Er : YAG レーザーによるメラニン色素の除去効果に関する臨床的研究

松田 哲 遠藤 学 元村 洋一

大音 孝一 荒木 久生

明海大学歯学部歯科臨床研究所

(2002 年 1 月 12 日受理)

A Clinical Study of Treatment for Gingival Hyperpigmentation by Er : YAG Laser

Satoru Matsuda, Gaku Endou, Youichi Motomura,

Takaichi Ohto and Hisao Araki

Post-Doctoral Institute of Clinical Dentistry, School of Dentistry Meikai University

Accepted for publication 12 January 2002

Laser treatment is widely used in dental practice, e.g., in the removal of melanin pigmentation in oral mucosa.

We conducted 2 pigmentation removal therapies simultaneously on the same patients, i.e., Er : YAG laser (Er-L) and conventional phenol-alcohol (PA), and compared treatment effects to evaluate the effectiveness of dental laser therapy in removing melanin pigmentation.

Subjects were 5 men aged 26 to 33 years (mean : 28 ± 2.5) who gave prior informed consent. Treated were the anterior maxillae. Upper right anterior underwent received Er-L therapy and upper left anterior regions PA therapy.

The Er : YAG laser Erwin (Morita, Japan) was used in Er-L following the manufacturer's instructions. In PA, 90% phenol was applied with a cotton pellet and maintained for 30 seconds, followed by 30-second neutralization with 99% alcohol and sufficient rinsing.

Clinical photographs were converted to 256-gradation digital data with a personal computer. The results of melanin pigmentation removal were evaluated at baseline, 2 weeks, and 24 weeks, using density as an index. In all subjects, both therapies showed improved pigmentation removal. The effect of Er-L was not remarkable. These results, suggest that although Er-L produces some improvement in melanin pigmentation in gingiva, its effect is less significant than that of PA. Because Er : YAG laser, due to its short oscillation wavelength $2.94 \mu\text{m}$, reacts with moisture on the surface of living tissues and is less likely to reach melanin pigmentation sites in a deeper layer. In the application of Er-L in the removal of melanin pigmentation, further study appears necessary on the number of treatment sessions, laser radiation power, and other factors. J Jpn Soc Periodontol, 44 : 82-87, 2002.

Key words : gingival hyperpigmentation, Er : YAG laser, phenol-alcohol

要旨 : 近年、レーザー治療が歯科領域でも広く用いられるようになり、口腔粘膜のメラニン色素沈着の除去もその適応となってきた。そこで今回、歯科用レーザーによるメラニン色素沈着の除去効果を評価する目的で Er : YAG レーザー法 (以下 Er-L 法) と、従来からの Phenol-Alcohol 法 (以下 PA 法) の 2 方法を同一口腔内で同時に施術し、双方のメラニン色素の沈着除去効果を経時的に比較検討した。

被験者は、本研究の目的を十分理解し、研究に同意が得られた、年齢階級 26~33 歳、(平均年齢 28 ± 2.5 歳) の男性 5 名である。被験部位は、上顎前歯部とし、右側に Er-L 法、左側に PA 法を施術した。

Er-L 法の装置には Er : YAG レーザー・アーウィン (モリタ社、東京) を使用した。術式はメーカーの指示

に従った。PA 法は、通法に従い 90% Phenol を小綿球で塗布して 30 秒放置後、99% Alcohol で 30 秒間中和し十分水洗した。臨床写真をパーソナルコンピュータ上で 256 階調の白黒のデジタルデータに変換した。メラニン色素除去効果は、黒化度を指標に、術前、術後 2 週、術後 24 週に評価した。

結果、Er-L 法は、歯肉のメラニン色素沈着の改善効果が認められるものの PA 法と比較して、その効果が著明ではなかった。したがって、メラニン色素沈着除去における Er-L 法の応用についてはその術式について、今後検討が必要と思われる。

索引用語：メラニン色素沈着，Er:YAG レーザー法，Phenol-Alcohol 法

緒 言

口腔粘膜のメラニン色素沈着は歯肉が黒色に見えること以外、疼痛等が認められないことから、その多くが放置されてきた。しかしながら、患者の審美性に対する要求が高まり、メラニン色素沈着の治療を希望する患者が増加している。

従来、メラニン色素沈着除去法として、Phenol-Alcohol 法（以下 PA 法）¹⁾、カーボランダムポイントなどで歯肉を切削する方法²⁾、等が用いられてきたが、術中術後に刺激に対して強い疼痛を生じること、また術中の出血や術後感染の危険性がある、という欠点があった。

