

歯科衛生士の う蝕予防管理テキストブック

ーバイブルとして、認定資格取得をめざしてー

日本歯科保存学会認定歯科衛生士審査委員会 編

目 次

序章 本書の概要	1
----------------	---

I 部 知識・教養

1 章 認定歯科衛生士におけるう蝕とう蝕予防管理	5
1. う蝕の定義 /5	
2. う蝕の有病状況 /5	
3. 日本のう蝕の診断（検出）基準と ICDAS/5	
4. う蝕の分類 /6	
5. う蝕の発症因子 /6	
6. 認定歯科衛生士にとってのう蝕予防管理とは？ /6	
7. う蝕予防管理と医療保険制度 /9	
2 章 う蝕の本質と成り立ち（病因論：細菌，食物，宿主）と免疫	13
1. う蝕の病因論 /13	
2. う蝕発症の過程 /17	
3. う蝕に関する免疫 /19	
3 章 う蝕病変（エナメル質 / 象牙質 / セメント質，活動性と非活動性， 根面う蝕）と診断	21
1. う蝕病変 /21	
2. う蝕の診断 /25	
4 章 う蝕の予知（カリエスリスクアセスメント）と唾液の役割と分泌	29
1. 目標 /29	
2. う蝕の定義・発生要因 /31	
3. う蝕の発生過程 /31	
4. ライフスパンでの評価 /34	
5. まとめ /35	
5 章 再石灰化療法とフッ化物応用	36
1. はじめに /36	
2. 初期エナメルう蝕とは /36	
3. フッ化物応用によるセルフケアとは /38	
4. フッ化物応用によるプロフェッショナルケアとは /42	
5. 増加が予想される根面う蝕へのアプローチ /43	
6. その他のフッ化物製剤 /44	
7. 世界のフッ素化合物摂取事情 /44	
6 章 う蝕活動性試験介入か非介入か，フィッシャーシーラントと非侵襲性治療	46
1. う蝕とカリエスリスク /46	
2. う蝕活動性試験 = カリエス・リスク・テスト /46	
3. 初期う蝕に対する切削介入か非介入かの決定 /53	
4. フィッシャーシーラント /55	
5. ART /56	

II 部 計画・実践

7 章 治療計画と歯科衛生士の関わり	61
1. う蝕治療計画 /61	
2. う蝕予防管理の基本的な流れ /66	
3. う蝕治療計画の立案 /66	

8章	初期う蝕病変の検出・モニタリングとオブザベーションワーク	77
	1. 初期う蝕病変 /77	
	2. 初期う蝕病変の検出方法 /77	
	3. 管理計画の立案 /81	
	4. モニタリングとオブザベーションワーク /85	
	5. 症例 /89	
9章	う蝕予防管理における保健指導（含：療養指導）	96
	1. はじめに /96	
	2. う蝕予防管理におけるメンテナンスの意義 /96	
	3. う蝕予防管理における保健指導 /96	
10章	テーラーメイド医療としてのう蝕予防管理	105
	1. う蝕予防管理におけるう蝕リスク評価 /105	
	2. “テーラーメイド”なう蝕予防管理モデル＝個別化う蝕予防プログラム /106	
	3. わが国で用いられている CRA ツール /PCP プログラム /107	
	4. CRA/PCP プログラム活用のポイント /111	
11章	ヘルスプロモーションとしてのう蝕予防管理	116
	1. はじめに /117	
	2. 新しいう蝕予防管理とヘルスプロモーションとの関係？ /117	
	3. ヘルスプロモーションを意識したう蝕予防管理における歯科衛生士の役割は？ /120	
	4. う蝕予防管理をヘルスプロモーションにどのように繋げるか？ /121	
	執筆者一覧	122

本書の概要

本章では、う蝕とう蝕治療の最新の概念を概説するとともに、認定歯科衛生士向けにう蝕予防管理を取り巻く周辺の様子および本書の発刊の意図および本書の読み方・使い方について総論的に説明したいと考えています。

まず初めに、本書の構成と使用方法について簡潔に説明します。序章以下、1～11章の各目次については、日本歯科保存学会と日本歯科衛生士会の幹部が協議の上、摺り合わせを重ねて決定しました。そして、日本歯科保存学会の認定歯科衛生士審査委員会が執筆・編集した上で出版あるいはweb上で公開することも同時に決定されました。

このテキストは、2部制で構成されています。それぞれの委員が執筆した書下ろし原稿を拝読後、構成を変更した経緯があります。

I部（1～6章）は、う蝕予防管理に必要な最小限の知識・教養（座学）を中心に記載しました。

II部（7～11章）は、計画・実践、つまり実際の歯科衛生士業務等を中心の構成としました。7章では、本う蝕予防管理制度で推奨するICCMSTMシステムについて概説しています。

I部：知識・教養

- 1章 認定歯科衛生士におけるう蝕とう蝕予防管理
- 2章 う蝕の本質と成り立ち（病因論：細菌，食物，宿主）と免疫
- 3章 う蝕病変（エナメル質/象牙質/セメント質，活動性と非活動性，根面う蝕）と診断
- 4章 う蝕の予知（カリエスリスクアセスメント）と唾液の役割と分泌
- 5章 再石灰化療法とフッ化物応用
- 6章 う蝕活動性試験介入か非介入か，フィッシャーシーラントと非侵襲性治療

II部：計画・実践

- 7章 治療計画と歯科衛生士の関わり
- 8章 初期う蝕病変の検出・モニタリングとオブザベーションワーク
- 9章 う蝕予防管理における保健指導（含：療養指導）
- 10章 テーラーメイド医療としてのう蝕予防管理
- 11章 ヘルスプロモーションとしてのう蝕予防管理

歯科診療業務でう蝕治療を実践している、あるいは歯学生に教鞭を振るわれている委員の方々にはI部を、日々歯科衛生士としてう蝕予防管理業務に携わっている、あるいは歯科衛生士と教育等を介して対峙されている委員の方々には主にII部を執筆いただきました。よって、I部とII部で若干の内容に重複がありますがご容赦下さい。編集業務にて生原稿を可及的に残したうえ、重複を回避するという作業を行いました。一部は重複を回避できなかった部分が残存しているという理解をお願いします。それぞれの章において関連する枝葉の部分（肉付け）を具体的かつ丁寧に、できるだけ実臨床に則って説明する構成になっています。

序章では、本書の中身の構成と説明について概説しました。

第1章では、現代のう蝕の概念について説明しました。

第2章では、Keyesの3つの輪以来、多因子性疾患であるう蝕の病因論の変遷とそれぞれを構成する因子等についての詳細を概説しました。

第3章では、大きく変貌を遂げた最新の病因論（う蝕のバランス論）、活動性/非活動性の概念、最新のう蝕の診断基準とその概念ならびに根面う蝕について理論的にまとめました。

第4章では、う蝕の予測、すなわちカリエスリスクアセスメントの概念とリスクの説明、およびう蝕に密接にかかわる唾液について論理的に解説しました。

第5章では、初期う蝕病変（エナメル質う蝕）に対し主要な臨床的アプローチとなる再石灰化療法とすべてのフッ化物応用（ブラッシング・洗口・塗布）について整理しました。

第6章では、う蝕活動性試験の方法や、リスクアセスメントを行う際に実施する各診査法とその評価法を概説し、フィッシャーシーラントと非侵襲性修復治療（ART）について記載しました。

第7章では、ICCMシステムの理念/概念を説明するとともに、歯科衛生士が実際に行う治療計画書の作成法と収集すべきデータ等を解説し、う蝕予防管理におけるその役割を示しました。

第8章では、実際に初期う蝕病変を診断・管理する際の診査・観察実務内容、評価の中身や評価法等と、その際の注意点等をわかりやすく説明し、その実際を症例で示しました。

第9章では、実際に保健指導を実施する際の内容・手法等について科学的根拠に基づいて記載し、その重要性を説きました。療養指導という用語は歯科医学大辞典および予防歯科学のテキストにも採用されておらず、本書ではまとめて保健指導という用語に統一しました。

第10章では、実際に使用可能なう蝕リスク評価法の概念・背景と方法について詳しく説明し、個人レベルでのリスクの重み付けの意義と必要性について概説しました。

第11章では、う蝕予防管理を介したヘルスプロモーションの意義と概念について概説し、その中で歯科衛生士が果たす役割についてまとめました。

編集代表 野村由一郎

第 I 部

知識・教養

認定歯科衛生士における う蝕とう蝕予防管理

1. う蝕の定義

多因子性疾患であるう蝕に関わる因子を防御因子とリスク因子の2つに分類し、シーソーのバランスが脱灰優位になった状態がう蝕です。再石灰化に傾かせるような重りを加え、脱灰に傾かせるような重りを取り除くのがう蝕治療となります¹⁾ (詳細は3章22頁図3, 7章61頁図1参照)。

このアンバランスは、個々人の局所環境(口腔状態)や生活習慣(食・歯磨き習慣)によって生じるため、影響を及ぼす因子(リスク因子と防御因子)を改善することによって、その発症率や有病率は制御可能であると考えられます。

2. う蝕の有病状況

近年、乳歯のう蝕は明らかに減少かつ軽症化の傾向を示し、永久歯の一人平均う蝕(むし歯)数も、20歳頃まで減少傾向が認められます。しかし、12歳でう蝕の有病率は50%程度であり、65歳以上の有病率に至っては、この10年増加の一途を辿っています(図1)。

まずは、う蝕の実態を正確に把握する必要があります。

3. 日本のう蝕の診断(検出)基準とICDAS(International Caries Detection and Assessment System)

3章25頁表4に、現在日本の歯科医療で使用されているう蝕の診断基準と、近年国際的に認知されたう蝕の診断基準であるICDASの関係を整理して示しました²⁾。初期う蝕(エナメル質う蝕)の診断がかなり細分化されているのが一目瞭然です。従来のう蝕の診断基準においては、個人のう

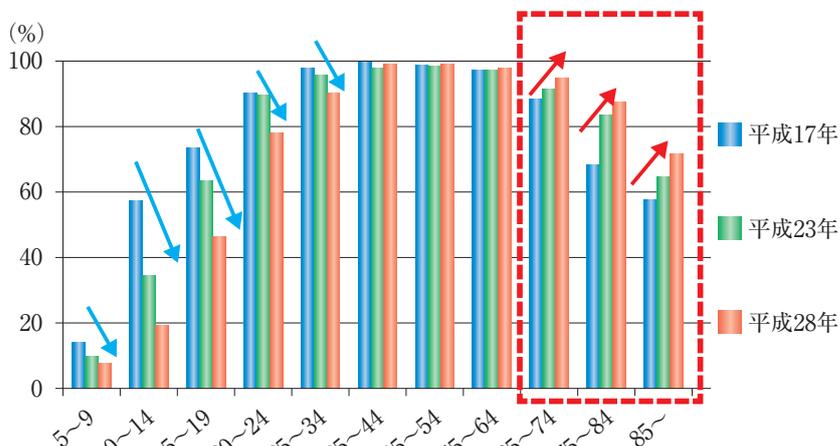


図1 平成28年度の日本のう蝕の有病率

(平成28年厚生労働省歯科疾患実態調査より引用改変)

蝕リスクは考慮されていませんでした³⁾。そこで、う蝕を“検出 Detection”し、その活動性を“評価 Assessment”することで初期う蝕病変（脱灰）が将来進行するのか、あるいは健全な状態に回復（再石灰化）しうるものかを診査・診断し、その結果をう蝕予防とともに健康増進プログラムの実践に活かすのがICDASです。ICDASとその診査法の詳細は、3章、7章、8章を参照下さい。

4. う蝕の分類

第3章と第8章を参照下さい。

5. う蝕の発症因子

多因子性疾患であるう蝕の発症に関わる因子は、いわゆる“Keyesの3つの輪”で説明できます。これに時間因子を加えたモデルもあります（病因論の詳細は、2章、3章を参照下さい）。

宿主因子、微生物（う蝕原生細菌）因子、食物因子がう蝕に関わる因子として整理され、1969年にKeyesは“Keyesの3つの輪”という概念を提示しました⁴⁾。

その後、1978年NewburnはKeyesの3つの輪に時間因子を加えてう蝕をとらえることを提案します。

このように、多因子性の疾患として理解されるう蝕ですが、その発症にはう蝕原生細菌が主要な役割を担っています。そして、生物学的因子を修飾する因子として社会・環境的因子が深く関わっていると理解するべきです⁵⁾。

6. 認定歯科衛生士にとってのう蝕予防管理とは？

1) 今なぜ必要か

日本にう蝕が溢れていた時代（高度成長期or昭和）、【削る】ことがう蝕治療の大部分を占め、一般の人にとっては、【う蝕（むし歯）= Drill & Fill】が代名詞となり、その治療の主人公は紛れもなく歯科医師でした。その後、“う蝕（カリエス）バランス論：う蝕という疾患の本質は脱灰が再石灰化を上回っていることだという概念”が発表され、【う蝕治療=削ること】は偏見として理解され、今ではう蝕には【削るべきう蝕】と【削らなくてよいう蝕】があることは半ば常識となりました。

他方で2000年、FDI（国際歯科連盟）は、う蝕の治療概念としてMinimal Intervention (MI) の概念を提唱し、2002年の総会でMIの原則を採択しました。以来、MIという言葉は、日本でも少しずつ浸透の兆しがみえます。そのため、認定歯科衛生士には、“今”こそ、う蝕予防管理の概念が必要です。MIの詳細は、7章で詳しく説明します。

これらを達成するために必要なこと、必要なものは何かを考えてみましょう。この原則はう蝕を単に小さく削ることを推奨するものではないことに気づかれますでしょうか？削る量を少なくすることは一項目に過ぎません。う蝕病変が発生しにくい、口腔環境とそれを導く習慣に変えることが重要視されています。まず【削る】ありきではなく、患者のう蝕経験や生活習慣・環境など影響を及ぼしているリスク因子を詳しく分析すること、口腔の検査・診断と患者個人を総合評価することで、再石灰化の促進や最小限の介入を適切に選択することに重点が置かれています。これらを実践するには、時系列での観察が必要かつ不可欠です⁶⁾。ここまででう蝕の予防管理と、それを専門的に

扱う歯科衛生士の必要性を多くの歯科衛生士の方にご理解いただけたでしょう。

2) 目的

この認定制度の誕生は、日本の新しいカリオロジーの幕開けを予感させるできごとです。

他方で、どうでしょうか。この幕開けの主役となるべき歯科衛生士の資質は確立されているでしょうか。そこでわれわれは、日本歯科衛生士会（武井典子理事長）のご協力を得て、主役である歯科衛生士の育成とレベルアップを恒常的に図っていくことを目的として、う蝕予防管理の認定歯科衛生士制度を設立しました。

健康長寿が唱えられ、日本歯科衛生学会の11回学術大会では、「口からはじまる健康長寿—多職種連携で支えよう—」をメインテーマに開催されました。人生100年時代はすぐそこまで来ていますが、歯の保存を図り、口腔機能の保持増進を目指し、国民のQOLの向上に寄与する、あるいは国民の口腔の健康管理に関わる方々を十分にサポートする準備は万全でしょうか？

日本歯科保存学会は、う蝕治療ガイドラインを作成して歯科界に限らず国民に向けてわかりやすいう蝕の予防法・治療法の手引きを示すとともに、保存治療認定医／専門医制度を設け、国民に受け入れられる歯の保存治療（特にう蝕の予防・治療）の制度・体制作りに励んできました。この度、歯科衛生士会と手を組み、う蝕予防管理の認定歯科衛生士制度を設けたこともその一環です。

背景は、保存学会と、歯科医師が歯科衛生士をより良いう蝕治療を行う際の最善のパートナーとして認めたことです。う蝕の治療および予防管理のための総合的な能力を有し（表1）、う蝕治療の改善および向上を図るとともに、国民の口腔保健から全身の健康の保持・増進に貢献する歯科衛生士を認定することになっています。

