

感染象牙質の除去における QLF (Quantitative Light-induced Fluorescence) 法の応用

○高島隆太郎, 川崎弘二, 神原正樹
大阪歯科大学口腔衛生学講座

(索引用語: 感染象牙質, QLF, 象牙質う蝕)

口腔衛生会誌 55 (4), 2005

目的:

う蝕治療における原則のひとつとして感染象牙質の取り残しがないことが挙げられる。感染象牙質の除去が不十分である場合、処置後にう蝕の再発や修復物の破損を招く恐れがあり感染象牙質の検出および除去はう蝕治療において重要なポイントである。一般に感染象牙質の検出は象牙質の色調や硬さの変化に加え、う蝕検知液を使用した際の染色部位などが指標となるが、これらの方法は術者の習熟を要し標準化は困難である。

エナメル質における表層下脱灰における検出、定量観察法として歯の持つ自家蛍光を応用した Quantitative Light-induced Fluorescence (以下、QLF と略) 法が知られているが、QLF 法を用いて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ってきた。これは感染象牙質中に存在する蛍光物質が赤い蛍光を発する原理に基づくものであり、その蛍光物質は微生物の代謝物質であるポルフィリン由来であるとされる。QLF 法を用いた感染象牙質の診査は QLF 法にて用いる光源に励起されることにより感染象牙質が発する蛍光像を撮影しコンピュータに取り込み画像解析する事により行い、感染象牙質の性状を定量的に評価できる可能性がある。本研究では感染象牙質除去の過程を QLF 法にて観察することで、QLF 法による感染象牙質の検出能を用いたう蝕検知システムの可能性について検討した。

方法:

被験者は臨床的に治療が必要な象牙質に達するう蝕に罹患した歯を有するもので、研究に関して十分な説明を行い同意を得た成人 3 名 (男性 2 名, 女性 1 名, 24 ± 1 歳) とし、各被験者それぞれ 2 歯を研究対象歯とした。感染象牙質の除去は 10 年の臨床経験を有する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ベータを

使用して行った。術中の感染象牙質の評価には QLF 法として Inspektor Pro システム (Inspektor Research Systems 社製, オランダ) を用い、同時に口腔内カメラ・ペンスコープ B (モリタ社製, 京都) を用いて感染象牙質の観察を行った。

Inspektor Pro システムにて感染象牙質が発する蛍光画像をコンピュータに取り込み画像解析を行う事で、蛍光が観察された面積 (Area)、感染象牙質が発する蛍光強度の平均値 (ΔR Average)、蛍光強度の最大値 (ΔR Max) を算出し、感染象牙質に対し定量的な評価を行った。

結果と考察:

Inspektor Pro システムによる定量的な評価において、すべての被験歯において ΔR Max は感染象牙質を覆うエナメル質の除去に伴って上昇し、感染象牙質が窩底に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が観察された。Area は次第に減少するケースやほとんど変化を示さないケースがあり一定の傾向を示さず、 ΔR Average はほぼ一定の値を示した。口腔内カメラ・ペンスコープ B による診査では、臨床的に感染象牙質と診断した部位に一致して赤色の蛍光が観察された。

Inspektor Pro システムによる解析結果において Area が一定の傾向を示さなかったのは、感染象牙質がほぼ除去できたケースや、露髄の危険性があったため感染象牙質の除去を中止し、暫間的間接覆髄法に移行したケースが存在したためであり、 ΔR Average がほぼ一定の値を示したのは平均値による表現では局所的な感染象牙質の存在を明示できなかったためと考えている。一方、 ΔR Max は感染象牙質の除去に対応した局所的な蛍光強度の変化が観察できたものと考えている。

以上の結果から、QLF 法により感染象牙質の検出および定量的評価が可能であることが検証され、QLF 法を用いたう蝕検知システムの構築の可能性が示唆された。

○田中秀直, 上村参生, 三宅達郎, 土居貴士, 伊津元博, 田治米元信, 田中浩二, 白石雅照,
奥 忠之, 神原正樹
大阪歯科大学口腔衛生学講座

(索引用語: QLF 法, 根面齲蝕, バイオフィルム)

口腔衛生会誌 55 (4), 2005

目的:

超高齢化社会を迎え, 高齢者の口腔保健を考える時, 根面齲蝕への対応は歯科医療の大きな課題の一つである. しかし根面齲蝕の診査基準, 検出, 処置等についてはいまだに明確な答えがないのが現状である. 今回, 初期齲蝕の早期検出に有効な QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence) 法により, 根面齲蝕および口腔清掃効果の観察を行った.

対象および方法:

1. 被験者本学付属病院の来院患者のうち, 根面齲蝕では前歯部唇側面に根面齲蝕を有する者とし, 口腔清掃効果では, 前歯部唇側面に根面齲蝕の歯, コンポジットレジン (CR) 修復処置の歯および健全歯を有する者を被験者とした. なお, 実験開始前に実験に対する説明を十分行い, インフォームドコンセントの取得を行った.

2. QLF 法による根面齲蝕の観察対象歯に対して QLF 法による分析と口腔内写真の撮影を行った. 観察期間は 2 年間, QLF による撮影は, 初回時 (0 ヶ月), 6 ヶ月後, 18 ヶ月後, 24 ヶ月後に撮影した. なお, 被験者には予防処置は行わず, 実験開始前と変わらない生活状態を維持するように指示した.

3. 口腔清掃効果の検討対象歯は上下顎前歯部において, 根面齲蝕の歯 (3 本), CR 修復処置の歯 (5 本), および健全歯 (1 本) の計 9 本とし, 来院時, 3 分間ブラッシング後, および重炭酸カルシウムの粉末をジェット水流にのせて噴射 (Prophy-JET) 後について QLF 法による分析と口腔内写真の撮影を行った.

結果および考察:

根面齲蝕を QLF 法で分析結した結果, ΔF Area は拡大と縮小を繰り返し, 徐々に拡大方向に進行し, ΔF Average も同様の結果を得た. 次に ΔR の蛍光は齲窩内に一様にみられ, その数値に一貫性はなかった. 根面齲蝕の進行形態を知るため

0 ヶ月時と 24 ヶ月時の結果について齲蝕病巣上に測定点を設定し観察したところ, 根面齲蝕は, 上端はエナメル質歯頸線に沿い下端は根尖に向かうような形で徐々に拡大することがわかった (図 1).

次に口腔清掃効果では, ΔR Area は来院時とブラッシング後には有意な差は無かったが, 来院時と Prophy-JET 後に有意な減少が認められた ($P < 0.05$). また, ΔR Average は, 来院時とブラッシング後には有意な差は無かったが, 来院時と Prophy-JET 後に有意な減少が認められた ($P < 0.005$). このことから, 3 分間のブラッシングでは十分な口腔清掃効果を得ることが出来ないことがわかり, Prophy-JET が有効であることがわかった.

以上の結果および考察から, エナメル質と同様に根面齲蝕にも QLF 法を応用することが可能であることがわかった. また, Prophy-JET のような専門家によって行われる口腔清掃が歯垢およびバイオフィルムの除去に有効であることがわかった.

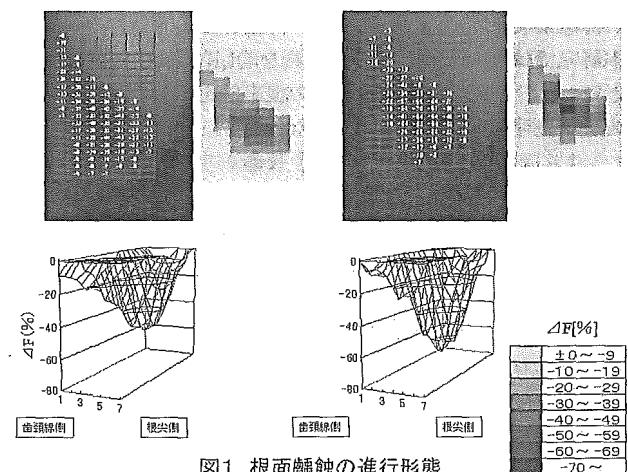


図1 根面齲蝕の進行形態

唾液タンパク質およびフッ化物応用が初期う蝕の再石灰化に及ぼす影響

○酒井怜子¹⁾, 川崎弘二²⁾, 高島隆太郎¹⁾, 多名部 実²⁾, 吉田邦晃²⁾, 西村有祐²⁾, 朴 容徳³⁾, 櫻井宏守²⁾, 生内信男²⁾, 神原正樹²⁾

