

根面う蝕の基準

根面のう蝕病変の検出と分類のためのコード

1つの根面に対して1つの数字が当てはめられる。各歯の頬側、近心、遠心、舌側の根面は以下の通り分類される。

コードE

歯肉のレセションまたは軽度のエアードライにより、根面が直接観察できない場合、当該根面は除外される。歯石に完全に覆われている表面も除外される。ただし、表面の状態を判定する前に、除石しておくことが望ましい。臨床試験および縦断研究では除石が推奨される。

コード0

根面は周囲または隣接する歯根領域と異なる着色を示していない。また、根面はセメント・エナメル境あるいは根面全体において、実質欠損を示していない。根面は、本来の解剖学的形態を有している。

あるいは、根面の表面における連続性の著明な喪失もしくは根面の解剖学的形態がう蝕のプロ

セスと一致しない。通常、このような根面の連続性の喪失は、食事の影響または食習慣（磨耗／エロージョン）と関連するものである。これらの状態は表面に発生することが多い。とくに、このような領域は、平滑で光沢があり、硬性の状態である。磨耗はシャープな境界を伴う形態により明確に特徴付けられるが、エロージョンの境界は広汎な傾向を示している。磨耗とエロージョンのいずれにも着色は認められない。

コード1

根面またはセメント・エナメル境（CEJ）に、境界鮮明な着色（薄い褐色／濃い褐色、黒色）した領域が認められるが、う窩（0.5 mm未満の解剖学的形態の喪失）は存在しない。

コード2

根面またはセメント・エナメル境（CEJ）に、境界鮮明な着色（薄い褐色／濃い褐色、黒色）した領域が認められ、う窩（0.5 mm以上の解剖学的形態の喪失）が存在する。

以下のダイアグラム（図2）は、診査者が根面う蝕の正確なコードを判定する際に指針として役立つものである。

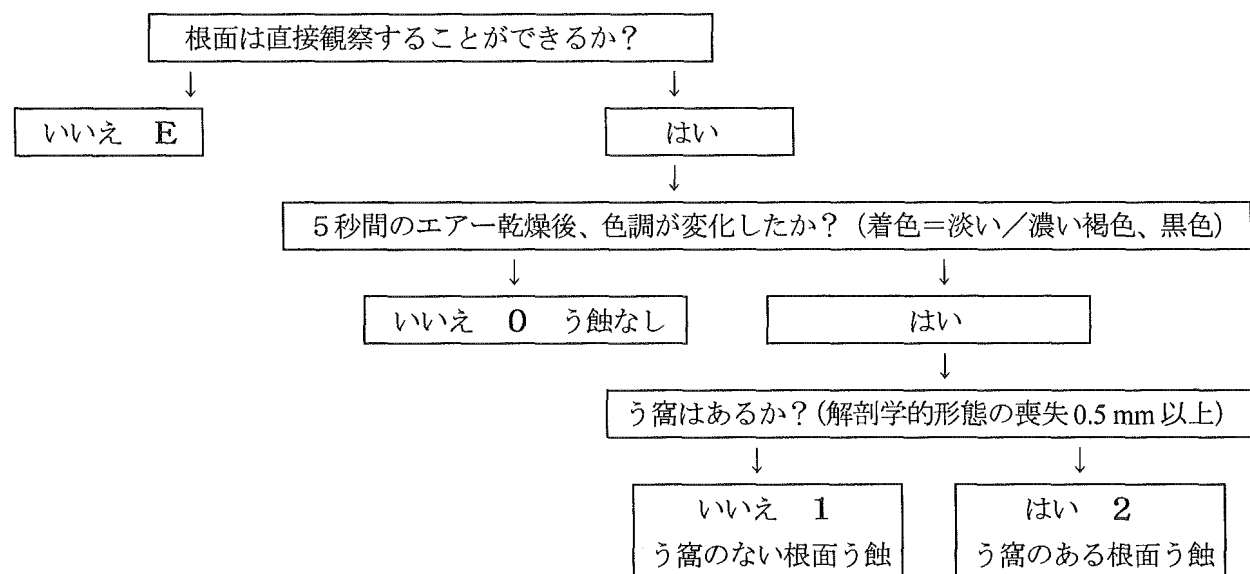


図2. 根面の初期う蝕を評価するためのディシジョンツリー

歯根の修復物と関連するう蝕

根面に充填があり、修復物に隣接するう蝕が存在する場合、表面はう蝕と判定される。歯根上の修復物と関連するう蝕の基準は、未修復根面上のう蝕の基準と同一である。

以下のダイアグラム (図3) は、診査者が根面上の修復物に隣接するう蝕の正確なコードを判定する際に指針として役立つものである。

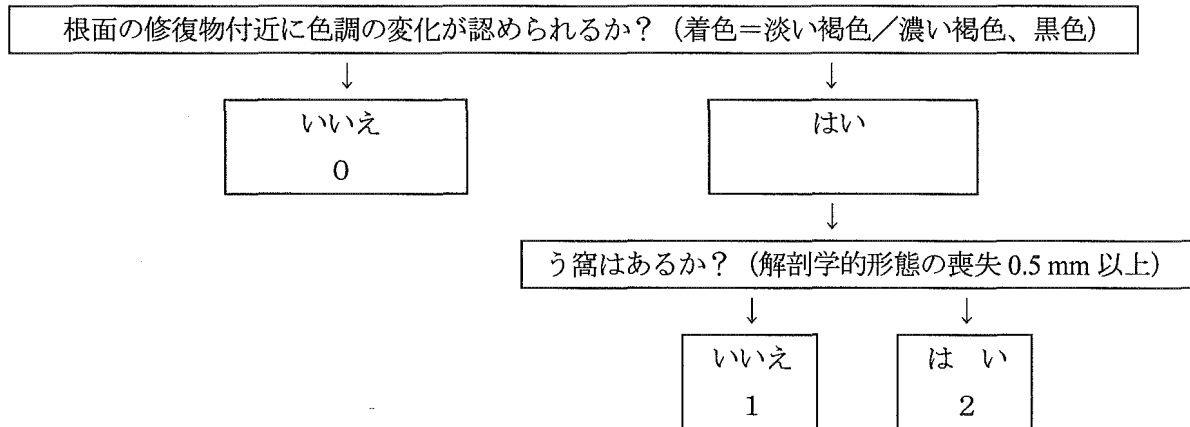


図3. 根面の修復物と関連するう蝕を評価するためのディシジョンツリー

根面う蝕の活動性

根面上の着色した領域の特徴は、根面う蝕病変が活動性であるかどうかの判定に用いることができる。これらの特徴として、性状 (平滑、粗い)、所見 (輝いているか光沢がある状態、つや消しまたは光沢がない状態)、静かにプロービングを実施した際の感触 (軟性、皮革様硬性、