3) う蝕に関する保健（予防管理）の推進に関する背景と基本的事項

2018年に、The Alliance for a Cavity-Free Future Japan Chapter（ACFF: う窩のない未来へのアライアンス（同盟）日本支部）が発足し、ACFFのグローバル・ゴール（表2）への歩みが日本支部にも課せられることとなりました。グローバル・ゴールの策定根拠は世界的な罹患歯数と、有病率をみれば納得いただけるでしょう（表3）⁷⁾。保健指導の詳細は9章を参照下さい。永久歯の未処置う蝕の罹患患者数は24億人を超過しており、有病率は他の疾患を大きく引き離して世界的に1位で、35.3%になります。三人に一人は、う蝕を放置して生活しており、世界的にも由々しき問題となっ

表1 認定歯科衛生士に必要な能力

- ・う蝕について、日々更新された広くて深い知識を有している。
- ・う蝕治療およびう蝕予防管理を行うための優れた技能と専門的知識を有している。
- ・患者の口腔の管理および健康状態を長期間にわたり保持・増進できる能力を有している。
- ・将来的にも積極的にう蝕、う蝕治療ならびにう蝕予防管理に取り組もうとするモチベーションを有している。

表2 う窩のない未来への同盟（ACFF）の世界的目標

- ゴール1：2026年以降に生まれるすべての子どもが生涯にわたってキャビティフリーでいられますように。
- ゴール2：支部会の立ち上げから3年以内に、その地域の歯科学校と歯科医師会の90%が、むし歯の予防と管理を改善するために、「続発するむし歯」に対する「新規」アプローチの背後にある概念を受け入れましょう。
- ゴール3：ACFFとその支部会は、様々な組織と協力して、口腔および全身の健康の両者の関係から、国内および国全体のう蝕の不平等を削減できますように。
- ゴール4：2020年までに、う窩のない未来のための同盟の「支部会」メンバーは、統合された包括的かつ地域的に適切なむし歯予防および管理システムと発展的なモニタリング手法を開発しましょう。

表3 各局在疾患の世界的罹患者数と有病率

順位	疾患名	罹患者数 (千人)	有病率 (%)
1	永久歯の未処置う蝕	2,431,636	35.3
2	緊張性頭痛	1,431,067	20.8
3	偏頭痛	1,012,944	14.7
4	真菌性ヒフ疾患	985,457	14.3
5	その他のヒフ疾患	803,597	11.7
6	重度歯周炎	743,187	10.8
7	中程度の難聴	724,689	10.5
8	尋常性疥瘡	646,488	9.4
9	腰痛	632,045	9.2
10	乳歯の未処置う蝕	621,507	9.0

(Marcenes W et al, J Dent Res 92: 592-597, 2013. 引用改変)

表4 う蝕関連の保健（予防管理）の推進に関する基本的事項

時期	具体的指標	策定時の現状 (%)	目標 (%)
乳幼児期	3歳児でう蝕のない子どもの増加	77.1	90.0
	3歳児でう蝕のない子どもが80%以上である 都道府県の増加	6県	23県
学 齡 期	12歳児でう蝕のない子どもの増加	54.6	65.0
	12歳児の一人平均う歯数が1.0未満である 都道府県の増加	7県	28県
成 人 期	40歳で未処置う蝕を有する者の減少	40.3	10.0
高 齢 期	60歳で未処置う蝕を有する者の減少	37.6	10.0
全 時 期	過去1年間に歯科検診を受診した者の増加	34.1	65.0

(厚生労働省 歯科口腔保健の推進に関する法律の概要 抜粋：2011. 8/10 発布・施行)

ています。

また、ACFFは、2026年以降に生まれる子どもは、生涯にわたりキャビティーフリーであることを第1目標に掲げています（表2）。日本の現状に立ち返ってみましょう。8020達成者が50%を始めて突破したものの（平成28年度歯科疾患実態調査，厚労省），う蝕の推計患者数は平成8年から平成26年で減少しましたが，65歳以上のみを切り離すと，2倍以上に増加しています（中医協資料：H29.05.31）。

他方で，12歳児のう蝕のない子どもの割合は，口腔保健関連法案施行時（2011，8/10）54.6%程度で，一人平均う歯数が1.0未満である都道府県は7県に留まっていたましたが，目標値（2022年まで）ではそれぞれ，65.0%と28県と厳しい目標が設定されています（表4）⁸⁾。特にこの法案で注目すべきは，過去1年間に歯科検診を受診した者の増加が，具体的指標に導入されている点です。それも施行時34.1%であったものを65.0%にする目標が掲げられています。歯周病の認定歯科衛生士制度（日本歯周病学会）が2005年発足し，現在1,000名を超える認定歯科衛生士が誕生し，管理型の歯周病治療もすでに確立されたと考える節もあるかもしれません。ところが，実際には年に1度の歯科検診を受診している者ですら3名に1名弱しかないというわが国の歯科事情が存在します。このような背景のもと，歯周病と並び歯科の2大疾患のひとつであるう蝕の予防管理を専門的に扱える歯科衛生士の育成は急務であり，喫緊の課題です。ACFFの世界目標の達成どころか，国内の緩い目標達成ですら危ない状況にあることを肝に銘じていただきたいと思います。



図2 日本生活習慣病予防協会認定の生活習慣病

(引用：日本生活習慣病予防協会)

全く視点を変えて、う蝕の予防管理について探ってみましょう。1997年の厚生労働省公衆衛生審議会では、成人病から生活習慣病への改名に際して、糖尿病、循環器疾患、肥満、高脂血症、高尿酸血症、大腸がんとともに、う蝕と歯周病は生活習慣との相関が高い疾患として認知されていました。しかしその後の国策において、う蝕は生活習慣病としての地位は低下し、認知はされているものの、7大生活習慣病からも除外され、日本成人病予防協会が認定している14疾患と肩を並べるに留まります(図2)⁹⁾。

なぜ、このように軽んじられることになったのでしょうか。単に死因に影響する疾患でないからでしょうか。私はノーだと考えています。われわれに問題はなかったのでしょうか。前述の、う蝕予防管理の必要性のセクションをご覧ください。う蝕以外のすべての疾患では、すでに疾病の予防・管理型の医療システムが確立し実施されています。もう一度こう問いかけたいです。『いつまで Drill & Fill を続けるのでしょうか?』

めざすべき方向は決まっています。このテキストが、コデンタルスタッフとしてより多くの優秀なう蝕予防管理の認定歯科衛生士の誕生・育成のための、最適書となることを祈願しています。

7. う蝕予防管理と医療保険制度

『エナメル質初期う蝕』に関する基本的な考え方(以下本文、図表は文献¹⁰⁾より引用抜粋)。

治癒(自己再生)が期待できるう蝕と、治癒が望めないう蝕とは異なるものであり、削るべきう蝕と、削らなくてよいう蝕があることは前述しました。エナメル質初期う蝕を早期に発見し、再石灰化によるう蝕の重症化予防、歯の喪失リスク低減を図るため、エナメル質初期う蝕に対する診断と管理を適切に行う必要があるため、基本的な考え方を明示することにしました。

1) エナメル質初期う蝕の特徴

疾患名：エナメル質初期う蝕

病態：エナメル質表面に局限したう窩を形成しない脱灰病変

症状：視診にてエナメル質表面に粗造感のある白斑が認められる。患者には疼痛等の自覚症状はない。

診断名：ICDAS：コード1, 2, 3

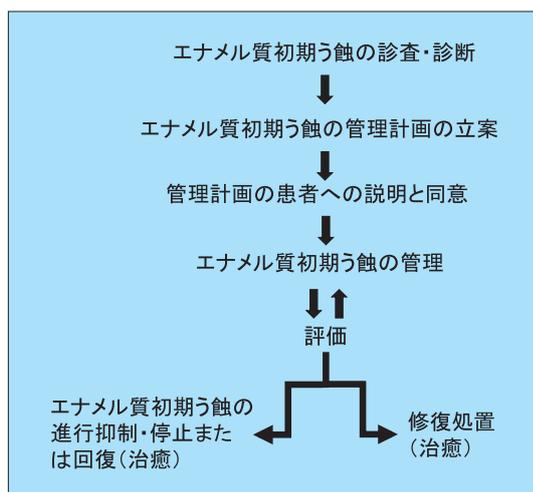


図3 エナメル質初期う蝕の診断と管理の概要

2) エナメル質初期う蝕の診断

(1) 診断方法：エナメル質表面の唇・頬・舌・口蓋側および隣接面を歯ブラシと補助清掃器具で清掃した後、エアードライヤーで5秒間以上乾燥を行い、十分な照明下にて視診を行います。そして、エナメル質初期う蝕が疑われた場合、当該部位に過度な負荷をかけないように注意しながら、必要に応じて機械的歯面清掃処置（以下PMTC: Professional Mechanical Tooth Cleaning）を行い、再乾燥後十分な照明下で目視により診断を行います。

(2) 口内法エックス線検査：直視が困難な部位の確定診断を行うには、必要に応じて口内法エックス線検査を行います。標準型あるいは咬翼法（バイトウイング法）によるエックス線検査は、エナメル質初期う蝕の診断に有効です。

3) エナメル質初期う蝕の管理の概要

図3にエナメル質初期う蝕の診断と管理の概要を示しました。エナメル質初期う蝕の管理は、フッ化物の応用によりその進行を停止させ、さらに再石灰化により病変を改善することが目的です。う蝕を再石灰化させるために最も重要なことは、できるだけ早期にう蝕を検出することです。他方で、患者個人のう蝕リスクを管理するために最も重要なことは、歯科衛生士（あるいは歯科医師）と患者が協働することです。なお、管理の対象は、エナメル質初期う蝕を有する患者であり、年齢は問いません。

4) エナメル質初期う蝕の管理の方法

図4にエナメル質初期う蝕の診断と管理の基本的流れを示しました。

(1) 管理計画の立案：確定診断されたエナメル質初期う蝕および患者の生活習慣を踏まえ、予後を考慮した上で、必要な管理内容および治療期間等を検討し、最も適した治療計画を立案します。

(2) エナメル質初期う蝕の管理を行うための動機付け：エナメル質初期う蝕に関する正しい知識を患者に提供し、管理内容および治療期間等について理解と同意を得ることが患者の動機付けには重要です。

(3) デンタルバイオフィルムのコントロール：エナメル質初期う蝕の管理にはバイオフィルムのコントロールを行うことが必須です。セルフケアとしてのブラッシングは、エナメル質の再石灰化の促進に有効です。必要に応じてフッ化物洗口も併用します。

(4) PMTC：エナメル質初期う蝕において、診断、評価やフッ化物塗布を行う際は、当該部位

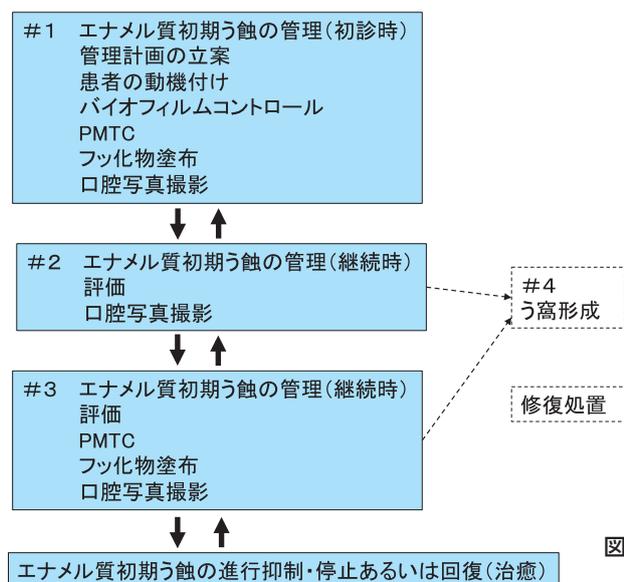


図4 エナメル質初期う蝕の診断と管理のフローチャート

に過剰な負担をかけないように注意しながらPMTCを行います。

(5) エナメル質初期う蝕へのフッ化物塗布：エナメル質初期う蝕において、脱灰の進行抑制・停止、あるいは回復を図るためには、定期的なフッ化物塗布が必須です。歯面塗布剤には、2%フッ化ナトリウム溶液を用い綿球などによる歯面塗布およびトレイ法等を適法に従って行います（3DS：詳細は5章42頁を参照下さい）。フッ化物塗布の間隔は、概ね3カ月毎に行います。なお必要に応じて、塗布間隔は調整します。

(6) 口腔写真撮影：口腔写真撮影は、写真画像を用いて患者に説明を行い患者の理解度やモチベーションを向上させるのに効果的です。また、エナメル質初期う蝕を記録して経時的な変化を確認するためには十分な乾燥下で、可及的に同一条件で撮影を行う必要があります。

(7) エナメル質初期う蝕の評価：歯面を乾燥後、視診で『白斑の滑沢化』や『白斑の縮小』が認められ、脱灰の進行抑制・停止、あるいは回復が認められた場合、治癒と判断します。治癒傾向が認められた場合でも、う蝕リスクが高いと判断される場合は、必要に応じて継続的な管理を行います。

5) エナメル質初期う蝕の管理における医療保険制度

う蝕の重症化予防、すなわちエナメル質初期う蝕予防に関連し、医療保険制度上で記載された管理料、管理加算、処置料等について概説しておきます。う蝕予防管理関連の保険点数は、う蝕の完治治療の実績があまりにも乏しく、これらの2～3項目に留まりますが、平成30年にこれらが保険収載されたことから推察しても、実績次第で拡大されていくものと予測されます。

(1) エナメル質初期う蝕管理加算：かかりつけ歯科医機能強化型診療所[※]において、エナメル質初期う蝕に対して、管理および療養上必要な指導等を行い、その内容について説明を行った場合が、算定要件です。

エナメル質に局限した表面が粗造な白濁等の脱灰病変の治癒、または重症化予防を目的として実施する指導管理等を評価するものです。当該加算は、患者の同意を得て管理等の内容について説明を行っ

※：歯科疾患の管理が必要な患者に対し、定期的かつ継続的な口腔の管理を行う歯科診療所であり、別に厚生労働大臣が定める設置基準に適合したものとして、地方厚生局長等に届け出たものをいいます。

た上で、エナメル質初期う蝕に対して、フッ化物塗布および口腔カラー写真の撮影を行った場合に算定します。必要に応じて、バイオフィルムのコントロール、PMTTC、フッ化物洗口の指導を行います。

(2) フッ化物歯面塗布処置：1. う蝕多発傾向者の場合、2. 在宅療養患者の場合、3. エナメル質初期う蝕に罹患している患者の場合。3については歯科疾患管理料（注釈に規定するエナメル質初期う蝕管理加算を算定した場合を除く）を算定したエナメル質初期う蝕に罹患している患者に対して、主治医の歯科医師あるいはその指示を受けた歯科衛生士がフッ化物歯面塗布を行った場合に月1回を限度として算定します。ただし、2回目以降のフッ化物塗布の算定は、前回実施月の翌月の初日から起算して2カ月を経過した日以降に行った場合に限り、月1回を限度として算定します。

野村由一郎（新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野 教授）

文 献

- 1) Featherstone JD. et al. : The caries balance: contributing factors and early detection., J Calif Dent Assoc, 31 : 129~133, 2003.
- 2) 桃井保子, 清水明彦, 林美加子, 他 : う蝕治療ガイドライン第2版 (日本歯科保存学会編), 11~40, 永末書店, 京都, 2015.
- 3) 千田 彰, 宮崎真至, 林美加子, 他 : 保存修復学, 14~37, 医歯薬出版, 東京, 2019.
- 4) Keyes PH : Present and future measures for dental caries control Author links open overlay panel, JADA, 39 : 1395~1404, 1969.
- 5) Fejerskov O : Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease, Community Dent Oral Epidemiol, 25 : 5~12 1997.
- 6) 今里 聡 監修, 林美加子, 伊藤 中 編集 : 削るむし歯と削らないむし歯, 3, クインテッセンス出版, 東京, 2013.
- 7) Marcenes W, et al. : Global Burden of Oral Conditions in 1990-2010 : A Systematic Analysis, J Dent Res, 92 : 592~597, 2013.
- 8) 歯科口腔保健の推進に関する法律の概要, 厚生労働省, 2011.
- 9) http://www.japa.org/?page_id=3564 [2020. 0802 閲覧] * 現在このページは削除
- 10) 歯科点数表の解釈第48版, 923~925, 社会保険研究所, 東京, 2020.

