

機関番号：34408

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20592247

研究課題名 (和文) レーザー高吸収体配合う蝕検知液を用いたう蝕の選択的除去

研究課題名 (英文) Selective Removal of Caries Using Experimental Caries-detecting Dye Solutions with laser-absorptive substances

研究代表者

吉川 一志 (YOSHIKAWA KAZUSHI)

大阪歯科大学・歯学部・准教授

研究者番号：30309182

研究成果の概要 (和文)：患者の治療時、できる限り少ない侵襲でとどめるという考え、すなわち minimal intervention (MI) のコンセプトが歯科医師の間で浸透しつつある。う蝕治療に関しても MI により歯の削除量を減らすためにう蝕を染め出すう蝕検知液の改良やう蝕を選択的に削除する器機の開発が行われてきた。しかし、それらの研究においても、う蝕治療において重要となるのは最終的には術者の感覚、すなわちう蝕を染め出した場合にはどこまで染まっているかを判断する視覚、う蝕を削除する場合には手指の感覚に頼っている部分が多く、う蝕治療の良否が術者の経験に左右される可能性が高い。我々は平成 18 年度から 2 年間の文部科学省科学研究補助金 (基盤研究 (C)) 「レーザーの色吸収特性を用いたう蝕の選択的除去」、平成 20 年度から 3 年間の文部科学省科学研究補助金 (基盤研究 (C)) 「レーザー高吸収体配合う蝕検知液を用いたう蝕の選択的除去」の研究を経て、色による選択性ではあまり吸収特性に影響を受けなかった Er:YAG レーザーであるが、歯質の削除には最も適したレーザーであり、また組織透過型の半導体レーザーよりも表面吸収型である Er:YAG レーザーの方がより安全に、かつ効率的に選択的う蝕除去が可能になることを人工う蝕象牙質を用いて確認した。

研究成果の概要 (英文)：In this study, focusing on compounds with primary amino groups (highly laser-absorptive substances : HLA), we experimentally produced CDS in which HLA were mixed, and measured their Er:YAG laser absorption rate and efficiency of carious dentin removal, to evaluate the laser absorption properties of CDS mixed with HLA. Erwin AdvErL was used as an Er:YAG laser apparatus (2940nm). 10 pulses of Er:YAG laser irradiation were carried out at 1.0 W, 1 Hz. Regarding the Er:YAG laser, it was considered that safe, efficient, selective caries removal is possible using caries-detecting dye solutions mixed with highly laser-absorptive substances.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：①歯学 ②レーザー ③う蝕 ④選択的除去 ⑤う蝕検知液

1. 研究開始当初の背景

患者の治療時、できる限り少ない侵襲でとどめるという考え、すなわち minimal intervention (MI) のコンセプトが歯科医師の間で浸透しつつある。う蝕治療に関しても MI により歯の削除量を減らすためにう蝕を染め出すう蝕検知液の改良やう蝕を選択的に削除する器機の開発が行われてきた。しかし、それらの研究においても、う蝕治療において重要となるのは最終的には術者の感覚、すなわちう蝕を染め出した場合にはどこまで染まっているかを判断する視覚、う蝕を削除する場合には手指の感覚に頼っている部分が多く、う蝕治療の良否が術者の経験に左右される可能性が高い。

2. 研究の目的

我々は平成 18 年度から 2 年間の文部科学省科学研究補助金（基盤研究 (C)）「レーザーの色吸収特性を用いたう蝕の選択的除去」、平成 20 年度から 3 年間の文部科学省科学研究補助金（基盤研究 (C)）「レーザー高吸収体配合齶蝕検知液を用いたう蝕の選択的除去」の研究を経て、色による選択性ではあまり吸収特性に影響を受けなかった Er : YAG レーザーであるが、歯質の削除には最も適したレーザーであり、また組織透過型の半導体レーザーよりも表面吸収型である Er : YAG レーザーの方がより安全に、かつ効率的に選択的う蝕除去が可能になることを人工う蝕象牙質を用いて確認した。今回、我々はこれまでの研究結果を元に、ヒト抜去歯う蝕除去に Er : YAG レーザーの第 1 級アミノ基を有する化合物を配合したう蝕検知液（以下レーザーマーカー）により染色し、染色された部分のみを削除する際のう蝕検知液の色、濃度と Er : YAG レーザーの出力、削除方法を検討した。