硬性) が挙げられる。通常、活動性の根面う蝕病変は、歯肉縁から 2 mm 以内に位置している。

以下のダイアグラム (図4) は、根面う蝕の活動性について判定する際に指針として役立つものである。

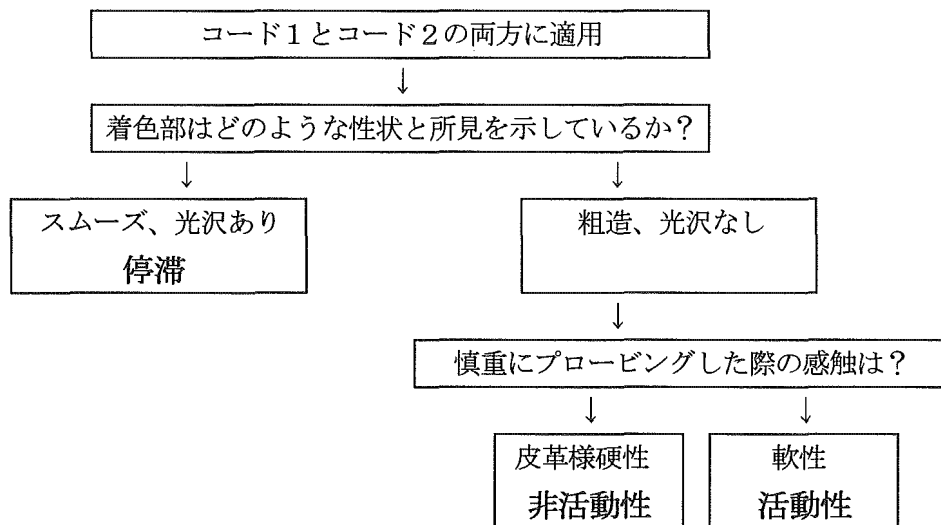


図4. 根面う蝕の活動性のディシジョンツリー

注意事項

単一のう蝕病変により、歯冠部と根面に傷害を受けており、歯頸部の切端側および根尖側の両方向において、CEJを少なくとも1mm以上超えて拡大している場合、歯冠部と根面を個別に評価しなければならない。CEJを超えた病変の拡大が1mm以下である場合、病変の大部分（50%以上）が関与している歯の表面だけを評価する。50%の規則を適用することが困難な場合（歯冠部と根面の傷害が同一程度である場合）、両方の表面がう蝕と判定される。

根面上のう蝕病変が歯根の線角を超えて拡大し、隣接した表面の少なくとも三分の一に傷害を与えている場合、この隣接した表面もう蝕として評価しなければならない。

同一の根面上に1つ以上の病変が存在する場合、最も重症度の高い病変を評価する。

無髄歯は、有髄歯と同一の方法で評価しなければならない。

ICDAS う蝕病変活動性評価のための予備計画
定義 (案)

活動性病変は、非活動性病変と比較し、移行期（進行、停滞または回復）にある可能性が高い病態であると考えられる。

非活動性(停滞)病変は、活動性病変と比較し、

移行期にある可能性が低い病態であると考えられる。

エナメル質病変の活動性を評価する際に考慮しなければならない臨床観察所見は、Nyvad *et al.* (Caries Res 1999; 33: 252.) によるう蝕活動性の評価基準の修正版に基づいており、肉眼的所見、感触、歯垢形成のポテンシャルが加えられている。

ICDAS コード	病変部の特徴	
	活動性病変	非活動性病変
1, 2, 3	エナメル質の表面は白色／黄色がかった光沢のない色調を示し、光沢を失っている。プローブの先端を表面に沿って慎重に動かすと、粗造感がある。病変は歯垢沈着域、すなわち、小窩裂溝、歯肉周辺、コンタクト・ポイント下の隣接面にみられる。	エナメル質表面は白色、褐色、黒色のいずれかの色調を帯びている。エナメル質には光沢があり、プローブの先端部を表面に沿って慎重に移動させた場合、感触は硬性でスムーズである。表面がスムーズである場合、歯肉縁から離れた位置にう蝕が存在する場合が多い。
4	活動性であることはほぼ確実である。	
5, 6	プローブで象牙質を慎重にプロービングした場合、う窩の感触は軟性または皮革様硬性である。	う窩には光沢があり、プローブで象牙質を慎重にプロービングした場合、う窩の感触は硬性である。

Results of Clinical Trial of Fluoride Dentifrice Using QLF

Masaki Kambara¹, Mibu Uemura¹, Tatsuro Miyake¹, Takashi Doi¹, Shoji Nakashima², George J. Eckert³, and George K. Stookey⁴

¹Department of Preventive and Community Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan

²Lion Company, Ltd., Tokyo, Japan

³Division of Biostatistics, Department of Medicine, Indiana University School of Medicine, Indianapolis, IN, USA

⁴Indiana University School of Dentistry, Indianapolis, IN, USA

Objectives

The objectives of the present study were to: (a) quantitatively assess the changes in white spot lesions of permanent enamel using Quantitative Light Fluorescence (QLF) in clinical use; (b) evaluate the validation of QLF in clinical assessments of white spot lesions; and (c) determine the effects of a fluoride dentifrice on white spot lesions using QLF in a clinical trial.

Material and Methods

Study Patients

The study was approved by the Ethics Committee at Osaka Dental University Hospital prior to recruiting patients. All patients gave their informed consent before being accepted into the study and a total of 145 patients were initially enrolled. Thirteen patients withdrew or were dropped from the study during the one-year study period and 132 (91.0%) completed the trial. Clinical QLF examinations and subsequent image analyses were performed on these 132 patients, aged 9 – 48 years (average 20.0 ± 8.4 years old), who had at least one

white spot lesion at baseline. Demographic and background information of the participants is summarized in table 1.

	Placebo	Fluoride
Total number of cases	71	74
Total number of dropouts	6	7
Total number of analysis cases	65	67
Sex, Female	36 (55%)	35 (52%)
Age, Mean (SD)	20.3 (8.3)	19.1 (8.2)
Brushing habits, Yes	65 (100%)	65 (97%)
Number of white spot lesions, Mean (SD)	4.0 (3.2)	4.8 (3.5)
DMFT, Mean (SD)	7.86 (6.11)	7.28 (6.09)
Plaque accumulation, Yes	38 (58%)	38 (57%)

TABLE 1. Demographic and background information.

Study Design

The study was conducted as a double-blind investigation of two parallel groups of subjects to evaluate the cariostatic effects of a fluoride dentifrice. During the study period, the patients were provided plain coded tubes containing either a fluoride dentifrice (950ppmF) or a placebo dentifrice and were asked to brush their teeth with their assigned dentifrice at least twice daily (0.5g.to 1.0g).

No instructions about dietary habits were given to the patients.

Clinical examinations were performed by three well-trained dentists each of whom examined approximately one-third of the patients; all examinations performed on a given patient were conducted by the same examiner at each visit. At each visit the patients were given an oral visual examination by the assigned investigator. Then QLF images and tooth pictures were taken on the single designated white spot lesion in each patient. The patients were examined in the same manner at 3, 6, and 12 months after the initiation of the trial. At each visit, three QLF images were produced for each white spot lesion. When the images were analyzed and calculated, the mean values of the data obtained from the three recordings were used for each white spot lesion.

QLF Images

QLF images were obtained by using QLF system (QLF™ Clin System, Inspektor Research System RV, Amsterdam, The Netherlands). The QLF system consists of a high intensity lamp unit and a camera control unit, which is connected via an electrical cable to the camera handpiece. Tooth surfaces are exposed to 13 mW/cm² of the violet-blue light (wave length: 290-450 nm) in the camera handpiece that is directed onto the surface, and then images are acquired using a miniature CCD camera inside the handpiece through a 520 nm high-pass filter. The three fluorescence images of each white spot lesion were stored in a computer and analyzed by custom-made software (QLF™ Clin Software version 1.99i, Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands).

Each image was analyzed by four measuring parameters which were: average fluorescence loss (%), ΔF ; maximum fluorescence loss (%); lesion area (mm²); and $\Delta F \times \text{area}$ (% Δmm^2), ΔQ . The clinical examiner that performed the clinical examination also performed the analyses of the images for that patient.

Statistical Analysis

The change from baseline was computed for the three follow-up visits for lesion area, ΔF , ΔQ , and maximum fluorescence loss. Repeated measures analysis of variance was performed to compare the fluoride-treated and placebo-treated groups. The models included fixed effects for month, group, and the month-by-group interaction, along with the baseline measurement as a covariate. Unstructured covariance matrices for each group allowed the model to determine the variances and the level of correlation between the follow-up months. Multiple comparisons were made using the Sidak method to control the overall significance level of the pairwise tests: adjusted p-value = $[1 - (1 - \text{original p-value})]^{(\# \text{ of tests})}$. A 5% significance level was used for all tests.