近年、レーザーを応用した治療が歯科領域でも広く用いられるようになり³⁻¹⁹⁾、粘膜疾患に対する適応も広がってきた²⁰⁾。そこで今回、歯科用レーザーの中で歯槽骨などの深部組織への熱影響が少なく、メラニン色素の除去に適していると考えられる Er:YAG レーザー法（以下 Er-L 法）²¹⁻²³⁾ によるメラニン色素沈着の除去効果を評価することを目的に、Er-L 法と従来からの PA 法の 2 方法を同一口腔内で同時に施術し、双方の治療効果を経時的に比較検討した。

材料および方法

1. 被験者および被験部位

本研究の目的を十分理解し、研究に同意が得られた年齢 26 歳から 33 歳（平均年齢 28 ± 2.5 歳）のボランティア男性 5 名を被験者とした。なお、本研究に際し問題となる Peutz-jeghers 症候群などの全身疾患が認められないこと、歯周外科処置、メラニン色素除去の既往がないことを術前に確認した。被験部位は上顎前歯部唇側歯肉とし、右側に Er-L 法、左側に PA 法を施術した。

2. 方 法

1) Er-L 法

使用した装置は、Er:YAG レーザー装置 (Erwin, モリタ社, 東京) である。照射条件は

FTB-P 80 チップを使用し、60-70 mJ/pulse (10 pps) とした。術式は、メーカー指定の方法に準じ、3% 過酸化水素水で術野を消毒した後、色素沈着部を乾燥させ、無麻酔、無注水下でレーザーを患部上方約 2 mm より照射した。

2) PA 法

薬液が周囲組織に付着しないように、あらかじめ口唇などにワセリンを塗布し、8% リドカインスプレー (アストラゼネカ社, 大阪) で表面麻酔を行う。ついで、90% フェノールを小綿球で塗布し 30 秒間放置した後、99% エチルアルコールで 30 秒間中和し、十分水洗した。

3) 回数

両方法ともに、上記の術式を同時施術日に 3 回行った。

3. 評価方法

上顎中切歯歯冠部に咬合平面と垂直に CasMatch™²⁴⁾ (協和時計社, 東京) を貼付する (図 1)。撮影はメディカルニッコール (ニコン社, 東京) を用い、リバーサルフィルム Konica Chrome R-100 (コニカ社, 東京) で被験部位の正面から CasMatch™ に垂直な角度で、被験部位が十分に撮影できる倍率 (1.5 倍) で、シャッタースピード 1/60 秒、絞り 40 にて写真撮影を行い、指定条件で現像定着処理を行った。その後、クールスキャン LS-1000 (ニコン社, 東京) でパーソナルコンピュータに取り込み、デジタルデータとして保存した。次に画像解析ソフト Photoshop 5.0 (Adobe 社, USA) を用い CasMatch™ を基準に階調補正を行い、256 階調 (黒化度: 0-255) の白黒データに変換した。そして画像解析ソフト SCION Image β 4.02 win (Scion 社, USA) を用いて、切歯および側切歯の歯頸部から上方 3~4 mm に 1.0 mm² の測定部位を設定し (図 2)、同部の黒化度をそれぞれ 3 回計測した²⁵⁻²⁹⁾。メラニン色素沈着除去効果の評価は、術前、術後 2 週、術後 24 週に行った。

4. 統計処理

各方法における経時変化には、Wilcoxon test、および Er-L 法と PA 法の比較には Mann-Whitney

図 1 Cas Match™ を基準に色調補正を行うために。上顎中切歯面に貼付する。

図 2 黒化度の測定部位。右側中切歯歯頸部から 3 mm の部位へ 1.0 mm² の測定部位を設定。

図 3 臨床例（術前）上顎前歯部には著明なメラニン色素沈着を認める。

図 4 臨床例（術直後）無麻酔下 60~70 mj/pulse (10 pps) で 3 回同一部位施術、321 は Er-L 法、123 は PA 法を行った。

図 5 臨床例（術後 2 週）施術部位では上皮の完全な治癒が認められるが、メラニン色素の除去は完全ではない。PA 法部位では完全にメラニン色素の除去が認められるが一部炎症症状が認められる。

