

Fig. 7. Relationship between the adsorption amount expressed by $\Delta R_p/R_s$ and iso-electric point for each protein species.

approximated that the refractive index of protein is 1.5 which are typical values for proteins. The adsorption amount per unit area is calculated by the following equation:

$$\Gamma = d \cdot \frac{\Delta n}{dn/dC} \quad (4)$$

where d is the thickness of protein adsorbed layer, Δn the difference in the refractive index between protein layer and aqueous solution, and dn/dC is the dependency of the refractive index of protein aqueous solution on the concentration of protein molecules in the solution. The value of dn/dC is taken from the reference [14], that is, $dn/dC = 1.7 \times 10^{-4} \text{ ml/mg} = 1.7 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{mg}$. After calculation using these values, 0.001 of $\Delta R_p/R_s$ is corresponding to 0.25 mg/m^2 of Γ . However in this report we represent the adsorption amount by $\Delta R_p/R_s$ value as an indicator for adsorption extent because R_p/R_s is a directly obtained value not depending on the assumption in the calculation of Γ above mentioned. Fig. 7 shows $\Delta R_p/R_s$ for four type of protein molecules (LG, OVA, HSA, LSZ, in 0.05 mg/ml aqueous solution) after about 10 min, depending on experiments, after starting of adsorption experiments against their iso-electric point pH. Around that time scale the protein adsorption enters the Langmuir adsorption stage where the fraction of vacant surface area is proportional to $1-\theta_a$ because of pre-adsorbed molecules. Those experiments were conducted in pure water not using pH buffer, so experimental pH was about 6. This value did not change in such a protein concentration from that in pure water. The proteins (HSA, OVA, and LG) that have an iso-electric point near pH 6 showed a larger increase in R_p/R_s than LSZ that has an iso-electric point far from pH 6. This implies that in the longer range of adsorption time, the charged state of protein molecules is important. That is, at iso-electric point, protein molecules have net zero electric charges on them, so the repulsive electrostatic interaction between them is at the minimum. In such a situation, the densest packing of protein molecules is possible. Fig. 8 shows the rate of protein adsorption process on SUS in the early stage for four proteins as a function of their iso-electric pH point. LG has a rather rapid adsorption behavior comparing with others and LSZ shows the slowest rate. This can be interpreted as follows. LG has the nearest i.e.p. to the experimental pH condition (around pH 6) and i.e.p. of LSZ is far from it. The rate

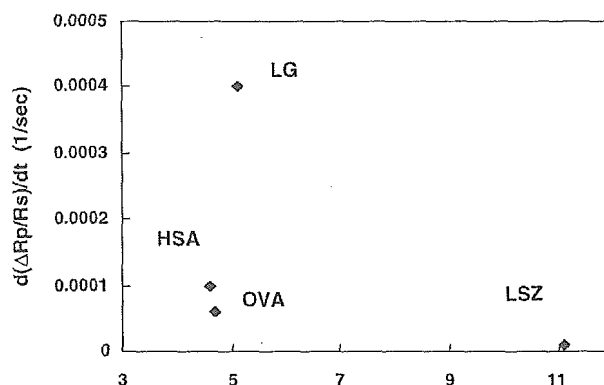


Fig. 8. Relationship between the rate of adsorption expressed by $d(\Delta R_p/R_s)/dt$ and iso-electric point for each protein species.

in the case of LSZ is the slowest. It suggests that the repulsive protein–protein interaction between LSZ molecules is significant over the attractive substrate–protein interactions even in the early adsorption stage. Judging from electrophoretic measurements of SUS particles and streaming potential measurements of the plates, the SUS sample bears slight negative charges. Therefore, the electrostatic interaction between the SUS substrate and LSZ bearing net positive charges is the most preferred one to the adsorption among the four proteins. Experimental data shows the opposite results. If the adsorption is in obey to the RSA model described above, the rate of adsorption is influenced from the protein–protein interaction between adsorbed molecules and next coming molecules through steric hindrance including the electric double layer repulsion even in the early adsorption stage. LSZ has larger effective radius including electrical double layer by charging at pH 6, which affects the adsorption rate through the value of ϕ [13]. The reason of the fastest rate of LG can be attributed to the effective smaller charging at pH 6 and its smallest molecular size. It has the largest diffusion coefficient among the three acidic proteins (see Table 1) and then the transportation process is also contributed to the fast rate of the adsorption.