Results

Figure 1 illustrates the results of the data analyses for changes in lesion area. The fluoride group had significant changes from baseline for area, showing decreases in area at all follow-up examinations ($p < 0.0001$). The placebo

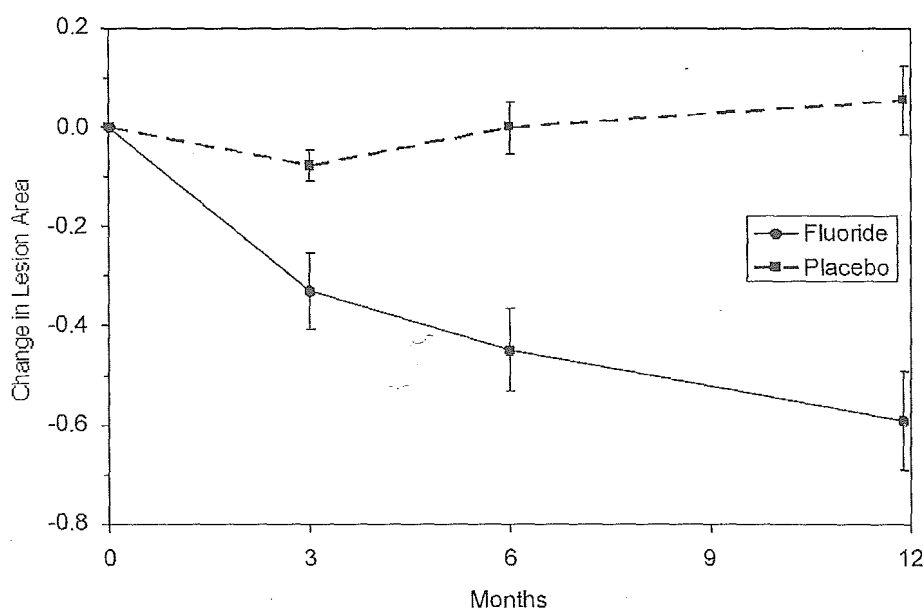


FIG. 1: Changes in lesion area (mean \pm standard error).

group had a significant decrease in area at 3 months ($p=0.0136$), but 6-month and 12-month areas were not significantly different from baseline ($p>0.43$). The group-by-month interaction was statistically significant ($p=0.0002$). The fluoride group had significantly more change in area than the placebo group at all follow-up examinations ($p=0.0080$ at 3 months, $p<0.0001$ at 6 months, and 12 months), and the difference between the groups became larger over time. In the fluoride group, area decreased significantly from 3 months to 12 months ($p=0.0005$) and from 6 months to 12 months ($p=0.0320$), and the decrease from 3 months to 6 months was marginally significant ($p=0.06$). There were no significant changes in area between the follow-up examinations in the placebo group.

Changes in the ΔF are presented in figure 2. The fluoride group had significant reductions from baseline for ΔF at all follow-up examinations ($p<0.0005$). The placebo group had a marginally significant reduction in ΔF at 3 months ($p=0.06$), but 6 month and 12 month ΔF were not significantly different from baseline ($p>0.87$). The group-by-month interaction was significant ($p=0.0715$). The fluoride group had significantly more change in ΔF than the placebo group at all follow-up examinations ($p=0.0112$ at 3 months, $p=0.0323$ at 6 months, and $p=0.0005$ at 12 months), and the difference between the groups was larger at 12 months than at 3 or 6 months. In the fluoride group, ΔF

RESULTS OF CLINICAL TRIAL OF FLUORIDE DENTIFRICE USING QLF

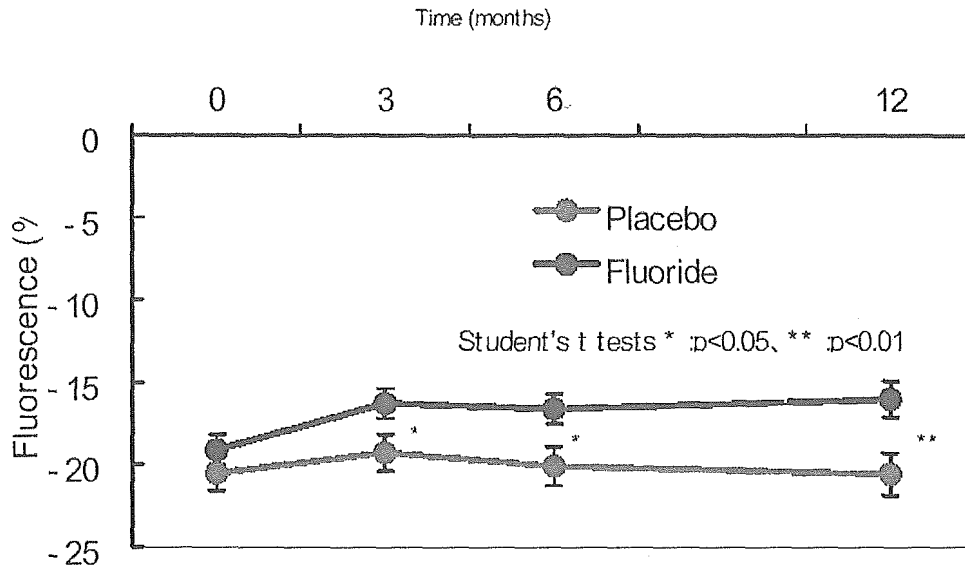


FIG. 2: Changes in ΔF (mean \pm standard error).

decreased significantly from 6 months to 12 months ($p=0.0278$). There were no significant changes in ΔF between the follow-up examinations in the placebo group.

Figure 3 summarizes the data for ΔQ . The fluoride group had significant reductions from baseline for ΔQ at all follow-up examinations ($p < 0.0001$). The

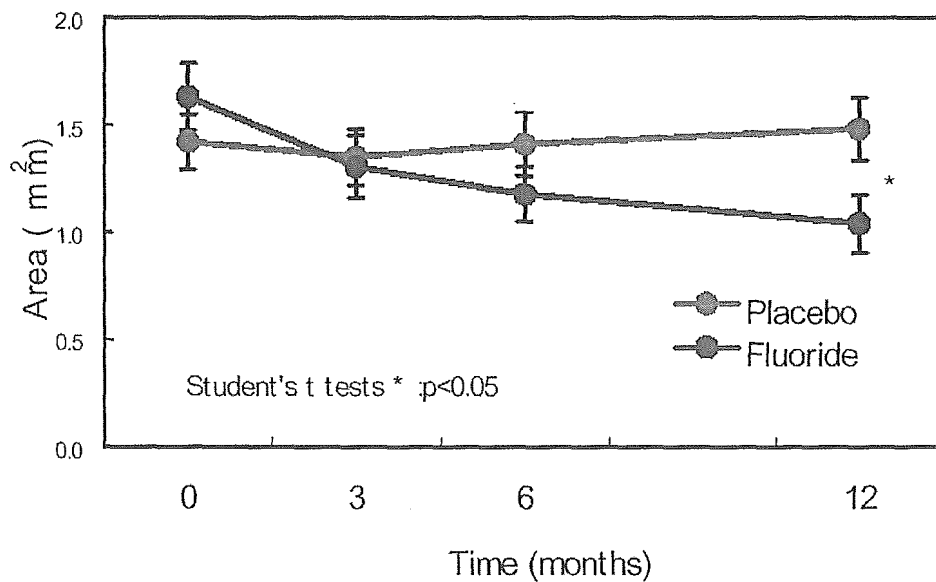


FIG. 3: Changes in ΔQ (mean \pm standard error).

placebo group had a significant reduction in ΔQ at 3 months ($p=0.0028$), but 6 month and 12 month ΔQ were not significantly different from baseline ($p>0.40$). The group-by-month interaction was statistically significant ($p=0.0011$). The fluoride group had significantly more change in ΔQ than the placebo group at all follow-up examinations ($p=0.0107$ at 3 months, $p<0.0001$ at 6 months, and 12 months), and the difference between the groups became larger over time. In the fluoride group, ΔQ decreased significantly from 3 months to 12 months ($p=0.0318$) and from 6 months to 12 months ($p=0.0489$). There was a significant increase in ΔQ from 3 months to 6 months ($p=0.0164$) and a marginally significant increase from 3 months to 12 months ($p=0.09$) in the placebo group.