3. 研究の方法

第 1 級アミノ基を有する化合物を 2, 4, 6, 8% 配合したレーザーマーカーを研究協力者である日本歯科薬品株式会社研究所第一研究室長である横田氏に開発を依頼した。

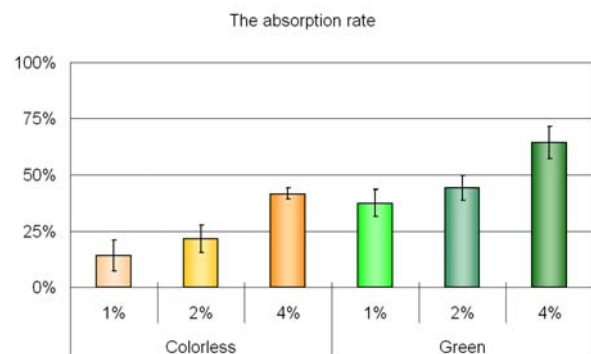
（吸収率の測定）う蝕検知液としてレーザー高吸収体を 1.0, 2.0, 4.0% 配合した無色と緑色のう蝕検知液を試作した。試作う蝕検知液をくぼみのあるスライドガラスに滴下し、気泡の入らないようにカバーガラスを静置し、Er : YAG レーザーを 35mJ, 10pps の条件で照射し、透過するエネルギー量をレーザーパワーメーター (FieldMax II, Coherent 社) で測定した。Er : YAG レーザー発振装置とし

て Erwin AdvErl®(モリタ製作所)を実験に供した。スライドガラスとカバーガラスのみでレーザーを照射し、得た数値をコントロールとしてう蝕検知液による照射エネルギーの吸収率を算出した。算出したデータは一元配置分散分析と Scheffe の検定で統計処理を行った (n=3)。

（除去効率の測定）ウシ歯象牙質を 5×5mm, 厚さ 1mm に成型し、表面を除いてネイルヴァーニッシュでコーティングを行った後、0.1M 乳酸に 24 時間浸漬し、人工う蝕象牙質を作製した。各濃度の無色と緑色のう蝕検知液を滴下し、Er : YAG レーザーを 100mJ, 1pps の条件で 10 パルス照射し、形成された窩洞を 3 次元形状測定装置にて測定し、深さ、除去体積を測定した。同様の条件でう蝕検知液を滴下していない人工う蝕象牙質に形成された窩洞を測定し、得た数値をコントロールとした。算出したデータは一元配置分散分析と Scheffe の検定で統計処理を行った (n=5)。

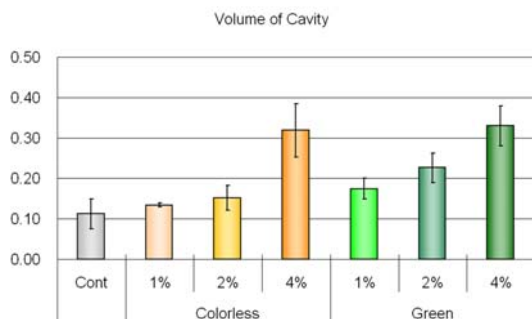
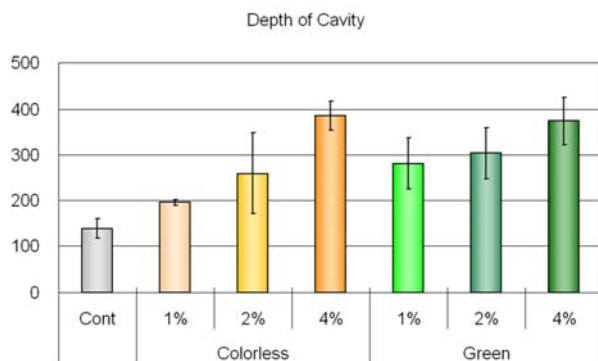
4. 研究成果

