臨 床

顎関節周囲への CO₂ レーザー照射時における 顔面皮膚表面温度変化の検討

榎 原 絵 理 榎 原 正 人*
坂 本 英 治** 鱒 見 進 一

九州歯科大学歯科補綴学第1講座

(主任 鱒見進一教授)

榎原歯科医院

(院長：榎原正人)

九州歯科大学歯科麻酔学講座

(主任：仲西 修教授)

(受理：平成16年6月22日)

Thermographic Evaluation of Facial Temperature Irradiated Around Temporomandibular Joint by CO₂ Laser

Eri MAKIHARA, Masato MAKIHARA,
Eiji SAKAMOTO and Shin-ichi MASUMI

Department of Removable Prosthodontics, Kyushu Dental College

(Chief: Prof. Shin-ichi MASUMI)

*Makihara Dental Clinic

(Director: Masato MAKIHARA)

**Department of Dental Anesthesiology, Kyushu Dental College

(Chief: Prof. Osamu NAKANISHI)

(Accepted for Publication: June 22, 2004)

Abstract: This study evaluated thermographic changes of facial temperature before and after irradiation of CO₂ laser to the temporomandibular joint (TMJ) area of 15 healthy subjects (male: 8, female: 7, age: 26.1 ± 5.43y.) with no history of orofacial disorders including temporomandibular disorder. The right TMJ area was irradiated by applying the CO₂ laser for 10 minutes. The irradiation conditions were a continuous wave with 1.0 W output, at a distance of 10 cm from the skin and an ellipse form was drawn around the TMJ area. Five thermograms were taken for each subjects (irradiated side before irradiation, after 5 min. and 10 min. of irradiation, opposite side before irradiation, after 10 min. of irradiation). The average temperature of the 15 subjects was 34.9 ± 0.86°C before irradiation, 36.7 ± 1.04°C at 5 min. of irradiation, and 36.5 ± 0.93°C at 10 min. of irradiation. A significant difference was found between before and at 5 min. of irradiation, and between before and at 10 min. of irradiation. The temperature at 5 min. of irradiation was higher than that at 10 min. of irradiation. The temperature of the opposite side was 34.9 ± 0.86°C before irradiation, and 35.4 ± 0.58°C at 10 min. of irradiation. A significant difference was also found between before and at 10 min. of irradiation. On the thermogram, the warmed area (up to more than 1 °C) of the irradiated side was found not only in the TMJ

area, but also in the temporal, forehead, and eyelid regions.

From these results, it was found that the low-level laser irradiation increased the facial temperature not only of the irradiated side, but also of the opposite side. It was thought that these phenomena were caused by the increasing of blood flow and a physiological reaction via central nerve system.

(J. Jpn. Soc. Laser Dent. 15: 67-72, 2004 Reprint requests to Dr. MAKIHARA)

Key words=Temporomandibular disorders, Low level reaction laser therapy, Thermography

キーワード=顎関節症, 低出力レーザー治療, サーモグラフィー

緒 言

1960年にレーザーが発振されて以来, 様々な領域で研究開発が行われてきた。医科領域では, 医療用レーザーを利用して種々の治療に応用されており, 用途によって異なる波長や出力で発振するレーザーが使用されている¹⁾。近年, 整形外科領域では慢性関節リウマチや変形性関節症患者に対して低出力レーザー治療 (Low level laser therapy: LLLT) を応用し, 臨床的に有用であることが報告されている²⁻⁶⁾。

顎関節を含む口腔顔面痛患者への LLLT の効果に関して, Bertolucci ら⁷⁾ は, microcurrent stimulation (MENS) を使用した場合の治療効果との比較を行った結果, LLLTの方が MENS よりも疼痛軽減に有効であったと報告している。また Bjordal ら⁸⁾ は, 慢性顎関節部疼痛患者に対して LLLT は有効であったと報告している。さらに, Pinheiro⁹⁾ や Simunovic ら¹⁰⁾ は, 顎機能障害を有する患者に対する LLLT の効果を検討し, LLLT が有用であると報告している。しかしながら, LLLT はさほど有効ではないとする報告も散見され¹¹⁻¹³⁾, その効果についてはいまだ不明な点が多い¹⁴⁾。また, 使用されるレーザーの種類や出力条件も研究者ごとに異なっており¹⁵⁻¹⁸⁾, 口腔顔面痛患者へのレーザー治療法については現時点ではガイドラインがな

いと言える。

今回, LLLT による疼痛軽減の機序を解明すべく, その第一段階として, 低出力レーザーを照射した際の体表温度の変化についてサーモグラフィーを用いて検討したので報告する。

