

令和元年6月11日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11133

研究課題名(和文) レーザー光による第三象牙質の誘導と暫間的間接覆髄法への応用

研究課題名(英文) Tertiary dentin formation by application of laser irradiation on indirect pulp capping.

研究代表者

鈴木 雅也 (Suzuki, Masaya)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・准教授

研究者番号：10409237

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、暫間的間接覆髄法(IPC法)において第三象牙質をより早く確実に形成を促進するため、象牙質を一層介した状態でレーザー照射した場合の歯髄反応と硬組織形成能をラットの歯を用いて評価することである。その結果、硬組織の誘導に関しては、組織透過型レーザー(半導体)に比べて、表面吸収型レーザー(炭酸ガス)の方が有効であった。また、適切な出力の範囲内であれば、術後1日～28日までの観察において、両レーザーとも歯髄組織に重篤な炎症性変化は誘発しなかった。レーザーの照射された象牙質面に熱変性が生じていたが、IPC法では最終的に齲蝕と共に除去する部分のため、問題になることはないと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

健全な口腔環境の維持は健康寿命に寄与する。また、歯髄の有無は歯の保存に極めて重要である。無髄歯は根尖性歯周組織炎や歯根破折を発症するリスクがあり、これらは歯の喪失に深く関連する。臨床では深在性齲蝕を有する歯の抜髄を避けるための有効な手段として暫間的間接覆髄法(IPC法)が適応される。IPC法は薬物によって齲蝕下に第三象牙質の形成を促進させ歯髄を温存するが、この生体防御反応を利用した方法は年齢とともに成功率は低下する傾向にある。本研究では薬物の代わりにレーザー光線を利用してより早く、厚い第三象牙質の形成を誘導することにより、比較的高齢者に対しても確実な保存治療を提供できると考えている。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate dental pulp responses and dental hard tissue formation when rat pulp was irradiated by laser through dentin. The laser was used to promote tertiary dentin formation on indirect pulp capping (IPC) treatment. As a result, carbon dioxide gas laser that is easily absorbed into water was more effective for hard tissue formation than semiconductor laser that is difficult to be absorbed into water. No severe inflammation was observed in the dental pulp tissue in both laser groups with laser energy of this study through the observation periods from 1 to 28 days post-treatment. Although CO2 laser group showed heat denaturation and carbonized dentin on the irradiated surface, there is no problem in the IPC treatment because those dentins are finally removed with caries dentin.

研究分野：歯科保存学

キーワード：暫間的間接覆髄法 歯科用レーザー 第三象牙質 歯髄反応

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯の延命において歯髄の有無が極めて重要であることを考慮すれば、暫間的間接覆髄法(IPC 法) は生活歯として保存するための有効な手段である。IPC 法では、従来から水酸化カルシウム(Schroeder A, Int Dent J, 1968、Leung RL, J Am Dent Assoc, 1980) 最近ではレジン添加型ガラスイオノマーセメント(Gruythuysen RJ, J Endod, 2010) MTA(Petrou MA, Clin Oral Investig, 2013) が応用されている。これらの臨床研究では比較的高い成功率が報告されているが、いずれも歯髄の生活力が旺盛な乳歯、あるいは若年者の永久歯に関するものである。しかしながら、成人永久歯に関する IPC 法の臨床データは示されておらず、実際に 30~40 代の患者に IPC 法を施行しても、残置した感染歯質を再度除去する際に、第三象牙質の形成量が不十分なために露髄を生じることもしばしばない。そこで著者は、レーザーの照射エネルギーが象牙質を一層介しても歯髄細胞や象牙芽細胞に適度な刺激を与えて第三象牙質(反応性象牙質) の形成を誘導できることに着目し、IPC 法に応用する着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、象牙質を一層介した状態でレーザー照射した場合の歯髄反応と硬組織形成能を評価し、IPC 法の成功率の向上のための安全かつ効果的なレーザー波長と照射方法を確立することである。また、レーザー照射による残存象牙質へ与える影響についても併せて評価する。