The maximum fluorescence loss changes observed at each examination are summarized in figure 4. The fluoride group had significant reductions from baseline for maximum fluorescence loss at all follow-up examinations ($p<0.0005$). The placebo group had a significant reduction in maximum fluorescence loss at 3 months ($p=0.0334$), but 6 month and 12 month maximum fluorescence loss were not significantly different from baseline ($p>0.70$). The group-by-month interaction was not significant ($p=0.21$). The fluoride group

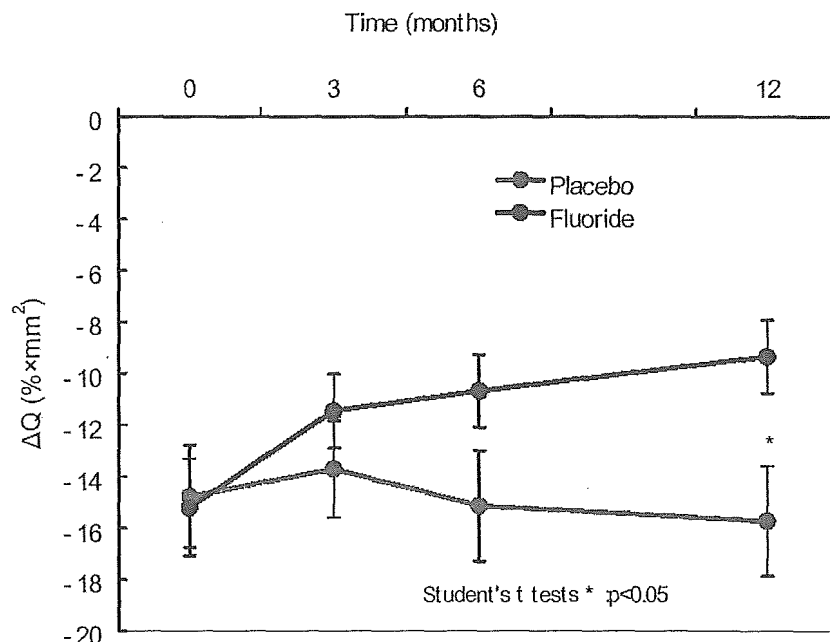


FIG. 4: Changes in Maximum Fluorescence Loss (mean \pm standard error).

had significantly more change in maximum fluorescence loss than the placebo group at 6 months ($p=0.0181$) and 12 months ($p=0.0106$) and marginally more change in maximum fluorescence loss at 3 months ($p=0.06$). There were no significant changes in maximum fluorescence loss between the follow-up examinations in either the fluoride or placebo group.

Conclusions

The results of this study clearly demonstrate the impact of a fluoride dentifrice upon the reversal and remineralization of clinical white spot lesions and particularly the ability of Quantitative Light Fluorescence (QLF) to monitor and quantify the magnitude of this effect. Since the impact of fluoride dentifrices have been clinically demonstrated on numerous occasions using the conventional caries detection methods, these data indicate the ability of QLF to quantify this effect using a relatively small panel of subjects and a reduced time period.

日本歯科評論 増刊 2005

唾液による健康づくり

— 明日からの臨床に取り組む —

別刷

う蝕から歯を守る唾液

かんばらまさき
神原正樹

大阪歯科大学口腔衛生学講座 教授

3-5

う蝕から歯を守る唾液

かんばらまさき
神原正樹

大阪歯科大学口腔衛生学講座 教授

〒573-1121 大阪府枚方市楠葉花園町8-1

I. う蝕から健全歯対応の 歯科医療へ

20世紀後半から、特に若年者のう蝕が世界的に減少していることは、WHOによる12歳児の1人平均う蝕歯数（DMFT）の世界う蝕地図に示されているように周知の事実である。日本でも、歯科疾患実態調査による12歳児 DMFT 値は、昭和56年の5.5本から平成11年の2.4本にまで減少し、2000年の歯科保健目標であった「12歳児の DMFT = 3 本」を達成した。その後、2010年の健康目標を定めた「健康日本21」の中の歯科保健目標として「12歳児の DMFT = 1 本」が提示され、国、地方自治体、歯科医師会、大学、いわゆる産・官・学・歯科医師会が一体となって、この目標を達成するために各方面でさまざまな戦略が立てられ、活動が展開されている。

「12歳児の DMFT = 1 本」が2010年に本当に達成されたとすれば、小学校6年生あるいは中学1年生の学童の口腔内には、平均で1本のう蝕しか存在し

ないことになる。それも DMFT が1本ということは、歯科治療が必要な未処置歯は当然ほとんどなく、小学1年生から6年生までの口腔は健康な状態であることになる。

図1に平成11年歯科疾患実態調査の5～15歳の DMFT 結果を示す。このグラフは、5～15歳の間、う蝕が経年的に増加していることを示しているが、従来、このグラフからはう蝕の増加のみが解釈されてきた。しかし、う蝕減少期に入った現在では、このグラフの背景には、実はう蝕の約10倍以上の健全歯があることが示されていることを理解すべきである（図2）。

すなわち21世紀の歯科医療は、大部分を占める健全歯から口腔内を診て、考え、この健全歯を守り、口腔の健康を確立することに焦点を当て、新たな歯科健康科学を創造していくことが必要である。歯科疾患であるう蝕からものを見てきた20世紀の歯科医療から、口腔の健康や健全歯に対応する21世紀の歯科医療への転換である。

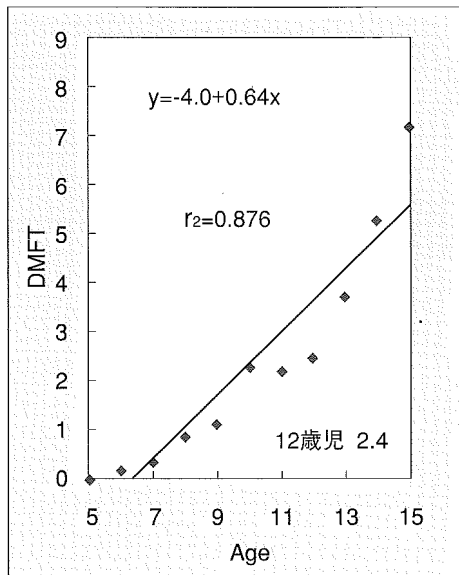


図1 平成11年歯科疾患実態調査 (5~15歳).

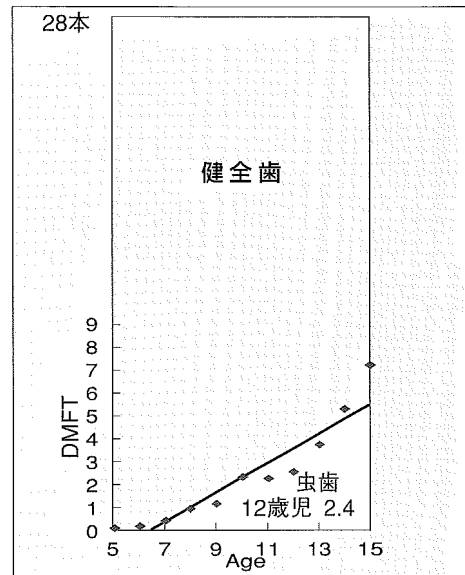


図2 平成11年歯科疾患実態調査から見た5~15歳児の健全歯.