In order to find the relationship between the wettings for protein adsorbed surfaces and adsorption amounts, DT is plotted against $\Delta R_p/R_s$ in Fig. 9. This figure shows clear correlation between the wetting and the adsorption amount of proteins on the substrate surface. That is, the wetting is increased as the increase in the adsorbed amount of protein molecules without

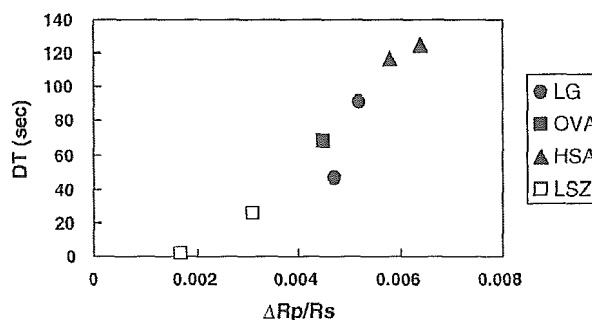


Fig. 9. Relationship between the wetting expressed by DT and the adsorption amount expressed by $\Delta R_p/R_s$.

concerning to protein species. The similar data for hydroxyapatite plates and particles were reported in the previous paper [15]. However, the data were obtained by the independent experiments using different samples, plate for the wetting and particles for the adsorption. From the both studies, it can be said that rather hydrophobic surfaces (SUS: ca. 75° and hydroxyapatite: 65° by the sessile drop method) become more hydrophilic nature according as proceed of adsorption of protein molecules.

4. Conclusions

By utilizing the devised apparatus reported here, we can correlate the wetting of protein adsorbed substrate surface with the adsorption amounts of protein molecules. The wetting is promoted with proceeding of protein adsorption at least in the case of the combination of popular globular protein utilized here with the SUS substrates. This method has a possibility for extending the study of protein adsorption concerning to the wetting problem for various combination of substrates with proteins.

References

- [1] J. Lee, P.A. Martic, J.S. Tan, *J. Colloid Interface Sci.* 131 (1989) 252–266.
- [2] E.P.K. Currie, J. Van der Gucht, O.V. Borisov, M.A. Cohen Stuart, *Pure Appl. Chem.* 71 (1999) 1227–1241.
- [3] K. Kawasaki, M. Kambara, H. Matsumura, W. Norde, *Biofouling* 19 (2003) 355–363.
- [4] For example: V. Hladay, J. Buijs, Local and global optical spectroscopic probes of adsorbed proteins, in: M. Malmsten (Ed.), *Biopolymers at Interfaces*, Marcel Dekker Inc., 1998, pp. 181–220.
- [5] W.N. Hansen, *J. Opt. Soc. Am.* 58 (1968) 380–390.
- [6] J.C. Dijt, *Kinetics of Polymer Adsorption, Desorption, and Exchange Thesis*, Wageningen University, The Netherlands, 1993.
- [7] J.C. Dijt, M.A. Cohen Stuart, G.J. Fleer, *Adv. Colloid Interface Sci.* 50 (1994) 79–101.
- [8] J. Buijs, P.A.W. Van der Berg, J.W.Th. Lichtenbelt, W. Norde, J. Lyklema, *J. Colloid Interface Sci.* 177 (1996) 594–605.
- [9] H. Matsumura, K. Kawasaki, M. Kambara, *Colloids Surf. B Biointerfaces* 8 (1997) 181–188.
- [10] K. Kawasaki, M. Kambara, H. Matsumura, *Colloid Polym. Sci.* 277 (1999) 846–855.
- [11] R. Tsekov, H. Matsumura, K. Kawasaki, M. Kambara, *J. Colloid Interface Sci.* 233 (2001) 136–141.
- [12] H. Matsumura, K. Kawasaki, N. Okumura, M. Kambara, W. Norde, *Colloids Surf. B Biointerfaces* 32 (2003) 97–103.
- [13] J.J. Ramsden, Kinetics of protein adsorption, in: M. Malmsten (Ed.), *Biopolymers at Interfaces*, Marcel Dekker Inc., 1998, pp. 321–361.
- [14] W. Norde, *Adv. Colloid Interface Sci.* 25 (1986) 267–340.
- [15] K. Kawasaki, M. Kambara, H. Matsumura, W. Norde, *Colloids Surf. B Biointerfaces* 32 (2003) 321–334.

