軽度な症例では、低出力 (40mJ/pulse ~ 80mJ/pulse) で、注水下, 無麻酔で、膿瘍の切開・切除が行える。

①歯肉膿瘍例 (図 4-①, ②, ③)

症例は 57 歳の男性, 上顎左側第一大臼歯口蓋側に腫脹が認められる。無麻酔下で膿瘍部を無注水, 接触 出力 80mJ/pulse 繰り返し速度 10pps, ファイバー型コンタクトチップ (曲がり 60° 先端径 400μm) で蒸散後、歯周ポケット内を注水下, 出力パネル表示 45mJ, 繰り返し速度 10pps にて蒸散した。レーザー処置後、抗生剤と鎮痛剤を投薬した。ポケット内をレーザー照射することにより、ポケット内の殺菌と消毒が可能になり⁶⁾、また術後の疼痛や腫脹もない。使用の際のポイントは、ポケット基底部までチップを挿入することなく、基底部より少し浮いた状態で照射を行う。

3. 外科処置例

Er:YAG レーザーは骨の削除にも効果的に使用できる。例えば、骨鋭縁部を除去する場合、レーザーで溝を作り、そこに骨ノミをあてマレットで槌打して除去するという方法をとると、レーザーのみで骨を削除するのに比べ、短時間でかつ骨への損傷などの悪影響も最小限に抑えることができる^{7,8,9)}。

①骨隆起除去症例 (図 5-①, ②, ③, ④)

症例は 72 歳の男性, 上顎右側第二大臼歯部頬側に骨隆起がみられる。麻酔下で歯肉を、注水下, 接触 パネル表示出力 80mJ/pulse で切開後、骨隆起を注水下, パネル表示出力 120mJ/pulse 繰り返し速度 10pps, ファイバー型コンタクトチップ (曲がり 60° 先端径 400μm) にて溝を作り、骨ノミとマレットを用いて除去した。レーザー照射時間は約 5 分、照射のポイントは熱の発生を防ぐため、必ず注水下で照射を行い、骨隆起基底部を照射する。この際チップを押し付けるのではなく、軽く接触させ蒸散する。骨隆起除去後縫合をし、一週間後に抜糸を行った。術後の疼痛は認められなかった。

図 1-1 術前
5 歳の男児。上顎左側第二乳臼歯の咬合面および近心面に齲蝕を認める。

図 1-2 術中
照射条件 150mJ/pulse - 10pps.
注水下, 非接触照射, 照射時間 5 分。

図 1-3 レジン修復直後
亀裂などみられない。

図 2-1 術前
24 歳の女性。上顎左側側切歯近心面に齲蝕を認める。

図 2-2 照射中
照射条件 80 ~ 180mJ/pulse - 10pps.
注水, 接触および非接触照射
照射時間 3 分。

図 2-3 レジン修復直後
エナメル質マージン部とレジンとの色調が異ならないように, マージンに厚めにベベルをつけるのが肝要である。

図 3-1 術前
54 歳の男性。下顎右側第一小臼歯歯頸部に歯肉縁下を含む齲蝕を認める。

図 3-2 照射中
①辺縁歯肉を蒸散後, ②齲蝕を除去する。
照射条件① 80mJ/pulse - 10pps, 無注水, 非接触照射② 80 ~ 180mJ/pulse - 10pps, 接触および非接触照射
照射時間 2 分。

図 3-3 レジン修復直後
出血をコントロールできた結果, 確実な修復処置が可能である。

図 4-1 術前
57 歳の男性。上顎左側第一大臼歯口蓋側に腫脹を認める。

図 4-2 術中
①膿瘍部を蒸散後、②歯周ポケット内に照射する。
照射条件① 80mJ/pulse - 10pps, 注水, 非接触および接触照射② 45mJ - 10pps, 注水, 接触照射

図 4-3 術後1週
術後に疼痛はみられず、歯肉の腫脹は消失している。

図 5-1 術前
72 歳の男性。上顎右側第二大臼歯部頬側に骨隆起を認める。

図 5-2 術中
①麻酔下で歯肉を蒸散切開後、②レーザーで骨瘤に蒸散しながら、溝をつくり、骨ノミをあてマレットで槌打して除去する。
照射条件① 80mJ/pulse - 10pps, 注水, 接触照射② 120mJ/pulse - 10pps, 注水, 接触照射