図 6 臨床例（術後 24 週）Er-L 法施術部位ではメラニン色素沈着が認められる。

U-test を用いた。なお使用ソフトは Stat View 4.11 (Abacus Concepts 社, USA) である。

臨床例

30 歳男性で、20 歳頃から上下顎前歯部唇側歯肉にメラニン色素の沈着を認めていたが、色素沈着に変化

がないため放置していた。生活習慣として20本/1日の喫煙とコーヒー3杯/1日を飲用している。家族歴・既往歴等に特記事項は認められなかった。

1. 術 前

上下顎前歯部唇側歯肉にメラニン色素の沈着が認められた。正中より右側はEr-L法で、左側はPA法を施術した(図3)。

2. 術 直 後

Er-L法部位では、レーザー照射部が蒸散したような所見が認められた。PA法部位では、歯肉表面が薬液により溶解され、白く変色した所見が認められた(図4)。

3. 術後2週

左右側ともに術部歯肉はほぼ上皮化している。PA法部位ではメラニン色素沈着が完全に除去されていたが、Er-L法部位では一部に色素沈着の残留が認められた(図5)。

4. 術後24週

左右側とも、術前と比較してメラニン色素沈着は改善されているが、Er-L法部位はPA法部位と比較して、色素沈着の除去効果に差が認められた(図6)。

結 果

1. PA 法

メラニン色素沈着部位の平均黒化度は、術前 184.7 ± 5.0 、術後2週 152.5 ± 3.8 、術後24週 148.0 ± 6.2 であった。術前と術後2週では、統計学的に有意に黒化度の減少を認められ(Wilcoxon test, $p < 0.05$)、色素沈着除去効果が確認された(図7)。術前と術後24週では統計学的に有意に黒化度の減少を認めた。また、術後2週と術後24週では、統計学的に有意な差が認められず、色素沈着除去効果が維持

図7 経時的黒化度の変化 (PA法)

されていることが認められた。

2. Er-L 法

メラニン色素沈着部位の平均黒化度は、術前 180.5 ± 5.2 、術後2週 169.6 ± 5.3 、術後24週 175.5 ± 3.4 であった。術前と術後2週の比較では、統計学的に有意に黒化度の減少を認めた(Wilcoxon test $p < 0.05$)。術前と術後24週では統計学的に有意に黒化度の減少を認めた。また、術後2週と術後24週では、統計学的な差は認められなかった(図8)。

3. PA法とEr-L法の比較

術前のメラニン色素沈着部位の平均黒化度は、PA法施術部位 184.7 ± 5.0 、Er-L法施術部位 180.5 ± 5.2 であり統計学的に差は認められなかった。術後2週では、PA法施術部位 152.5 ± 3.8 、Er-L法施術部位 169.6 ± 5.3 、術後24週では、PA法施術部位 148.0 ± 6.2 、Er-L法施術部位 175.5 ± 3.4 であり統計学的に有意差が認められ、(Mann-Whitney U-test $p < 0.05$) PA法のメラニン色素沈着改善効果が高いことが示された(図9)。

図8 経時的黒化度の変化 (Er-L法)

図9 PA法とEr-L法の比較

考 察

レーザー装置の小型軽量化とレーザーファイバーの改良により、レーザーを応用した治療が歯科領域で広く臨床応用されるようになってきた。それにともない、様々な歯科用レーザーが開発されている。現在臨床応用されているレーザー装置には、低出力の半導体レーザー³⁰⁾、He-Ne ガスレーザー³¹⁾、Nd:YAG レーザー³²⁾、CO₂ レーザー³³⁾、Er:YAG レーザー^{4~23)}などがある。レーザー発振装置の違いにより、レーザーの出力と波長にそれぞれ特徴があり、適応症にも違いがある。たとえば、低出力半導体レーザーは、主に知覚過敏処置や顎関節の疼痛の緩和に用いられる。また、CO₂ レーザーは波長特性から、レーザーの深部到達性に優れるために、軟組織の切開や止血に用いられている。今回、われわれは歯科用レーザーの軟組織に対する作用のうち、水分に反応して蒸散する性質に注目し、歯肉のメラニン色素沈着除去へ応用することとした。使用した装置はEr:YAG レーザーである。Er:YAG レーザーは、本来歯質の削除が可能なレーザーとして開発されたが、レーザーの波長が短く、深部軟組織への熱影響が少ない性質のため軟組織にも応用されるようになった。歯科用レーザーを用いたメラニン色素除去法ではCO₂ レーザーのように深部到達性の必要がないので、メラニン色素の除去時に、歯槽骨に対する影響が最も少ないと考えられるEr:YAG レーザーを用いることとした。なお、比較対照として、従来からのメラニン色素沈着の除去法として、最も一般的なPA法を選択し、Er-L法と同一口腔内で同時に施術し、双方のメラニン色素除去効果を経時的に比較検討することとした。

