原 著

Nd: YAG レーザーの表面麻酔効果

山 口 博 康 小 林 一 行 佐 藤 恭 道*
長 田 玲 子 菊 地 康 次 郎 櫻 庭 栄 一
野 村 典 生 新 井 高 中 村 治 郎

鶴見大学歯学部第二歯科保存学教室

(主任 中村治郎教授)

* 歯科麻酔学教室

(主任 雨宮義弘教授)

(受理：平成10年 1 月26日)

Surface Anesthetic Effect of Nd:YAG Laser

Hiroyasu YAMAGUCHI, Kazuyuki KOBAYASHI, Yasumichi SATO*,
Reiko OSADA, Kohjiro KIKUCHI, Eiichi SAKURABA, Tsuneo NOMURA,
Takashi ARAI and Jiro NAKAMURA

Department of Periodontics and Endodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine
(Chief: Prof. Jiro NAKAMURA)

*Department of Dental Anesthesiology
(Chief: Prof. Yoshihiro AMEMIYA)

(Accepted for Publication: January 26, 1998)

Abstract: This study was performed in order to evaluate the irradiative effect of Nd:YAG laser on surface anesthesia. Eleven students at Tsurumi University School of Dental Medicine participated in this study as subjects. Experimental sites were gingivobuccal areas of mandibular canines. The right area was irradiation site, and the left area was control site without irradiation. A pulsed Nd:YAG laser was applied to the areas coated with indian ink, twice for 30 seconds, using 120mJ pulses at 10pps. The judgement of the effect was made through the measurement of the penetrating distance of 30G catridge needle, and the measurement was performed immediately after the irradiation and after a week. The efficacy of pain was assessed by Visual Analogue Scale (VAS). The mean penetrating distance of needle at the irradiation sites revealed 3.8 ± 1.4 mm (Mean $\pm$ SD) at immediately after the irradiation compared to the control sites 1.7 ± 0.9 mm, and in 6 cases needle was inserted into periosteum without pain. There was a significant difference ($p < 0.01$) between the irradiation sites and the control sites. The VAS value revealed 2.7 ± 2.9 at the irradiation sites, and 4.2 ± 2.6 at the control sites. The penetrating distance of needle at the irradiation site after a week revealed 0.6 ± 0.4 mm, and at the control sites of 1.6 ± 1.0 mm. The anesthetic effect of the irradiation of Nd: YAG laser was lost after a week. It was suggested that the irradiation of Nd:YAG laser has anesthetic effect on gingival surface, and

that the effect will disappear within 1 week.

(J. Jpn. Soc. Laser Dent. 9 : 9~12, 1998 Reprint requests to Dr. YAMAGUCHI)

Key words=Nd: YAG Laser : Surface anesthetic effect.

キーワード=Nd: YAG レーザー:表面麻酔効果

緒 言

歯科臨床において疼痛を与えず治療を行うことは、患者の心身の負担を軽減し能率的な治療を進める上で重要である。レーザーを用いた鎮痛療法は He-Ne レーザーを電針療法の針刺入の代用として用いた Plog¹⁾によって 1973年初めて報告された。我国では低出力レーザーを頭痛などのペインクリニックに応用しており^{2,3)}、歯科領域では知覚過敏に対する効果⁴⁾や麻酔効果⁵⁻⁷⁾について報告されてきた。

当教室では高出力レーザーの象牙質に対する作用、LPS(Lipopolisaccharide)に対する作用など、In vitroにおいて研究を行い、Er: YAG に比較して Nd: YAG レーザーは熱による効果が主であることを明らかにしてきた⁸⁻¹⁰⁾。また、Nd: YAG レーザーは高出力レーザーのなかでも最も多く臨床において利用され、Nd: YAG レーザー照射により歯髄疼痛閾値を高めることによって麻酔効果が得られるという報告がされている⁵⁻⁷⁾。そこで本研究ではレーザーによる表面麻酔の臨床的效果を明らかにする目的で、歯肉頬移行部歯槽粘膜に Nd: YAG レーザーを照射し歯肉表面の疼痛緩和(以後、表面麻酔効果)の研究を行った。