う蝕の本質と成り立ち (病因論：細菌，食物，宿主)と免疫

う蝕 (dental caries) とは、口腔内細菌が発酵過程で発酵性炭水化物からつくった酸によって、歯質が脱灰されて起こる歯の実質欠損です¹⁾。最新の永久歯の抜歯原因調査によりますと、日本人が歯を失う原因は、約3割がう蝕で、約4割が歯周病でした²⁾。う蝕と歯周病はともにデンタルバイオフィルム (DB) が原因で発症する生活習慣病と考えられており、全身の健康にも悪影響を及ぼします。この章では、う蝕の病因論、う蝕発症の過程、う蝕に関連する免疫について説明します。

1. う蝕の病因論

う蝕は、様々な要因が影響する多因子疾患です。う蝕のリスクファクターは、う蝕を発生または進行させてしまう危険性をさし、飲食、口腔清掃状態、う蝕原性細菌数および唾液量などの要因が知られています。

Keyesは1960年に、発症に関わる因子を細菌、食物 (食物中の糖分)、宿主の3つに整理しました。3つの因子の条件が揃ったときにう蝕が発症するとしましたが、これは「Keyesの3つの輪」として有名です³⁾。その後、NewburnはKeyesの3つの輪に時間因子を加えてう蝕をとらえることを提案しました (図1)⁴⁾。う蝕の病因論についてこの章では、1) 細菌、2) 食物、3) 宿主、4) 時間との関連に分けて解説します。

さらに進化したう蝕の概念として、Fejerskovは、間接的要因として社会経済的環境・保健行動と、直接的要因である口腔のリスク因子、さらに、前述したバランス論の経過時間の長さがう蝕の発症因子であることを示しました (図2)⁵⁾。

さらに、う蝕の病因論については、1994年にMarshが、新たな病因論として生態学的プラーク仮説を提唱しました⁶⁾。このプロセスは双方向であり、低う蝕リスクの細菌叢から高う蝕リスクの細菌叢へ、または逆方向への生態学的変化を伴います。食事によりバイオフィルムの環境が、低いpHへ変化すると歯質の脱灰が促進され、う蝕が進行します。逆にpHが低くなるのを抑制すれば、歯質の石灰化につながり、う蝕は停止あるいは治癒します。したがって、う蝕プロセスは動的であ

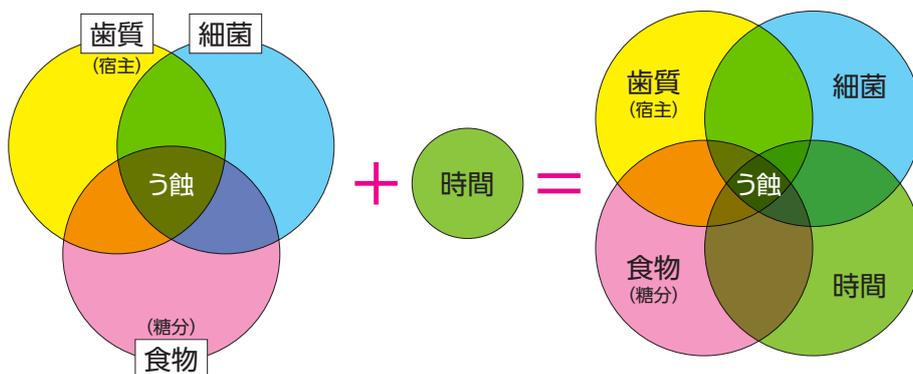
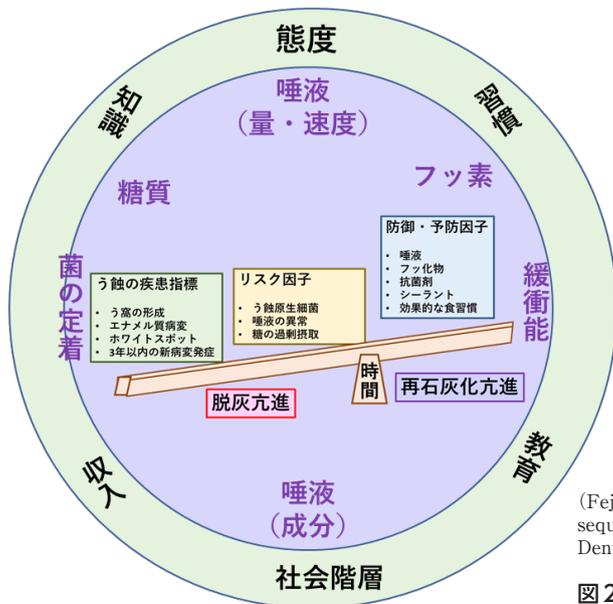
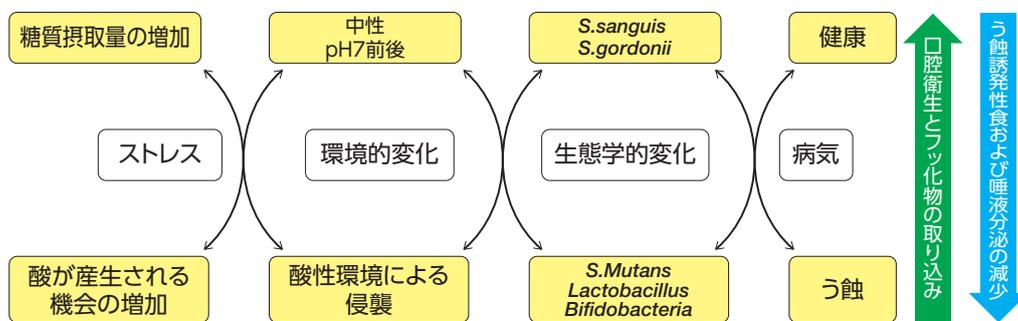


図1 Keyesによる3つの輪と Newburnのう蝕発症モデル^{3,4)}



(Fejerskov O: Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease., *Community Dent Oral Epidemiol*, 25 : 5~12 1997. より引用改変)

図2 Fejerskovのう蝕の発症概念図⁵⁾



(Pitts NB, et al. : Dental caries, *Nat Rev Dis Primers*, 25 (3) : 17030, 2017. より引用改変)

図3 Pittsらの生態学的プラーク仮説の模式図⁷⁾

るとしました。

その後、Pittsらは、この生態学的プラーク仮説をより臨床に直結するように模式化し、う蝕プロセスに関与する要因である「食事」、「pH」、「細菌」、「防御因子」、「危険因子」の相関を示しています(図3)⁷⁾。

1) 細菌

細菌は、う蝕の発生における病原因子です。無菌状態で育てられた実験動物では、う蝕を生じません。ヒトには約700種の常在菌があり、口腔内には培養法で分離・同定が可能な細菌は300～400種ほどが存在するとされています。このうち、う蝕を生じる細菌をう蝕原性微生物(cariogenic microorganism)と呼びます。コッホの3原則を満たすう蝕原生細菌は、*Streptococcus mutans*のみです。う蝕の関連細菌種は、おもにミュータンスレンサ球菌と乳酸桿菌があげられることが多いですが、その他にも、酸を産生する多くの菌種がう蝕に関連しています(表1)。

ミュータンスレンサ球菌は通性嫌気性のグラム陽性菌であり、ヒトではその中でも*Streptococcus mutans*と*Streptococcus sobrinus*が主要なう蝕発症の原因菌となります。ミュータンスレンサ球菌は、新生児の口腔内からは検出されませんが、乳歯の萌出後に主に養育者から感染します⁵⁾。ミュータンスレンサ球菌には、う蝕を発症させる幾つかの要因が備わっています。まず表層に高分子蛋白抗

原 (SPA : Surface protein antigen) を有していて、これにより歯面への強い付着が生じます。次に、グルコシルトランスフェラーゼ (Glucosyltransferases : GTFs) によってショ糖から水不溶性グルカンを生成し、さらにグルカン結合タンパク (Glucan binding proteins : Gbps) によって菌体とグルカンとの結合が可能です。不溶性グルカン内では、ミュータンスレンサ球菌が代謝した酸の蓄積によって歯質の脱灰が進みますが、菌体は自らが出す強い酸の中でも生存が可能です。

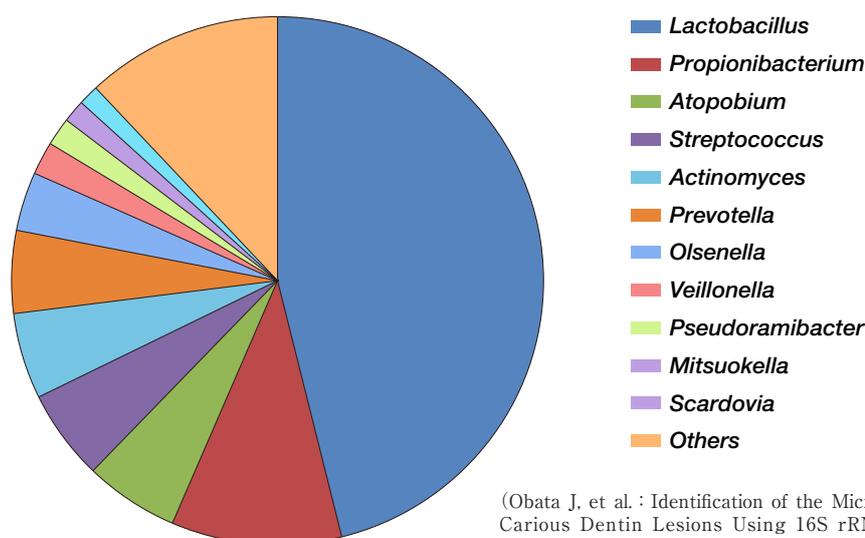
乳酸桿菌 (*Lactobacillus*) は、ミュータンスレンサ球菌と同様に通性嫌気性のグラム陽性菌ですが、歯面への定着性が低いため平滑面う蝕は生じにくいです。しかし、乳酸桿菌はう蝕の拡大や2次う蝕に強く関与していると考えられており、う窩や軟化象牙質などから検出されています。さらに、う蝕象牙質の中には様々な種類の菌が存在し、培養によって同定されたり、遺伝子レベルで同定されたりしています (図4)⁸⁾。

う蝕には歯冠部にできる歯冠部う蝕と、歯根面にできる根面う蝕とがあります。根面う蝕を生じる細菌は、かつてはアクチノマイセス (*Actinomyces*) であるといわれていました。しかし現在は、ミュータンスレンサ球菌と乳酸桿菌の関与がより強いと考えられています。

これまでに重度の小児う蝕患者からは、ビフィドバクテリウム菌 (*Bifidobacterium*) が特徴的に検出されることが報告されています⁹⁾。反対に、う蝕抑制に関わると考えられる口腔常在菌も多数存在します。口腔常在菌によるう蝕抑制のメカニズムとしては、う蝕の原因菌の増殖を抑制したり、アンモニアの産生により酸を中和させることが報告されています。プロバイオティクスとは、「細菌叢のバランスを改善することによって宿主の健康に好影響を与える生きた微生物」(腸内細菌学会：用語集) ですが、う蝕予防に関してもいくつかの菌種によるプロバイオティクスが試みられて

表1 う蝕の原因となる主な細菌

<ul style="list-style-type: none"> ・ミュータンスレンサ球菌群 <i>Streptococcus mutans, Streptococcus sobrinus</i> ・グラム陽性桿菌群 <i>Lactobacillus, Actinomyces, Bifidobacterium</i> など ・その他の酸を産生する菌群



(Obata J, et al. : Identification of the Microbiota in Carious Dentin Lesions Using 16S rRNA Gene Sequencing, PLOS ONE, 9 : e103712, 2014より引用)

図4 日本人におけるう蝕細菌の遺伝子解析⁸⁾
う蝕部位から最も多く検出されたのは乳酸桿菌で、*Propionibacterium, Atopobium, Streptococcus, Actinomyces*などが続いた

います。

2) 食物（食物中の発酵性炭水化物）

う蝕の発症において、食物とくに食物中の発酵性炭水化物は環境要因と定義されています。発酵性炭水化物とは炭水化物のうち糖類とデンプンです。糖の構成により、単糖類、単糖が2つつながった二糖類、数個から10個つながったオリゴ糖、多数つながった多糖類などがあります。多くの発酵性炭水化物が口腔内細菌によって代謝されて酸を生じますが、この中で最もう蝕を生じやすいのはショ糖（sucrose、砂糖）です。ショ糖はブドウ糖（glucose）と果糖（fructose）からなる二糖類で、ショ糖の摂取量と摂取頻度がう蝕の発症と強く関連します（図5）。

発酵性炭水化物は、細菌のエネルギー源として使われるのみならず、細菌の出す酵素により菌体外多糖が生成されます。ブドウ糖からは、グルコシルトランスフェラーゼ（GTF）によってグルカン（Glucan）が、果糖からはフルクトシルトランスフェラーゼ（FTF）によってフルクタン（Fluctan）が作られます。とくに粘着性で不溶性のグルカンは、細菌の歯面への定着と維持に有利にはたらきます。

摂取する食物に関しては、その性状がう蝕の発症と進行に関与します。糖分が少なく食物繊維を多く含む食物は、歯面に停滞したバイオフィルムを物理的に剥離させる作用があり、これを食物による自浄作用と呼びます。

3) 宿主

宿主要因としては、歯の形態や歯列の状態、歯質の耐酸性、萌出してから時間、唾液の量と唾液の性状などが関係します。

エナメル質の石灰化度は、歯質の耐酸性に影響を与えます。萌出したての歯は石灰度が低く、う蝕になりやすいです。また、エナメル質の表面は日々刻々と、分子レベルでの脱灰と再石灰化を繰り返していて、フッ化物は再石灰化の際にフルオロapatiteを生成し、より耐酸性の高い歯質に変わります。

健康な成人の唾液量は1日当たり、1,000～1,500mLといわれています。唾液の分泌量が減少すると、う蝕が発症しやすくなります。これは唾液が酸を中和する緩衝能を有するためです。したがって、口腔乾燥症の人はいわゆるう蝕発症と進行のリスクが高いのです。また睡眠中には唾液量が減少するので、夜間はう蝕が進行しやすくなります。唾液による緩衝作用は主に唾液中の重炭酸イオンが担いますが、唾液成分の違いにより酸への緩衝能には個人差があります。唾液についての詳細は4章30頁を参照下さい。

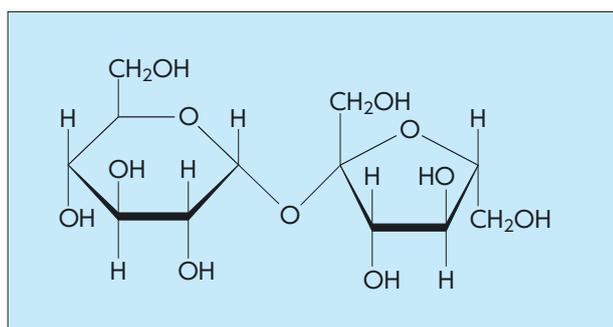


図5 ショ糖の化学構造式
ブドウ糖と果糖からなる二糖類

4) 時間との関連

バイオフィルムを形成するう蝕原性微生物は歯面定着後、発酵性炭水化物を摂取し有機酸を産出することによりバイオフィルム内のpHが低下します(図6)。このpH低下によって、歯の硬組織からカルシウムやリン酸が失われて実質欠損が生じます。

