象牙質知覚過敏症モデルに対する光ファイバー炭酸ガス レーザー照射効果について

山田一郎⁽¹⁾、橋本賢二⁽¹⁾、加藤寛次⁽¹⁾、山口万枝⁽¹⁾
鈴木浩之⁽¹⁾、村井睦彦⁽¹⁾、宮内広書⁽¹⁾、菅田文雄⁽²⁾、遊津隆義⁽²⁾

浜松医科大学医学部歯科口腔外科学講座⁽¹⁾
松下産業機器研究所⁽²⁾

The effect of the optical fiber carbon dioxide laser irradiation
on the Dentin Hypersensitivity model.

Ichiro Yamada, Kenji Hashimoto, Hirotugu Katou, Kazue Yamaguchi
Hiroyuki Suzuki, Mutsuhiko Murai, Hirofumi Miyauti, Fumio Sugata, Takayoshi Yuzu

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery Hamamatsu University School of Medicine
Matsushita Industrial Equipment Laboratory

Abstract: Special probe for dentin hypersensitivity treatment was developed.
The effects of the optical fiber carbon dioxide laser irradiation on the dentin
hypersensitivity model were discussed with changing irradiation output power, time or
irradiation mode.

The laser used is optical fiber carbon dioxide laser unit ZH-5LM10. (Matsushita
Industrial Equipment.)

Dentin hypersensitivity model was made according to Nakamura's method.

The effects were observed as 2 mm spot in diameter by a single irradiation.

The conditions were as follows; flowing quantity 2l/min of the cooling gas, output
power 3W, irradiation time 60 seconds at 0.01 seconds in the irradiation repetition
time, total energy density 54 J/mm²

As results of this study, irradiation was followed by melting of dentin and, then,
sealing dental tubules was observed. However, carbonization, pigmentation or clacking
were not noted on the irradiated dentin.

緒 言

近年、導光路に特殊ファイバーを使用した小型炭酸ガスレーザーメスが開発され、口腔内にも操作性よく応用が可能になった。しかし一般臨床応用に際してその照射条件、特に硬組織と波形特性および照射エネルギーとの関係につい

ての研究、あるいは特定の疾患に専用の器具の開発は十分とはいえない。特に炭酸ガスレーザーの象牙質への照射は連続波照射(CW)では温度上昇が急激で組織自体へのダメージおよび歯髄組織への熱影響が懸念される。そこで前回わ

れわれは、照射モードにスペシャルパルス(SP)を用いることにより照射エネルギーをコントロールすることを試み良好な結果を得た。今回われわれは、同疾患に対する専用のプローベを開発し、パルス照射にて効果を検討したので報告する。

実験材料と方法

使用したレーザーは松下産業機器社製光ファイバー炭酸ガスレーザーメス(ZH-5LM10)でそのシステム仕様は、導光路として銀ハライド系ファイバーを用い、出力は1~10W、波長10.6 μm 、封止型CO₂レーザー管を使用した小型、軽量のものである。

今回、照射くり返し時間0.01秒より2.0秒まで数秒おきに適宜調整し照射できるよう改造し使用した。プローベは、その用途により先端チップを変えるシステムになっており、照射幅の直径が1mm、2mm、3mmの3種と蒸散用で、今回象牙質知覚過敏症用に開発した(写真1)。

実験材料として抜去歯牙の頬側歯頸部エナメル質を削除し象牙質を裸出後、中村らの方法に従い、5分間超音波洗浄を行ない、つづいて象牙質表面を50パーセント磷酸で60秒間脱灰した後、水洗及び乾燥を行い象牙質知覚過敏症のモデルとした。

照射は、レーザーの先端プローベを蒸散用とし、プローベを象牙質表面に接し歯牙長軸方向に垂直に照射した。照射くり返し時間0.01秒、冷却ガス流量2L/min、出力は、導光路接続部にて3Wを60秒間照射し検体とした。

照射後歯牙のモデル部を除き nail enamel で

被覆した後、1% methylene blue 水溶液中にて2時間色素浸透を行い、実態顕微鏡で観察した。また同様に、検体を10%塩酸で2秒間脱灰した後、グルタルアルデヒドにて固定、通法に従い試料を作製し、白金蒸着を施し走査型電子顕微鏡(以下SEMと略す)により照射部表面を観察した。