材料と方法

健全な歯周組織を有する鶴見大学歯学部学生11名(男性8名、女性3名、平均年齢24.5歳)を被験者とし、健全下顎左右犬歯歯肉頬移行部を被験部位に用いた。右側を照射側、左側をコントロール側とし、照射部位には Indian ink を塗布後、Nd: YAG レーザー (American Dental Technologies Pulse Master 600)を120mJ, 10 pps, 30秒間の条件で2回照射した(図1)。

照射後根管治療用ラバーストッパーを取り付けた30G注射針(テルモ、東京)(図2)を、歯肉頬移行部に被験者が痛みを感じるまで刺入した。表面麻酔効果は刺入距離をノギスで測定し判定した。なお痛みを感じないで骨膜まで達した場合はその深さを刺入距離としてノギスで測定した。効果の判定は照射直後、1週間後に行った。また相対的な痛みの指標は Visual Analogue Scale (VAS)を用いて調べた。得られたデータを paired-t 検定

により統計学的に検索した。

結 果

照射直後の注射針刺入距離はコントロール側では $1.7 \pm 0.9\text{mm}$ (Mean $\pm$ SD)であったのに対し照射側では $3.8 \pm 1.4\text{mm}$ と有意差 ($p < 0.01$) が認められた(表1)。また骨膜まで達した被験者は11名中6名(男性5名、女性1名)であった。VAS 値は照射側で 2.7 ± 2.9 、コントロール側で 4.2 ± 2.6 と照射側でやや低値を示した有意差は認められなかった(表2)。

1週間後の刺入距離は照射側で $0.6 \pm 0.4\text{mm}$ であり、コントロール側で 1.6 ± 1.0 で有意差は認められなかった。

図1 レーザー照射方法

図2 ラバーストッパーを付与した30G注射針

表1 表面麻酔の評価

注射針刺入距離			
照射側 コントロール	照射直後		1週間後
	$3.8 \pm 1.4 \text{ mm}$ $1.7 \pm 0.9 \text{ mm}$		$0.6 \pm 0.4 \text{ mm}$ $1.6 \pm 1.0 \text{ mm}$

(*p<0.01) Paired t-test
Mean±SD (n=11)

表2 痛みの評価: Visual Analogue Scale (VAS) 値

照射側 コントロール	照射直後	1週間後
	2.7 ± 2.9 4.2 ± 2.6	2.6 ± 1.7 4.0 ± 2.2

Mean±SD (n=11)

考 察

現在までに神経組織に対する半導体レーザーの照射効果の検索が行われており、Tsuchiya ら¹¹⁾はラット伏在神経の A δ , C 線維の活動が抑制されると報告している。さらに河谷ら¹²⁾は半導体レーザーを大きなエネルギーの条件 1.8-9J で照射することにより知覚線維の中でも痛覚の特に C 線維を特異的に抑制することを報告している。目澤ら¹³⁾は低出力レーザーをネコ舌神経に照射し、痛覚に関与する線維の興奮抑制を明らかにしている。

生理学的に痛覚を伝える求心性線維として、鋭痛または速い痛みを伝えるのは有髄線維である A δ であり、鈍痛または遅い痛みを伝えるのは無髄線維である C 線維と考えられている。

口腔粘膜の中でも歯肉頬移行部に痛覚の神経線維の分布が多いことが報告¹⁴⁾され、本研究では特に痛覚に対する影響を知るために被験部位に用い、また痛覚過敏 (hyperalgesia) を避けるために刺入点は 1 点とした。

被験者はレーザー照射側においての痛みの発現状態について、注射針を刺入するに従い最初は痛みであるかよくわからず、急に鈍痛が生じると感じる被験者が最も多かった。それに対してコントロール側では注射針の刺入とともに鋭い痛みを訴えていた。このことから Nd:YAG レーザーは痛覚の中でも特に有髄線維である A δ 線維に効果を及ぼし表面麻酔効果が得られたのではないかと考

