

平成22年 5月28日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19791417

研究課題名（和文） 感染象牙質の除去に対する光蛍光誘導定量法の応用

研究課題名（英文） Application of QLF method to excavation of dental caries

研究代表者

川崎 弘二（KAWASAKI KOJI）

大阪歯科大学・歯学部・講師

研究者番号：80309187

研究成果の概要（和文）：本研究により、QLF法の感染象牙質への応用はHidden Cariesの検出が可能であること、感染象牙質の露出状態が定量的に評価できること、感染象牙質の除去の程度が定量的に評価できることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：We investigated the detection and evaluation possibility of red-fluorescent infected dentin using quantitative light-induced fluorescence (QLF) method. We concluded that QLF method could detect a hidden caries and evaluate the progression of caries excavation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	540,000	3,340,000

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医療・福祉 ②バイオ関連機器 ③臨床 ④歯学 ⑤細菌

1. 研究開始当初の背景

（1）21世紀の健康科学時代において、歯科のフィールドにおける疾患の予防、さらに健康増進を目指した医療の構築のためには、予防歯科診療に必要なArts（技術）の開発が不可欠である。これは、世界的にう蝕が減少傾向にあり、これまでの歯科医学領域でカバーできなかった領域に対するさまざまな需要が増加していることと無縁ではない。こうした背景のなか、近年の多くの疫学的調査において、う蝕の総修復数に占める再修復数の割

合が高いことが報告されている。う蝕の修復治療において感染象牙質の除去が不十分であった場合、う蝕の再発を招く大きな原因のひとつとなりうるため、充填操作を行う前の段階における感染象牙質の有無の診断は、再発予防を考慮した修復治療における重要なポイントとなる。

（2）いまだ口腔内における二大疾患のひとつであり続けているう蝕において、ミニマル・インターベンションの考え方が人口に膾

炙してきているとはいうものの、健全な歯質から除去が必要な感染象牙質にいたるまでの各段階、すなわち象牙質における微生物感染の診断は、視診による色調の変化や触診による象牙質の硬さ、う蝕検知液による染色などが指標となっているが、これらの診断は主観的な判断によるものであり、その判断を標準化することは困難である。

(3) エナメル質の表層下脱灰を、歯の持つ自家蛍光を応用した光誘導蛍光定量法 (quantitative light-induced fluorescence、以下QLF法と略) によって非破壊的な定量的観察が可能であることは知られているが、QLF法により感染象牙質が発する蛍光も検出できることが明らかとなりつつある。QLF法による診査は口腔内に存在する自家蛍光を持つ対象物が発する蛍光を、デジタル画像としてコンピュータに取り込み画像解析を施すもので、感染象牙質の性状を詳細に定量的評価できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究ではヒトう蝕歯を対象に感染象牙質の除去を行う際、段階的なQLF法による評価を行い、感染象牙質の除去に対するQLF法の応用の可能性について検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 被験者はエックス線診査により確定した、臨床的に修復治療が必要な象牙質に達するう蝕を持ち、文書による内容説明を行ったうえでインフォームド・コンセントを取得し、実験の参加に同意を得た健康な成人3名(被験者A, B, C, 男性2名, 女性1名, 24 ± 1歳)とし、各被験者それぞれ2歯を対象とした。被験歯面は被験者Aでは上顎右側側切歯遠心面および上顎右側犬歯近心面、被験者Bでは上顎右側中切歯遠心面および上顎左側側切歯近心面、被験者Cでは上顎右側第一大臼歯咬合面および下顎左側第一大臼歯咬合面にみられたう蝕のある歯面である。なお、本研究はヘルシンキ宣言を遵守したうえで、大阪歯科大学医の倫理委員会の承認(承認番号: 大歯医倫 050717号)のもとで行い、インフォームド・コンセントは同委員会の遵守事項に従った。

(2) 感染象牙質の除去は臨床経験10年の同一の歯科医師により、視診による色調の変化、触診による象牙質の硬さを基準として、低速エンジンに装着したラウンドバーおよび手用エキスカバータを使用して行った。除去の際、拡大鏡などは使用せずう蝕の拡大を行った。臨床的に感染象牙質が除去できたと判断した際、および露髄の危険性があるため暫間の間接覆髄法に移行する際に、う蝕検