16. 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 (大歯大・口腔衛生)

超高齢化社会を向かえ, 高齢者にみ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, 処置など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, 下顎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 AR の蛍光は齲窩に一様にみられるものから, 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。

光誘導蛍光定量法により観察した *in vitro* におけるエナメル質再石灰化に及ぼす各種フッ化物応用の影響

○川上富清, 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: QLF, 初期う蝕, フッ化物)

口腔衛生会誌 55 (4), 2005

目的:

近年, さまざまな初期う蝕検出機器が発表され, 肉眼で評価することが困難な初期う蝕の診断が可能となりつつある. 光誘導蛍光定量法 (QLF 法) は初期う蝕を検出し, 得られたデジタル画像をコンピュータによって解析することによって, 初期う蝕を定量的に評価することが可能である. しかし, 評価した初期う蝕に対し, どのような再石灰化を促進させるアプローチを選択すべきかコンセンサスが得られていないのが現状である. そこで本研究では, 異なる脱灰程度のエナメル質人工初期う蝕試料に対し, それぞれ異なる局所的フッ化物応用を試みたくえて経時的な再石灰化過程のモニタリングを行うことにより, QLF 法によって評価した脱灰程度に対するフッ化物応用の至適条件を *in vitro* 環境下で検討した.

方法:

1. 初期う蝕試料の作製

初期う蝕試料はウシ下顎切歯の唇側面から直径4mmのディスクを取り出し, 鏡面研磨を行い作製した. 試料の脱灰予定窓以外をネイルバーニッシュで被覆し, 脱灰溶液(乳酸; 100mM, 50% 飽和ハイドロキシアパタイト, カルボキハメチルセルロース; 0.2g/L, pH: 5.0) に37℃で24, 48, 72, 96時間の浸漬を行い, 四種類の脱灰程度が異なる試料を各40試料作製した.

2. フッ化物の応用

脱灰程度の異なる各群40試料の初期う蝕試料に対し, 10試料ずつ以下の四種類のフッ化物応用を行った.

- 1) 対照群: 再石灰化溶液のみに浸漬した.
- 2) フッ化物配合歯磨剤群: 一日3回, フッ化物配合歯磨剤溶液 (1g/14mL, 950ppmF) に初期う蝕試料を5分間浸漬した.
- 3) APF 群: 実験開始前, および実験開始後14日目にAPFゲル (9,000ppmF) を初期う蝕試料に5分間作用させた.
- 4) フッ化物配合歯磨剤+APF 群: 2および3両方の処理

を行った.

3. 初期う蝕試料の再石灰化およびQLF法による評価
すべての初期う蝕試料は再石灰化溶液 (HEPES; 20mM, CaCl₂; 1.5mM, KH₂PO₄; 0.9mM, KCl; 130mM, pH: 7.0) に37℃にて合計28日間浸漬した. 初期う蝕試料の再石灰化程度はInspektor Proシステム (Inspektor Research Systems社, オランダ) により評価を行った. 得られたデジタル画像は付属の画像解析ソフト (QLF200h) により解析し, 脱灰量を示すΔQ (%・mm²) 値を算出した.