結 果

レーザー照射直後の歯牙の肉眼像では、実験的象牙質過敏症モデル部照射部照射幅に一致して僅かな色調の変化を伴った炭化層が認められた(写真2)。同部に色素浸透を行った実態顕微鏡像では照射幅に一致して色素浸透阻止部が観察された。同部矢状断では、やはり照射幅に一致して色素浸透阻止部が観察された(写真3、写真4)。照射中心部のSEM像では、レーザー照射部位に一致して象牙質表面は溶解しており象牙細管の変性、閉鎖が認められた(写真5)。照射幅の中央部のSEM像は、中心部SEM像に比べ象牙細管の変性は少なく象牙細管も小さくなっているが完全な閉鎖状態は認められなかった(写真6)。照射中心より約1mm部のSEM像は、象牙細管の変性はさらに小さくなっているが細管の縮小化は認められる(写真7)。

考 察

象牙質知覚過敏症は一般に「種々の刺激に対して一過性に歯髄の知覚が亢進した状態」と定義されている⁽¹⁾。現在、本症の治療法はこの知覚の伝導系を遮断することにより、従来より、

この目的を達する為に保存療法、充填法、歯髄除去療法などが行われている。近年、本症に対し炭酸ガスレーザーを応用し、象牙質表面を溶融固着し象牙細管を封鎖する事により治療する試みがなされ、多くの基礎的研究報告があるが、その臨床報告は少ない。その理由として、1) 照射条件が確立していない。2) 解剖学的に、あるいは病的に専用の器具がない。などが考えられる。歯牙にレーザーを照射する際、最も気を付けなければいけないことはその効果が熱によるものであるために、僅かなエネルギーのコントロールミスにより歯面にひび割れや強度の炭化変性を生じさせ、歯髄にも悪影響を与える。そこで、前回、照射モードにSPを使用、出力を固定し照射時間およびSPが象牙質知覚過敏症モデルにあてる効果について研究を行ない報告した⁽²⁾。

その結果SPは、CWに比べて広い照射条件で象牙質知覚過敏症モデルに対し強度の炭化変性を認めることなく、象牙細管を閉鎖でき歯髄への熱伝導も極力抑えることが可能であった。

しかしながらこの方法においてはその照射効果範囲が直径0.3 mmとせまく、広い病変部への応用は、治療時間の延長が考えられる。これらの事より今回は、同疾患の病態を考え照射幅の広いプローベを開発し、レーザー機器側で照射ON-OFF制御を行うパルス照射にて効果を検討した結果、プローベを照射幅が直径約2 mmの蒸散用とし、プローベを象牙質表面に接し、歯牙長軸方向に垂直に、冷却ガス流量2 L/min、照射くり返し時間0.01秒、出力は導光路接続部にて3 Wを60秒間照射、照射エネルギー密度51 J/mm²にて象牙質表面を溶融固着し、患部に炭化や着

色、ひび割れ等なく象牙細管を封鎖する事が可能であった。これら照射条件について、川田らは50 J/cm²にて⁽³⁾、また熊崎らは117.451 J/cm²にて⁽⁴⁾、同様の結果を報告しており、この照射条件と、われわれの結果との違いについては、

- 1) ファイバー使用によるレーザー光の特性。
- 2) 照射くり返し時間の違いによるDuty比特性。
- 3) 冷却ガス流量。などにより、条件にかなりの差があることを認めており、今後さらに研究を継続する考えである。

またさらに現在、患者了解の上、同条件下に臨床応用を行っており、治療中に麻酔を使用することなく術中、術後に異常所見を認めていない。

1. 下野正基・他：象牙質知覚過敏症の病態
the Quintessence, 11 (5) 1992-936

2. 宮内広書・他：光ファイバー炭酸ガスレーザーによる生体硬組織特に歯牙、象牙質の変化について、日本口腔科学会総会抄録集、119

3. 川田裕也・他：象牙質へのレーザー照射の効果についてⅢ、象牙質透過性と辺縁封鎖性に及ぼす影響、日本レーザー医学会誌 8 (3) 131、1987

4. 熊崎 護：レーザーと象牙質
レーザーの歯科への臨床応用とその基礎
159-165

(写真1)

(写真2)

(写真3)

(写真4)

(写真5)

(写真6)

(写真7)