酸によって歯質が溶け始めるpHを臨界pHと呼びます。エナメル質の臨界pHは5.5であり、根面と象牙質の臨界pHは6.3です。歯の石灰化度によって臨界pHは異なりますが、崩出した歯の歯や乳歯ではより脱灰しやすいです。

図7にStephanが示したショ糖を投与後のバイオフィルム中のpHを示します¹⁰⁾。唾液にはpHの緩衝能があるので、臨界pHを上回った時には、唾液中のCaを取り込んで歯質の再石灰化プロセスが開始されます。発酵性炭水化物を含む飲食物を、ただただと時間をかけて摂取すると、長時間にわたって歯が臨界pHを下回り、う蝕の発症につながります。

2. う蝕発症の過程

う蝕の成り立ちの初期段階においては、ミュータンスレンサ球菌が他の菌種に比べて圧倒的に高い機能を有しています。ミュータンスレンサ球菌によるう蝕発症の過程を経時的に説明します。

1) 細菌のエナメル質表面のペリクル上への初期付着

エナメル質表面は、唾液由来の糖タンパクなどの成分が吸着して変性し、厚さ0.3~1 μ mのペリクルという皮膜で覆われます。研磨された永久歯の表面の場合、約90分でペリクルは一定の厚さに達します。初期のバイオフィルムはこのペリクルの上に形成されます。ミュータンスレンサ球菌はう蝕発症の初期において、菌体表面の高分子タンパク抗原(SPA: Surface protein antigen)

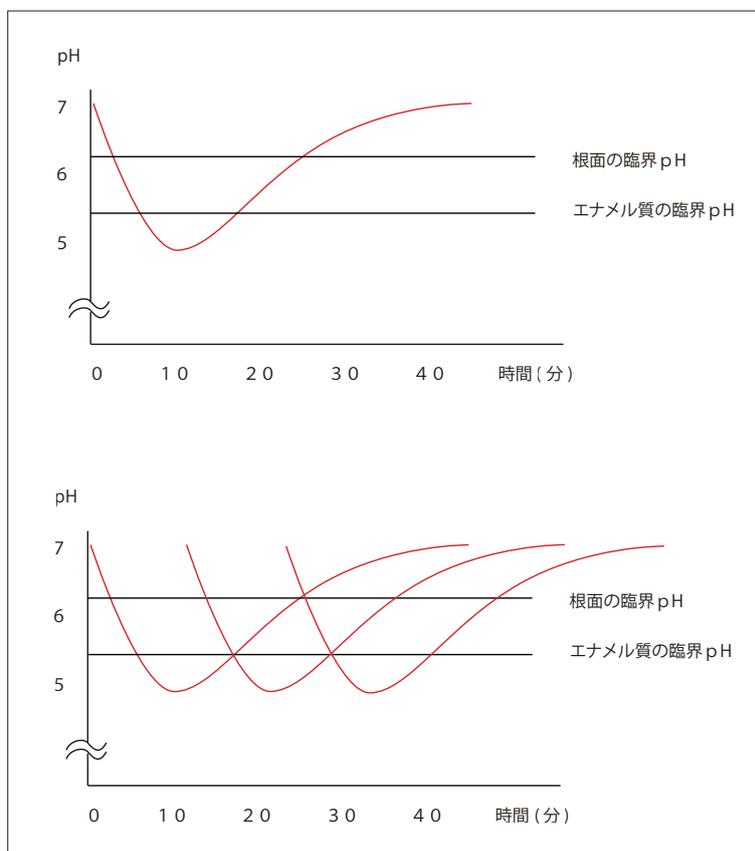


図6 ショ糖を摂取後のバイオフィルム中のpHの変化 (Stephanのカーブ改変) 単回(上)と複数回(下)のショ糖摂取(食事)後の状態

が歯表面のペリクルへの付着因子として働きます。高分子タンパク抗原では、*S. mutans* の出すPAcと*S. sobrinus*の出すPAgがよく知られています（図7）。

2) グルカンの生成による菌の定着

ミュータンスレンサ球菌においては、菌体外に放出された酵素グルコシルトランスフェラーゼ（GTF）によって、ショ糖がブドウ糖と果糖に分解されます。果糖は主にエネルギー源として利用され、ブドウ糖からはグルコシルトランスフェラーゼによってブドウ糖が多数つながったグルカン（Glucan）が生成されます。ミュータンスレンサ球菌によってショ糖から作られるグルカンは粘着性の物質で、グルコシルトランスフェラーゼの種類によって α -1, 6結合からなる水溶性のグルカンと、 α -1, 3結合からなる非水溶性のグルカンです。 α -1, 3結合が多いと非水溶性が高まり、 α -1, 6結合が多いと水溶性が高まります。不溶性グルカンは粘着性があるので、歯の表面へのミュータンスレンサ球菌の付着と定着、バイオフィーム形成にきわめて重要な役割を果たします（図8）¹¹⁾。さらに、ミュータンスレンサ球菌のグルカンへの付着は、菌体表面に存在するグルカン結合タンパク（Glucan binding protein : Gbp）が担っています。

グルコーストランスフェラーゼが、ショ糖を基質として不溶性グルカンが生成し、菌体はより安定してプラーク中に存在できるようになります。菌体表面のグルカン結合タンパクは、歯面への菌の堆積に関与しています。

3) 細菌の定着、酸の蓄積と脱灰

不溶性グルカンの中では、ミュータンスレンサ球菌のみならず、好気性菌から嫌気性菌まで多くの菌種が共生する環境ができあがります。菌種の増加に伴って菌体外多糖の種類と量も増え、異なる菌間での共生や抑制がみられます。

バイオフィームとは、「物質の表面に付着した菌体自身が産生した多糖体を主成分とする菌体外

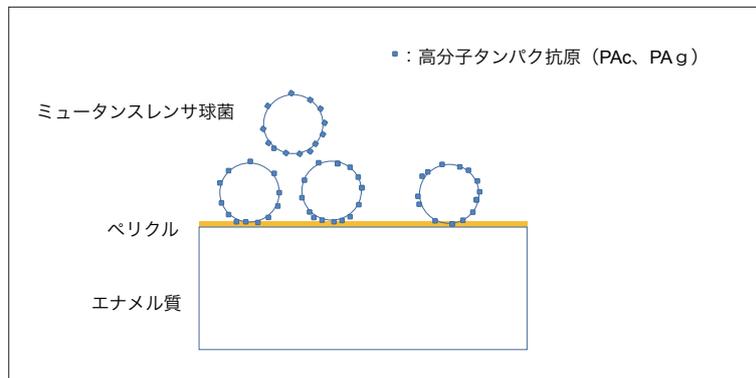


図7 ペリクル上へのミュータンスレンサ球菌の初期付着ミュータンスレンサ球菌上に発現した高分子タンパク抗原PAC、PAgが、エナメル質表面のペリクルに付着する。

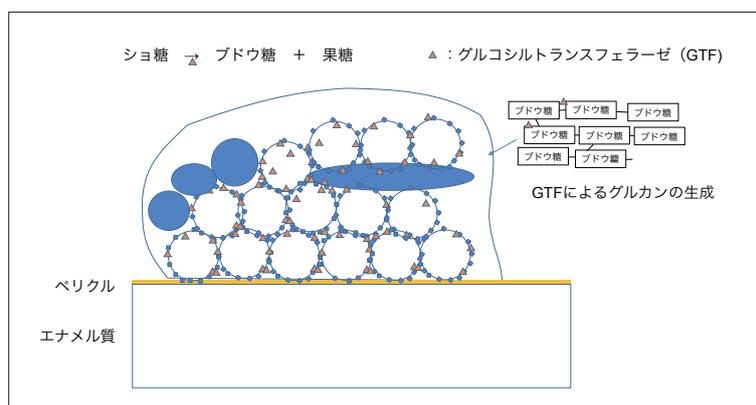


図8 グルカンの生成による菌の定着

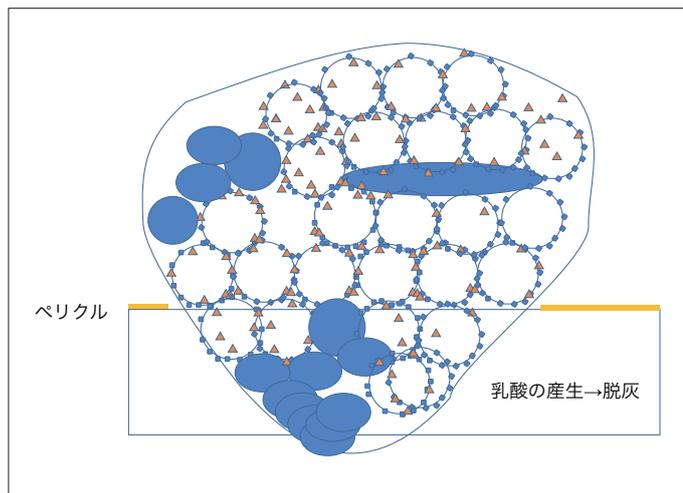


図9 ミュータンスレンサ球菌の酸産生と歯質の脱灰（イメージ）

多糖体に囲まれた種々の細菌の集合体」と定義されます。細菌と菌体外多糖から構成されるデンタルバイオフィルムは、最も典型的なバイオフィルムです。

バイオフィルムの内部には、唾液や洗口液などの液体が侵入しにくいので、内部には乳酸をはじめとした有機酸が蓄積します。これによりpHの低下を招きますが、ミュータンスレンサ球菌は酸性の環境下でも生存できる能力をもっています。また、ミュータンスレンサ球菌は、菌体中にグリコーゲンを蓄積することができ、栄養状態の悪い時には菌体外多糖の一部を再利用する能力も有します。

クオラムセンシング（quorum sensing）とは、「同種の菌密度によって遺伝子発現が制御されるメカニズム」ですが、これによって菌の組成が変化することがあります。ミュータンスレンサ球菌では、バイオフィルム形成時のクオラムセンシングシステムが明らかにされており、耐酸性獲得や菌量の調整を行っています¹²⁾。ミュータンスレンサ球菌は不溶性グルカンの^{よろい}鎧に守られた形で、酸の濃度を高めて歯質を脱灰しますが、自らが出す酸に耐えることができます（図9）。

3. う蝕に関する免疫

口腔には、感染防御機構として自然免疫系とともに獲得免疫が働いています。粘膜および歯の表面は唾液で覆われており、う蝕予防に関連して効果を発揮するのは主に唾液です。唾液中には歯肉溝浸出液と同様に、様々な免疫にかかわる物質が含まれています。唾液に含まれる抗菌に関わる物質としては、リゾチーム、シスタチン、ディフェンシン、ペルオキシダーゼ、ラクトフェリンなどがあげられます。詳細については4章を参照下さい。

唾液中で獲得免疫に関与するのは、主に分泌型免疫グロブリンs-IgAです。唾液中のs-IgAは、う蝕原生微生物が硬組織に付着するのを妨げたり、グルコシルトランスフェラーゼの活性を低下させたりして細菌のコロニー形成に影響を与えます¹³⁾。唾液中の非特異的s-IgA量に関するメタアナリシスによると、多くの研究で、う蝕の活動性が高い患者では唾液中のs-IgAレベルが上昇していました¹⁴⁾。ミュータンスレンサ球菌に対する唾液中のs-IgAレベルと、う蝕抵抗性との間には関連があると報告されていますが、この説には異論もあり未だ結論が出ていません¹⁵⁾。

歯肉溝浸出液は、白血球などの炎症性細胞や、IgGや補体などの免疫物質を多く含み、歯周病原菌の感染に対して防御的に働きます。しかし影響が及ぶ範囲は歯肉溝周辺に限られており、歯肉溝浸出液は量が少ないので、う蝕に関連する免疫は限定的であると考えられます。

これまでに、ミュータンスレンサ球菌の表面抗原に対するワクチンを作ることによって、唾液中

のIgAによりう蝕免疫を獲得しようとする試みがなされています。また生体外で作った抗体を、薬としてまたは飲食物に混ぜて口腔内に直接投与するう蝕予防法もすでに応用されています。さらにクオラムセンシング阻害薬を用いて、バイオフィーム形成を制御しようとする試みなどがあります。

坂上竜資（福岡歯科大学口腔治療学講座歯周病学分野 教授）

文 献

- 1) 特定非営利活動法人 日本歯科保存学会編：保存修復学専門用語集，第2版，医歯薬出版，東京，2017。
- 2) 公益社団法人 8020推進財団：第2回永久歯の抜歯原因調査 報告書，平成30（2018）年11月，公益社団法人 8020推進財団，1～96，2018。
- 3) Keyes, PH : Recent advances in dental caries research. *Bacteriology, Int Dent J*, 12 : 443～464, 1962.
- 4) Newburn E : *Cariology*, Second ed. p.18, Wilkins, Baltimore, London, 1980.
- 5) Fejerskov O : Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease, *Community Dent Oral Epidemiol*, 25 : 5～12, 1997.
- 6) Marsh PD, Martin MV : *Oral microbiology* 5th ed. Churchill Livingstone, London, 2009.
- 7) Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. : Dental caries, *Nat Rev Dis Primers*, 25(3) : 17030, 2017.
- 8) Obata J, Takeshita T, Shibata Y, et al. : Identification of the Microbiota in Carious Dentin Lesions Using 16S rRNA Gene Sequencing, *PLOS ONE*, 9 : e103712, 2014.
- 9) Kaur R, Gilbert S C, Sheehy E C, et al. : Salivary levels of Bifidobacteria in caries-free and caries-active children, *Int J Pediatr Dent*, 23 : 32～38, 2013.
- 10) Stephan RM : Changes in hydrogen-ion concentrations on tooth surfaces and in carious lesions, *J Am Dent Assoc*, 27 : 718～723, 1940.
- 11) Bowen WH, Koo H : Biology of *Streptococcus mutans* Derived Glucosyltransferases : Role in Extracellular Matrix Formation of Cariogenic Biofilms, *Caries Res*, 45 : 69～86, 2011.
- 12) 吉田明弘：口腔細菌のクオラムセンシングとバイオフィーム形成，*環境バイオテクノロジー学会誌*，10 : 9～14, 2010.
- 13) Smith DJ, Mattos-Graner RO : Secretory immunity following mutans streptococcal infection or immunization, *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 319 : 131～156, 2008.
- 14) Fidalgo TK, Freitas-Fernandes LB, Ammari M, et al. : The relationship between unspecific s-IgA and dental caries: a systematic review and meta-analysis, *J Dent*, 42 : 1372～1381, 2014.
- 15) Parisotto TM, King WF, Duque C, et al. : Immunological and microbiologic changes during caries development in young children, *Caries Research*, 45 : 377～385, 2011.