知液による残存した感染象牙質の有無あるいは感染象牙質の残存部位の確認を行った。

(3) 感染象牙質の評価はInspektor Proシステム (Inspektor Research Systems社製、オランダ) および青色発光ダイオードを光源の一部として使用する口腔内カメラ、ペンスコープ (モリタ製作所、京都) により行った。

励起光の照射により発生した歯および感染象牙質の蛍光は、両システムにおいてコンピュータに接続されたCCDカメラを介してコンピュータに取り込み、ハードディスク上にデジタル画像として保存した。

Inspektor Proシステムにおいて、蛍光が観察された感染象牙質のデジタル画像は、同システムに付属している画像解析ソフトウェア Inspektor Pro (version 1.0.1.21) にて、赤色蛍光が観察された面積 (Area 値)、感染象牙質が発する蛍光強度の平均値 (ΔR Average 値)、感染象牙質が発する蛍光強度の最大値 (ΔR Max 値) を算出した。

4. 研究成果

(1) う蝕の開拡大に伴う赤色蛍光の変化

切削を開始する前に、臨床的に修復治療が必要な象牙質に達するう蝕がある部位に対し、Inspektor Proシステムおよびペンスコープを用いて励起光を照射すると、すべての被験歯において臨床的に感染象牙質と診断した部位に一致して赤色蛍光が観察された。図1に被験者Aの上顎右側犬歯近心面にみられた感染象牙質を撮影した結果を示す。

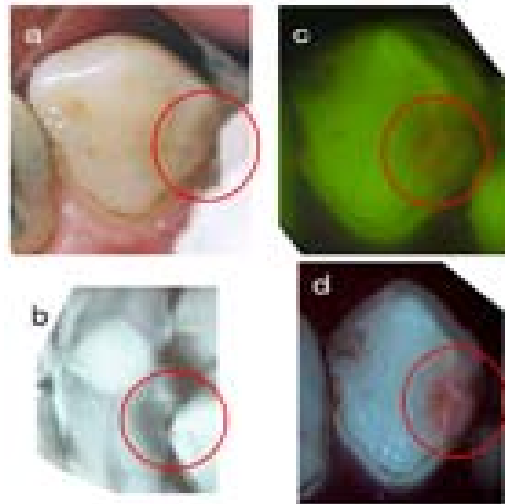


Fig. 1 Detection of the infected dentin (subject A, tooth number 13).

a) photograph, b) X-ray photograph, c) Inspektor Pro, d) Pen-scope

う蝕の開拡大に伴って破折した修復物および遊離エナメル質を除去することによって感染象牙質が露出すると強い赤色蛍光が観

察され、触診によって臨床的に感染象牙質と判断した部位と赤色蛍光を発する部位はすべての被験歯において一致していた。図2に被験者Cの上顎右側第一大臼歯咬合面にみられた感染象牙質に画像解析を行った結果を示す。画像解析により感染象牙質が発する赤い蛍光の強度差を色調の変化として表現することができた。さらに、臨床的に感染象牙質が除去できたと判断した部位には赤色蛍光は観察されなかった。また、モニタ上でリアルタイムに確認した赤色蛍光の画像は、ペンスコープの方がよりコントラストが強く、赤色蛍光を発する部位が明瞭に観察できた。

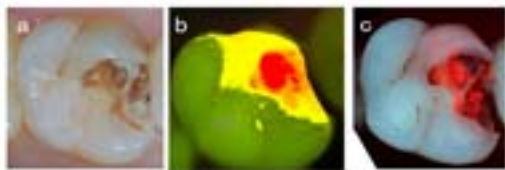


Fig. 2 The Analysis of captured digital image (subject C, tooth number 16). a) photograph, b) Inspektor Pro, c) Pen-scope

Weerheijm (Dent Update, 24; 182: 1997) は過去 20 年間にわたり健全歯面の数は相対的に上昇しているが、近年のう蝕は Hidden Caries として存在するケースが増えており、Hidden Caries に焦点を絞る必要性を報告している。観察可能な歯面が限定されない QLF 法は、今後その対応が重要であると考えられる Hidden Caries に対しても高い有用性があると考えられ、咬翼法によるエックス線撮影と比べて被曝の機会を減らすことができるという点でも有用であると考えている。