II. 健全歯から見た歯科医療とは？

これまでのう蝕という宝探しを行ってきた口腔内診査から、健康な歯を診る口腔内診査とは、どのように診るものなのであろうか。実は、歯が健康であると判断することは、う蝕であると判断することとはまったく異なる視点が必要である。

図3に第一大臼歯を示しているが、左右の第一大臼歯は歯の色、小窩裂溝の複雑性、深さ、色など明らかに異なっている。これらの項目を客観的に観察できるようにすることが歯の将来を予測する判断につながることになる。図4は、白斑を3カ月ごとに観察した1年経過像を示している。12カ月経過時のような、脱灰像を示すう蝕だけをこれまでの歯科医療は対象にしてきたのではないだろうか。

図5に、健全からC₄までの分布を示している。図2に示したように、健全歯が多い現状では健全の領域に中央値は来るのであろう。図中の健全部分は、いまだ治療対象にならない未病状態にあるが、まったく健全な状態から、限りなく実質欠損を伴うう蝕

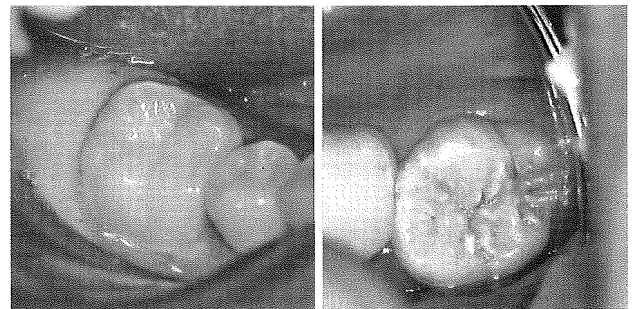


図3 健康な歯をどう診るのか？

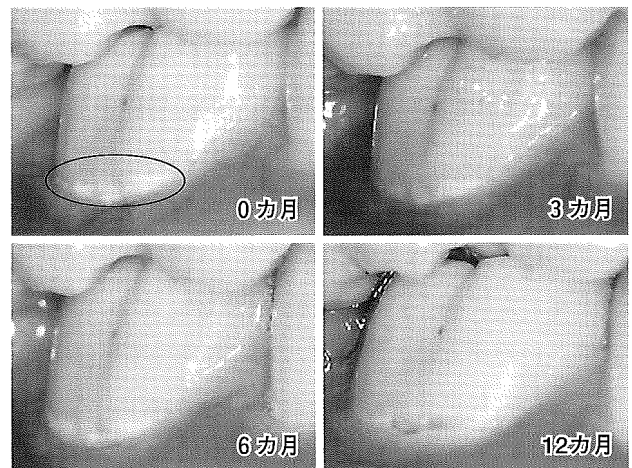


図4 初期う蝕(白斑)の1年間の観察写真(白斑が1年後には実質欠損を呈する)。

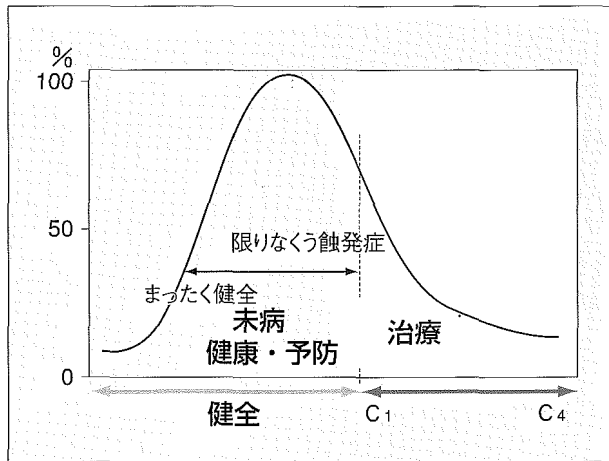


図5 う蝕程度と分布.

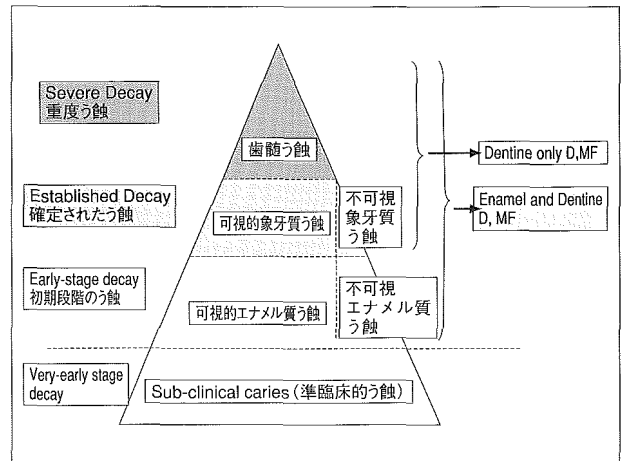


図6 visible う蝕の診断レベル (Pitts, 2004.).

に近い状態まで幅をもつ。健全歯がどの状態にあるのかを区別できる診査を行えるようにすることが「健康から診た口腔内診査」ということになる。図6はう蝕の診断レベルを示すが、下の2つに示す初期う蝕（不可視エナメル質う蝕）、さらには最早期う蝕を診断しようとするのが今後の歯の診断ということになる。

欧米では、このようなう蝕減少状況が先行して進行し、真の意味でのう蝕予防や健康増進のためのシステム開発、たとえばう蝕活動性（進行性、停滞性、回復性）の判定、歯単位でのう蝕評価から歯面単位での評価、DMFTに変わるう蝕評価システムなどがう蝕減少に対する対応策として実施されている。

このような状況が進行しているのは、歯科疾患構造が変化していること、この変化に対応した再石灰化を中心としたう蝕に関する科学が進展したことが大きい。その中で、特に健全歯を対象にう蝕予防を考えると、口腔内環境としての唾液の存在意義、予防や健康増進に果たす役割はますます重要視されているのが現状である。

Ⅲ. 口腔内環境液としての唾液

人間の健康増進を構成するのは、健康づくり運動

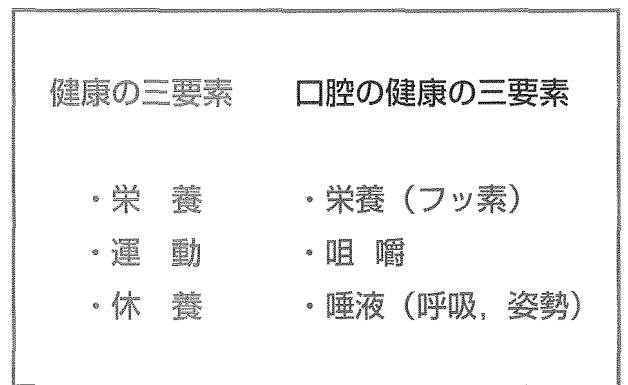


図7 全身と口腔の健康増進構成要素.