う蝕病変（エナメル質/象牙質/セメント質、活動性と非活動性、根面う蝕）と診断

1. う蝕病変

1) 歯の構造と組成

う蝕は、エナメル質、象牙質、セメント質の3つの硬組織に発症します（図1）。

エナメル質は、歯冠の最外層に存在しており、切縁部や咬合面で厚く（約2mm）、歯頸部に向かい薄くなっていきます。高度に石灰化しており、生体で最も硬い組織です。その組成は、約94%が無機質（ハイドロキシアパタイト結晶）で、約2%は有機質（タンパク質）、約4%が水分で構成されています（図2）¹⁾。

象牙質は、エナメル質やセメント質と歯髄の間に存在します。象牙細管が扇形に歯髄側から外層に向かって走行しており、内部は象牙芽細胞の突起と象牙細管内液で満たされています。歯髄側に象牙芽細胞が存在し象牙質が形成・維持されます。組成は、約69%が無機質で、約20%が有機質（コラーゲンが主）、約11%が水分で構成され、このエナメル質との構成の違いがう蝕の進行の違いを生んでいます。

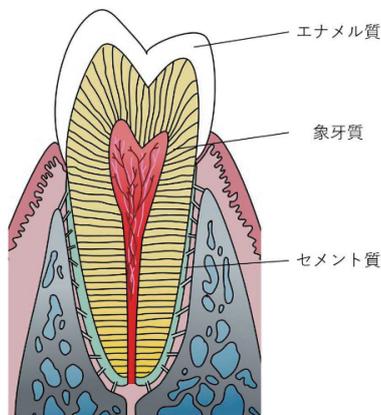
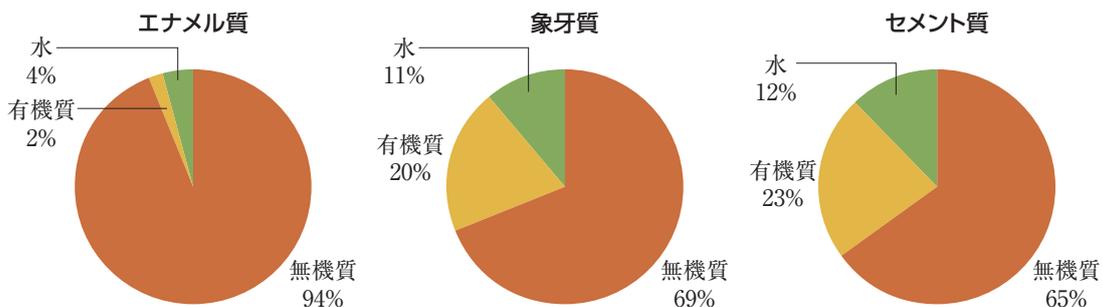


図1 歯の硬組織の模式図



（千田 彰，他：第7版保存修復学，医歯薬出版，2019より引用）

図2 歯の硬組織の化学組成¹⁾

セメント質は、歯根部の象牙質の外層を覆っており、歯槽骨と歯根を繋げる歯根膜のコラーゲン線維が陥入しています。組成は、約65%が無機質で、約23%が有機質、約12%が水です。

2) う蝕の定義

「う蝕」は、疾患の病態と徴候の両方を表しています²⁾。

病態は、バイオフィルム中の細菌によって産生された酸によって歯の無機質が溶解・喪失した状態です。

徴候は、これが進行し歯質の喪失（損傷・欠損）として出現した状態で、これが「う窩」です。

したがって、「う蝕」≠「う窩」です。う蝕の過程は図3のようにイメージされます。このシーソーのバランスで再石灰化を優勢にするため、何らかの因子で再石灰化の重りを加え、何らかの因子で脱灰の重りを取り除くのがう蝕治療となります。

3) う蝕の分類とその特徴

う蝕にはいくつかの分類方法があります（表1）³⁾。

ここでは、組織学的分類と活動性による分類について概説します。

(1) 組織学的分類

a. エナメル質う蝕 (CO ~ C₁)

エナメル質の無機質が細菌の産生する酸によって溶解された病変をエナメル質う蝕といいます。

初期う蝕は、表面にう窩を認めませんが、表層下の無機質構造が変化し、光が違う方向へ屈折することから白濁として認められます（Caries Observation（いわゆるCO））。表面は硬いのですが、とても脆弱であるため、力がかかると小さなひび割れが生じ壊れやすいのです。初期う蝕は、歯面

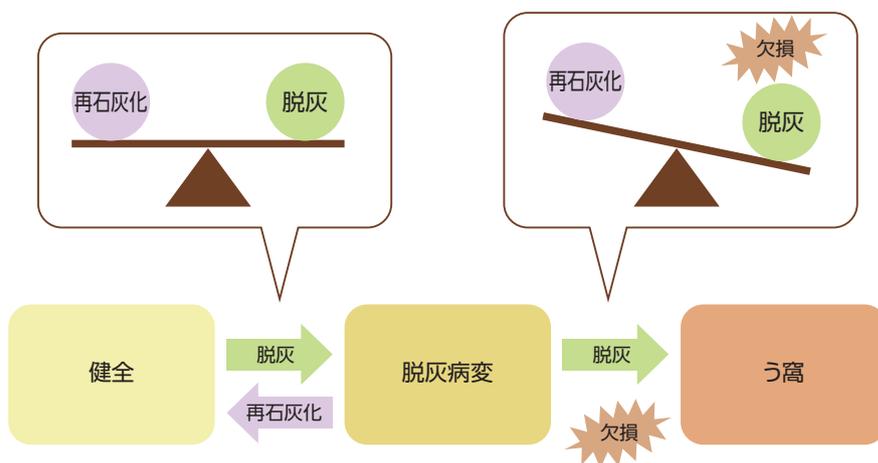


図3 う蝕の過程

表1 う蝕の分類

組織学的分類	活動性による分類	進行速度による分類	部位による分類	発生過程による分類
エナメル質う蝕 象牙質う蝕 セメント質う蝕	活動性う蝕 非活動性(停止性) う蝕	急性う蝕 慢性う蝕	歯冠部う蝕 歯頸部う蝕 根面う蝕 裂溝う蝕 平滑面う蝕	一次う蝕 二次う蝕

の環境を変えること（①バイオフィームを除去する，②発酵性炭水化物を細菌に頻回に与えない，③フッ化物を応用する，など）で脱灰抑制や再石灰化が促され，その脱灰病変の進行停止や健全な状態への回復が期待できます。

エナメル質の構造が破壊され，う窩を形成している場合（ C_1 ），内部に細菌が侵入し発酵性炭水化物の供給があるとエナメル質内部で酸が産生され続け，その構造はさらに破壊され，う窩が拡大します。しかし，初期う蝕の処置と同様に，う窩内部をバイオフィームの酸産生能が低い状態に整えられれば，う蝕の進行を遅くまたは停止することもできます。

特にバイオフィームが停滞しやすい平滑面（特に歯頸部側1/3），咬合面（小窩裂溝），隣接面（特にコンタクトポイントより歯頸部側）に発生しやすく，それぞれを平滑面う蝕，裂溝う蝕，隣接面う蝕と呼びます。エナメル質う蝕は立体的なう蝕円錐として存在しますが，平滑面（隣接面を含む）では円錐の頂点がエナメル象牙境に向かい，裂溝では円錐の底面がエナメル象牙境に向かいます（図4）。う蝕円錐の向きを理解することで，う蝕の広がりイメージしやすくなります。

b. 象牙質う蝕（ C_2 ）

象牙質う蝕は，エナメル質う蝕やセメント質う蝕から継発します。また，咬耗や摩耗で露出した象牙質からう蝕が直接発生することもあります。

象牙質はエナメル質よりも多くの有機質（コラーゲンが主）を含んでいるので，エナメル質とう蝕の性状や進行は異なります。しかし，象牙質でもエナメル質と同じように最初は無機質から溶解されます。すると有機質であるコラーゲンが露出し，そこから酵素による有機質の分解が始まります。完全に分解されたあとは，チーズのような色を呈し，軟らかくなります。

象牙質う蝕では脱灰による軟化が先行し，着色，細菌侵入が続きます⁴⁾。う蝕を取り除く際には，硬さ，着色，う蝕検知液による染め分けを指標とします⁵⁾。う蝕検知液による染色を目安に細菌に感染した象牙質は取り除き，感染していない象牙質は積極的に保存し，その再石灰化を図ります。

c. 根面う蝕

歯根面にできるう蝕病変を根面う蝕といいます。セメント質からその溶解・崩壊が始まりますが，セメント質を喪失している場合は直接象牙質から始まります。

セメント質と象牙質は，エナメル質より高いpHで脱灰されます（図5）^{6,7)}。このため，根面はエナメル質よりう蝕に罹患しやすいのです。セメント質のう蝕はシャーピー線維の走行に沿って深化し，層板間層（図6）に沿って進行することで，歯頸部を取り巻くような環状う蝕を呈します。

根面う蝕の活動性は，その性状によって活動性・非活動性に分類されます（表2）。またう蝕の

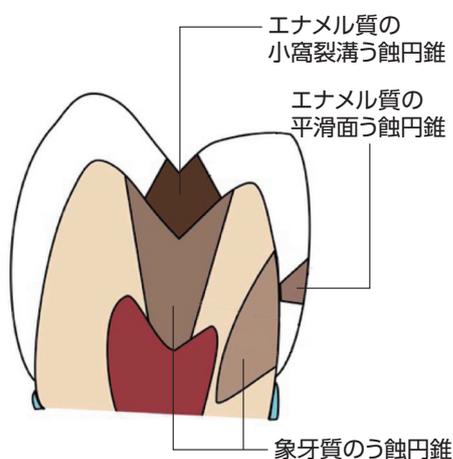
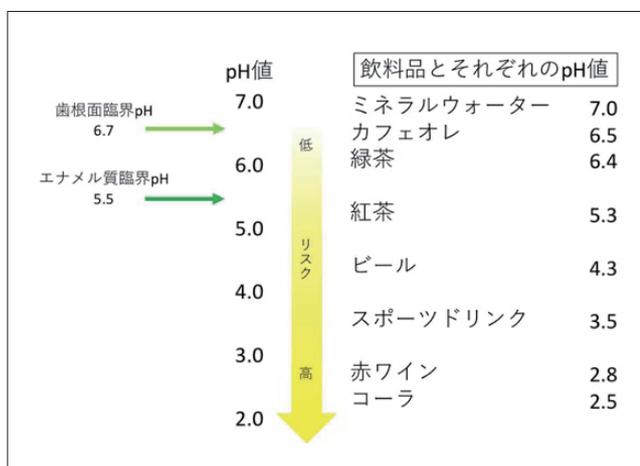


図4 う蝕円錐



（千田 彰，他：第7版保存修復学，医歯薬出版，2019より引用）

図5 エナメル質と歯根面の臨界pHと飲料品のpH値¹⁾

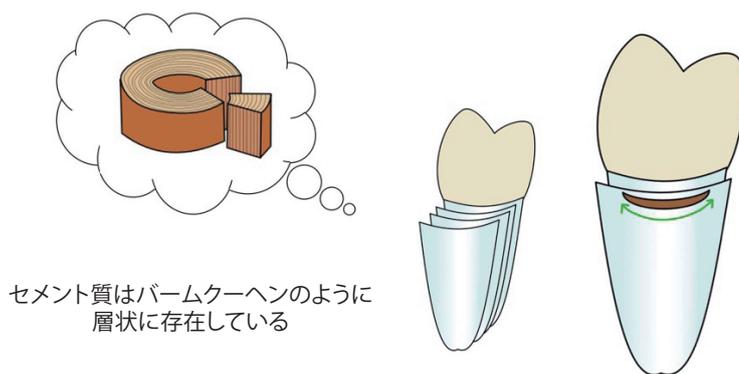


図6 セメント質の層板間層のイメージ

表2 根面う蝕の臨床的分類～活動性の評価～

	表面性状	診断基準	病変の状態
軟化病変	軟らかい	容易に探針が挿入できる	活動性
なめし革様病変	なめし革様	探針は挿入できるが、引き抜く際に抵抗がある	活動性または非活動性
硬化病変	健全歯根面と同程度に硬い	探針の挿入はできない	非活動性

表3 根面う蝕の進行と臨床的アプローチ

	実質欠損の深さ	臨床的アプローチ	ICDAS 進行コード
初期根面う蝕	0.5 mm 未満	活動性であれば、再石灰化療法	コード1
う窩が大きくなった根面う蝕	0.5 mm 以上	活動性であれば、修復処置	コード2
		非活動性でもう蝕ハイリスクであれば、修復処置	

深さや活動性に合わせた臨床的アプローチが選択されます（表3）。具体的には、欠損の深さが0.5 mm 未満かつ軟化病変・なめし革様病変を呈する初期活動性根面う蝕に関しては、フッ化物を用いた再石灰化療法により、非活動性にすることが可能です。しかしながら、う蝕が進行し0.5 mm 以上の実質欠損のある活動性根面う蝕は、修復処置が必要になります。

(2) 活動性による分類（活動性う蝕と非活動性う蝕）

う蝕には、その進行が活動的な状態（活動性）と停止している状態（非活動性）があります。

活動性う蝕は、チーズのような色を呈し軟らかく、局所環境として食物残渣やバイオフィルムが停滞していることが多いです。非活動性う蝕になると硬くなり、その表面は滑沢です。それぞれの特徴を図7にまとめました^{8,9)}。

なお、活動性う蝕は、その環境によっては以下のように非活動性う蝕へと移行することができます。

・う窩を形成していない場合

→フッ化物応用を行いながら口腔衛生管理を行うことで、非活動性う蝕に移行させることができます。

・う窩が開放されたままの場合



図7 活動性う蝕と非活動性う蝕の所見の比較

表4 日本におけるう蝕の診断（検出）基準とICDAS

歯の構造と進行程度	う窩	精密検査（診療室）	歯科疾患実態調査	学校での歯・口腔の健康診断	ICDAS
エナメル質	-	健全	健全	健全	Code 0（健全）
		C0		C0	Code 2
象牙質	-	C ₁	Ci	C	Code 3
		C ₂		C0（要相談）	Code 4
歯髄腔	+	C ₃	Ch	C	Code 5
		C ₄			Code 6

望ましい初期う蝕の診断法—精密検査（診療室）における基準（平成12年）

歯科疾患実態調査（平成17年～）

学校での歯・口腔の健康診断（平成28年～）

→食物残渣やバイオフィルムの堆積しない状態が持続し、フッ化物も応用することで、う蝕は硬さを増し健全歯質と同様の硬さになり、非活動性う蝕の状態になります。

実際に実施されるう蝕活動性試験（Caries Activity Test, 以下CAT）は、誰にでも患者のう蝕活動性を把握できるように考案された試験法であり、実施方法等詳細は6章に記載しました。

2. う蝕の診断

1) 日本の診断

一般的にわが国で用いられている精密検査の基準として、う蝕による実質欠損の深さで以下のよう示す方法が用いられてきました^{5, 10)}。

C0：エナメル質表面にう窩が認められないが、白濁や着色が認められるう蝕

C₁：う窩がエナメル質に限局したう蝕

C₂：う窩が象牙質に及んだう蝕

C₃：う窩が歯髄まで到達したう蝕

C₄：歯冠の崩壊が生じたう蝕

また、歯科疾患実態調査や学校での歯・口腔の健康診断においても、別々の基準が用いられてき

ました (表4)⁵⁾。

しかし、これらはいずれも修復治療のための基準となっており、実際のう蝕の活動性を評価したものではありません。

2) 国際的な診断と今後

これまでのう蝕の診断は実質欠損の有無を基準としており、実際のう蝕の進行過程を評価したものではないことが問題としてあげられていました。しかしながら、う蝕の発生や進行の抑制が可能であることから、特にう窩を形成させないことが患者にとって最大のメリットといえます。すなわち、う窩を形成していないう蝕病変への判断が重要となり、病変の深さや広がりだけでなく、その活動性にも着目する必要があります。そこで、欧米のカリオロジーの専門家が中心となって委員会が設立され、International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) がまとめられました¹¹⁾。ICDAS を用いたう蝕の基準^{12, 13)} は以下に示します (表5, 図8)。

近年、う蝕の管理に関してInternational Caries Classification and Management System (ICCMSTM) というシステムが提唱されています^{13, 14)}。詳細は7章を参照して下さい。このシステ