図 5-3 切除した骨隆起の一部
一塊として骨が削除できる

図 5-4 術後5日目
抜糸直後。術後の疼痛、腫脹は認められなかった。

図 6 「ブラシ型チップ」による歯周ポケット内照射
微細な先端チップなので、ポケット内に挿入時および照射中、痛みはない。

図 7 根管チップ (RT チップ) の照射パターン

チップを引き抜きながら照射する。根管チップは先端のみならず、側方からもレーザー光が出る。

①左: 根管拡大・乾燥後
右: 根管拡大前
根管内レーザー照射なし

②左: 根管拡大前
右: 根管拡大・乾燥後
根管内レーザー照射あり

図 8 羊用血液培地による培養結果

表 1 RT チップを用いた根管内乾燥後の細菌培養の結果

氏 名	日 時	部 位	使用チップ	診断名	術前投薬	結果 (前)	(後)	備考 1	備考 2	備考 3
3854 M・K	04・10・21	右上 3	R300	Per	あり	+	-		3	羊用血液培地
4339 M・O	04・10・22	左上 2	R300	Per	なし	++	++		3	羊用血液培地
4375 Y・Y	04・10・23	右上 4 B	R200	Per	あり	-	-		3	羊用血液培地
4375 Y・Y	04・10・23	右上 4 P	R200	Per	あり	-	-		3	羊用血液培地
5262 K・T	04・10・23	左上 2	R200	Pul	あり	++	++		2	羊用血液培地
6732 K・M	04・10・25	左下 6 ML	R135	Pul	なし	+	-		2	羊用血液培地
6732 K・M	04・10・25	左下 6 DB	R135	Pul	なし	+	+		2	羊用血液培地
767 T・K	04・10・25	右下 6 ML	R135	Pul	なし	-	-		2	羊用血液培地
767 T・K	04・10・25	右下 6 DB	R135	Per	なし	-	-		3	羊用血液培地
4339 M・O	04・10・26	左上 2	R200	Per	なし	-	-	400	5	寒天培地
6123 M・K	04・10・26	右上 5	R200	Per	なし	-	-	400	5	寒天培地
5401 A・I	04・10・30	左上 2	R200	Per	なし	+	-	400	5	羊用血液培地
2634 T・S	04・11・01	左下 4	R200	Per	なし	-	-	400	5	羊用血液培地
4339 M・O 2	04・11・02	左上 2	R200	Per	なし	++	+	400	5	羊用血液培地
2356 Y・K	04・11・02	右上 1	R300	Per	なし	++	+	400	5	羊用血液培地
5401 A・I 2	04・11・04	左上 2	R200	Per	なし	++	+	400	5	羊用血液培地

4. 新しいチップの使用法について

新型 Er:YAG レーザー『アドベール』(モリタ社製)は、コンタクトチップの種類が増え、以前より広範囲の治療が行えるようになった¹⁰⁾。その中で、ブラシチップと RT チップを多用している。

①ブラシチップ (図 6)

ブラシチップは極細ファイバーを 19 本束ねたものであり、面での照射が可能となった。広範囲で浅い蒸散を必要とする症例について有用であるが、応用として、ポケット内の洗浄にも用いることができる。ブラッシングのバス法の応用のように用い、ポケット内をなぞるように移動させる。

このチップを使用する際は、先端が非常に微細にできているために除石を目的とするのではなく、ポケット内の滅菌、洗浄を目的としている。微細なチップなため、ポケッ

ト付着部を傷つけることなく、ブラシ部分を挿入処置できるので、比較的、歯周病の初期の段階に有効であると思われる。

②根管処置用チップ (R135T, R200T, R300T チップ) (図 7)

当医院において、根管処置が約 17% を占めており、R135T (先端径 135 μ m), R200T (先端径 200 μ m), R300T チップ (先端径 300 μ m) の開発により、根尖部までレーザー照射ができ、根管内の乾燥ができるようになった。その結果として、根管貼薬剤の浸透性が促進され、密封性の高い根管充填が行いやすくなった。

術式は、根管拡大後、C400F (先端径 400 μ m) または P400FL (先端径 400 μ m) を、根管の入る所まで挿入し、照射しながらゆっくり引き抜いた後に、RT チップを用いて、同様に根尖部まで挿入し、照射しながらゆっくり引き抜く、これを 5 回程、繰り返す。この方法を、根管拡大後