結果および考察:

脱灰時間の増加に伴いΔQ値は増加し, 各群において統計的有意差は見られなかった (各脱灰群の平均値 24時間群; -32.8%・mm², 48時間群; -84.8%・mm², 72時間群; -130.9%・mm², 96時間群; -168.4%・mm²). 再石灰化の過程において, 対照群とフッ化物配合歯磨剤群のあいだ, および二つのAPF処理群のあいだには統計的な有意差は見られなかったが, 対照群と二つのAPF処理群のあいだ, およびフッ化物配合歯磨剤群と二つのAPF処理群のあいだには統計的な有意差が観察された ($p > 0.05$). 24時間脱灰群において, 対照群とフッ化物配合歯磨剤群は最終的に95%以上の回復がみられ, 脱灰時間が増加するにつれ回復率は低下していったものの, 96時間脱灰群においても80%以上の回復がみられた. 一方, 二つのAPF処理群においては, 24時間脱灰群において70%の回復がみられたが, 96時間脱灰群では40%台の回復であった.

以上の結果から, ΔQ値によって表現される低脱灰の初期う蝕に対しては, フッ化物応用の種類にかかわらず高い再石灰化を促進することができるが, 高脱灰の初期う蝕に対しては, 高濃度のフッ化物塗布を行わず, 低濃度のフッ化物を継続的に作用させることがより高い回復を導く可能性があることが明らかとなった.

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ている。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に由来するとされる。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。

QLF 法を用いた根面齲蝕および口腔清掃効果の観察

○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, バイオフィーム)

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 の蛍光は齲蝕内に一様にみられ, 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ームの除去に有効であることがわかった。

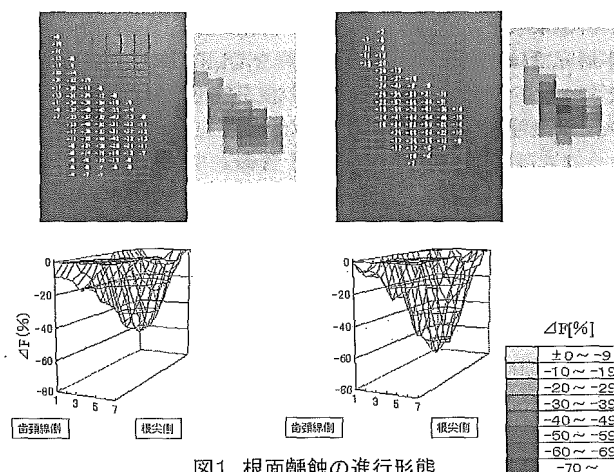


図1 根面齲蝕の進行形態

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： $S(mm^2)$ および脱灰量： $\Delta Q(\% \times mm^2)$ 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（発症予防）、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。

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 ΔR_{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 Tenovuo 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