えられる。また無髄線維である C 線維に対しては十分な効果が得られなかったと推察される。河谷ら¹²⁾は半導体レーザーの出力を上昇させた場合、A δ , 特に C 線維に対して閾値の上昇することを報告しているが本研究の結果と一部類似している。C 線維に対して完全に効果が得られていないのは、半導体レーザーと高出力レーザーの作用機序が異なるためなのか、あるいは照射条件が異なるためなのか、現在検索中である。

Nd: YAG レーザーは黒色に対して特異的に反応することが報告¹⁵⁾されており、日常臨床では本研究と同様に Indian ink を塗布し照射している²⁰⁾。本研究においても Indian ink を塗布しレーザーを照射したためレーザーの効果は歯槽粘膜の表層に対する影響と考えられる。しかし塗布された黒色部位は照射により蒸散するが、更に深層についての影響は明らかではなく、照射条件、Indian ink を塗布をするか否かで変化すると考えられ以後この点についても検討する予定である。

現在までに Nd:YAG レーザーを用い、歯髄に対して閾値を上昇させ、麻酔効果、疼痛緩和の得られた報告^{5,7,20)}があり、本研究においても、これらの照射条件より低値に設定した。また、当教室における、知覚過敏に対する Nd: YAG レーザー照射の疼痛緩和処置の研究²⁰⁾では歯肉頬移行部に 100mJ, 15pps, 1.5W, 60sec の条件で照射し、照射部位の状態について術前、術後に印象採得しレーザー顕微鏡を用いて観察したところ、歯肉表面の影響はほとんど認められなかった。

日常歯科臨床において浸潤麻酔を行う場合、注射針刺入及び麻酔剤注入に伴う疼痛は避け難く患者の苦痛となる。しかし表面麻酔を用いることにより、浸潤麻酔を無痛的に行うことはある程度可能である。近年臨床応用された貼付型表面麻酔剤¹⁶⁾やイオントフォレーシスの導入¹⁷⁾は粘膜下約 4 mm 前後、骨膜周囲にまで麻酔効果が得られる。しかし表面麻酔薬は唾液により希釈される欠点がある。それに伴い麻酔薬が口腔内に流出し苦味を感じてしまう。特にスプレーによる表面麻酔では気化熱による冷反応として一過性の疼痛を感じる¹⁸⁾。さらに効果発現までには表面麻酔で 2 分以上、イオントフォレーシスで十数分と時間がかかる^{16,18)}。しかし Nd:YAG レーザーの表面麻酔は術式も比較的容易であり、短時間で効果が得られることも利点と考えられる。

今後レーザー照射による歯髄への影響⁵⁻⁷⁾、疼痛緩和の経時的変化、温熱、圧¹⁹⁾による影響などについても検討を加え神経線維への影響、半導体レーザーとの作用機序の違いについても検索する必要がある。