¹⁾大阪歯科大学大学院歯学研究科口腔衛生学専攻, ²⁾大阪歯科大学口腔衛生学講座, ³⁾慶熙大 学校歯科大 学校豫防歯科学教室

(索引用語: QLF 法, フッ化物, 初期う蝕)

口腔衛生会誌 55 (4), 2005

目的:

エナメル質の脱灰・再石灰化に促進あるいは抑制として働く唾液タンパク質の作用ならびに各種唾液タンパク質と共同して働くフッ化物の作用についての研究が主に行われてきているが, 唾液中に含まれている総タンパク質, さらにそれと共同して作用するフッ化物がエナメル質の脱灰・再石灰化に及ぼす影響については統一した見解が得られていないのが現状である。そのため, 本研究では唾液総タンパク質と各種フッ化物応用が初期う蝕の再石灰化に及ぼす影響を *in vitro* で検討した。

材料および方法:

1) 唾液総タンパク質の精製

パラフィルム咀嚼により採取したヒト刺激全唾液 (n=2) の遠心分離 (10,000g, 10分) 上清に最終濃度 1mM になるように 0.2M フェニルメチルスルフォニルフルオリドを添加し, 透析膜 (MW cutoff: 8,000) を用い蒸留水で一昼夜 4℃ にて透析を行い, 再び遠心分離 (10,000g, 10分) 上清を凍結乾燥させ唾液総タンパク質を得た。

2) エナメル質初期う蝕試料作製

ウシエナメル質試料 (直径 5mm) の表面を耐水ペーパー (#600, #1000, #1500) ゲル状研磨剤 (Gamma Alumina: 0.05 μ m) にて鏡面研磨した後, 脱灰溶液 (乳酸: 100mM, ハイドロキシアパタイト: 3g/L, カルボキシメチルセルロース: 0.2g, PH: 5.0) に 37℃ で 48 および 96 時間浸漬し, 低脱灰群および高脱灰群の初期う蝕試料を各 40 試料作製した。

3) 初期う蝕試料の再石灰化およびフッ化物応用

初期う蝕試料は再石灰化溶液 (KCl: 130mM, KH₂PO₄: 0.9mM, CaCl₂: 1.5mM, HEPES: 20mM, 0.2% アジ化ナトリウム, PH: 7.0) に浸漬した。フッ化物応用は以下の 4 種を行った。

<1>対照群: 再石灰化溶液のみに浸漬した。

<2>タンパク質添加群: 唾液総タンパク質を添加した再石灰化溶液 (タンパク質濃度: 0.1mg/ml) に浸漬した。

<3>フッ化物配合歯磨剤群: <2>に加え 1日 3回, フッ化

物配合歯磨剤 (950ppmF) 溶液 (1g/14ml) に浸漬した。

<4>フッ化物配合歯磨剤 + APF 群: <3>に加え APF ゲル (9,000ppmF) を実験開始前および実験開始後 14 日目に 5 分間作用させた。

4) QLF 法による観察

再石灰化の観察は QLF 法 (Quantitative Light-induced Fluorescence; Inspektor Research Systems, The Netherlands) により行った。QLF 法は歯に励起光を照射して得られる自家蛍光のうち, 健全部と初期う蝕部の蛍光強度差をもとに初期う蝕を検出し, コンピュータに取り込んだうえで画像処理し, 初期う蝕を定量的に評価する方法である。QLF 法の測定は再石灰化の過程を実験開始前および実験開始後 3, 6, 9, 12, 15, 21, 28 日目に, 脱灰量を示す ΔQ (% \cdot mm²) 値を算出した。

結果および考察:

再石灰化の指標は ΔQ 値をもとに回復率で評価した。低脱灰群はすべての群が近似した回復率の変化を示し 6 日目以内で 90% 以上再石灰化後, 平衡に達した。高脱灰群においてはフッ化物配合歯磨剤 + APF 応用群以外が近似した回復率の変化を示し 15 日目以内で 80% 以上再石灰化後, 平衡に達した。またフッ化物配合歯磨剤 + APF 応用群は 15 日目以降, 対照群に比べ有意に再石灰化率の低下がみられた ($p < 0.05$)。

以上の結果より低脱灰群においてはフッ化物応用の種類にかかわらず高い回復率を示すが, 高脱灰群においては高濃度フッ化物応用である APF 応用に比べ, 低濃度フッ化物応用であるフッ化物配合歯磨剤の応用が有効であることがわかった。また, 唾液総タンパク質とフッ化物配合歯磨剤とが再石灰化に及ぼす影響は明らかではなかった。理由として, 唾液総タンパク質およびフッ化物配合歯磨剤溶液の濃度が低いことが考えられる。今後の課題として APF 応用による有効性の検討, さらに本研究よりも高濃度フッ化物配合歯磨剤溶液への浸漬および高濃度唾液総タンパク質また特定の唾液タンパク質添加による初期う蝕の再石灰化に及ぼすフッ化物と唾液タンパク質の影響を検討する必要があると考えている。

連絡先: 酒井 怜子 〒573-1121 大阪府枚方市楠葉花園町 8-1 大阪歯科大学大学院歯学研究科口腔衛生学専攻
電話 072-864-3059 FAX 072-864-3159 e-mail: sakai-r@stu.osaka-dent.ac.jp

Quantitative light-induced fluorescence (QLF) の早期齲蝕診断への応用

○上村参生^{*1}, 三宅達郎^{*1}, 上根昌子^{*1}, 川崎弘二^{*1}, 日吉紀子^{*1}, 土居貴士^{*1}, 伊津元博^{*2}, 田中秀直^{*2}, 神原正樹^{*1}
 (*¹大阪歯科大学口腔衛生学講座, *²同・大学院口腔衛生学専攻)

本研究は quantitative light-induced fluorescence (QLF) システムが臨床応用可能であるのかどうかを明らかにする目的で、初期齲蝕（白斑）の検出と1年後の病巣モニタリングを行った。

対象者は、10歳以上で、全永久歯唇（頬）側部に少なくとも1つの白斑をもつ65名であった。なお、実験開始時にインフォームド・コンセントの取得を試みたところ、すべての対象者から同意が得られた。

初期齲蝕の観察には、QLFシステム（Inspektor Research System社）を用い、画像解析ソフトによって、平均脱灰深さ： $\Delta F(\%)$ 、最大脱灰深さ： $\Delta Max(\%)$ 、面積： $S(\text{mm}^2)$ および脱灰量： $\Delta Q(\% \times \text{mm}^2)$ の測定パラメータについて

分析した。実験期間は1年間とし、開始時および1年後の2回、QLF測定を行った。

その結果、QLFにより65個の白斑はすべて初期齲蝕として検出でき、各測定パラメータを得ることが可能であった。また、1年間のモニタリングの結果、病巣の脱灰量において、回復性、進行性および停止性病巣に分かれ、それぞれ43.1%、53.8%および3.1%を示した。一方、平均脱灰深さ、最大脱灰深さおよび面積についても同様に、回復性、進行性および停止性病巣に分かれることが示された。すなわち、QLFシステムによる初期齲蝕の新しい検出基準およびリスク判定への臨床応用が可能であることが明らかとなった。

エナメル質診断

■シンポジスト 神原正樹 大阪歯科大学口腔衛生学講座

歯科疾患構造の変化への対応の理念は、多歯科疾患時代における治療中心の時代から、1億2千万人住民の口腔の健康を支援する歯科界への変化であり、この変化への対応を社会から迫られている構図である。さらに、歯科疾患予防や健康増進に対応した新たな歯科医療を構築するために、この方向性に沿った技術開発を進展させることが肝要である。

これまでの齲蝕予防は、齲蝕が発生すれば齲蝕予防不成功、発生しなければ齲蝕予防成功とってきた。すなわち、健全エナメル質から初期齲蝕(early caries)までの変化の過程をモニターできておらず、真の齲蝕予防が実践されていなかったのが現状であり、齲蝕予防の3段階、第一次予防(発生予防)、第二次予防(進行予防)、第三次予防(再発予防)のうち、第一次予防のための齲蝕検査が必要である。そのためには、健全歯の把握と健康から疾患までの進行過程の把握が可能な検査システムが必要である。また、治療が必要な齲蝕検出のための齲蝕検査や、多要因のなかの齲蝕発生にかかわる病原因子や環境因子を唾液や歯垢を試料として、齲蝕リスク判定から、もう一つの発病因子であり、抵抗因子でもある宿主因子からのアプローチを行う、真の齲蝕リスク判定への転換も必要である。宿主因子を加味し、抵抗因子