実験方法

1. 被験者

被験者は, 実験の趣旨を理解し承諾を得た者で顎関節症の既往がなく, 口腔顔面領域に炎症や疼痛を有さない健康成人 15 名 (男 8 名, 女 7 名: 平均年齢 26.1 ± 5.43 歳) とした。

2. レーザー照射方法

各被験者に治療用ベッドに仰臥位で寝てもらい, 安静状態で, 被験者の右側顎関節部に CO₂ レーザー (オペレーター 03TM: (株) ヨシダ, 東京) を照射した。照射条件は, 出力 1.0W の連続波とし, 出射端を皮膚から 10cm 離して顎関節部を中心に楕円形を描くようにしながら 10 分間照射した (図 1)。

3. 体表温の測定方法

各被験者の顔面皮膚表面の温度をサーモグラフィー (Thermo Tracer TM: NEC, 東京) を用いて観察した。照射側では, 照射前, 照射 5 分後, 照射 10 分後, 非照射

図 1 CO₂ レーザーの照射風景

図 2 サーモグラフィーの撮影風景

側では、照射前、照射10分後の計5回撮影した。なお、実験は室温25℃で、体表温度に影響すると考えられる湿度は一定にし、無風状態の環境下で行った(図2)。

4. データ処理方法

照射前後における体表温度変化の比較には One-way Repeated-Measures ANOVA および Post hoc test として Fisher's PLSD を用いて解析した。

結 果

照射側における照射前、照射5分後、照射10分後の体表温度はそれぞれ $34.9 \pm 0.86^\circ\text{C}$ 、 $36.7 \pm 1.04^\circ\text{C}$ 、 $36.5 \pm 0.93^\circ\text{C}$ であった。照射5分後および照射10分後における体表

温度は照射前と比較して有意に上昇していた ($p < 0.01$)。また、照射5分後では照射前より平均1.8℃上昇したが、

図3 照射側における温度変化 ** $p < 0.01$

a. 照射前

c. 照射10分後

b. 照射5分後

図4 CO₂レーザーの照射風景

照射10分後では照射前より上昇しているものの、照射5分後より平均0.2℃下降していた(図3)。照射時の温度上昇が1℃以上あった部位は、顎関節部周辺にとどまらず、側頭部、前額部、および眼瞼にも及んでいた(図4)。

非照射側の照射前、照射10分後の体表温度はそれぞれ $34.9 \pm 0.86^\circ\text{C}$ 、 $35.4 \pm 0.58^\circ\text{C}$ であり、照射10分後の方が照射前と比較して有意に温度が上昇していた ($p < 0.05$) (図5)。また、温度上昇が1℃以上あった部位は、照射側と同様、側頭部、前額部に及んでいた(図6)。

考 察

炎症性疾患や神経障害性疼痛を有する疾患では、局所の血管拡張や収縮反応が生じており、組織の血流変化、ひいては局所の組織温度変化が生じることが推測されている¹⁹⁾。また、口腔顔面領域における体表温度分布の非対称性は、

図5 非照射側における温度変化
* $p < 0.05$

群発性頭痛、偏頭痛、緊張性頭痛、三叉神経痛などの疼痛性疾患を引き起こす可能性があるといわれている²⁰⁾。今回の実験結果から、レーザー照射により照射相当部の体表温度は著明に上昇し、温度上昇部位は照射部位のみにとどまらず、非照射側も含め、顔面全体に広がっていることがわかった。これら報告と今回の実験結果を考慮すると、日常臨床で認められる顎関節を含む口腔顔面痛患者への CO_2 レーザー照射による疼痛軽減の機序の一つとして、レーザー照射により疼痛部位の体表温度が上昇し、口腔顔面領域における体表温度分布の対称性が見られ症状が緩和されることが推察される。さらに Hedenberg-Magnusson ら²¹⁾ は、慢性筋痛患者の安静時筋肉深部温は正常者と比較して有意に低いことを報告しており、 CO_2 レーザー照射により安静時筋肉深部温の上昇が認められれば、慢性筋痛患者に対しても CO_2 レーザーが有用であると言えるが、これについては今後検討する必要がある。

今回の実験において、照射側では照射5分後の方が照射10分後よりも体表温度が上昇する傾向が認められた。荒尾ら²²⁾ は、低出力レーザーは、鎮痛作用や末梢循環の改善による筋緊張の緩和作用を有することがある程度確認できている。レーザー照射により筋肉内の代謝促進、ならびに局所血流の増大をもたらすことが推察されると報告している。また、温熱刺激により、血流が明らかに増大することを Horowitz ら²³⁾ や Morimoto²⁴⁾ が報告しており、これらの報告を考慮すると、レーザー照射により当該部位の体表温度が上昇するとともに同部位の血流が増大するために、このような結果が生じたと考えられる。また、非照射側も

a. 照射前

b. 照射10分後

図6 非照射側のサーモグラフィー画像

体表温度の上昇が認められたことに関しては、局所へのレーザー照射により中枢を介した身体生理学的反応が惹起されることにより生じたものと思われる。これについて検証するために、今後はドップラー血流計を用いて検討していく所存である。