表5-1 ICDASが提唱するう蝕検出基準

修復およびシーラントのコード (10の桁)	
0	シーラントおよび修復なし
1	部分的シーラント
2	全面シーラント
3	歯冠色修復
4	アマルガム修復
5	ステンレススチール冠
6	ポーセレン冠, ゴールド冠, 陶材焼付金属冠, ベニア修復
7	修復物の脱離あるいは破折
8	暫間修復

歯冠う蝕病変の進行度コード (1の桁)	
0	健全歯面
1	エナメル質に認められる最初の視覚的变化 ※持続的なエアードライ後に限って観察されるか、小窩裂溝内に限局
2	歯面が湿潤状態で認められるエナメル質の明確な視覚的变化
3	う蝕による初期のエナメル質喪失 (象牙質は視認できない)
4	象牙質の色調変化 (陰影)
5	象牙質が視認できる明確なう窩
6	象牙質が視認できる広範囲にわたる明確なう窩

表5-2 ICDASが提唱する根面う蝕の臨床的分類

う蝕病変の進行度コード	
E	歯肉退縮がなく根面が目視できない
0	根面にう蝕を疑う色調変化が認められない。セメント-エナメル境や根面に実質欠損が認められない。根面の実質欠損や陥凹が認められたとしても、それがう蝕によるものでない場合はコード0とする。
1	根面やセメント-エナメル境に限局した色調変化が認められるが、0.5 mm以上の深さの実質欠損が認められない
2	根面やセメント-エナメル境に限局した色調変化が認められるが、0.5 mm以上の深さの実質欠損が認められる

むし歯の診査表

based on **ICDAS**
International Caries Detection and Assessment System
ICDAS Coordinating Committee



Authorised by ICDAS board members in 2011 ver.2012 ©The Japan Health Care Dental Association

写真提供：杉山精一

(一般社団法人日本ヘルスケア歯科学会提供資料)

図8 ICDASフォトパネル¹³⁾

ムは健康増進と歯質保存を目的としており、ICDASでの診断に対する対応の考え方を示しています¹⁵⁾。さらに、2020年に発足したCariesCare International (CCI)¹⁶⁾は、7章図4の4Dをもとにしました。個々の患者のう蝕リスクに応じた予防と管理を実践することを目的としています。本検査では、修復、歯冠および根面う蝕の進行度、およびう蝕の活動性を数字でコード化するもので、病変の程度によって0～6までに分類されます。二桁コード法においては、初めの数字(10の桁)でシーラントや修復内容を規定し、1の桁で上記した0～6のう蝕コードを配置しています。

今後は、ICDASに基づいてう蝕の検査・診断を行い、う蝕治療ガイドラインやICCMSTM、CCI

に従って個々の患者にあった治療および管理を行うことで国際的な水準に則ったう蝕の診断や治療がわが国でも求められるようになるでしょう。

前田英史（九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学分野 教授）

小幡純子（九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学分野 助教）

文 献

- 1) 千田 彰, 宮崎真至, 林美加子, 他 : 第7版保存修復学, 医歯薬出版, 東京, 2019.
- 2) Hansson BO, Ericson D 著, 西真紀子 訳 : トータルカリオロジー スウェーデンのすべての歯科医師・歯科衛生士が学ぶ, (株)オーラルケア, 東京, 2014.
- 3) 田上順次, 奈良陽一郎, 山本一世, 他 : 保存修復学21 (第5版), 永末書店, 京都, 2017.
- 4) 奥瀬孝一 : う蝕象牙質の硬さと着色および細菌侵入度との関係, 口腔病会誌, 31 : 187~200, 1964.
- 5) う蝕治療ガイドライン (第2版) 特定非営利活動法人日本歯科保存学会編 : 永末書店, 京都, 90~104, 2015.
- 6) Ericsson Y : Enamel-apatite solubility, Acta Odontologica Scandinavica 8 Supp, 3 : 76, 1949.
- 7) Hoppenbrouwers PM, Driessens FC, Borggreven JM : The mineral solubility of human tooth roots, Arch Oral Biol, 32(5) : 319~322, 1987.
- 8) Miller WA : Permeability and staining of active and arrested lesions in dentin. Br Dent J, 112 : 187~197, 1962.
- 9) Stefania M, Nigel BP, Guy G, et al. : CariesCare practice guide: consensus on evidence into practice, British Dental Journal, 227 : 353~362, 2019.
- 10) 雫石 聰, 青山 旬, 飯島洋一, 他 : 望ましい初期う蝕の診断法, 口腔衛生会誌, 50 : 137~152, 2000.
- 11) ICDAS Coordinating Committee : Rationale and evidence for the international caries detection and assessment system (ICDAS II), reviewed Sept 2011 (unchanged from 2005).
- 12) 兼平 孝 : 新しいう蝕の診断基準ICDAS, 北海道歯学雑誌, 35 : 173~175, 2015.
- 13) ICDASフォトパネル : 一般社団法人日本ヘルスケア歯科学会.
- 14) Pitts NB : The shape of the future of dental education for dental caries - and how we get there: Introduction to the ACFE Caries Workshop, Eur J Dent Educ, 22(Suppl.1) : 28~29, 2018.
- 15) ICCMS website : <https://www.iccms-web.com/uploads/asset/59283b9a2db75692018152.pdf> [2020年6月22日閲覧]
- 16) CCI website : <https://cariescareinternational.com> [2020年8月24日閲覧]

う蝕の予知（カリエスリスクアセスメント） と唾液の役割と分泌

1. 目標

1) 以下の知識を理解しましょう

(1) う蝕のリスク

いいかえると、う蝕活動性であり、『ある一定の時点または期間において予知されるう蝕発病の危険性とう蝕進行の可能性』を意味しています。よって、具体的なリスク因子としては、第1にKeyesが示した3つの局所的要因『細菌叢』、『歯と唾液』、ならびに『食餌性基質』があげられ、第2に唾液関連因子があり、第3に社会環境因子があげられます。最後に個人の保健行動も大きな要因になります。詳細は、2章および4章を参照して下さい。

(2) リスク評価

リスク評価とは、個人単位で病態を推測するための情報収集です。個々人により個々のリスクの比重（重み）が異なるため、テーラーメイドの評価が必要です。詳細は、10章を参照して下さい。

リスク評価の意義は、

- ・将来的に新たなう蝕が発症しやすい状態か否か
- ・現在あるう蝕が進行しやすい状態か否か

を包括的かつ科学的に診断することです。このようなリスクアセスメントは、歯科（う蝕）予防処置や歯科保健指導の計画を立てるときだけでなく、改善の有・無を評価（モニタリング）するときにも役に立ちます。リスクアセスメントは、臨床的には次のような事柄・事案を目的として行われます。

- ①う蝕予防プログラムの作成：作成法の詳細は、7章、10章を参照下さい。
- ②う蝕予防プログラムを実施中のモニタリングとオブザベーションワークの評価：詳細は8章を参照下さい。
- ③歯科保健指導中のバイオフィルムコントロールの動機付け：実際の保健指導については、9章、11章を参照下さい。
- ④リコール間隔の決定
- ⑤切削介入の要・否とその時期の判定
- ⑥集団歯科保健指導を行う際のリスクスクリーニング
- ⑦全身疾患や他の口腔疾患の治療時期、および口腔清掃指導の是・否や間隔の判定

各種う蝕の発症しやすさに影響する因子（う蝕のリスク因子）は、10章106頁の表1に列挙しました。また、現在わが国において使用可能なう蝕のリスク評価システムは4種類あります。その詳細については8章（ICCMS）78頁、10章（ICCMS以外）110頁を参照下さい。

- ①ICCMSシステム：世界標準であり、う蝕予防管理の本認定歯科衛生士の教育ツールとしての

e-learningに採用予定。ACFF日本支部と提携している。

- ②カリオグラム： スウェーデンのマルメ大学のブラッター先生が開発。多因子性疾患であるう蝕についての患者教育プログラム。無料でダウンロードでき、日本語版も入手可能である。
- ③CAMBRATM： 米国にてフェザーストン先生らが2007年にう蝕のバランス論を基に開発したもので、リスク評価と処置が一つになっているのが特徴。日本では(株)Yoshidaが啓発を主導している。
- ④CRASP： 日本ヘルスケア歯科学会が開発したシステムで、会員サイトからダウンロードして使用できるようになっている。

(3) う蝕における唾液の役割

う蝕に関連する唾液の作用は、以下の4つが考えられます。

a. 抗菌作用

免疫グロブリンによる特異的抗菌システムとリゾチーム、ペルオキシダーゼなどによる非特異的抗菌成分による、口腔常在細菌の好ましくない変化を防ぎます。

上記のなかでミュータンスレンサ球菌への抑制作用が科学的に立証されているのはペルオキシダーゼです。リゾチームの濃度とう蝕の相関性に関する科学的根拠は現状ではありません。

ムチンなどの凝集素は、細菌を凝集させ、口腔から排除する一助となります。

b. 再石灰化作用

発酵性炭水化物の摂取頻度が高いと、無機質の再沈殿（再石灰化）が完全に行われることはなく、エナメル質の無機質はますます失われます（脱灰）。一方、唾液は再石灰化を促進するために必要なカルシウムイオンやリン酸イオンの供給源となります。その成分は分泌量によって変化し、一般的に分泌量が多い方が緩衝能が高く、カルシウムイオンも多く含まれます。

c. 酸に対する緩衝作用

細菌が産生したデンタルバイオフィーム中の酸を中和します（ステファンカーブ（2章17頁）により証明）。

d. 浄化作用

う蝕の形成に影響を及ぼす発酵性炭水化物等の物質は、唾液によって希釈され、口腔に拡散し、嚥下によって排除されます。

2) 以下の項目が実践できるようにしましょう

(1) 基本的な検査

問診：全身状態、生活環境の変化、食習慣の変化、ホームケアの状態等の情報収集

視診：う蝕経験についての情報収集

エックス線診査：隣接面う蝕の情報収集

(2) 補助的な検査

刺激唾液の分泌量測定、う蝕原生細菌量の測定、デンタルバイオフィーム付着率の測定、蛍光強度による脱灰進行度測定などです。実際の手技は、6章を参照下さい。

2. う蝕の定義・発生要因

本項目ではう蝕を、「デンタルバイオフィーム中の細菌が生じる酸性物質により歯質が脱灰する現象」として考えます。

現在は, Keyes (1969) が提唱したう蝕の要因と時間経過によりう蝕が生じるとされています (図1)。したがって, う蝕の発生リスクを考えるには, それぞれの要因をあげ, 客観的に評価することが必要です。時間を軸としてう蝕の発生過程を追っていくと理解しやすいでしょう。

3. う蝕の発生過程 (ミクロな時間軸での視点)

う蝕は,

- 1) 口腔内のう蝕原性細菌が歯の表面に付着し,
 - 2) 主として発酵性炭水化物を栄養源として定着・増殖し,
 - 3) 代謝産物としての酸性物質により歯質が脱灰され, 実質欠損を生じていく疾患です (図2)。
- 詳細は, 2章を参照下さい。それぞれの過程でのリスク因子を整理すると,

1) 細菌の歯への付着

付着する側, 付着される側について整理します。

(1) 口腔内細菌

- ①ヒトのデンタルバイオフィーム中で最も優勢とされるのは, レンサ球菌です。

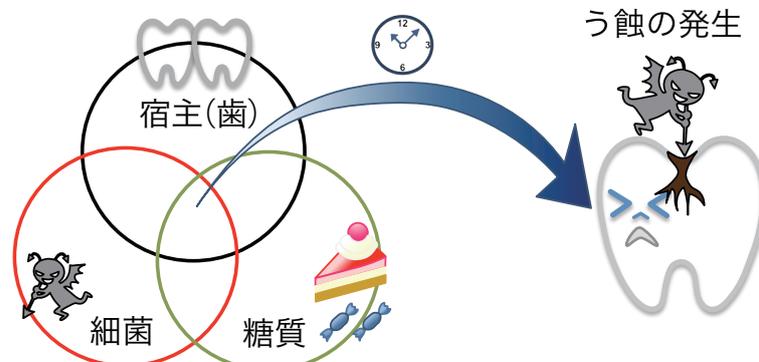


図1 う蝕の発生要因

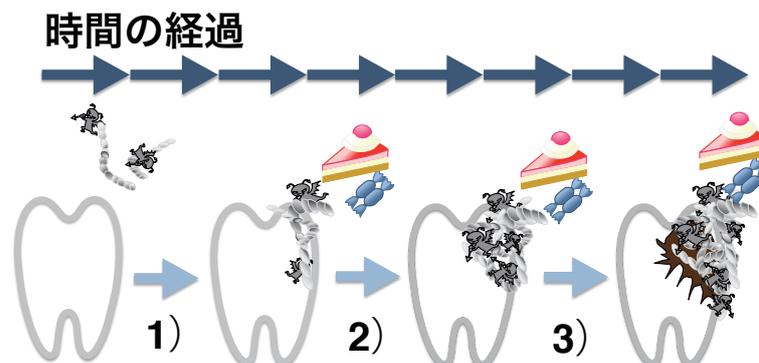


図2 う蝕の発生過程

②歯質表面への細菌付着ではレンサ球菌のミテイス菌群 (*Streptococcus mitis*や*S. sanguis*) で、その後のう蝕発生についてはミュータスレンサ菌群 (*S. mutans*や*S. sobrinus*) が深く関与しています。詳細は2章を参照下さい。

(2) 歯の形態と構造：詳細は3章21頁を参照下さい

- ①エナメル質や象牙質の形成不全があると強度は低下します。
- ②エナメル質は萌出後に成熟して硬度を増します。
- ③一般的に乳歯は永久歯より小さく、エナメル質、象牙質ともに薄いです (図3)。

(3) リスク評価

細菌の評価 (臨床的には唾液が試料とされることが多い)

- ・細菌叢の把握 (どのような細菌が多く分布しているか?)
- ・う蝕に関与する細菌の占める割合

歯質の評価 (問診や視診による確認)

(4) 宿主の評価

- ・歯：形成異常の有無
- ・唾液：緩衝能等

2) デンタルバイオフィルムの形成と成熟

(1) う蝕関連細菌の定着因子

細菌が歯質表面に付着すると、スクロース (ショ糖：グルコースとフルクトースからなる2糖類) を原料として、不溶性グルカン (ネバネバして水に溶けない) を産生して、より強固に歯質に定着します。また、このグルカンは細菌の菌体外の貯蔵栄養源の役割だけでなく、複数菌種の棲み家であるデンタルバイオフィルムを構成します。

細菌が歯質表面や局所環境で増殖するとき、栄養や増殖できる空間が無限にあるわけではないので、増殖できる細菌数には限りがあることが知られています (これは細菌に限らずどんな生物にも当てはまることです)。このとき、増殖できる最大細菌数をM、細菌種などによる増殖の定数を k_0 としてt時間後の細菌数 $N(t)$ は図4に示す式で表され、S状の曲線が得られます。つまり、細菌が