と侵襲因子とのバランスで、齲蝕リスク判定ができることになると、progression of caries(齲蝕進行性)、arrestment of caries(齲蝕停止性)、regression of caries(齲蝕回復性)などの齲蝕の将来予測を含めた齲蝕評価が可能になる。

現在、歯科疾患予防や口腔の健康増進の方向性に沿った技術、齲蝕減少期のエビデンス・ベースドな技術として、早期齲蝕検出法が注目を集めている。そのなかで光学的検査機器である quantitative light-induced fluorescence (QLF)法はほかの早期齲蝕検出法とは異なる特徴(初期齲蝕の定量化、画像管理、継続的変化のモニタリング、初期齲蝕評価、インフォームド・コンセントの確立など)を有し、歯科医療がエビデンス・ベースドな健康保持増進・予防へ転換するきっかけになり、また、各歯に応じたテーラーメイド齲蝕予防治療が可能になると期待されている。すなわち、現在行われている環境要因を中心とした齲蝕リスク評価に宿主要因を加えることができ、より精度の高い齲蝕リスク評価を行うことができるようになり、minimum interventionへのscienceの導入やインフォームド・コンセント確立の助け、さらに、齲蝕治療(充填処置、補綴処置)の二次齲蝕発現の有効性評価や新たな予防処置・剤の開発にもつながる。

P16 QLF 法による根面齲蝕の観察

○田中秀直, 伊津元博, 高島隆太郎,
西島典幸, 川上富清, 田治米元信,
川崎弘二, 上村参生, 神原正樹

大阪歯科大学口腔衛生学講座

超高齢化社会を向かえ, 高齢者に見られる根面齲蝕への対応は, 今後の歯科医療の大きな課題である。しかし, 根面齲蝕の診査基準, 検出, 処置等いまだ明確でないのが現状である。今回, 初期齲蝕の早期検出に有効な QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence) 法を用い, 根面齲蝕の観察を行った。前歯部唇側根面に根面齲蝕を有する被験者に, インフォームドコンセントを取得した後, QLF 測定を行った。QLF で分析した結果, 根面齲蝕齲窩は, 上端がエナメル質歯頸線に沿い, 下端が根尖に向かい拡大していた。その蛍光強度は上端に沿って強いことから, この部分の齲窩の深いことがわかった。また, ΔR の蛍光は齲窩に一様に見られるものから, 点在するものまで多様であった。エナメル質と同様に根面の齲蝕にも QLF を応用することが可能であることがわかった。

1-3-11

義歯装着患者の歯垢・歯石に対する光誘導蛍光定量法の応用

○加藤尚, 川崎弘二*, 神原正樹*, 兼平治和, 前田照太, 井上宏

大阪歯科大学欠損歯列補綴咬合学講座, *大阪歯科大学口腔衛生学講座

Application of quantitative light-induced fluorescence method to plaque and tartar of denture wearers

Kato H, Kawasaki K*, Kambara M*, Kanehira H, Maeda T, Inoue H

Dept. of Removable Prosthodontics and Occlusion, Preventive and Community Dentistry, Osaka Dental University

I. 目的

高齢化社会を迎えている我が国においては、高齢者の増加とともに、有床義歯補綴の需要が高まりつつあるのが現状である。義歯の不調和が引き起こす影響は、口腔内だけにとどまらず、心身に深く関わっていることが指摘されているが、義歯や支台歯に付着する歯石や歯垢の定量的指標はあまりみられないのが現状である。

エナメル質の表層化脱灰を、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法とする)¹⁾ 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、近年、歯垢の検出²⁾や感染象牙質の除去や修復物の評価についてもQLF法の応用が試みられつつあり、多様な分野へのQLF法の応用が期待されている。そこで我々は、QLF法による歯垢や歯石の量的評価の可能性を検索することを目的に研究を行った。

II. 方法

被験者は本学附属病院に来院され、欠損歯部を可撤性局部床義歯にて補綴されている成人3名(被験者A, B, C)で、実験開始前にインフォームドコンセントの取得を行った。なお、本研究は本学の倫理委員会の承認を得て行った。

被験者Aは70歳女性、義歯装着後約2年で、義歯清掃は1日に1回手用歯ブラシにて行っている。被験者Bは50歳女性、義歯装着後約半年で、義歯清掃は1日に2回手用歯ブラシにて行っている。被験者Cは74歳女性、義歯装着後約7年で、義歯清掃は1日に2回手用歯ブラシにて行っている。すべての被験者において夜間は装着せず水に浸けており、義歯洗浄剤は使用していなかった。

各被験者について、残存歯の頬、舌、咬合面、義歯の義歯床面、人工歯およびクラスプをInspektor Proシステム (Inspektor Research Systems社, オランダ) およびペンスコープ (モリタ製作所) による撮影を行った。Inspektor Proシステムでは撮影した画像をデジタル画像としてコンピュータに取り込み、画像解析ソフトウェアInspektor Pro

プログラム (Inspektor Research Systems 社, オランダ) にて蛍光強度の評価を行った。

III. 結果と考察

Inspektor Proシステムおよび、ペンスコープによる撮影を行った結果、義歯床部、クラスプおよび残存歯のうち全部鑄造冠などの金属部は蛍光が観察されなかったが、残存天然歯、人工歯 (レジン歯、硬質レジン歯) には蛍光が観察された。このことから、人工的な歯科材料でも材質によっては蛍光が見られることから、これらの材料の評価にQLF法の応用が可能であることがわかった。

天然残存歯のうち、すべての被験者に初期う蝕の存在を示す蛍光強度の減少した灰色部分を保有する歯が観察されたが、支台歯には観察されなかった。その理由として、多くの支台歯には全部鑄造冠が装着されており、蛍光を発しなかったためQLF法による評価ができなかったこと、義歯装着期間の長短、および被験者の口腔清掃行動の優劣が関与したためと考えている。

一方、川崎ら²⁾によると歯垢あるいは歯石の付着を示すといわれている赤い蛍光は、被験者Bの支台歯および被験者Cの人工歯表面に観察された。画像解析の結果、最大蛍光強度を示す $\Delta R \text{ Max}$ の値は被験者Bの鉤歯で29%、被験者Cの人工歯表面で502%であった。

以上の結果から、義歯装着患者においても、QLF法による歯石や歯垢の定量的評価が応用可能であることが示唆された。

IV. 文献

- 1) de Josselin de Jong E et al. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res* 29(1):2-7,1995.
- 2) 川崎弘二, 酒井怜子, 高島隆太郎ほか. 歯垢の検出に対するQLF法の応用. *口腔衛生会誌* 54・4号: 313, 2004.