の根管貼薬前や、根管充填前の乾燥時に行っている。滅菌効果は、根管内の細菌培養検査を行ったところ、RTチップのみでは、嫌気性菌の減少が認められなかったが、C400FやP400FLを併用することにより、菌の減少が認められた(表1, 図8-①, ②)。RTチップのみでは、チップの先端が細いため、根管内全体を確実に照射することができなかったと思われる。C400FやP400FLは、広範囲に照射できるので、RTチップでは効率の悪い部位を効率よく照射できるようになり、結果として根管内全てを短時間で照射できたのではないかと推測される。しかし、一回だけの照射では殺菌効果が得られないので、今後の研究が待たれる。

最 後 に

Er:YAGレーザーは波長 $2.94\mu\text{m}$ で、その波長特性によりエネルギーのほとんどが水分に吸収され、その結果、歯や硬組織を切削できる唯一の歯科用レーザーである。また、Er:YAGレーザーは軟組織に応用した場合、組織の表層のみでの反応となり、深部まで達する熱変性がない。したがって創傷の治癒も早く、安全性の高いレーザーである¹¹⁾と言える。

最近、Er:YAGレーザーも新型の機種が発売され、従来の機種より出力が安定し使用しやすくなっている。今後、硬組織切削、軟組織処置はもちろん、歯周組織、根管処置へと応用範囲がさらに広がっていくものと思われる。したがって、今後レーザーを使用する際は、患者の安全を一番に考え、そして無痛で満足のできる治療を行えるよう術者も知識、技術の研鑽を積む必要がある。

終わりにあたり、本解説文が少しでも、会員諸氏の明日からの臨床にお役に立てれば幸いである。

文 献

- 1) 松浦幸代ほか：歯科外来患者の不安分析アンケート調査より。京都市立病院記要, **15**: 61-65, 1995.
- 2) Shinoki, T.: Clinical Application of Er:YAG Laser on Dental Hard Tissue. 日レ歯誌, **14**: 139-141, 2003.
- 3) Kato, J., Moriya, K., Jayawardena, J.A. and Wijeyeweera, R.L.: Clinical application of Er:YAG laser for cavity preparation in Children J Clin Laser Med & Surg, **21**: 151-155, 2003.
- 4) 矢野宗憲, 守矢佳世子, 古味信次, 篠木 毅, 加藤純二: Er:YAGレーザーを応用した5級レジン充填における臨床的予後観察. 日レ歯誌, **12**: 97-102, 2001.
- 5) Yamaguchi, H., Kobayashi, K., Osada, R., Sakurada, E., Nomura, T., Arai, T. and Nakamura, J.: Effects of irradiation of an erbium:YAG laser on root surfaces. J Periodontol, **68**: 109-1106, 1994.
- 6) Ando, Y., Aoki, A., Watanabe, H. and Ishikawa, I.: Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. Lasers Surg Med, **19**: 190-200, 1996.
- 7) Aoki, A., Yoshino, T., Akiyama, F., Miura, M., Kinoshita, A., Oda, S., Watanabe, H. and Ishikawa, I.: Comparative study of Er:YAG laser and rotating bur for bone ablation: SEM and long-term histological examinations. Lasers in Dentistry-Revolution of Dental Treatment in the New Millennium (Editors: Ishikawa I, Frame JW, Aoki A), 389-391, Elsevier Science, Amsterdam, 2003.
- 8) Pourzarandian, A., Watanabe, H., Aoki, A., Ichinose, S., Sasaki, K., Nitta, H. and Ishikawa, I.: Histological and TEM examination of early stages of bone healing after Er:YAG laser irradiation. Photomed Laser Surg, **22**: 355-363, 2004.
- 9) Aoki, A., Watanabe, H., Akiyama, F., Shoji, S., Horiuchi, H. and Ishikawa, I.: Clinical Evaluation of Periodontal Osseous Surgery with Er:YAG laser. J Aced Laser Dent, **12**: 13, 2004.
- 10) 守矢佳世子, 篠木 毅, 加藤純二, 平井義人: 進化するEr:YAGレーザー. 歯界展望, **104**: 55-64, 2004.
- 11) 加藤純二, 栗津邦男, 篠木 毅, 守矢佳世子編著: 一からわかるレーザー歯科治療. 東京, 2003, 医歯薬出版, 28.