吸収率については、う蝕検知液のレーザー高吸収体の濃度が増加すると吸収率も増加する傾向が認められた。同じ濃度のレーザー高吸収体を配合した無色と緑色の試作う蝕検知液の吸収率を比較した場合、緑色の試作う蝕検知液の方が有意に高い吸収率を示した ($p < 0.05$)。



除去効率については、う蝕検知液のレーザー高吸収体の濃度が増加すると窩洞の深さ、除去体積量共に増加する傾向が認められた。レーザー高吸収体を 4.0% 配合するう蝕検知液を使用した場合、窩洞の深さはコントロールと比べて有意に高い値を示し、また窩洞の除去体積量はその他の濃度と比べて有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。同じ濃度のレーザー高吸収体を配合する無色と緑色のう蝕検知液を滴下した人工う蝕象牙質に Er : YAG レーザー照射した場合、窩洞の深さ、除去体

積量に有意差は認められなかった。



Er : YAG レーザーは歯質の削除に最も適したレーザーであり、今回試作したレーザー高吸収体配合う蝕検知液を使用することにより吸収特異性が認められたことから、レーザー高吸収体配合う蝕検知液に染色されたう蝕象牙質のみが削除できるエネルギー設定を行うことにより、安全で、かつ効率的な選択的う蝕除去ができると考えられる。

(結論)

レーザー高吸収体配合う蝕検知液は Er : YAG レーザーの吸収率を増加させ、また Er : YAG レーザーによる窩洞形成の深さ、除去体積量ともに増加させる効果が認められたことから、レーザー高吸収体配合う蝕検知液を使用することにより、Er : YAG レーザーによる選択的う蝕除去の可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Ishii K, Saiki M, Yasuo K, Yamamoto K,

Yoshikawa K, Awazu K, Selective removal of carious dentin using a nanosecond pulsed laser with a wavelength of 6.02 μm, Proc. SPIE, 7715: 77153C, 2010(査読有)

[学会発表] (計 6 件)

① Yoshikawa K, Yasuo K, Iwata N, Tanaka Y, Heya M, Awazu K, Yamamoto K, Selective Caries Removal Using Experimental Caries Detecting Dye Solutions with Highly Laser-Absorptive Substances, 88th General Session & Exhibition of The IADR, 2010/07/15, Barcelona, Spain

② Yoshikawa K, Awazu K, Yamamoto K, Selective Removal of Caries Using Experimental Caries-detecting Dye Solutions with laser-absorptive substances., World Federation for Laser Dentistry, 2010 Dubai Congress, 2010/03/10, Dubai, UAE

③ Yoshikawa K, Yasuo K, Iwata N, Heya M, Awazu K, Yamamoto K, Selective Removal of Caries Using Experimental Caries-detecting Dye Solutions with a High Rate of Laser Absorption., 5th Congress of the International Society for Oral Laser Applications, 2009/10/23, Vienna, Austria

④ Yoshikawa K, Goda S, Yamamoto K, Awazu K, Selective Removal of Caries Using Laser Absorption of 805-nm Diode, Er:YAG, and CO₂ Lasers with Experimental Caries-Detecting Dye Solutions., Academy of Laser Dentistry 16th Annual Conference, 2009/04/25, Las Vegas, USA

⑤ Yoshikawa K, Suzuki K, Iwata N, Yamamoto K, Selective Removal of Caries Using Laser Absorption Properties with Experimental Caries-detecting Dye Solutions, WFLD (World Federation for Laser Dentistry) 2008 HONG KONG Congress, 2008/07/30 Hong Kong, China

⑥ 吉川 一志, 岩田 有弘, 初岡 昌憲, 谷本 啓彰, 山本 一世, レーザーの色素吸収性を用いたう蝕の選択的除去-人工う蝕象牙質に対するレーザー色吸収特性の検討-, 日本歯科保存学会, 2008/06/05, 新潟

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉川 一志 (YOSHIKAWA KAZUSHI)
大阪歯科大学・歯学部・准教授
研究者番号：30309182

(2) 研究分担者

栗津 邦男 (AWAZU KUNIO)
大阪大学・工学部・教授
研究者番号：30324817

(3) 連携研究者

部谷 学 (HEYA MANABU)
光産業創成大学院大学・准教授
研究者番号：40324818