3. 研究の方法

実験 1 : ラットの歯を用いた病理組織学的研究

6 週齢(約 180g) の雄性 SD 系ラットを本学の生物科学施設で 2~3 週間飼育する。8~9 週齢(300~400g) となったラットに全身麻酔(3 種混合麻酔薬) を施し、上顎第一臼歯近心面にダイヤモンドポイント(440SS : 松風) と MI ステンレスパー(#1/2、#1 : マニー) を用いて規格窩洞(直径 1.0mm、深さ 0.5mm) を形成した。窩洞の最深部に炭酸ガスレーザー(Opelaser PRO、ヨシダ、波長 10,600nm、非接触) あるいは半導体レーザー(Opelaser Filio、ヨシダ、波長 808nm、接触) を 0.5W・1 秒間(0.5J、弱) 、1.0W・1 秒間(1.0J、強) でそれぞれ照射した。その後、コンポジットレジン修復(ユニバーサルボンド、マジスティ ES フロー、クラレノリタケデンタル) を施し、観察期間満了(1 日、28 日) まで経過観察を行った。対照群は、水酸化カルシウム製剤(ダイカル、デンツプライ三金) と MTA(プロルート MTA、デンツプライシロナ) を用いて覆髄後、接着性レジンで修復したもの(対照群 1 と 2) 接着性レジンのみで修復したもの(対照群 3) とした(n=6) 。観察期間後、全身麻酔下で 4%パラホルムアルデヒド(PFA) 溶液による経心的灌流固定を行い、上顎骨ごと摘出して 4%PFA 溶液に 1 日間浸漬した。試料は 10%EDTA 容液で脱灰後、通法にてパラフィン薄切連続切片を作製して、ヘマトキシリン エオジン染色とグラム染色を行い光学顕微鏡にて評価した。

実験 2 : レーザー照射を行った象牙質の組織学的変化の観察

ヒト抜去永久歯(0.1%チモール水溶液保存) の歯冠部から厚さ約 1.5mm のディスク状象牙質を切り出し(アイソメット、Buehler) 卓上研磨装置と耐水研磨紙 # 120~600 を用いて平坦に研削した。その後、象牙質面に対して垂直方向から、出力 0.5W、時間 2 秒(1J)、4 秒(2J)、6 秒(3J)、8 秒(4J) でレーザーを照射した。使用機種は、E 群 : Er,Cr:YSGG laser (Waterlase MD ; 25pps、0.7mm、非接触 5mm)、C 群 : CO2 Laser (Opelaser PRO ; 連続波、連続照射、焦点径 0.15mm、

非接触 10mm)、N 群 : Nd:YAG Laser (Pulse master 600LE ; 20mJ × 25Hz、0.32mm、接触)、S 群 : 半導体 Laser (ezlase 940 ; 連続波、ezTip E4-4、0.4mm、接触)である。その後、パラフィン薄切切片を作製、H&E とアザン染色を施して光学顕微鏡で観察した。

4 . 研究成果

実験 1 : ラットの歯を用いた病理組織学的研究

術後 1 日では、窩洞と象牙細管で連続する象牙芽細胞の一部配列不正・消失を認めしたが、全群で重篤な炎症性変化は観察されなかった。術後 28 日では、すべての試料に窩洞形成に伴う刺激象牙質が髄壁に確認され、特に炭酸ガスレーザー群 (強) で最も形成量が多かった。一方、半導体レーザー群は対象群 3 とほぼ同様の所見で、第三象牙質の形成促進効果は認めなかった。炭酸ガスレーザーは適度な刺激を与えることで第三象牙質の形成を促進し、IPC 法に応用できる可能性が示唆された。

実験 2 : レーザー照射を行った象牙質の組織学的変化の観察

表面吸収型レーザーである E 群と C 群のアザン染色試料において、表層から蒸散層 (0.1-0.15mm)、透明層 (0.01-0.03mm)、青 (紫) 染層 (0.01-0.03mm)、赤染層 (E 群 0.05-0.1mm、C 群 0.02-0.04mm)、青染層 (健全象牙質) が観察された。一方、組織透過型レーザーの N 群は、蒸散層 (0.15mm)、透明層 (0.02mm)、赤染層 (0.02-0.05mm)、青染層 (健全象牙質) が観察され、青 (紫) 染層は認めなかった。照射径は、E 群 0.55-0.9mm、C 群 0.4-0.7mm、N 群 0.4-0.45mm であった。なお、N 群の 1J と 2J と S 群のすべての条件で組織変化を認めなかった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年 :

国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：新海 航一
ローマ字氏名：Shinkai Koichi
所属研究機関名：日本歯科大学
部局名：新潟生命歯学部
職名：教授
研究者番号(8桁)：90147843

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。