齲蝕検査システムの必要性とその確立へ向けて

— 初期齲蝕早期検出法 —

神 原 正 樹

日本歯科医学会誌 第24巻 別刷

2005. Vol. 24

- ence as predictors of 2-year and 3-year caries increment, *Br. Dent. J.*, 166 : 99~102, 1989.
- 9) Alaluusua, S, Kleemola-Kujala, E, Gronroos, L, and Evalahti, M : Salivary caries-related tests as predictors of future caries increment in teenagers. A three-year longitudinal study: *Oral Microbiol. Immunol.*, 5 : 77~81, 1990.
 - 10) Russel, JL, MacFarlane, TW, Aitchison, TC, Stephen, KW, Burchell, CK : Prediction of caries increment in Scottish adolescents, 19 : 74~77, 1991.
 - 11) Helfenstein, U, Steiner, M, and Marthaler, TM : Caries prediction on the basis of past caries including precavity lesions, *Caries Res.*, 25 : 372~376, 1991.
 - 12) Disney, JA, Graves, RC, Stamm, JW, Bohannon, HM, Abernathy, JR and Zack, DD : The University of North Carolina Caries Risk Assessments study: further development in caries risk prediction, *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 20 : 64~75, 1992.
 - 13) Steiner, M, Helfenstein, U and Marthaler, TM : Dental predictors of high caries increment in children, *J. Dent. Res.*, 71 : 1926~1933, 1992.
 - 14) Mattiasson-Robertson, A. and Twetman S. : Prediction of caries incidence in schoolchildren living in a high and a low fluoride area, *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 21 : 365~369, 1993.
 - 15) Alaluusua, S : Salivary counts of mutans streptococci and lactobacilli and past caries experience in caries prediction: *Caries Res.*, 27(suppl 1) : 68~71, 1993.
 - 16) Moss, ME, and Zero, DT : An overview of caries risk assessment, and its potential utility, *J. Dent. Edu.*, 59 : 932~940, 1995.
 - 17) Imfeld, TN, Steiner, M, Menghini, GD and Marthaler, TM : Prediction of future high caries increments for children in a school dental service and in private practice, *J. Dent. Edu.*, 59 : 941~985, 1995.
 - 18) Dodds, MWJ and Suddick, RP : Caries risk assessment for determination of focus and intensity of prevention in a dental school clinic, *J. Dent. Edu.*, 59 : 962~970, 1995.
 - 19) Burgess, RC : Assessment of caries risk factors and preventive practices, *J. Dent. Edu.*, 59 : 945~956, 1995.
 - 20) Ratio, M, Pienihakkinen, K and Scheinin, A : Assessment of single risk indications in relation to caries increment in adolescents, *Acta Odontol Scand.*, 54 : 113~117, 1996.
 - 21) van Palenstein Helderma, WH, Mulder, J., van't Hof, MA, and Truin Gerrit Jan : Validation of a Swiss method of caries prediction in Dutch children: *Community Dent Oral Epidemiol.*, 29 : 341~345, 2001.
 - 22) Quinonez, RB, Keels, MA, Vann Jr. W. F., McIver, FT., Heller, K. and Whitt, JK : Early childhood caries: Analysis of psychosocial and biological factors in a high-risk population: *Caries Res.*, 35 : 376~383, 2001.
 - 23) Schulte, A, Rossbach, R, and Tramini, P : Association of caries experience in 12-year-old children in Heidelberg, Germany, and Montpellier, France, with different caries preventive measures: *Community Dent Oral Epidemiol.*, 29 : 354~361, 2001.
 - 24) van Palenstein Helderma, WH, van't Hof, MA. and van Loveren, C : Prognosis of caries increment with past caries experience variables, *Caries Res.*, 35 : 186~192, 2001.
 - 25) Axelsson (高江洲義矩監訳) : 齲蝕の診断とリスク予測, クインテッセンス出版, 東京, 2003.
 - 26) 松本優子, 小林諭美子, 山内幸司, 岡田淳一, 松久保 隆 : モノクロナル抗体を応用した *S. mutans* の迅速検出キットにおける検出力の評価, *口腔衛生会誌*, 51 : 604~605, 2001.
 - 27) Analtonen AS and Tenovou J : Association between mother-infant salivary contacts and caries resistance in children: a cohort study, *Pediatr Dent.*, 16 : 110~116, 1994.
 - 28) Carlsson A, Johnsson Y, Svensson K, Stahl B, Twetman S : Pit and fissure sealing and mutans streptococci levels in saliva. *Am J Dent.*, 5 : 280~282, 1992.
 - 29) Narhi, TO, Kurki, N, Ainamo A, Saliva, salivary micro-organisms, and oral health in the home-dwelling old elderly - a five-year longitudinal study - . *J. Dent. Res.*, 78 : 1640~1646, 1999.
 - 30) Caufield PW, Cutter GR, Dasanayake AP : Initial acquisition of mutans streptococci by infants: evidence for a discrete window of infectivity. *J. Dent. Res.*, 72 : 37~45, 1993.
 - 31) Beighton D, Brailsford SR, Lynch E, Chen HY, Clark DT : The influence of specific foods and oral hygiene on the microflora of fissures and smooth surfaces of molar teeth: A 5-day study. *Caries Res.*, 33 : 349~356, 1999.
 - 32) Thibodeau, E. A. and O'Sullivan D. M. : Salivary mutans streptococci and caries development in the primary and mixed dentitions of children, *Community Dent Oral Epidemiol.*, 27 : 406~412, 1999.
 - 33) Zickert I, Emilson CG, Krasse B. : Effect of caries preventive measures in children highly infected with the bacterium *Streptococcus mutans*, *Arch oral Biol.*, 27 : 861~868, 1982.
 - 34) 河野正司監訳 : 唾液, 歯と口腔の健康, 医歯薬出版, 東京, 1997.
 - 35) Davidson, C. L. and Mjor, I. A. : Advances in Glass-ionomer cements, Quintessence Books, 1999.

齲蝕検査システムの必要性とその確立へ向けて

— 初期齲蝕早期検出法 —

神原正樹

The Importance of Establishing a Clinical Examination System for Caries : How to Proceed ?
 — Method of the Early Detection of Incipient Caries —

Masaki KAMBARA

Department of Preventive and Community Dentistry, Osaka Dental University

キーワード 齲蝕評価 (caries evaluation), 齲蝕病因論 (caries etiology), ホスト因子 (host factor), 初期齲蝕 (incipient caries), 光誘発蛍光定量法 (QLF; Quantitative Light-Induced Fluorescence)

1. まえがき

21世紀の歯科医療が住民主体の歯科疾患予防や口腔の健康増進に向かっていることは、齲蝕が顕著に減少し、目に見えない歯科疾患が増加し、これまでの歯科領域になかった住民の歯科に対する需要が増加しているなど歯科疾患構造や歯科医療への需要構造の変化に関連している。このことは、近年の8020推進事業への支援強化、健康日本21・健康増進法の設立・制定など、歯科医療を取り巻く社会構造も急速に変化していることなどの背景を見れば明らかである。

この構造変化への理念は、多歯科疾患時代における治療中心の時代から、1億3千万人住民の口腔の健康を支援する住民中心の歯科医療への変化であり、歯科界はこの変化への対応を社会から迫られている構図である。この状況に対応した新たな歯科医療の構築のためには、歯科疾患予防や健康増進に向かう歯科医療に対応する技術開発を進展させることが肝要である。その中で、齲蝕に対する予防や健康増進のための科学的根拠のある技術が出現し始めており、リスク管理としての齲蝕検査システム（唾液検査、歯垢検査などによるカリオグラムなどの齲蝕リスク判定とこれに対する予防処置）や早期齲蝕検出（初期齲蝕の定量的早期検出）が注目を集めている^{1,2)}。

2. 齲蝕検査システムは何故必要なのか？

これまでの歯科医療の対象は歯科疾患であり、21世紀の歯科医療が口腔の健康や口腔疾患の予防を目指そうとすると、その対象は健全な歯ということになる。図1に学童期の年齢と齲蝕経験歯との関係を示す。永久歯28歯中、学童期の齲蝕経験歯は12歳児で2.4本と少なく、ほとんどは健全歯である。これまでの歯科医療は、この齲蝕経験歯だけを診て、この対応に追われてきたのに対し、これからの歯科医療の目標は、この

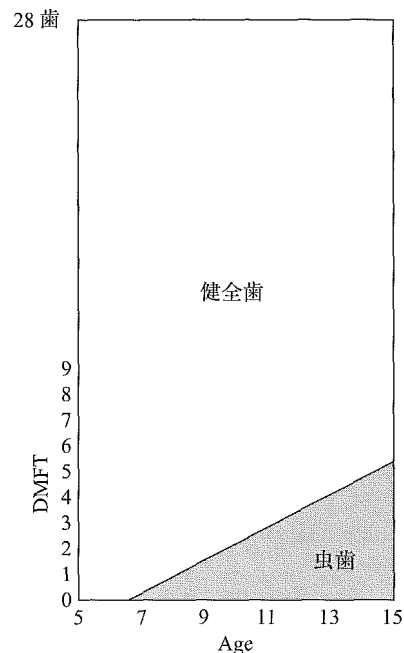


図1 学童期の歯の保健状態

多数を占める健全歯を対象に，この健全歯をいかに健全なまま維持させられるかに設定すべきである。実は，齲蝕という疾患を対象にするのと，健全歯という健康を対象にするのでは，考え方はもちろん，技術も全く異なる。齲蝕の反対が健全であるとの対立概念では，やはり疾患中心の考え方であるため，新たな取り組みを健康サイドから組み立てる必要がある。「健康な歯」は，すこぶる健康な状態から，すぐに治療が限りなく必要な状態まで幅広い。また，ホスト（歯）についての情報が形態的な観察に限られており，質的把握が定量的に出来ていないなど，これまでほとんど研究対象にされてこなかったため，数多くの未解決の問題が存在する。さらに，齲蝕予防の観点から，健康と健康から疾患までの進行過程の把握も必要であり，真の齲蝕予防のためにこれらの問題を解決する技術的開発が必要である。これまでの齲蝕予防は，齲蝕が出現すれば齲蝕予防不成功，出現しなければ齲蝕予防成功といい，健全エナメル質から初期齲蝕（incipient caries）までの変化の過程がモニターできておらず，真の齲蝕予防が実践されていなかったのが現状である。初期齲蝕とは，臨床的には白斑として認識されており，組織学的には表層下脱灰像を呈する可逆的齲蝕を意味し，初期齲蝕の脱灰レベルでは，再石灰化により，初期齲蝕の修復が予防処置により可能であるとのエビデンスが取得されている。すなわち，「Caries prevention is invisible（齲蝕予防は見えない）」から「Caries prevention is visible（齲蝕予防が見える）」への変遷を行おうというのが齲蝕検査システムや早期齲蝕