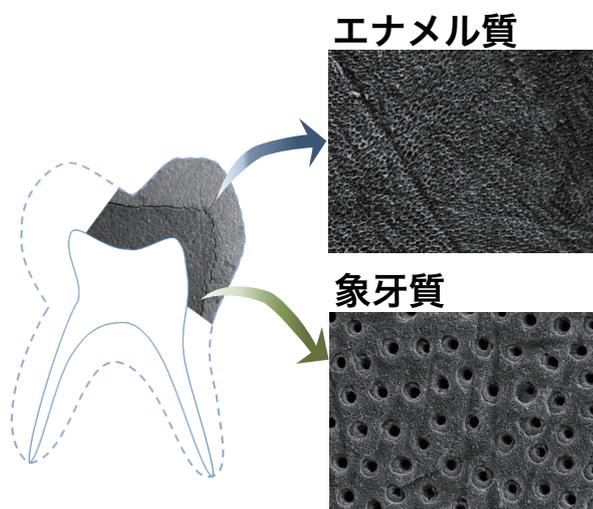
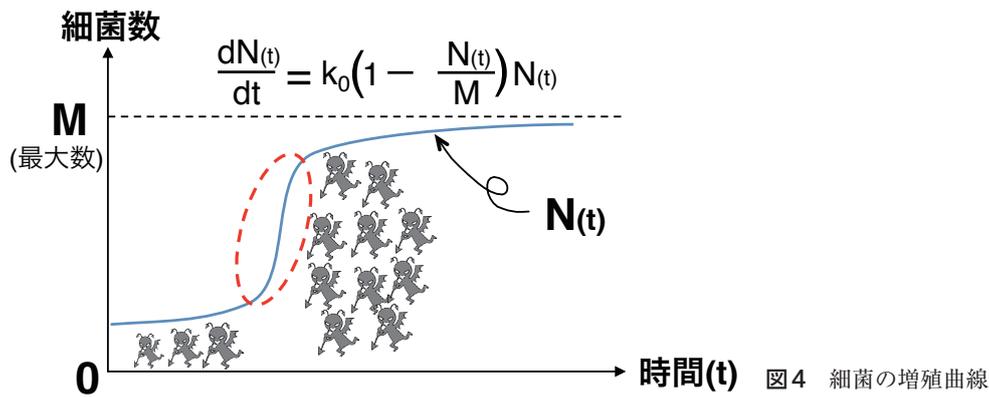


図3 エナメル質と象牙質の構造



定着してもある時間はなかなか増えませんが、ある時期がたつと爆発的に増えることを意味しています。

(2) 細菌除去因子

細菌の歯質表面への付着阻害には、細菌が密集しないように希釈する唾液と付着早期の物理的な除去（舌や周囲筋肉の動き、歯ブラシによる清掃）が重要な役割を担っています。

(3) リスク評価

a. 定着因子の評価

- ・デンタルバイオフィーム中の細菌叢の把握（どのような細菌が多く分布しているか?）
- ・細菌叢における *S. mutans* や *S. sobrinus* の占める割合: 診査方法の詳細は6章を参照下さい
- ・シヨ糖や発酵性炭水化物類の摂取状態, 等

b. 細菌除去因子の評価

- ・唾液分泌量（正常値, 刺激時: 1.0 ~ 2.0 mL/分, 安静時: 約0.3mL/分, 全身疾患, 服薬内容が影響することもあります）: 唾液減少症の定義は, 安静時唾液分泌量が0.1mL/分未満あるいは刺激唾液分泌量が0.7 mL/分未満の状態です. 実際の分泌量の測定法は, 6章を参照下さい.
- ・舌や口腔周囲筋の活動性
- ・デンタルバイオフィームの付着部位（口腔清掃状態, 小窩裂溝, 歯頸部, 隣界面）

3) 脱灰の進行

本項ではう蝕を細菌により産生された酸による脱灰現象と定義しています。したがって、エナメル質表層の非常にミクロな世界でのう蝕発生から考えましょう。図5に示すように、デンタルバイオフィーム中の酸性度が強くなり $\text{pH} < 5.4$ となるとエナメル質の脱灰が始まります。初期的にはごくわずかな成分溶出なので、環境を整えば脱灰反応を再石灰化の方向に向けることが可能です。

(1) 脱灰因子

デンタルバイオフィーム中の酸性度

(2) 脱灰抑制（再石灰化）因子

唾液中のミネラル濃度

(3) リスク評価

脱灰因子の評価

- ・デンタルバイオフィルムのpH：ステファンカーブ等の詳細は2章を参照下さい。
- ・唾液のpH：実際の評価法は6章を参照下さい。
- ・脱灰進行度の評価（視診，蛍光強度測定，エックス線画像）

再石灰化因子の評価

- ・唾液中のミネラルイオン濃度
- ・唾液の緩衝能
- ・フッ化物イオンの供給状態

4. ライフスパンでの評価（マクロ時間軸での視点，図6）

- ・年齢とともに変化する歯列の状態（乳歯列，混合歯列，永久歯列）による口腔内の状況変化，成長による自立度（清掃技術，生活習慣）
- ・加齢による変化（唾液分泌量，口腔機能の経時的変化，代謝性疾患の罹患率上昇，服薬状況，認知理解度の変化）

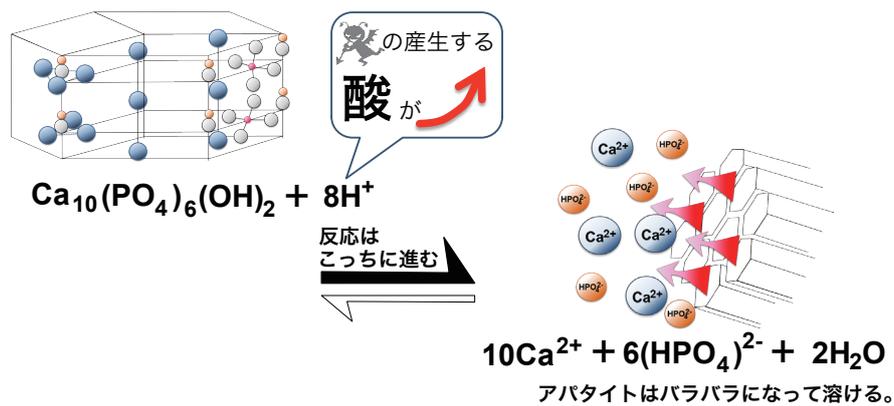


図5 脱灰の反応機構

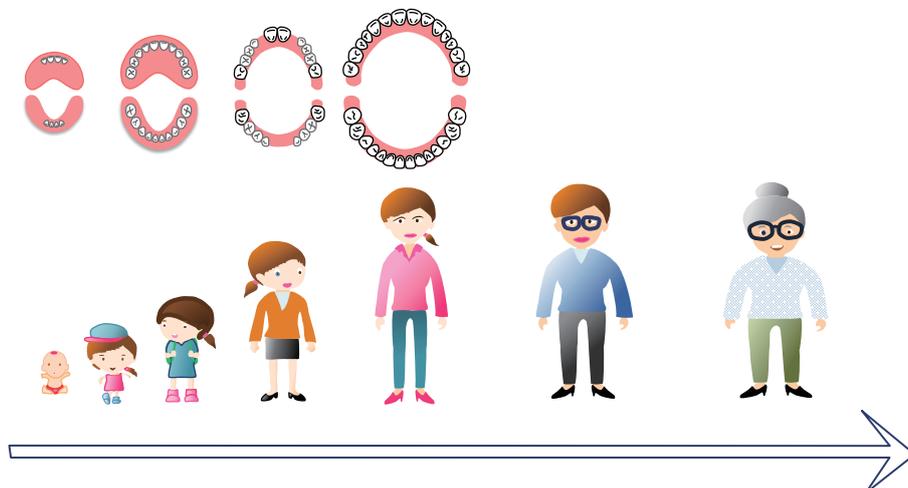


図6 ライフスパンに応じたリスク評価の必要性

表1 種々のリスク要因とその評価法の一覧

宿主因子の 評価方法	(1) 歯	①歯の形態および歯列 ②エナメル質生検法 ③歯質耐酸性測定	} 第3, 6章
	(2) 唾液	①唾液緩衝能測定 ②物理的清掃作用	
広義の 口腔環境因子 の評価方法	(1) 口腔微生物の評価 (病原因子)	①Snyder test ② カリオスタット ③Streptococcus 菌数測定 (Dentcult-SM)	} 第6章
		④ ラクトバシラス属菌数測定 (Dentcult-LB) ⑤ RD テスト ⑤プラーク pH 測定 ⑦その他	
	(2) 食餌性基質因子	間食 (食餌) 状況調査と分析	
	(3) 口腔微生物叢と基質因子とが 総合された評価	① 口腔清掃状態の評価 ②バイオフィーム形成速度の評価	} 第3, 8, 9章

5. まとめ

う蝕発病に関わるリスク因子の評価方法の分類を表1にまとめました。個々の評価・測定法については表内の各章を参照下さい。

唾液中の細菌数、う蝕関連細菌数、唾液の分泌量、唾液緩衝能、デンタルバイオフィーム付着率、蛍光強度による脱灰進行度測定など、いくつものう蝕因子測定検査が存在しています。う蝕の発生や進行は、多因子による化学反応に依存するミクロな時間軸、様々なライフステージでの局所因子、全身因子の複合作用により変化します。

化学的反応に依存する部分では定量的な検査や結果は得やすいですが、長期的な時間軸でのう蝕の発生と必ずしも相関するものではありません。したがって、複数の検査を複数回にわたり実施し、その変化からう蝕の発生防止や進行抑制を判断していくことになります。

野田 守 (岩手医科大学歯学部歯科保存学講座う蝕治療学分野 教授)

再石灰化療法とフッ化物応用

1. はじめに

再石灰化療法とフッ化物応用に関して解説するにあたり、まず考慮しなくてはいけないのが、この療法に該当する疾患を考えなくてはなりません。すなわちこの療法、応用はあくまでも初期う蝕病変（エナメルう蝕）がターゲットです。

2. 初期エナメルう蝕とは

う蝕侵攻開始時期におけるう窩（実質欠損）の形成がないエナメル質病変のことを、初期エナメルう蝕と言い、エナメル質表層の脱灰やこれによる白斑病変（white spot lesion）のことを示します。詳細は3章、8章を参照下さい。

1) う蝕とバイオフィルム

プラークには様々な細菌が存在し、結果として膜状構造体を形成します。これをバイオフィルムと呼びます。成熟したバイオフィルムは摂食によりpH4～5まで酸性化しますが食後、唾液の緩衝作用により中性化します。よってバイオフィルムとしてのプラークのう蝕原性は、その内部での有機酸産生能と唾液による拡散および酸緩衝能とのバランスで決まり、う蝕停止・回復か進行になります。詳細は2章を参照下さい。

2) 初期エナメルう蝕を見極めるための診断基準 ICDAS (International Caries Detection and Assessment System)

この診断基準を用いたう蝕の検査は、検出と活動性の評価の2つの視点から構成されています。詳細については3章、7章、8章を参照下さい。

3) 初期う蝕の動向

初期う蝕を考える場合、発生抑制と進行抑制に区別されます。

再石灰化療法の目的は、う蝕の停止か回復のいずれかになります。エナメル質の表層がまだ明らかに崩壊していない初期（う窩の無い）段階で、う蝕の進行を食い止めることがこの療法につながります。

4) 初期エナメル質う蝕の再石灰化機序

(1) 化学反応

脱灰により歯質のハイドロキシアパタイトは、イオンとして溶出され表層化脱灰病変が形成され

ます。脱灰は水素イオンの消費やpHの改善により停止，その後カルシウムイオン等が供給されます。いわゆる可逆性う蝕とも呼ばれます（図1）¹⁾。

(2) 結晶論

表層のエナメル質結晶は脱灰によって小さくなりますが，再石灰化エナメル質は，唾液カルシウムやマグネシウム由来により結晶サイズが大きくなります。

(3) 平衡関係論

酸の産生と消費のバランスが取れていることをいいます。臨床的に健全状態が維持され，脱灰状態が停止します。詳細は3章，7章，10章を参照下さい。

(4) 再石灰化ミネラルの耐酸性と保護

エナメル質は，日常的に脱灰していますが再石灰化ミネラルは，耐酸性能を有し歯質の保護に役立ちます。

(5) う窩を形成している初期エナメル質う蝕の再石灰化機序

脱灰と再石灰化のバランス関係が再石灰化要因の増加で優勢になると，う蝕は拡大せず進行が停止します。う窩を形成していた軟化歯質は，硬化しつつ表面は滑沢になり進行停止病変（Arrested lesion）となります。う蝕が進行停止し，非活動性になるにはう窩内部のバイオフィルムの酸産性能が低く内部まで唾液が十分浸潤する必要があります（表1）¹⁾。

5) 初期エナメル質う蝕の処置法

初期エナメル質う蝕に対するアプローチの主たる処置法はやはり再石灰化療法です。この療法は，エナメル質に対し非侵襲性であり自然治癒を考慮した処置法です。



（田上順次，他監修：保存修復学21 第5版，43～56，永末書店，京都，2017より引用改変）

図1 脱灰と再石灰化の化学反応式¹⁾

表1 う窩内部の石灰化発現過程¹⁾

1. う窩内部にあるバイオフィルムへの唾液の循環・浸潤
↓
2. バイオフィルム内部のpHの改善（pH低下が停止），臨界pH以上へ上昇
↓
3. う窩内部のpHの改善
↓
4. う窩内部で軟化歯質と唾液やバイオフィルム溶液中の共通イオン（Ca ²⁺ ，HPO ₄ ²⁻ ，F ⁻ ）との反応
↓
5. う窩内部での再石灰化の発現

（田上順次，他監修：保存修復学21 第5版，43～56，永末書店，京都，2017より引用）

具体的には化学的介入としての再石灰化療法は、

- ①表層化脱灰病変内部または窩内部のpH改善
- ②Ca²⁺, HPO₄²⁻, F⁻などのイオンを供給
- ③再石灰化傾向を長時間 持続させることにあります¹⁾。

実際の臨床ではセルフケアとプロフェッショナルケアがあり、この両面から脱灰抑制と再石灰化促進を期待します(表2)。言い換えるとカリエスリスクを低下することになります。

3. フッ化物応用によるセルフケアとは

1) フッ化物応用

フッ化物の応用は、水道水や食品への添加のような全身応用と、フッ化物洗口などの局所応用に分類されます。バイオフィルムコントロールとしてブラッシング、フロッシング、歯間ブラシ等の機械的口腔清掃時にフッ化物を局所応用します。表3は種々のフッ化物局所応用の方法と、使用するフッ素の濃度を紹介しました²⁾。

表2 プロフェッショナルケアとセルフケアの両面から実施する再石灰化促進処置¹⁾

再石灰化処置	プロフェッショナルケア	セルフケア
脱灰抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・PTC + 専門的フッ化物応用 (溶液・ゲル・パーニッシュ) ・PTC + 重炭酸・フッ化物イオン配合ペーストの使用 ・エナメル白斑の水洗/乾燥の反復 (pHの改善) ・セルフケアのための保健教育 	<ul style="list-style-type: none"> ・定期管理の励行 ・口腔清掃の励行 ・咀嚼の励行 (刺激唾液の分泌) ・間食の規則性・甘味濃度制限 ・特定保健用食品利用 (非発酵性糖質含有)
再石灰化促進	<ul style="list-style-type: none"> ・PTC + 専門的フッ化物応用 (溶液・ゲル・パーニッシュ) ・PTC + 重炭酸・フッ化物配合ペーストの使用 ・人工唾液の処方 (口腔乾燥症のある高齢者) 	<ul style="list-style-type: none"> ・定期管理の励行 ・口腔清掃 + フッ化物配合歯磨剤の併用 ・口腔清掃後のフッ化物洗口の励行 ・特定保健用食品利用 (再石灰化成分含有) ・人工唾液の応用

(田上順次, 他監修: 保存修復学21 第5版, 43 ~ 56, 永末書店, 2017より引用)

表3 フッ化物局所応用によるう蝕予防法の一覧²⁾

方法	用いられる化物	フッ素濃度 (ppm)
①フッ化物歯面塗布	2%フッ化ナトリウム	9,000
	リン酸酸性フッ化ナトリウム 第1法	12,300
	第2法	9,000
②フッ化物洗口	0.05% (毎日法)	約225
	0.055% (毎日法)	約250
	0.1% (毎日法)	約450
	0.2% (週1回法)	約900
③フッ化物配合歯磨剤	フッ化ナトリウム	1,500
	モノフルオロリン酸ナトリウム	1,500
	フッ化第一スズ	1,000

(真木吉信, 他編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 62 ~ 88, 医歯薬出版, 2019より引用)