術前、術後2週、術後24週で歯肉の黒化度を指標に計測した結果、同方法ともに色素沈着の改善が認められた。しかしながら、Er-L法はPA法よりも色素沈着の改善効果が低かったが、術中、術後の疼痛は、PA法のほうが強かった。この結果はそれぞれの組織浸透性の違いに起因しているものと思われる。メラニン色素は樹枝状のメラニン細胞によって歯肉上皮の基底層および棘層に形成され、歯肉表面より0.1~0.3 mmの深さに存在する。PA法はフェノールのタンパク変性作用により上皮組織をメラニン色素とともに除去するため、フェノールの浸漬深度、つまり0.3~0.4 mmの間にある組織を腐食させるのに対し¹⁾、Er-L法ではEr:YAGレーザーの発振波長が2.94 μ mと短く、生態組織の比較的表層の水分に反応し蒸散するため、深層のメラニン色素には届きにくくなる。こ

のため1回の施術で除去できる量が限られてしまうためと考えられる。しかしながら、時間はかかるものの骨に対する為害作用を考えるとEr:YAGレーザーを全く否定するものではない。すなわち、Er-L法でメラニン色素沈着の除去を行う場合、今回の方法すなわち1回の施術時に3回レーザーを照射したが、これを4回に照射回数を多くするか、または1回の照射回数は同一でも、施術日を2日に増やすなど、術式を改良することが必要であると思われる。レーザーの波長特性を十分把握し、治療対象による個体差なども考慮しながら臨床応用することにより、歯科用レーザーの治療効果が向上するものと思われる。

本論文の要旨は、第43回秋季日本歯周病学会(2000年10月20日)および第87回アメリカ歯周病学会(2001年10月7日)において発表した。

文 献

- 1) 石橋秀夫: Phenol-Alcohol によるメラニン色素除去法. 別冊 Quintessence 歯科のエラスティックを考える, クインテッセンス, 東京, 1989, 112-120.
- 2) 小鷺悠典: 歯肉切除術(歯肉整形), 池田克巳, 鴨井久一, 山田 了, 伊藤公一, 標準歯周病学第3版, 医学書院, 東京, 2000, 216-220.
- 3) 石川和弘, 福田光男, 蓑浦伸吾, 村瀬元康, 村瀬尚子, 黒須直子, 杉原信久, 野口俊英: 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.
- 4) 関根義朗: Er:YAG レーザーによる歯牙硬組織切削の病理組織学的研究. 日歯保存誌, 38: 211-233, 1995.
- 5) 瀧澤雅一: Er:YAG レーザーによる歯牙硬組織切削に関する検討. 日歯保存誌, 39: 1089-1128, 1996.
- 6) 稲本雄之, 林宏行, 奥野一吉, 野口勝司, 戸田忠雄: Nd:YAG レーザーの根管内照射による根管壁および歯周組織の変化. 日歯保存誌, 40: 240-244, 1997.
- 7) 高野達治, 石丸和俊, 高木正明, 江夏一彰, 菅原信一, 河野 篤: Er:YAG レーザーの歯髄への影響. 日歯保存誌, 40: 1147-1153, 1997.
- 8) 吉野敏明, 青木 章, 大野純一, 小田 茂, 渡辺久, 石川 烈: 骨組織へのEr:YAGレーザー照射の影響について ラット頭頂骨への照射後のSEMおよび組織学的検索. 日歯保存誌, 40: 1154-1164, 1997.
- 9) Chaiyavej S, Yamamoto H, Takeda A, Suda H: Response of feline intradental nerve fibers to tooth cutting by Er:YAG laser. Lasers Surg Med, 27: 341-349, 2000.