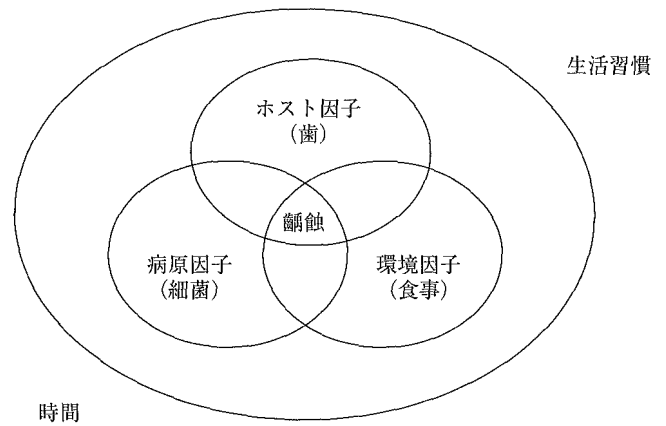


図2 齲蝕予防のための齲蝕病因論

検出の必要性の意味である。この流れは，齲蝕予防の3段階，第一次予防（発生予防）重視に位置する。

3. 齲蝕検査システムとは

当初の齲蝕検査は，X線装置を使った治療対象の齲蝕の進行度判定を目的としたものであり，あくまで，歯科治療を想定した検査である。その後，学校歯科検診の診査基準に要観察歯（CO, Caries Observation）が設けられ，さらに，予防歯科の普及に伴い，齲蝕リスク診断が行われるようになってきている。この背景には，歯の自然史（萌出した健全歯が，充填を繰り返す，歯冠修復が行われ，喪失してしまう歯の顛末）のエビデンスやこれに対する反省，健全歯の増加，国民の健康志向の上昇，歯科医療の模索，歯科医学の進展

表1 カリオグラムのスコア基準

カリオグラム スコア基準				
	0	1	2	3
齲蝕経験	なし	標準より良好	標準	標準より悪い
全身疾患	なし	あるが軽症	重症で長期	
食事内容	砂糖摂取ほぼなし	砂糖少なく齲蝕原性少	中等度の砂糖摂取	砂糖摂取多く不適切な食事
食事頻度	3回まで/日	多くて5回/日	多くて7回/日	7回以上/日
プラーク量	P 0 I 0	P 0 I 1	P 0 I 2	P 0 I 3
Dentocult-MS	クラス0 <10 ⁵ cfu/ml	クラス1 <10 ⁶ cfu/ml	クラス2 <10 ⁷ -10 ⁸ cfu/ml	クラス3 >10 ⁸ cfu/ml
刺激唾液分泌速度	正常 >1.1ml/1min	低い 0.9-1.1ml/min	低い 0.5-0.9ml/min	非常に低い <0.5ml/1min
唾液緩衝能	適正 Dentobuff=青	減少 Dentobuff=緑	低い Dentobuff=黄色	
臨床判断	上記データよりも良好	データと一致	データよりもリスクが高い	非常に高い高リスク確信

(稲葉²⁾より引用)

表2 市販の齲蝕リスク検査キット

齲蝕リスク判定キット				
商品名	会社名	評価項目	検体	判定機材, 時間
ミューカウント	昭和薬品化工	ミュータンス連鎖球菌菌数	唾液	培養器, 1日
RD test	昭和薬品化工	レサズリン還元性細菌(主としてグラム陽性菌)の活性	唾液	必要なし, 15分
カリオスタット	三金工業	ミュータンス連鎖球菌の醗酸性	歯垢	培養器, 1-2日
Dentocult-SM	オーラルケア	ミュータンス連鎖球菌菌数測定	歯垢・唾液	培養器, 2日
Dentocult-LB	オーラルケア	乳酸桿菌数	唾液	培養器, 4日 室温, 7日
Dentobuff-STRIP	オーラルケア	唾液緩衝能	唾液	必要なし, 5分間
Oricult-N	オーラルケア	カンジダ菌数	唾液	培養器, 2日 室温, 5日
CRT bacteria	白水貿易	ミュータンス連鎖球菌および乳酸桿菌の菌数	唾液	培養器, 2日
CRT buffer	白水貿易	唾液緩衝能	唾液	必要なし, 5分
サリバチェック SM	ジーシー	ミュータンス連鎖球菌菌数(モノクローナル抗体応用)	唾液	必要なし, 30分
サリバチェック バッファ	ジーシー	唾液緩衝能	唾液	必要なし, 5分

(稲葉³⁾より引用)

などがあり、健全歯の質的評価や初期齲蝕の検出などの課題解決が望まれていることがある。

齲蝕リスク診断は、齲蝕が多要因説(図2)により発生する立場から、個々の要因のかかわる程度を、総合的に判断し、個人の齲蝕のなりやすさをリスクとして表現するものである。現在では、DMFT数、齲蝕活動性試験結果、フッ化物応用状況、間食摂取状況、歯口清掃状況、歯垢付着状況などの各要因が齲蝕発生との疫学データからリスク要因とされている(表1)。しかし、これら要因は、病原因子、環境因子、生活習慣因子、すなわち齲蝕侵襲因子のみに限られているのが現状であり、宿主要因についてのリスク分析ができていない。そのため、今後の歯科医療、先にも述べた健康な歯をどのように維持・管理していくかとの視点では、これまでの齲蝕を予防することから、健全な歯の状態を維持するためのリスク分析へと変化させる必要がある。そのためには、歯のリスク要因の客観的評価が行えるようにすることが必要である。

健全歯のリスク評価は、歯の形態評価(小窩裂溝の複雑性、深さ、色等)、歯の質的評価(フッ化物含有量、抵抗性等)などの客観的評価法を確立することが必要である。ついで、初期齲蝕(予防処置で回復可能な表層下脱灰; incipient or early caries, white spot)のAssessment of incipient caries(初期齲蝕評価)、すなわち初期齲蝕検出後の初期齲蝕の特性あるいは監

視を行うとの目的に沿った以下の評価が出来るようにすべきである。

- 1) Progression of Caries(齲蝕進行性: 深部に拡がろうしている状態にある齲蝕),
- 2) Arrestment of Caries(齲蝕停止性: 進行せず、回復もしない安定状態にある齲蝕),
- 3) Regression of Caries(齲蝕回復性: 健全に戻ろうとしている齲蝕)

今後の早期齲蝕検出に必要なこととしては、齲蝕に関する言葉の定義の明確化、患者への科学的根拠のある齲蝕予防効果の提示、疫学および公衆衛生、臨床研究、臨床への導入、齲蝕学教育の必要性などをあげることができる。さらには、各リスク要因を総合したときの相互作用や複合作用の結果の解明も必要である。

4. 現在開発されている齲蝕検査システムと早期齲蝕診断法

これまで知られている齲蝕検査システムには、表2に示されているような齲蝕活動性試験がある。以前に比べると簡便で、易操作性の市販品があり、結果の判定も容易なものが多く存在している³⁾。

早期齲蝕診断法としては、その具備条件に、非侵襲性であることはもちろんであるが、TMR(Transversal Micro-Radiography)によるエナメル質内部での

表3 開発された初期齲蝕検出法

Direct Digital Radiography (DDR)
Electrical Conductance Measurements (ECM)
Quantitative Light-Induced Fluorescence (QLF)
Digital Imaging Fiber Optic Trans-Illumination (DIFITI)
Infra-Red Laser Fluorescence (IR; DIAGNOdent)
Preclinical technologies :
・ infra-red thermography
・ ultrasonic measurements
・ optical coherence tomography