結 論

Nd: YAG レーザーを下顎犬歯歯肉頬移行部に照射し

た直後、注射針の刺入が無痛的に可能となった。このことから Nd: YAG レーザーには表面麻酔効果のあることが示唆された。

謝 辞

本実験に際し御協力頂きました株式会社デニックスに感謝申し上げます。

本論文の要旨は第9回日本レーザー歯学会(1997年11月1日,大阪)において発表した。

文 献

- 1) Plog, F. M. W.: Biophysical application of the laser beam. *Lasers in Medicine*. In: Koebner, H. K. ed. Chichester-New York Brisbane, Tronto, 1980 John Wiley and Sons 21-37.
- 2) 大西俊輝, 神川喜代男: Laser acupuncture system の開発, 第3回医用レーザー研究会論文集, 61-64(1977).
- 3) 岡田武史, 大城俊夫, 加藤好雄, 柴崎昌浩: Gallium aluminium arsenide 半導体レーザーのペインクリニックへの応用, 麻酔 **32** (2): 246-252, 1983.
- 4) 松本光吉, 船井博雄, 白須賀哲也, 若林始: Nd: YAG-Laser による歯頸部象牙質知覚過敏症の除痛効果について, 日歯保存誌 **28**: 760-765, 1985.
- 5) Whitters, C. J., Hall, A., Creanor, S. L., Moseley, H., Gilmour, W. H., Strang, R., Saunders, W. P., Orchardson, R.: A clinical study of pulsed Nd:YAG laser induced pulpal analgesia: *J Dent* **23**, 145-150, 1995.
- 6) Parkins, F., Miller, R.: Nd:YAG Laser analgesia of dentin: *J Dent Res* **71**, 162 (abstr 450), 1992.
- 7) 内藤徹, 秋吉栄太郎, 横田誠: 局所麻酔剤アレルギーが疑われる症例に対する Nd: YAG レーザー照射の応用: 日歯保存誌, **40**: (3) 793-799, 1997.
- 8) 山口博康, 小林一行, 小澤寿子, 新井 高, 中村治郎: 高出力レーザー照射による歯根象牙質への影響, 日歯保存誌, **39**: 1129-1135, 1996.
- 9) 山口博康, 小林一行, 野村典生, 新井 高, 中村治郎: 高出力レーザー照射による LPS の構造変化, 日本レーザー歯学会誌, **8**: 16-22, 1997.
- 10) Yamaguchi, H., Kobayashi, K., Osada, R., Sakuraba, E., Nomura, T., Arai, T., Nakamura, J.: Effects of irradiation of an Erbium:YAG laser on root surfaces. *J. Periodontol.*, **68**: 1551-1555, 1997.
- 11) Tsuchiya, K., Kawatani, M., Takeshige, C., Sato, T., Matsumoto, I.: Diode laser irradiation selectively diminishes slow component of axonal volleys to dorsal roots from the saphenous nerve in the rat: *Neuroscience Letters*, **161**: 65-68, 1993.
- 12) 河谷正仁, 土屋喜由: 低出力レーザーによる末梢感覚神経伝導の遮断: ペインクリニック, **16**: 533-539, 1995.
- 13) 目澤修二, 塩野 真, 服部夏雄, 斎藤 毅, 内藤公郷, 岩田幸一, 鴨川敏征, 角野隆二: ネコ舌への電気および侵襲的熱刺激にตอบสนองする舌神経活動に対する舌表面への低出力レーザー照射効果, 日歯保存誌, **31**: 584-593, 1988.
- 14) 山田 守: 口腔領域における痛みの生理, 歯界展望, **31**: 1207-1214, 1968.
- 15) 森岡俊夫, 鈴木和男, 田竜祥子: Nd: YAG レーザー照射によるエナメル質耐酸性増強に及ぼす歯面黒色塗布剤の効果について, 口腔衛生学会誌, **34**: 40-44, 1984.
- 16) 三浦一恵, 別部智司, 佐藤恭道, 関田俊介, 雨宮義弘: 貼付型表面麻酔剤(ペンレス)の口腔粘膜麻酔効果に関する研究, 日歯麻誌 **25**(2): 174-177, 1997.
- 17) 東理十三雄, 藤井一雄, 鈴木友一, 吉川隆淑, 佐野公人, 北野智丸, 渡部圭吾, 郡山廣志, 高野和弘, 杉山尚隆: 歯科局所麻酔における iontophoresis の応用-第1報: ヒト歯肉および歯髄に対する効果 日歯麻誌, **18**(4): 660-664, 1990.
- 18) 西野瑞穂: 日歯麻誌 **18**(4) 貼付型表面麻酔剤の活用: 日本歯科評論, **529**: 48-52, 1986.
- 19) 中村治郎, 木下四郎, 中島善仁, 木村良一: 20%アネステジン塗布麻酔薬の臨床応用: 歯界展望, **16**: (9) 108-111, 1959.
- 20) 小林一行, 山口博康, 熊井麻子, 田中麻起, 櫻庭栄一, 野村典生, 中村治郎, 新井高: 歯周治療中に生じた象牙質知覚過敏症に対するレーザー照射, 日歯周誌, **39**: 秋期特別号91, 1997.