一方、最近の研究から顎関節内障および変形性顎関節症などの病態成立に、滑膜炎や線維性癒着などの炎症性変化が関与していることが明らかになってきた²⁵⁻²⁷⁾。レーザー照射により、末梢循環血流の改善や低酸素状態の細胞へ酸素を供給すると同時に、有害産生物を除去することが可能であるという報告⁹⁾や、LLLTは炎症性物質産生を抑制するという報告²⁸⁻³⁰⁾もあり、顎関節部痛を含めた口腔顔面痛に対するLLLTの作用機序は、体表温度の上昇、局所血流の増大に伴う疼痛物質の排除、および炎症性物質の産生抑制などに要約されると考えられる。

LLLTのその他の生物学的効果としては、代謝促進作用³¹⁾、線維芽細胞の形成促進による創傷治癒の促進作用^{32,33)}などが報告されている。LLLTに関して現時点では不明な点が多いが、今後ともさらに検討を加え、口腔顔面痛に対するLLLTによる疼痛軽減の作用機序を解明したいと考えている。

結 論

今回、LLLTにおける疼痛軽減の作用機序を解明すべく、その第一段階として、体表温度の変化について検討した結果、以下の結論を得た。

1. 照射側において、照射前、照射5分後、照射10分後の体表温度はそれぞれ $34.9 \pm 0.86^{\circ}\text{C}$ 、 $36.7 \pm 1.04^{\circ}\text{C}$ 、 $36.5 \pm 0.93^{\circ}\text{C}$ であり、照射5分後および照射10分後における体表温度は照射前と比較して有意に上昇していた。
2. 照射側において、照射5分後の方が照射10分後よりも体表温度が高い傾向にあった。
3. 非照射側の照射10分後の体表温度は $35.4 \pm 0.58^{\circ}\text{C}$ であり、照射前と比較して有意に温度が上昇していた。
4. 照射時の温度上昇が 1°C 以上認められた部位は、顎関節部周辺にとどまらず、側頭部、前額部、眼瞼にも及んでいた。

文 献

- 1) 植原正人：低反応レベルレーザー療法。植原正人編：CO₂レーザーテクニックすぐに役立つ歯科用炭酸ガスレーザーの使い方一、東京、2001、医学情報社、29-39。
- 2) Goldman, J.A., Chiapella, J., Casey, H., Bass, N., Graham, J., McClatchey, W., Dronavalli, R.V., Brown, R., Bennett, W.J., Miller, S.B., Wilson, C.H., Pearson, B., Haun, C., Persinski, L., Huey, H. and Muckerheide, M.: Laser therapy of rheumatoid

- arthritis. *Laser Surg Med*, 1: 93-102, 1980.
- 3) Krottinger, M.: On the use of the laser in acupuncture. *Int J Acu*, 1: 297-311, 1980.
- 4) Walker, J.B.: Relief from chronic pain by low power laser irradiation. *Neurosci Lett*, 43: 339-344, 1983.
- 5) Walker, J.B., Akhanjee, L.K., Cooney, M.M., Goldstein, J., Tamayoshi, S. and Segal-Gidan, F.: Laser therapy for pain of rheumatoid arthritis. *Cl J Pain*, 3: 54-59, 1987.
- 6) Bezuur, N.J., Habets, L.L. and Hansson, T.L.: The effect of therapeutic laser treatment in patients with craniomandibular disorders. *J Craniomandib Disord*, 2: 83-86, 1988.
- 7) Bertolucci, L.E. and Grey, T.: Clinical comparative study of microcurrent electrical stimulation to mid-laser and placebo treatment in degenerative joint disease of the temporomandibular joint. *J Craniomandib Pract*, 13: 116-120, 2002.
- 8) Bjordal, J.M., Couppe, C., Chow, R.T., Tuner, J. and Ljunggren, E.A.: A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders. *Aust J Physiother*, 49: 107-116, 2003.
- 9) Pinheiro, A.J., Cavalcanti, E.T., Pinheiro, T.I., Alves, M.J. and Manzi, C.T.: Low-level laser therapy in the management of disorders of the maxillofacial region. *J Clin Laser Med Surg*, 15: 181-183, 1997.
- 10) Simunovic, Z.: Low level laser therapy with trigger points technique; a clinical study on 243 patients. *J Clin Laser Med Surg*, 14: 163-167, 1996.
- 11) Gam, A.N., Thorsen, H. and Lonnberg, F.: The effect of low-level laser therapy on musculoskeletal pain: meta analysis. *Pain*, 52: 63-66, 1993.
- 12) Hall, J., Clarke, A.K., Elvins, D.M. and Ring, E.F.: Low level laser therapy is ineffective in the management of rheumatoid arthritic finger joints. *Br J Rheumatol*, 33: 142-147, 1994.
- 13) Usuba, M., Akai, M. and Shirasaki, Y.: Effect of low-level laser therapy (LLLT) on viscoelasticity of the contracted knee joint: comparison with whirlpool treatment in rats. *Laser Surg Med*, 22: 81-85, 1998.
- 14) 高橋 哲, 大貫敬嘉, 船木勝介, 大谷真紀, 本間英孝, 福田雅幸：顎関節症患者に対する低出力レーザー治療の経験-顎関節内障患者へのNd: YAGレーザーの応用。東北歯誌, 16: 112-120, 1997.
- 15) Hansson T.L.: Infrared laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *J Prosthet Dent*, 61: 614-617, 1989.
- 16) Bertolucci, L.E. and Grey, T.: Clinical analysis of mid-laser versus placebo treatment of arthralgic TMJ degenerative joints. *J Craniomandib Pract*, 13: 26-29, 1995.
- 17) Conti, P.C.R.: Low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorder (TMD): A double blind pilot study. *J Craniomandib Pract*, 15: 144-149, 1997.
- 18) Ohshiro, T.: Classification of laser application in low reactive-level laser therapy (LLLT). *Laser Therapy*, 10: 41-48, 1998.
- 19) 川端秀治, 前川賢治, 窪木拓男, 山下 敦, 若狭 亨, 岸