に見られるように栄養・運動・休養である。健康日本21にもそれぞれの項目で目標が示されている。全身の健康増進のために必要な栄養・運動・休養は、口腔の健康増進にも対応できるのであろうか（図7）。

栄養は口腔臓器の形成に必要であり、食生活が口腔内環境に影響することから重要である。運動は、口腔機能のうちの咀嚼に相当するのであろう。最後の休養は何を意味するのであろうか？ 筆者はこの点を数年間考えているが、明確な答えを得ていない。たとえば、口腔清掃により口腔内を清潔に保つことが口腔内に平穏状態を与えらることも考えられる。よく考えてみると、健康増進を構成する栄養・運動・休養は、すべてホスト（宿主）因子であり、健康増進

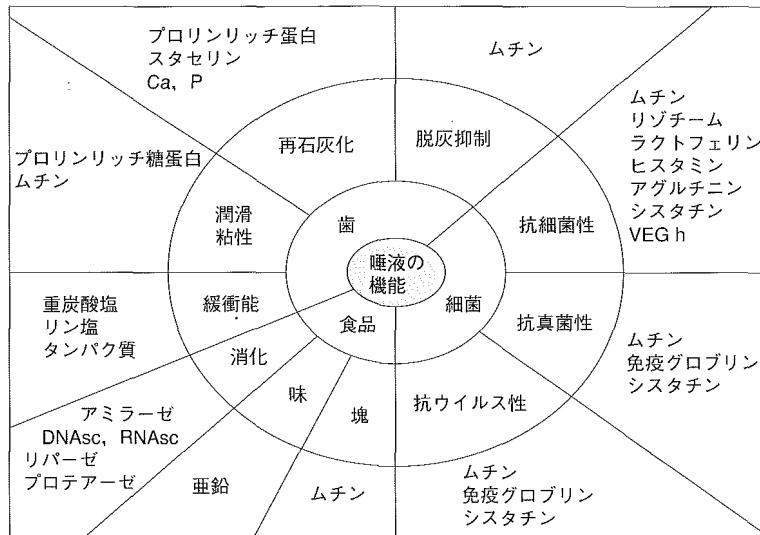


図8 唾液成分とその機能 (Van Nieuw Amerongen A, et al : Salivary proteins : protective and diagnostic value in cariology?. Caries Res, 38 : 247-253, 2004.).

はホスト要因だけで成り立つことになる。その意味で、筆者は現在、口腔内の休養とは、口腔内環境液としての唾液が口腔内に適切に存在し、歯や粘膜組織が唾液に常に覆われていることが口腔内に休養を与えていると考えている。唾液がもつさまざまな機能は後述するが、口腔内環境液としての唾液は、口腔の健康増進という意味でも非常に重要であると言える。

IV. う蝕から歯を守る (う蝕予防に果たす) 唾液の存在

う蝕予防を考えるためには、う蝕の原因論を明確にしておく必要がある。宿主—病原因子—食事要因の三大要因を基礎にした多要因説に基づき、それぞれの要因のバランスでう蝕の病因論は説明される。このうち、宿主要因がこれまで最も把握しにくい要因であった。健全歯を疾患から予防するためには、この宿主要因の客観的把握を目的とした歯科医学、デンタルサイエンスのさらなる進展が望まれる。その中で、唾液からの情報は、試料採取が容易なことからよく研究されてきており、唾液成分とその機能

をまとめると図8のようになる。唾液のもつ機能が口腔保健の維持および歯の保護に果たす役割は、以下の5点を挙げることができる。

- ① 唾液ムチンやプロリンリッチ糖タンパク質の膜に覆われることによる持続的保持。
- ② 初期のペリクルタンパク質、プロリンリッチタンパク質およびスタセリンがカルシウムイオンを引き寄せ、エナメル質の再石灰化を促進。
- ③ 唾液や歯垢液中のカルシウムおよびリン酸イオンと共同して、ペリクルタンパク質が脱灰を防止。
- ④ 各種の唾液由来の(糖)タンパク質がエナメルタンパク質への口腔内細菌の付着を防ぎ、細菌の成長を抑制。
- ⑤ 唾液の重碳酸/炭酸イオンによる緩衝システムが酸の急激な中和に寄与。

このうち、う蝕予防に果たす唾液の役割について詳述する。

1. 歯に対し飽和溶液である唾液

歯を蒸留水に浸漬すると、歯からカルシウムおよびリン酸イオンが溶出する。その溶出は、溶液中の

カルシウムやリン酸イオンが過飽和となる平衡関係になるまで継続する。唾液が歯に対して過飽和溶液であることは、歯の表層下脱灰 (subsurface lesion)、すなわち表層エナメル質の下で脱灰が起こることと関わっている。すなわち、エナメル質に白斑 (ホワイトスポット white spot, 表層下脱灰) が生じるためには唾液が必要になる。白斑は、最近、初期う蝕 (early caries) と呼ばれ、臨床的には実質欠損を伴わない脱灰で、学校検診で言う CO (Caries Observation, 要観察) にも含まれ、う蝕の分類では健全歯として評価される。また、この初期脱灰状態では可逆的、すなわち健全に戻る (再石灰化、回復性)、脱灰が進行し Caries Grade 1 になる (進行性)、また、そのままの状態では推移する停滞性など三態を示す。

過飽和溶液である唾液が存在せず、直接酸溶液で歯を脱灰すると表層エナメル質が残らず、表層からの脱灰である、いわゆる酸蝕症 (エロージョン erosion) が生じる。エロージョンはこれまで酸を扱う工場の問題とされてきたが、現在ではほとんど見られなくなってきている。しかし欧米では、缶コーヒーなど清涼飲料水によるエロージョンが問題になってきており、日本でも今後、う蝕に関わる課題として浮上してくると考えられる。

2. 唾液の抗菌作用 (表1)

唾液には抗菌性を示す物質が含まれている。たとえば、ラクトフェリンは口腔内の第二鉄イオンと結合するはたらきがある。第二鉄イオンは細菌が成長するために必要な成分であるため、このイオンが補充できない状況では繁殖ができなくなる。リゾチームは細菌の細胞壁に作用し分解させるはたらきがあり、細胞壁が分解されると細胞は自然と溶解しはじめ、結果として細菌を死滅させる。

3. 唾液の緩衝作用

pH の変化に抵抗する能力を緩衝能 (buffer capac-

表1 唾液タンパク質と細菌との関わり

唾液タンパク質	特 性
Agglutinin	細菌凝集
Cathelicidin (LL37)	広範囲の殺菌
Cystatins/VEGh	Protease 抑制
Defensins	広範囲の殺菌
EP-GP	未知
Histatins	広範囲の殺菌
Immunoglobulins	細菌の不活性化と凝集
Lactoferrin	生育抑制
Lactoperoxidase	生育抑制
Lysozyme	殺菌
MUC5B (mucin MG1)	ペリクル内 proton 拡散障壁
MUC7 (mucin MG2)	凝集
Proline-rich glycoprotein	未知 (凝集?)
Proline-rich proteins (aPRPs)	付着
Proline-rich proteins (bPRPs)	未知 (細胞壁破壊)
Statherin	付着

(Van Nieuw Amerongen A, et al : Salivary proteins : protective and diagnostic value in cariology?. Caries Res, 38 : 247-253, 2004.)

ity) という。唾液の pH が中性に保たれているのは、この緩衝能による。ヒト唾液の緩衝能は、炭酸/重炭酸塩システム、リン酸塩システムおよびタンパク質によって調整される。このうち、最も重要なのは炭酸/重炭酸塩システムである。これは次の平衡関係に基づいている。



酸が添加されたときには、重炭酸が弱い炭酸を放出する。この炭酸は急激に水と二酸化炭素に分解されて溶液から遊離する。多くの緩衝剤と対照的に、この仕組みは弱酸の蓄積だけでなく、酸を完全に除去する結果となる (J O Tenovuo ed. (石川達也, 高江洲義矩監訳) : Human Saliva ; Clinical Chemistry and Microbiology (唾液の科学). 38-51, 一世出版, 東京, 1998.)。