表層下脱灰との相関性、再現性や、脱灰状態の定量化、さらには画像表示が出来ることなどが早期齲蝕検出法に要求されている⁴⁾。現在開発されている、あるいは商品化された早期齲蝕検出技術を表3に示す⁵⁻¹⁴⁾。個々の技術における検出原理は異なるが、長年にわたり研究されてきた継続性が今日の使用できる技術となって実を結んできている。

その中で、唯一初期齲蝕の定量化が可能なQLF法について、解説する。光誘発蛍光定量法(QLF; Quantitative Light-induced Fluorescence)は、光照射することにより歯の保有する蛍光を励起し、反射する蛍光が表層下脱灰部において乱反射し黒色を呈する。この黒色部と健全部との差を、フィルターを通してCCDカメラでコンピュータに取り込んだ画像を解析(健全エナメル質との比較で判断し、脱灰面積、最大深さ、平均深さ、脱灰量として数値化)することにより脱灰部の定量化を図るものである(図3)。歯が蛍光を有していることは、歴史的に古くから知られており、1926年 Benedict¹⁵⁾が、エナメル質、象牙質の蛍光を可視、紫外線(UV)範囲で励起できることを初めて示したとされている。それ以来、多数の研究者により研究されてきているが蛍光物質の特定にはいまだいたっていない。1963年 Armstrong¹⁶⁾は象牙質の蛍光は各種無機物質と有機物質の複合体であると示唆し、1980年 Foteman¹⁷⁾は象牙質との蛍光物質がアミノ酸 tryptophan と未知物質であると報告し、1976年 Spitzer & ten Bosh¹⁸⁾はエナメル質の蛍光物質は有機物質であるとしているが、有機物であるらしいとの認識段階である。

QLF法が他の早期齲蝕検出法とは異なる特徴を有しているのは、初期齲蝕の定量化(齲蝕面積、脱灰深さならびに脱灰量)および初期齲蝕脱灰の画像化である。現在、実用化に向けて、QLF法の有用性について研究を進めている段階であるが、我々の講座で得られた興味深い結果を以下に示す¹⁹⁻²¹⁾。

QLF法を用いたフッ化物配合歯磨剤の臨床研究(1

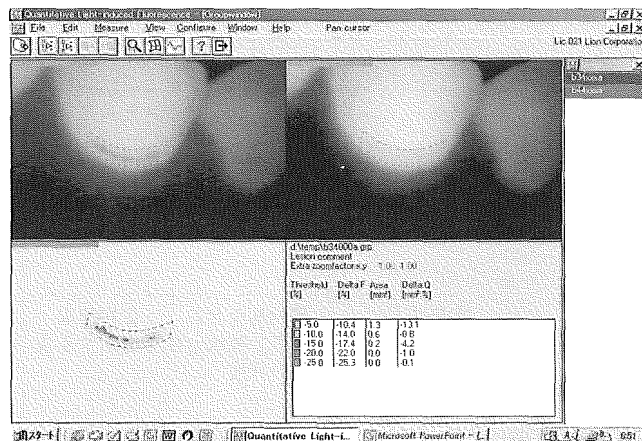


図3 QLF法による定量パラメータ
(平均蛍光強度, 最大蛍光強度, 平均蛍光量)
※巻頭カラーにも掲載

年間)において、コントロールとしてみた非フッ化物配合歯磨剤使用の初期齲蝕の1年後の結果は、齲蝕が進行した初期齲蝕は53.8%、齲蝕が回復(再石灰化)した初期齲蝕は43.1%であった。回復(再石灰化)をする初期齲蝕が半数見られたことから、口腔内での人間の自然回復能には驚きを覚える。一方、ある種のフッ化物配合歯磨剤の使用を指示した初期齲蝕は、1年後87.5%の回復を示した。これまで報告されてきたフッ化物配合歯磨剤の齲蝕抑制効果は、30-40%程度であった結果と比較すると非常に高い齲蝕抑制率である。齲蝕検出を視診で行ってきた方法とQLF法の定量化による齲蝕検出との精度の違いを示したものと考えられる。

5. まとめ

齲蝕予防を実践するための技術、早期齲蝕検出法が完成すると、初期齲蝕の評価(進行・停止・回復)ができ、各歯に応じたテーラーメイド齲蝕予防治療が可能になる。また、現在行われている環境要因を中心とした齲蝕リスク評価に宿主要因を加えることができ、より、精度の高い齲蝕リスク評価を行うことができるようになる。さらに、齲蝕治療(充填処置、補綴処置)の二次齲蝕発現の有効性評価や新たな予防処置・剤の開発にもつながる可能性がある。

このように、早期齲蝕検出法が確立されようとしている現在、初期齲蝕検出後の新たな予防処置システムの確立が望まれる(表4)。さらに、早期齲蝕検出法は、歯の健康を獲得するための各種方面に影響を及ぼす可能性を持っており、歯科医療が科学的根拠のある健康保持・予防へ転換するきっかけになることを信じてやまない。

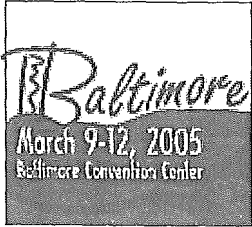
表4 リスク要因別の基本対応

リスク要因	セルフケア	プロフェッショナルケア
細菌	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラッシングのスキルアップ ・PMTC ・親・家族による歯口清掃補助 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラーク付着状況の評価 ・ミュータンス連鎖球菌および乳酸菌レベルの評価 ・PMTCによる機能的プラークコントロール ・抗菌剤を使った化学的プラークコントロールによる齲蝕原性細菌数の低減、除去 ・抗菌剤の使用 ・ホームケア技術の指導
感受性 抵抗性	<ul style="list-style-type: none"> ・歯磨剤などのフッ化物使用 ・咀嚼と唾液分泌を促進する食品の利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・唾液検査（性状、唾液分泌量、唾液緩衝能、齲蝕原因菌レベル） ・異常の原因究明（薬物服用、ストレス、口呼吸など） ・可能な改善支援 ・専門医の紹介 ・人工唾液の使用検討、判断 ・最適なフッ化物の適用
食事	<ul style="list-style-type: none"> ・砂糖摂取の制限 ・代用甘味料 	<ul style="list-style-type: none"> ・食生活習慣および食事内容（品目、量）の調査 ・摂取すべきでない食物の判断 ・甘味料についての情報提供
環境因子	<ul style="list-style-type: none"> ・食生活の改善 ・ライフスタイルの改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・齲蝕経験の評価 ・全身健康状態の把握 ・ライフスタイルの判断

(稲葉⁹⁾より引用)

文 献

- 1) G. K. Stookey: Early Detection of Dental Caries II, Proceedings of the 4th Annual Indiana Conference, Indiana University School of Dentistry, 2000.
- 2) G. K. Stookey: Early Detection of Dental Caries III, Indiana Conference, Indiana University School of Dentistry, Indianapolis, Indiana, 2003.
- 3) 稲葉大輔：初期齲蝕の進行と治療；初期う蝕のマネージメント，小松久徳 監修，クインテッセンス，東京，12～23，2004.
- 4) E. H. Verdonshot, B. Angmar-Mansson: Advanced methods of caries diagnosis and quantification, in Dental Caries The disease and its clinical management, edited by O. Fejerskov and E. A. M. Kidd, Blackwell Munksgaard, UK, 141～164, 2003.
- 5) 中島省志：海外での研究動向と最近の初期齲蝕の診断技術；The Nippon Dental Review, 63: 150～154, 2003.
- 6) 飯島洋一：初期齲蝕の早期検出と脱灰・再石灰化評価；The Nippon Dental Review, 63: 146～149, 2003.
- 7) 安藤昌俊：定量蛍光法（Quantitative Light-induced Fluorescence）による初期齲蝕検出；The Nippon Dental Review, 63: 155～160, 2003.
- 8) 上村参生，神原正樹：早期齲蝕診断への機器応用の必要性；The Nippon Dental Review: 63: 161～165, 2003.
- 9) M. D. N. J. M. Huysmans, C. Longbottom, N. B. Pitts: Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography., Caries Res, 32: 324～329, 1998.
- 10) A. Peers, F. J. Hill, C. M. Mitropulos, P. J. Hollowat: Validity and reproducibility of clinical examination, fiberoptic transillumination and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal caries lesion: An in vitro study., Caries Res, 27: 307～311, 1993.
- 11) C. Pinelli, M. C. Serra, L. C. M. Loffredo: Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo, Caries Res, 36: 19～24, 2002.
- 12) B. Angmar-Mansson, A. Al-Khateeb, S. Tranaeus: Monitoring the caries process; Optical methods for clinical diagnosis and qualification of enamel caries., Eur J Oral Sci, 104: 480～485, 1996.
- 13) I. A. Bad, O. Feuerstein, D. Gazit: Ultrasonic detector of approximal caries., Caries Res, 31, Abstract # 126, 1997.
- 14) K. Matsuyama, S. Nakashima, K. Kaneko: An in vitro study on the detection of early enamel carious lesions by use of an infrared camera; Caries Res, 32, Abstract # 79, 1998.
- 15) H. C. Benedict: Note on the fluorescence of teeth in ultra-violet rays; Science, 67: 442, 1928.
- 16) W. G. Armstrong: Fluorescence characteristics of sound and carious human dentine preparations: Arch Oral Biol, 8: 79～90, 1963.
- 17) P. C. Foreman: The excitation of emission spectra of fluorescent components of human dentine: Arch Oral Biol, 25: 641～647, 1980.
- 18) D. Spitzer, J. J. ten Bosch: The total Luminescence of bovine and human dental enamel; Calcif Tissue Res, 20: 201～208, 1976.
- 19) M. Uemura, M. Kambara: Results of clinical trials of fluoride dentifrices using quantitative light fluorescence; Early Detection of Dental Caries III, Indiana Conference, 2003.