- 10) Evans DJ, Matthews S, Pitts NB, Longbottom C, Nugent ZJ : A clinical evaluation of an Erbium : YAG laser for dental cavity preparation. *Br Dent J*, 24 : 677-679, 2000.
- 11) Aoki A, Miura M, Akiyama F, Nakagawa N, Tanaka J, Oda S, Watanabe H, Ishikawa I : In vitro evaluation of Er : YAG laser scaling of sub gingival calculus in comparison with ultrasonic scaling. *J Periodont Res*, 35 : 266-277, 2000.
- 12) Sheskin R, Brezniak N : Erbium YAG laser-a surprising clinical finding. *Pediatr. Dent*, 22 : 186-192, 2000.
- 13) Mehl A, Folwaczny M, Haffner C, Hickel R : Bactericidal effects of 2.94 microns Er : YAG-laser radiation in dental root canals. *J Endod*, 25 : 490-493, 1999.
- 14) Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H : Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er : YAG laser irradiation : in vitro study. *J Endod*, 25 : 543-546, 1999.
- 15) El-Montaser M, Devlin H, Dickinson MR, Sloan P, Lloyd RE : Osseointegration of titanium metal implants in erbium-YAG laser-prepared bone. *Implant Dent*, 8 : 79-85, 1999.
- 16) Tokonabe H, Kouji R, Watanabe H, Nakamura Y, Matsumoto K : Morphological changes of human teeth with Er : YAG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg*, 17 : 7-12, 1999.
- 17) Khan MF, Yonaga K, Kimura Y, Funato A, Matsumoto K : Study of microleakage at Class I cavities Prepared by Er : YAG laser using three types of restorative materials. *J Clin Laser Med Surg*, 16 : 305-308, 1998.
- 18) Takeda F, Harashima T, Eto J, Kimura Y, Matsrmoto K : Effect of Er : YAG laser treatment on the root canal walls of human teeth : an SEM study. *Endod Dent Traumatol*, 14 : 270-273, 1998.
- 19) Dostalova T, Jelinkova H, Kucerova H, Krejsa O, Hamal K, Kubelka J, Prochazka S : Noncontact Er : YAG laser ablation : clinical evaluation. *J Clin Laser Med Surg*, 16 : 273-282, 1998.
- 20) 渡辺 久, 青木 章, 安藤嘉則, 石川 烈, 鈴木基之, 小杉禎久, 星 政和, 長谷川紘司, 石川達也, 藤井弁次 : Erbium : YAG レーザーの軟組織外科手術, スケーリングおよび窩洞形成への応用と臨床評価. *日歯保存誌*, 38 : 1168-1179, 1995.
- 21) Phimon A, Kitiman G, Vanida N : Treatment of gingival hyperpigmentation for esthetic purposes by ND : YAG laser : Report of 4 cases. *J Periodontol*, 71 : 315-321, 2000.
- 22) Nakamura K, Bissen-Miyajima H, Shimmura S, Tsubota K : Clinical application of Er : YAG laser for the treatment of pterygium. *Ophthalmic Surg Lasers*, 31 : 8-12, 2000.
- 23) Baggett FJ, Mackie IC, Blinkhorn AS : The clinical use of the Nd : YAG laser in pediatric dentistry for the removal of oral soft tissue. *Br Dent J*, 187 : 528-530, 1999.
- 24) 杠 俊介 : キャスマッチによる色・サイズ補正. *Labofinder 編 : 医学・生物学者のための Photo-shop 活用ガイド*, 日本医事新報社, 東京, 1997, 128-133.
- 25) 飯山正夫, 吉田和史, 堀内 博 : コンピュータデジタル画像解析による歯肉発赤認識機序の解明. *日歯周誌*, 41 : 166-172, 1999.
- 26) 石川伸昭 : 歯肉色測定法に関する研究. *口腔病会誌*, 25 : 611-621, 1958.
- 27) 金子利一郎 : ヒトの歯肉に関する色彩的研究. *日大歯学誌*, 42 : 570-578, 1968.
- 28) 三宅洋一, 小林 暁, 宮沢裕夫, 赤坂守人, 深田英朗 : カラーフィルムを用いた歯肉色の測定と解析法について (第2報). *口腔衛生誌*, 32 : 10-15, 1982.
- 29) 飯山正夫, 井川資英, 庄司 茂, 堀内 博 : コンピュータによる歯肉形態自動認識 軟組織領域分離のための画像分析. *日歯周誌*, 41 : 429-435, 1999.
- 30) 松本光吉, 越知幸一, 立花 均, 若林 始 : GaAlAs 半導体レーザー (象牙質知覚過敏症治療器一型) の処置に関する研究. *日歯保存誌*, 28 : 766-771, 1985.
- 31) 加藤純二 : He-Ne レーザーの歯髄処置への応用. *歯界展望別冊歯科用レーザーの臨床 臨床基本編*, 医歯薬出版, 東京, 1994, 89-96.
- 32) 海老原 新 : Nd : YAG レーザーの生活断髄法への応用に関する実験的研究. *日歯保存誌*, 32 : 1670-1684, 1989.
- 33) Williams TM : Histologic evaluation of alveolar bone following CO₂ laser removal of connective tissue from periodontal defects. *Int J Rest Dent*, 15 : 497-506, 1995.

連絡先 :

明海大学歯学部歯科臨床研究所

〒358-0003 埼玉県入間市豊岡 5-1-3