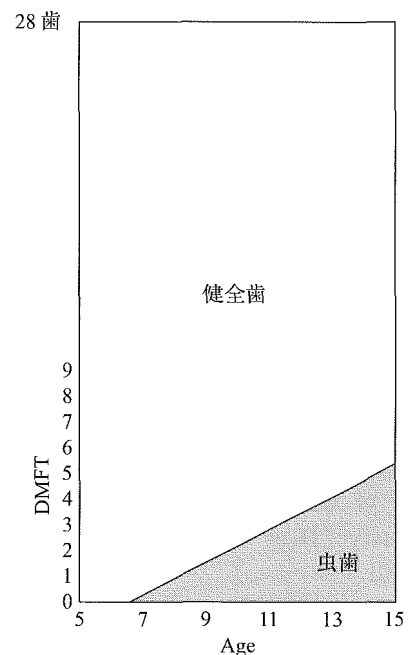


図1 学童期の歯の保健状態

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

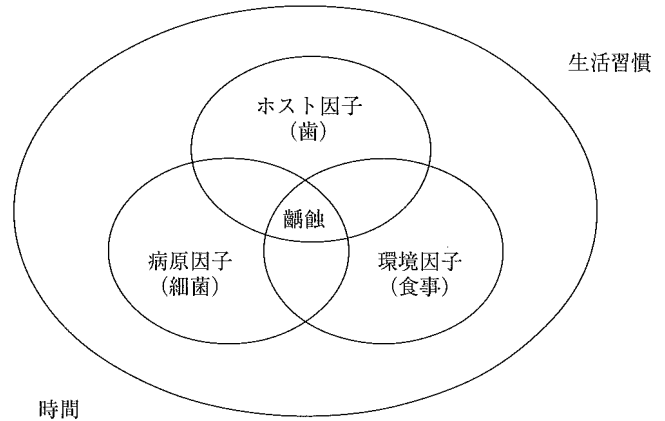


図2 齲蝕予防のための齲蝕病因論

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 I 0	P I 1	P I 2	P I 3
Dentocult-MS	クラス0 <10 ⁶ cfu/ml	クラス1 <10 ⁶ cfu/ml	クラス2 <10 ⁸ -10 ⁶ 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³⁾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
ミュウカウント	昭和薬品化工	ミュウタンス連鎖球菌菌数	唾液	培養器, 1日
RD test	昭和薬品化工	レザズリン還元性細菌 (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	ミュウタンス連鎖球菌の醸酸性	歯垢	培養器, 1-2日
Dentocult-SM	オーラルケア	ミュウ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	ミュウ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
サリパチェック SM	ジーシー	ミュウ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
サリパチェック 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も多く存在している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¹⁾。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⁵⁻¹¹⁾。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で 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

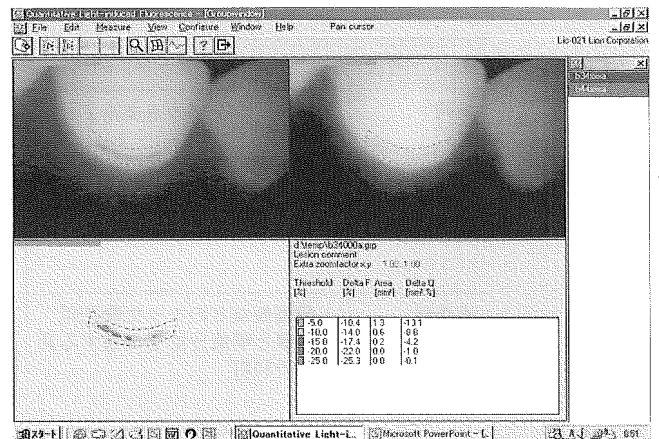


図3 QLF法による定量パラメータ
(平均蛍光強度, 最大蛍光強度, 平均蛍光量)
※巻頭カラーにも掲載

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³⁾より引用)

文 献

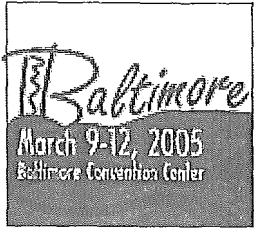
- 1) G. K. Stookey: Early Detection of Dental Caries II, Proceedings of the 4th Annual Indiana Conference, Indiana University School of Dentistry, 2000.
- 2) G. K. Stookey: Early Detection of Dental Caries III, Indiana Conference, Indiana University School of Dentistry, Indianapolis, Indiana, 2003.
- 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. Mitropoulos, 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.

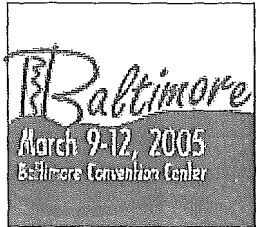
2061

**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.