(2) Inspektor Pro によるデジタル画像解析

画像解析ソフトウェア Inspektor Pro によるデジタル画像を解析した結果の例として、被験者Aの結果を図3に示す。

デジタル画像解析によって得られる三つのパラメータ、Area, ΔR Average および ΔR Max は各被験歯のう蝕の大きさ、深さが異なっていたため、得られたパラメータの最大値は被験歯ごとに大きな差がみられた。

すべての被験歯において ΔR Max 値はう蝕の開拡に伴って上昇し、エナメル質を除去することによって感染象牙質が露出すると最大値を示し、感染象牙質の除去が進むにつれ低下するという山型の変化を示した。

しかし、Area 値はう蝕の開拡に伴って次第に減少していくケースや、ほとんど変化を示さないケースがあり、開拡の進行と Area 値の推移のあいだには一定の傾向は示さなかった。すなわち、被験者Aにおける Area 値

では、上顎右側犬歯ではほぼ一定の値を示したのち低下し、上顎右側側切歯ではゆるやかな減少を示した。さらに、 ΔR Average 値はすべての被験歯において明確な値の増減を示さず、他の二つのパラメータと比べ、開拡の進行程度に関わらずほぼ一定の値を示した。

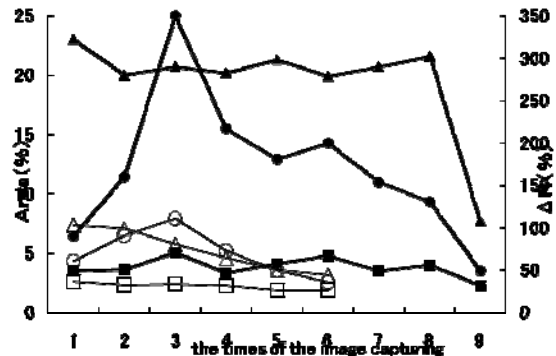


Fig. 3 The Analyzed data of captured digital image using Inspektor Pro (subject A)

Tooth number 13 (▲: Area, ■: ΔR Average, ●: ΔR Max)

Tooth number 12 (△: Area, □: ΔR Average, ○: ΔR Max)

ΔR Max 値は感染象牙質の除去に対応した蛍光強度の変化が観察できた。これは、感染象牙質の蛍光は全体が一樣な蛍光強度を示すのではなく、図2に示すようにう蝕に存在する感染象牙質の局所的な蛍光強度は場所によって大きな差が見られたことが原因と考えられる。すなわち、 ΔR Max 値はもっとも強い蛍光を発している感染象牙質の赤色蛍光強度をピンスポットで表現し、局所の感染象牙質の変化に対応することができる値であるため、感染象牙質の除去の段階に応じた値を示したものと考えている。

Lennon (Oper Dent, 28; 341: 2003) は共焦点レーザー顕微鏡により、QLF法と同様の光源を使用して検出した感染象牙質における微生物の存在の程度について報告している。その結果、光診査を併用して感染象牙質を除去すると、色調の変化や触診による硬さを判断基準とした従来型の感染象牙質の除去と比べ、窩洞に存在する微生物の存在は著しく低下していたと述べている。すなわち、感染象牙質の除去は光診査を併用することにより、精度を上げることが可能となること示されており、ここにQLF法による定量的な画像解析が数値を与えることにより、より客観的な感染象牙質の除去方法が確立できると考えている。

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3件)

1. 酒井怜子, 川崎弘二, 神原正樹. In vitroにおける糖タンパク質とフッ化物配合歯磨剤が人工的ウシエナメル質初期脱灰の再石灰化に与える影響. 口腔衛生学会雑誌 査読有 58 (2); 51-61: 2008.

2. 川崎弘二, 三宅達郎, 神 光一郎, 酒井怜子, 吉田邦晃, 田中浩二, 河村泰治, 西村有侑, 廣瀬泰明, 谷本啓彰, 山本一世, 神原正樹. 感染象牙質の除去におけるQLF法の応用. 日本歯科保存学雑誌 査読有 51 (3): 266-273: 2008.

3. Kawasaki K, Sakai R, Park YD, Kambara M. Effect of fluoride application on remineralization of bovine tooth enamel using QLF in vitro. 口腔衛生学会雑誌 査読有 58 (5); 482-489: 2008.