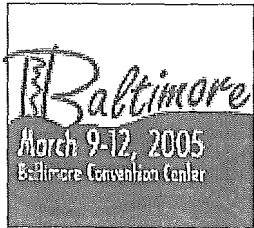
**ABSTRACT: 2005 IADR/AADR/CADR 83rd General
Session & Exhibition**

2061

**Clinical trials on early caries detection
using QLF technique**

M. UEMURA, T. DOI, T. MIYAKE, Y. SAKAMOTO,
and M. KAMBARA, Osaka Dental University, Japan*

Objective: The present study was clinically to determine the ability of a quantitative light-induced fluorescence (QLF) technique for detection and quantification of white spot lesion. **Methods:** Sixty five of white spot lesions in 65 patients (Mean age: 20.378.3) were selected by visual inspection of oral examination and then evaluated using a QLF technique. The QLF images were saved at the initial visit and were compared with images done one year later. This allows us to quantify demineralization and/or remineralization. The image of each white spot lesion was analyzed for four parameters. The average depth of the lesion was measured as the average of fluorescence loss (delta F, %). The maximum lesion depth was measured as the maximum fluorescence loss (delta Max, %) as maximum lesion depth. The lesion size (S, mm²) was also analyzed from each QLF image of white spot lesion. The mineral loss (delta Q, %Xmm²) was calculated by the both of delta F and S for each white spot lesion. **Results:** All of white spot lesions detected at the initial visual inspection were judged as early caries lesion with QLF measurements (delta Q was -14.8%mm², delta F:-8.9%, delta Max:-20.5% and S:1.4 mm²). The white spot lesions detected with QLF at the initial measurement progressed in 53.8% at one year later. 43.1% of the lesion regressed and 3.1% arrested at one year later. **Conclusion:** Based on these results, we concluded that QLF technique is suitable for early detection and assessment of dental caries clinically.

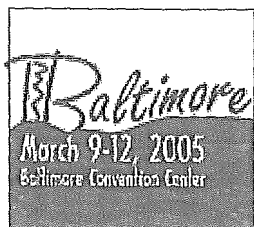


ABSTRACT: 2005 IADR/AADR/CADR 83rd General
Session & Exhibition

2059 **Evaluation of red-fluorescent dental
plaque using QLF method**

K. KAWASAKI*, R. SAKAI, R. TAKASHIMA, and M.
KAMBARA, Osaka Dental University, Hirakata-shi
Osaka, Japan

Objectives: We investigated the detection and analysis possibility of red-fluorescent dental plaque using quantitative light-induced fluorescence (QLF) method. Methods: The QLF (Inspektor Research Systems B. V., The Netherlands) examination of the digital image of red-fluorescent dental plaque was used to calculate the detected area (AREA), the average red-fluorescence intensity (ΔR ave.) and the maximum red-fluorescence intensity (ΔR max) in 10 healthy volunteers who refrained from tooth brushing for four days. The collected samples of red-fluorescent dental plaque were analyzed by the technique of polymerase chain reaction (PCR) for detecting periodontal disease related bacteria (*Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Bacteroides forsythus* and *Treponema denticola*). Results: The most of red-fluorescent dental plaque were observed at buccal and lingual surfaces of molar teeth, and the lingual surface of lower anterior teeth. Each of the three QLF parameters increased at a different rate for the four days. The average value of each parameters showed a different value for every subject, and a different increasing tendency. As the result of analyzing the red-fluorescent dental plaque by the PCR method, it turns out that the periodontal disease related bacteria exists at red-fluorescent dental plaque. Conclusion: We concluded that the QLF examination can distinguish and quantify the three parameters, and evaluate the rate of dental plaque formation.

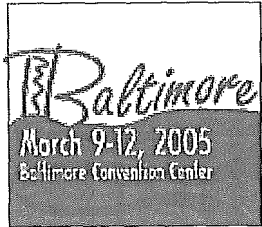


ABSTRACT: 2005 IADR/AADR/CADR 83rd General Session & Exhibition

2051 *In vitro* QLF observation of remineralizing effect in fluoride applications

R. SAKAI*, R. TAKASHIMA, K. KAWASAKI, and M. KAMBARA, Osaka Dental University, Hirakata, Osaka, Japan

Objectives: The purpose of this *in vitro* study is to evaluate the remineralizing process of incipient enamel lesions in topical fluoride applications with quantitative light-induced fluorescence (QLF). **Methods:** 160 bovine enamel specimens (5 mm in diameter) were mounted in acrylic rod and polished. Incipient lesions were formed in specimens by 12 to 96 hour immersion in demineralizing solution (Lactic acid: 100 mM, Hydroxiapatite: 3 g/L, Carboxymethyl cellulose sodium salt: 0.2 g, pH: 5.0). These lesions were quantitatively calculated with ΔF (% / ratio of fluorescent loss which describes lesion depth) and divided into 4 groups ($\Delta F = -8, -16, -24$ and -32). These groups were further divided by treatment (control, Fluoride dentifrice, APF and Fluoride dentifrice + APF). Specimens were immersed in artificial saliva for 28 days (KCl: 130 mM, KH_2PO_4 : 0.9 mM, CaCl_2 : 1.5 mM, HEPES: 20 mM, pH: 7.0). Surface images of the remineralizing process were recorded on days 3, 6, 9, 12, 15, 21 and 28 with QLF (Inspektor Reserch Systems, The Netherlands). **Results:** In low demineralized groups ($\Delta F = -8$ and -16), recovery rates reached the plateau within 6 days. In high demineralized groups ($\Delta F = -24$ and -32), recovery rates in the two APF treated groups reached the plateau in 6 days, and in others, the rates kept raising for 2 weeks. In all lesion specimens, rates of the control and Fluoride dentifrice groups were higher than the two APF treated groups. ($p < 0.05$). There was no difference between the two APF treated groups, and neither was there between control group and Fluoride dentifrice group ($p > 0.05$). **Conclusion:** This *in vitro* study showed that the difference in recovery rates among 4 types of fluoride treatment could be observed using QLF. This suggests the usefulness of QLF in clinical applications.



ABSTRACT: 2005 IADR/AADR/CADR 83rd General Session & Exhibition

1069 New Analysis Method of Gingiva with Quantitative Light-Induced Fluorescence

M. IZU, T. MIYAKE, M. UENE, H. TANAKA, R. TAKASHIMA, N. NISHIJIMA, and M. KAMBARA, Osaka Dental University, Japan*

Objectives:The purpose of this study was to evaluate the condition of gingiva objectively by a new digital image analysis with Quantitative Light-Induced Fluorescence (QLF).

Methods:15 adults (mean age; 22-26 years old) who were informed about the aim of this study and agreed to participate, were selected as the subjects. Photographs of the gingiva were taken with an oral CCD camera (COREFRONT CORPORATION, Tokyo, Japan) and INSPEKTOR PRO(Inspektor Research Systems B.V., Amsterdam, The Netherlands). Subjects were prohibited brushing for 7 days. They were re-examined by same methods after 1, 2, 3, 5 and 7 days. The condition of gingiva was analyzed from the digital images obtained from INSPEKTOR PRO by a computer program (Inspektor-Pro 1.2.0.4; Inspektor Research Systems B.V., Amsterdam, The Netherlands).