グルコース溶液含有後の歯垢中の pH 変動を示したステファン・カーブ (Stephan curve) が、いったん pH が低下した後、時間経過に伴い中性領域に戻ることも歯垢中の緩衝作用 (タンパク質およびフッ素が緩衝物質) による。唾液における同様の pH

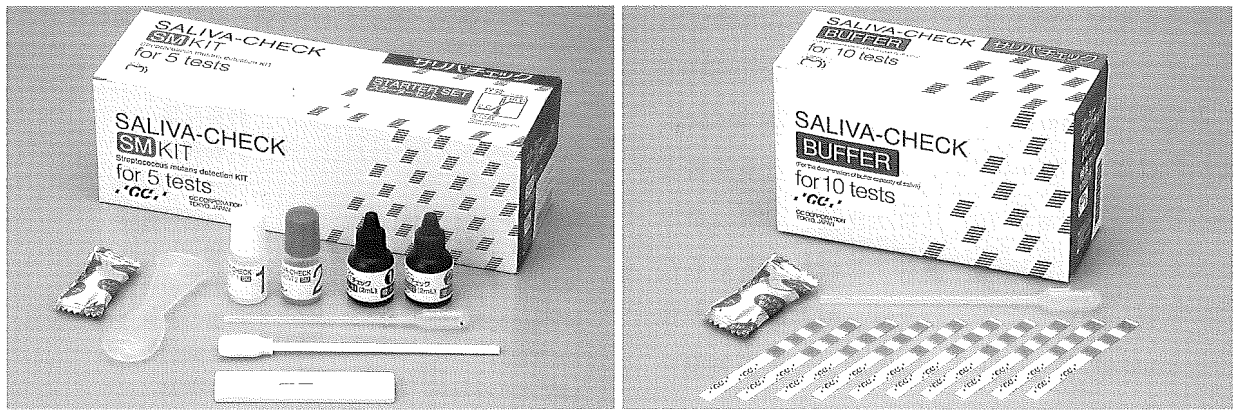


図9 サリパチェック SM (左) とサリパチェック Buffer (右, 共にジーシー).

測定でも pH の変動幅は少ないが、同様の変化を示し、唾液中の緩衝能により pH は中性領域に戻る。

唾液緩衝能は唾液分泌量に比例する。すなわち唾液分泌量が多い人は緩衝能が高く、少ない人は緩衝能が低いことになる。この性質を利用してう蝕活動を調べるのが唾液緩衝能テストであり、簡便に調べられるキットが市販されている (図9)。

図10は、う蝕罹患状況が低い某小学校学童 (4～6年生) の唾液緩衝能の分布を示している。Dentobuff 法およびチェックバフ法の2種類による緩衝能検査の結果は、近似した唾液緩衝能値を示している。図11に、20歳代の唾液緩衝能と永久歯う蝕罹患状況を示す。唾液緩衝能が高い群は永久歯う蝕が低く、低い群は永久歯う蝕が高いことを示し、唾液緩衝能と永久歯う蝕罹患状況との関係が強いことがわかる。図12は、学童 (小学校4～6年生) の唾液緩衝能と永久歯う蝕罹患状況を示しているが、唾液緩衝能が低い群は中程度および高い群に比べ、有意に高いう蝕罹患状況を示す。唾液緩衝能が低い学童に対する、プログラムされたう蝕予防が必要であることがわかる。図13は、学童 (小学校4～6年生) の唾液緩衝能と1年後永久歯う蝕発生者率との関係を見たものであるが、唾液緩衝能が低い群では1年後のう蝕発生者が多く、予測性が高いことがわかる。す

なわち唾液緩衝能はう蝕現症との関係が強く、また低い群でのう蝕予測性が高いことから、唾液緩衝能をう蝕プログラムに効率的に使用することが望まれる。

4. 唾液と再石灰化

初期う蝕の表層下脱灰は、適当な条件下で再石灰化する。人間の組織の中で最も硬いエナメル質は、1960年代までは脱灰方向への変化のみが起これと考えられてきた。しかし、Kourorides による実験的研究や Backer-Dirks による白斑に対する臨床的研究から、エナメル質の初期う蝕は脱灰方向にも再石灰化方向にも動く、可逆的変化を示すことがわかってきた。再石灰化はエナメル質が石灰化する remineralization と言われるが、当初、再硬化 rehardness や再結晶化 recrystallization とも呼ばれた。図14に、*in vitro* でのエナメル質表層下脱灰像と再石灰化した像を示す。脱灰したエナメル質が完全に再石灰化されていることを示している。また、図15に *in vivo* での所見を示すが、表層下脱灰の白斑が1年後には完全に消失し、再石灰化したこと、脱灰エナメル質が修復されたことを示している。