- 幹二: サーモグラフィによる僧帽筋痛と体表面温度の関連性の検討. 岡山歯誌, 18: 251-258, 1999.
- 20) Mongini, F., Caselli, C., Marcini, V. and Tetti, C.: Thermographic findings in cranio-facial pain. *Headache J*, 30: 497-504, 1990.
- 21) Hedenberg-Magnusson, B., Ernberg, M. and Kopp, S.: Symptoms and signs of temporomandibular disorders in patients with fibromyalgia and local myalgia of the temporomandibular system. A comparative study. *Acta Odontol Scand*, 55: 344-349, 1997.
- 22) 荒尾宗孝, 伊藤暖果, 吉田憲司, 高井克憲, 深谷昌彦: 顎関節患者に対する低出力レーザー効果に関する臨床的研究—マイオモニターとの比較—. 日顎誌, 3: 98-109, 1991.
- 23) Horowitz, M., Sugimoto, E., Okuno, T. and Morimoto, T.: Changes in blood volume and vascular compliance during body heating in rats. *Pflugers Arch*, 412: 354-358, 1988.
- 24) Morimoto, T.: Thermoregulation and body fluids: role of blood volume and central venous pressure. *Jpn J Physiol*, 40: 165-179, 1990.
- 25) Merrill, R.: Disorders of the TMJ I, Diagnosis and arthroscopy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 1: 1-199, 1989.
- 26) Quinn, J.H. and Bazan, N.G.: Identification of prostaglandin E2 and leukotriene B4 in the synovial fluid of painful, dysfunctional temporomandibular disorders. *J Oral Maxillofac Surg*, 48: 968-971, 1990.
- 27) Murakami, K., Segami, N., Fujimura, K. and Iizuka, T.: Correlation between pain and synovitis in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg*, 49: 1159-1161, 1991.
- 28) Trelles, M.A., Rigau, J., Sala, P., Calderhead, G. and Ohshiro, T.: Infrared diode laser in low reactive-level laser therapy (LLLT) for knee osteoarthritis. *Laser Therapy*, 2: 149-154, 1991.
- 29) Ginbach, G.: Laser biostimulation in plastic surgery. *Laser Therapy*, 5: 169-174, 1993.
- 30) Shimizu, Y., Yamaguchi, M., Goseki, T., Shibata, Y., Takiguchi, H., Iwasawa, T. and Abiko, Y.: Inhibition of prostaglandin E2 and interleukin 1-beta production by low-power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. *J Dent Res*, 74: 1382-1388, 1995.
- 31) Atkinson, D.E.: Cellular energy metabolism and its regulation. New York, 1977, Academic Press, p. 85-107.
- 32) Belkin, M. and Schwartz, M.: New biological phenomena associated with laser radiation. *Health Phys*, 56: 687-690, 1986.
- 33) Brunner, R., Haina, D., Landthaler, M., Waidelich, W. and Brann-Fako, O.: Application of laser light of low power density. Experimental and clinical investigations. *Curr Probl Derm*, 15: 111-116, 1986.