[学会発表] (計12件)

1. Doi T, Miyake T, Uene M, Jin K, Kawasaki K, Kambara M. One year observation of early caries lesion activity on occlusal surface of first molars. The 56th ORCA Congress, 2009年7月4日, Budapest, Hungary.

2. 黒部 舞, 川崎弘二, 青木秀記, 福島克明, 神原正樹. pHサイクルによるウシエナメル質の初期う蝕再石灰化に及ぼすフッ化物の影響. 第20回日本口腔衛生学会近畿・中国・四国地方会, 2009年6月21日, 広島国際会議場

3. 土居貴士, 川崎弘二, 神 光一郎, 西田侑平, 黒部 舞, 神原正樹. 学童期における初期う蝕とう蝕リスクとの関連. 第58回日本口腔衛生学会総会, 2009年10月10日, 長良川国際会議場 (岐阜市)

4. 川崎弘二, 土居貴士, 神 光一郎, 西田侑平, 黒部 舞, 神原正樹. ヘマタイト微粒子を応用したエナメル質表面脱灰の評価. 第58回日本口腔衛生学会総会, 2009年10月10日, 長良川国際会議場 (岐阜市)

5. 上根昌子, 三宅達郎, 川崎弘二, 村田省三, 黒部 舞, 神原正樹. 小学校における給食後ショ糖非含有チューインガム摂取3年後の口腔内環境の変化. 第58回日本口腔衛生学会総会, 2009年10月10日, 長良川国際会議場 (岐阜市)

6. 神原正樹, 上根昌子, 三宅達郎, 川崎弘二, 木谷憲輔. 平成17年度版口腔年齢. 第58回日本口腔衛生学会総会, 2009年10月10日, 長良川国際会議場 (岐阜市)

7. 神 光一郎, 川崎弘二, 安達 郁, 吉田邦晃, 西村有祐, 木谷憲輔, 神原正樹. 電動歯ブラシによるプラークコントロール効果について. 第19回日本口腔衛生学会近畿・中国・四国地方会, 2009年6月22日, 徳島県歯科医師会館

8. Doi T, Miyake T, Uene M, Jin K, Kawasaki K, Kambara M. Early caries evaluation with visual and QLF examination in nursery and elementally school children. The 55th ORCA Congress, 2008年6月28日, Groningen, The Netherlands.

9. 土居貴士, 上根昌子, 三宅達郎, 神 光一郎, 川崎弘二, 西田侑平, 吉田邦晃, 神原正樹. QLFによる学童期初期う蝕の観察. 第57回日本口腔衛生学会総会, 2008年10月3日, 大宮ソニックシティ (さいたま市)

10. 三宅達郎, 上根昌子, 土居貴士, 川崎弘二, 神 光一郎, 西田侑平, 河村泰治, 神原正樹. 度数分布からみた学童期におけるう蝕経験歯数の経年的変化. 第57回日本口腔衛生学会総会, 2008年10月3日, 大宮ソニックシティ (さいたま市)

11. 上根昌子, 三宅達郎, 土居貴士, 川崎弘二, 神 光一郎, 黒部 舞, 村田省三, 田中浩二, 神原正樹. 学童期口腔健康レベル評価法の確立 1年生時口腔健康レベルとその後の永久歯健全維持状況の推移について. 第57回日本口腔衛生学会総会, 2008年10月3日, 大宮ソニックシティ (さいたま市)

12. 神 光一郎, 上根昌子, 土居貴士, 川崎弘二, 大橋晶子, 西村有祐, 三宅達郎, 神原正樹. 中学生ならびに高校生におけるDMFT指数の推移についての研究 健康日本21の新たな目標設定に向けて. 第57回日本口腔衛生学会総会, 2008年10月3日, 大宮ソニックシティ (さいたま市)

[図書] (計2件)

1. 川崎弘二, 神原正樹. 初期う蝕診断の新技术 QLF初期う蝕検出・診断システム. う蝕学. 永末書店, 2008.

2. 川崎弘二. 生体および医療分野におけるゼータ電位. 分野別 ゼータ電位利用集 基礎/測定/解釈・濃厚/非水系・分散安定等. 情報機構, 2008.

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎弘二 (KAWASAKI KOJI)

大阪歯科大学・歯学部・講師

研究者番号：80309187