このエナメル質の再石灰化現象の際、エナメル質に対して飽和溶液である唾液は非常に重要なはたら

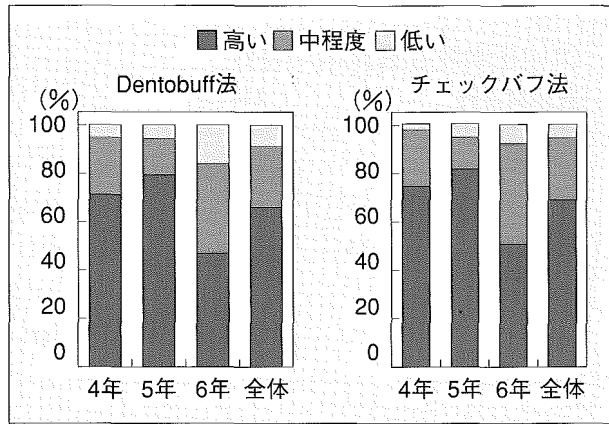


図10 学童（小学校4～6年生）の唾液緩衝能の分布。

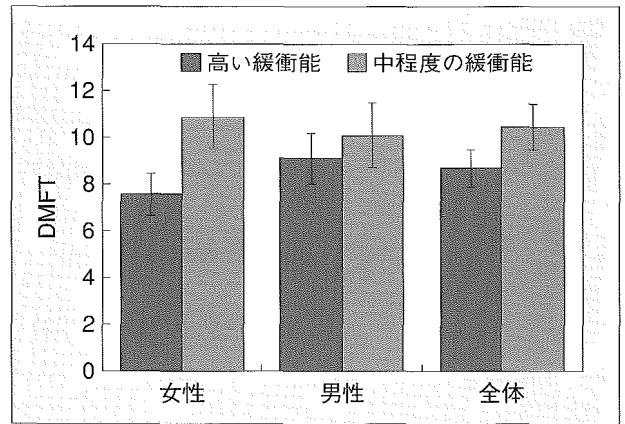


図11 20歳代の唾液緩衝能と永久歯う蝕経験状況。

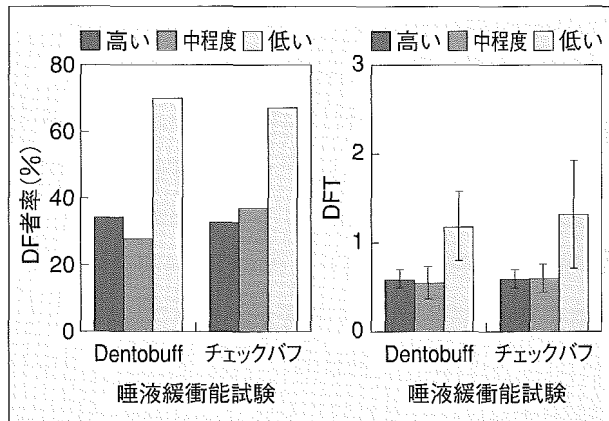


図12 学童（小学校4～6年生）の唾液緩衝能と永久歯う蝕経験状況。

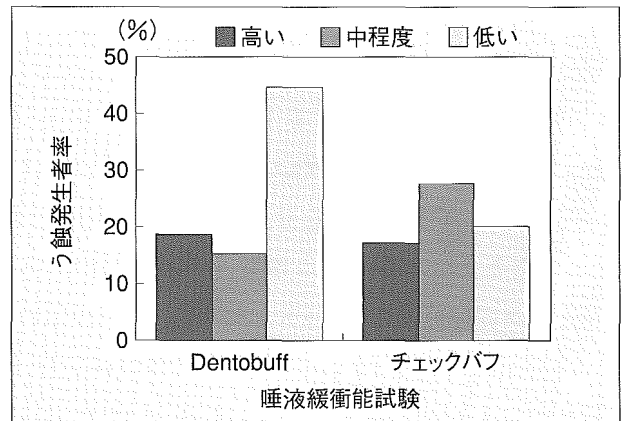


図13 学童（小学校4～6年生）の唾液緩衝能と1年後永久歯う蝕発生者率。

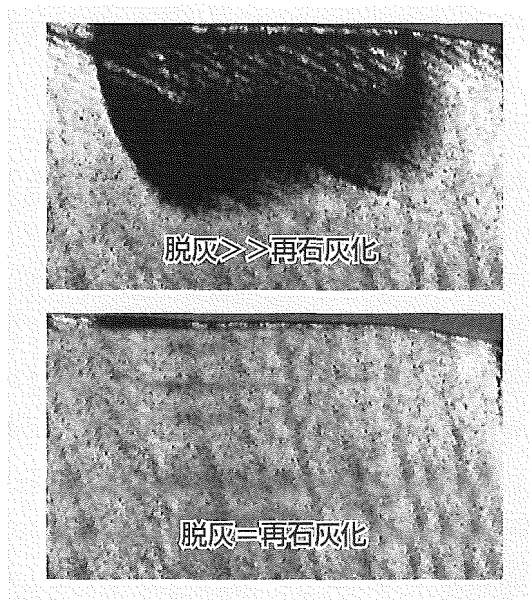


図14 エナメル質表層下脱灰像と再石灰化像。

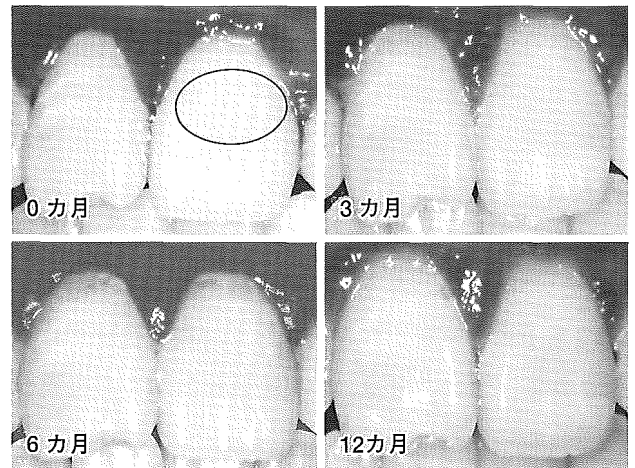


図15 白斑の1年後の再石灰化による消失。

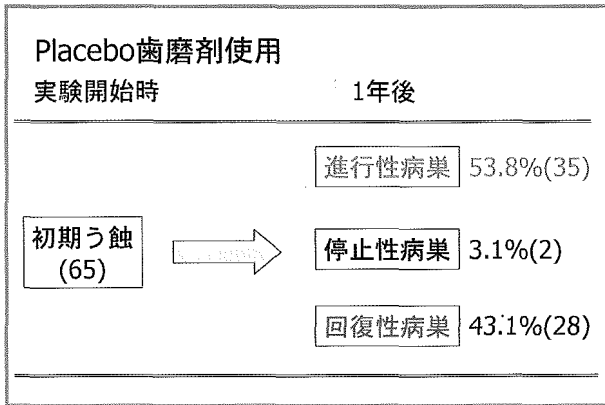


図16 初期う蝕病巣の追跡結果①.

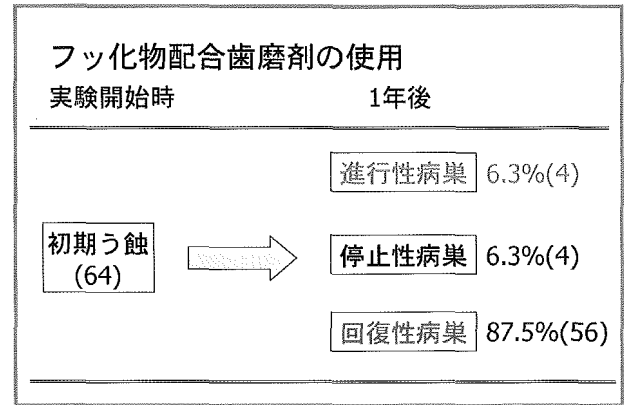


図17 初期う蝕病巣の追跡結果②.

きをする。リン酸カルシウムの結晶体であるエナメル質は、基本的にはハイドロキシアパタイト (Hydroxyapatite, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) から成っているが、アパタイトは多様なリン酸カルシウム塩を呈する。たとえば、第二リン酸カルシウム (DCPD, $\text{Ca}_2\text{H}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、オクタ・リン酸カルシウム (OCP, $\text{Ca}_8\text{H}(\text{PO}_4)_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、 β -第三リン酸カルシウム (TCP, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)、フルオロアパタイト (Fluoroapatite, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) 等である。

再石灰化するということは、脱灰した表層下脱灰が再び石灰化し、上記のようなアパタイト構造に修復されることを意味する。再石灰化した部位には元のエナメル質構造とは異なる成分・構造を有するものが形成され、この新たに再石灰化した構造物は元のものに比べ溶解しにくいとも言われている。再石灰化が起こる条件として、エナメル質を覆う飽和溶液としての唾液の存在が最も重要であり、この外部環境液中にフッ素が存在すると、再石灰化はより促進される。このことは、われわれが行った臨床研究で明らかになってきている。

129名の少なくとも1つの白斑をもつ被検者を、フッ化物配合歯磨剤とフッ化物が配合されていないPlacebo歯磨剤との2群に分け、1年間、これら2群の歯磨剤を使用した後の白斑の動向について調べた研究である。図16に、Placebo歯磨剤群での結果

を示す。総数65の白斑は、1年後に進行性を示したのが53.8%、停止性を示したのが3.1%、回復性を示したのが43.1%であった。フッ素が配合されていない歯磨剤を使用した群では、フッ素が存在しなくても40数%の回復性、すなわち再石灰化が生じており、唾液の再石灰化に及ぼす影響が大きいことがわかる。一方、フッ化物配合歯磨剤群では、87.5%の白斑が回復性を示し、いまさらながらフッ化物の再石灰化促進作用が非常に大きいことが明らかとなった (図17)。日本でも、フッ化物配合歯磨剤の市場占有率がやっと先進国と同様に90%を超える状況を迎えているが、このことが日本のう蝕減少に大きく関わっていることが想像される。

この初期う蝕の臨床研究ができるようになったのは、初期う蝕早期検出機器が開発されてきたことによる。これまで初期う蝕の診断は、視診によって主観的に行われてきたが、最近の初期う蝕検出機器は、客観的かつ定量的に初期う蝕を評価できるようになってきている。現在開発され、臨床的に使用されている初期う蝕検出機器には、①ECM (電気伝導度測定, Electrical Conductance Measurement)、②DIFOTI (Digital Imaging Fiber Optical Transillumination)、③DIAGNOdent (Infra-Red Laser Fluorescence)、④QLF (定量的光誘導蛍光法; Quantitative Light-Induced Fluorescence) などが