Results:On inspection, changes in the gingiva after each day could hardly be observed. However, when analyzing the images of gingiva, it was observed that a change in the color tone of the gingiva was more objectively expressed with red in the gingiva over green in the teeth fluorescence radiance that on the reference point increase, and the change of their gingival inflammation was to quantitatify with this parameter in %.

Original article

Remineralisation study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An *in vitro* study using Electric Caries Monitor and Transversal Micro-Radiography

Lars G. Petersson¹ and Masaki Kambara²

¹Department of Community and Preventive Dentistry, Maxillofacial Unit, Central Hospital, Halmstad, Sweden; ²Department of Community and Preventive Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan

Gerodontology 2004; 21; 85–92

Remineralisation study of artificial root caries lesions after fluoride treatment. An *in vitro* study using Electric Caries Monitor and Transversal Micro-Radiography

Aims: To evaluate and compare remineralisation of root caries lesions after *in vitro* treatment with various fluoride (F) agents using an Electric Caries Monitor (ECM) and Transversal Micro-Radiography (TMR).

Materials: Permanent human teeth were extracted and root surface specimens were sectioned, prepared ($n = 35$), and randomly allocated into seven different experimental groups (groups 1–7).

Methods: Root surfaces were demineralised in an acidified gel (pH = 5.0) for 3 weeks followed by various F treatments and stored in a standardised remineralising solution at 37°C for 6 weeks. The root surfaces were treated twice daily with different dentifrice slurries for 2 min, either with a neutral placebo dentifrice without F (group 5); or a neutral sodium fluoride (NaF) 1400 p.p.m. F dentifrice (group 1); or a neutral 1250 p.p.m. F dentifrice (group 6); or an acid dentifrice (pH 4.7) with 1400 p.p.m. F containing amine fluoride (AmF) (groups 3 and 4) or a 1250 p.p.m. (pH 4.7) AmF dentifrice (group 6). In groups 1, 2, 5, 6, and 7, the root surfaces were additionally rinsed for 2 min with a neutral non-F placebo solution. In groups 3 and 4, rinsing were performed for 2 min with an acid (pH 4.7) 250 p.p.m. F solution, containing 125 p.p.m. F as AmF and 125 p.p.m. F as potassium fluoride (KF), once or twice per day respectively. ECM was used to measure electrical resistance on root surfaces at baseline and after 3 and 6 weeks respectively. TMR technique was used to measure and compare root surface lesion depths and mineral loss.

Results: Six weeks daily treatment with a dentifrice slurry containing AmF followed by rinsing with a combination of equal amounts of AmF and KF solution twice a day showed a statistical significant higher ECM values compared with the other groups. TMR data measuring lesion depths and mineral loss reduction supported the results of the ECM findings.

Conclusions: Daily application of a dentifrice slurry containing 1400 p.p.m. F as AmF combined with twice daily rinsing with a 250 p.p.m. F solution containing equal amount of AmF and KF significantly remineralise primary root caries lesions *in vitro*. ECM and TMR are valuable complementary methods in order to analyse the remineralisation processes.

Key words: amine fluoride, Electric Caries Monitor, fluoride dentifrice, potassium fluoride, root surface lesions, Transversal Micro-Radiography.

Accepted 19 February 2004

Introduction

There is strong evidence that fluoride (F) has a beneficial effect on de- and remineralisation in both enamel and root dentine^{1–5}. Root caries seems to be an emerging challenge to the dental profession as studies are showing an increase of root caries, not

least in the elderly population with an increased number of teeth with exposed root surfaces being at risk^{6–15}. The preventive measures associated with root caries are focused on modifying intra-oral and environmental factors, which are making management complex and multidisciplinary^{14,16–23}. In fact, root caries shows similar remineralisation processes

after treatment with F as enamel. However root dentine seems to require a significant higher level of fluoride uptake and retention to enhance remineralisation^{22,24-26}.

As root caries is a significant plaque related disease associated to specific micro-organisms²⁷⁻³⁷, combinations of mechanical and/or chemical treatments to control bacterial plaque seem to be of significance for the prevention of root caries^{4,12,17,38-41}. The effectiveness of F dentifrice in general shows a dose-response relationship between F concentration and the caries-preventive effect on enamel. However the optimum F concentration for remineralisation of root caries has not yet been definitely defined^{38,42-44}. It has been suggested that more F is needed to remineralise root caries lesions and *in vitro* studies have shown that a higher F concentration is needed for caries inhibition in dentine compared with enamel^{25,43,45,46}. In fact, to be successful, F concentration as high as 5000 p.p.m. F has been required for the remineralisation of root caries lesions *in vivo*⁴⁶⁻⁴⁸. Besides sodium fluoride (NaF) and other F salts such as stannous F and amine fluoride (AmF) have been used for caries prevention of root caries⁴⁹⁻⁵².

Clinical criteria involving probing to detect the surface texture of root caries lesions and different stages of primary root caries diagnoses have been validated. However, clinical criteria depend on subjective judgements and often require long training procedures for the investigator to acquire the required level of reliability and validity^{15,16,53-58}. Therefore, the need for objective methods and tools to measure de- and remineralisation changes in surface lesions are important. Recently new and relevant diagnostic methods have been reviewed for the detection and quantification of caries lesions in enamel¹⁶. The Electric Caries Monitor (ECM) is an additional diagnostic tool that has been used for the detection of occlusal and fissure caries and has recently been used to measure the electrical resistance of root caries^{47,48,59-64}.

The aim of this study was to evaluate the remineralisation effect *in vitro* of various treatments of topical F regimens including toothpaste and rinsing solutions on artificial root caries lesions and to evaluate and compare ECM and Transversal Micro Radiographs (TMR) techniques.

Materials and methods

Demineralisation of root specimens

Freshly extracted permanent human teeth, premolars and molars, predominantly from adults were

collected from the Department of Maxillofacial Surgery, Central Hospital, Halmstad. All teeth were visually examined to ensure that sound root surfaces were free of physical damages from the extraction procedures or other potential defects. The teeth were gently pumiced and washed under running water after the extraction. The entire root surface was painted with an acid protective nail varnish, with the exceptions of small windows. This 'window' had an average surface size of approximately 2 × 3 mm adjacent to the crown of the teeth. Thirty-five teeth were selected and demineralized in a 6% by weight carboxymethylcellulose gel (CMC) (AKZO, Arnheim, the Netherlands) at 37°C for 3 weeks. The gel contained 0.1 M Lactic acid titrated to pH 5 with a 10 M KOH-solution. The gel volume was 20 ml per tooth. After demineralisation, all samples were washed under running water for 30 min. The samples were then allocated randomly in seven experimental groups (groups 1-7).

F products, F treatment and remineralisation procedures for different tooth groups

The following dentifrices and solutions were tested:

Group 1: dentifrice containing 1400 p.p.m. F (NaF; pH 7.0). Groups 2, 3 and 4: 1400 p.p.m. F dentifrice as AmF (pH 4.7) (Elmex sensitive[®]; Elmex Ltd, Tokyo, Japan). Group 5: placebo dentifrice without F (pH 7.0). Group 6: 1250 p.p.m. F dentifrice (NaF; pH 7.0). Group 7: 1250 p.p.m. F AmF dentifrice (pH 4.7). Additionally teeth in groups 1, 2, 5, 6 and 7 were rinsed with a pH neutral placebo solution once a day and groups 3 and 4 were rinsed with a solution containing 250 p.p.m. F (50% AmF+ 50% KF (Elmex sensitive plus[®]; Elmex Ltd)] once and twice a day respectively (Table 1).

All dentifrices were separately mixed to form a slurry using 1 ml dentifrice and 2 ml distilled water. The root surfaces were gently brushed using an 'Elmex inter × sensitive' toothbrush for 2 min twice a day, morning and evening simulating natural toothbrushing routines. In between the treatment procedures, the root dentine samples were stored in 10 ml of stirred remineralising solution containing 20 mM N-2-hydroxyethylpiperazine-N'-2-ethanesulfonic acid (HEPES), 1.5 mM Ca²⁺ as CaCl₂ and 0.9 mM phosphate as KH₂PO₄ at 37°C for 6 weeks for each tooth sample.

ECM, TMR and statistical evaluation

The ECM (LODE Diagnostics, Groningen, the Netherlands) was used to measure electrical