フッ化物歯面塗布は、萌出直後で石灰化度が不十分な上取り込み量が多い歯を対象とするのがベストです。よって、表4に記載の歯の萌出時期に合わせて乳前歯が萌出する1歳頃から、第二大臼歯の萌出が完了する13歳ごろまでの間に、各々の歯が萌出するたびに萌出しているすべての歯にフッ素塗布を行います。

2) フッ化物洗口液による洗口

手技的には2つの方法に分けられます。毎日法と週1回法があり、市販洗口液のフッ化ナトリウムとフッ化物イオン濃度は表5に示しました。また、日本口腔衛生学会が支持する標準的なフッ化物洗口方法を表6に示しました。これは、家庭では、就寝前のブラッシング後が、施設においては、

表4 歯の萌出年齢と歯面塗布対象歯²⁾

年齢	塗布の主対象歯
1歳児	乳前歯
2～4歳児	乳臼歯
5～7歳児	第一大臼歯, 永久歯前歯
8～9歳児	永久歯前歯, 第一小臼歯
10～11歳児	第一小臼歯, 犬歯
12～13歳児	第二大臼歯, 第二小臼歯

(眞木吉信, 他編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 62～88, 医歯薬出版, 2019より引用)

表5 市販洗口液のフッ化ナトリウムとフッ化物イオン濃度²⁾

用法	洗口液		
	フッ化ナトリウム濃度	フッ化物イオン濃度	1mL中のフッ化ナトリウムの量
毎日法	0.05%	約225 ppm	0.5 mg
毎日法	0.055%	約250 ppm	0.55 mg
毎日法	0.1%	約450 ppm	1.0 mg
週1回法	0.2%	約900 ppm	2.0 mg

(眞木吉信, 他編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 62～88, 医歯薬出版, 2019より引用)

表6 標準的なフッ化物洗口方法³⁾

成人・高齢者に関しては個人応用に準ずる

洗口方法	個人 (家庭) 応用	集団 (学校など) 応用
毎日 (週5回) 法	<ul style="list-style-type: none"> ・かかりつけ歯科医の指導のもとに家庭で毎日1回実施 ・できれば就寝直前に、通常は5～10mLの225～250ppm洗口液で、う蝕ハイリスク児は450ppmにて、30秒～1分間 (約30秒間) 洗口後、吐出 	<ul style="list-style-type: none"> ・園・学校歯科医の指導のもとに月～金までの毎日 (週5回) 実施 ・できれば昼食後歯磨きの後に、5～10mLの225～250ppm洗口液にて、30秒～1分間 (約30秒間) 洗口後、吐出
週1回法	<ul style="list-style-type: none"> ・望ましくない理由: 薬剤の管理が困難であるため誠実に行為にくく、中断に結びつく可能性が大きいため 	<ul style="list-style-type: none"> ・学校歯科医の指導のもとに小・中学校で週1回実施 ・できれば昼食後歯磨きの後に、10mLの900ppm洗口液にて、30秒～1分間 (約30秒間) 洗口後、吐出

(日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会編: 齲蝕予防の実際 フッ化物局所応用実施マニュアル, 社会保険研究所, 43～76, 2017より引用改変)

世代に応じて確実なう蝕予防効果が得られるように提案されたものです。

3) フッ化物配合の歯磨剤の使用

フッ化物配合歯磨剤の利用者は、世界的に見てもほかのフッ化物利用者を圧倒しています(図2)⁴⁾。また、これまでの歯磨きを補完する薬物という認識から、『積極的な予防剤』という位置づけに変化してきました(表7)³⁾。

これは紛れもなく、日本、欧米諸国でのフッ化物配合歯磨剤の市場占有率(各々91%以上)とう蝕減少の相関によります(図3)⁵⁾。

フッ化物が含有されている歯磨剤は、医薬部外品に指定され、成分表示の薬用成分欄には下記の3種類のいずれかの表示があります。年齢別のフッ化物配合歯磨剤の応用量は表8に示しました。

①モノフルオロリン酸ナトリウム・ $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$: MFP

他の2種より毒性が低いです。3～5歳でもMFP歯磨剤であれば1,000ppmを使用することが可能です。

②フッ化ナトリウム・NaF

最もスタンダードです。小児から高齢者まで幅広く使用されます。1,450ppm配合製品も多数存在します。

種々の供給源のフッ化物を利用している世界的な住民数



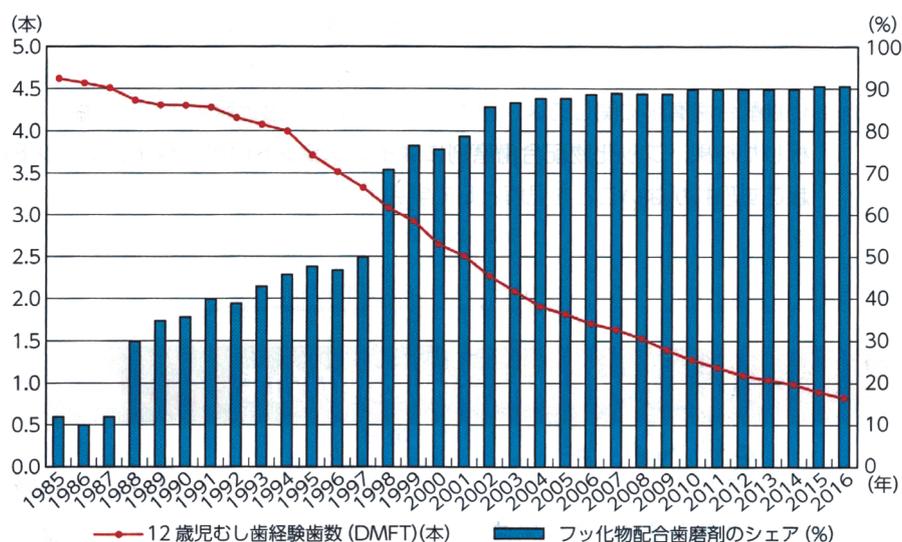
(神原正樹, 他監訳: オーラルヘルスアトラス 世界の口腔関連地図, 54～57, 口腔保健協会, 2011より引用改変)

図2 歯の健康における世界的なフッ化物の利用⁴⁾

表7 フッ化物配合歯磨剤の新しい考え方³⁾

変更点	現在・将来	従来
位置づけ	積極的な予防剤	歯磨きの補助剤
う蝕予防効果	歯ブラシ<フッ化物配合歯磨剤	歯ブラシ>フッ化物配合歯磨剤
応用法	フッ化物配合歯磨剤の応用	ブラッシングテクニック重視
ブラッシング開始年齢	乳歯の萌出直後(0～1歳)	うがい可能な年齢
使用年齢	生涯にわたって	小児期(永久歯の萌出終了まで)
応用量	0歳から成人まで年齢に即した応用量	特に規定なし
フッ化物イオン濃度	0から成人まで年齢に即したフッ化物イオン濃度	特に規定なし
ブラッシング後のうがい	5～15mLの水で1回のみ	歯磨剤が口腔から消失するまで何回も

(日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会編: 齲蝕予防の実際 フッ化物局所応用実施マニュアル, 社会保険研究所, 77～124, 2017より引用改変)

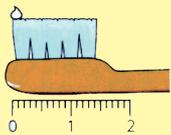
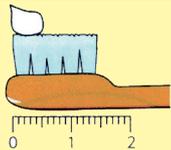
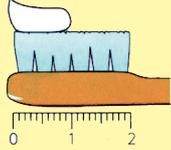
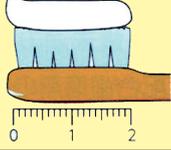


(ライオン歯科衛生研究所：フッ素配合歯みがき剤のシェアと12歳児のDMFT：
<https://lion-dent-health.or.jp/study/statistics/dmft.htm> 引用改変)

図3 わが国のフッ化物配合歯磨剤の市場占有率と12歳児のDMFT指数⁵⁾

フッ化物配合歯磨剤市場占有率(シェア)の算定値：1985～1994年は公益財団法人ライオン歯科衛生研究所調べ、1995～2016年はライオン調べ。フッ化物配合歯磨剤はライオン定義による

表8 フッ化物配合歯磨剤の年齢別応用量³⁾

年齢	使用量	フッ化物イオン濃度	洗口・その他の注意事項
6カ月 (歯の萌出) ～2歳	切った爪 程度の少量 	500ppm (フォーム状歯磨剤であれば 1,000ppm)	仕上げ磨き時に保護者が 行う
3～5歳	5mm程度 	500ppm (フォーム状またはモノフル オロリン酸ナトリウム(MFP) 歯磨剤であれば1,000ppm)	・就寝前が効果的 ・歯磨き後5～10mLの 水で1回のみ洗口
6～14歳	1cm程度 	1,000ppm	・就寝前が効果的 ・歯磨き後10～15mL の水で1回のみ洗口
15歳以上	2cm程度 	1,000～1,500ppm	・就寝前が効果的 ・歯磨き後10～15mL の水で1回のみ洗口

(日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会編：齲蝕予防の実際 フッ化物局所応用実施マニュアル，社会保険研究所，77～124，2017より引用)

③フッ化第一スズ・SnF

歯質が異変するため注意が必要です。

歯面の石灰化に必要なカルシウムイオン(Ca²⁺)や、リン酸イオン(PO₄³⁻)を効果的に供給する特徴を持った下記の食品・製品を使用します(図4-1, 4-2)。これはカリエスリスクを軽減するのではなく、初期病変の再石灰化療法に特化したものです。カルシウムイオン、リン酸イオン供給源

として唾液の分泌量が少ない場合には有効です。

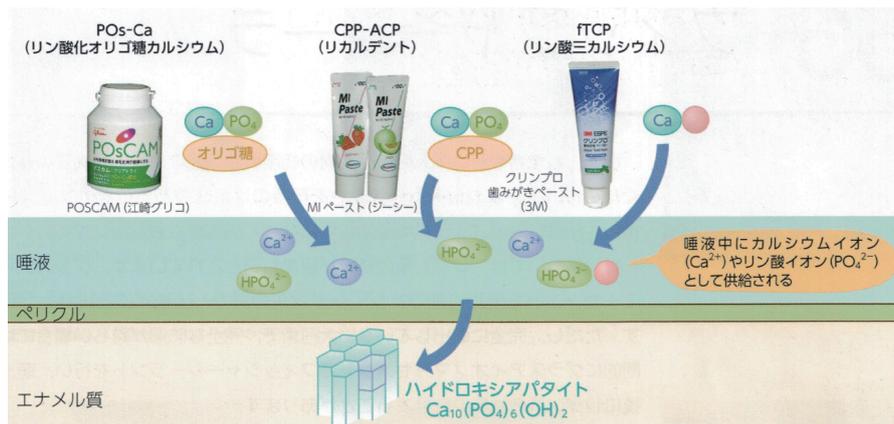
4. フッ化物応用によるプロフェッショナルケアとは

- ① フッ化物配合コンポジットレジン系やガラスアイオノマー系フィッシャーシーラント填塞
脱灰部裂溝に対しては、超音波スケーラーで脱灰部分を清掃し、レジン系シーラントを流し込みます。健全歯質は可及的に保存し、同時に裂溝部のシーラントを行います（図5）。
- ② フッ化物塗布・フッ化ナトリウムバーニッシュ・リン酸酸性フッ化ナトリウムゲル・フッ化スズゲル・フッ化物配合歯面研磨剤などを用い、診療所で定期的に塗布します。実際の塗布の実施手順と準備物を図6に示しました。

再石灰化関与成分	食品形態
CPP-ACP（乳タンパク分解物-非結晶性リン酸カルシウム）	ガム
CaHP04-2H20（第二リン酸カルシウム） Funoran（フノリ抽出物）	ガム
POs-Ca（リン酸化オリゴ糖カルシウム）	ガム

（田上順次ら監修：保存修復学21 第5版，43～56、永末書店，2017より引用改変）

図4-1 特定健康食品の再石灰化関与成分¹⁾



（伊藤 中：歯科衛生士のためのカリオロジー（デンタルハイジーン別冊），68～90、医歯薬出版，2015より引用）

図4-2 初期う蝕病変の再石灰化を促進するための製品⁶⁾

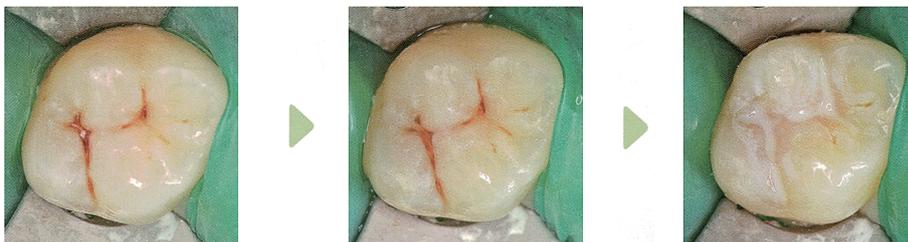
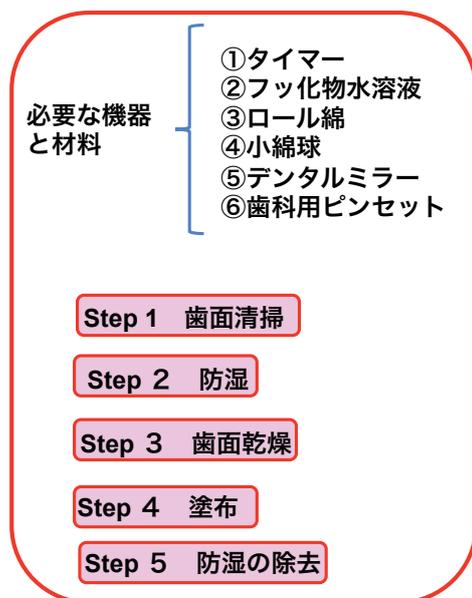


図5-1 着色はあるが脱灰を伴わない小窩裂溝う蝕⁶⁾



図5-2 脱灰を伴う小窩裂溝う蝕⁶⁾

（伊藤 中：歯科衛生士のためのカリオロジー（デンタルハイジーン別冊），68～90、医歯薬出版，2015より引用）

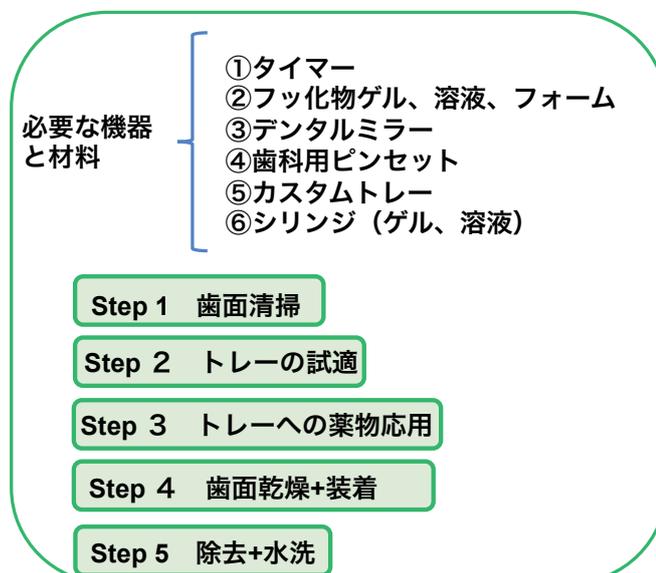


(真木吉信, 他編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 62～88, 医歯薬出版, 2019より引用)

図6 フッ化物の局所塗布法と使用機材²⁾



図7-1 3DS用カスタムトレー



(真木吉信, 他編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 62～88, 医歯薬出版, 2019より引用)

図7-2 トレー法あるいは3DS法によるフッ化物の局所塗布の手順と使用機材²⁾

③トレーを用いて、フッ化物を塗布すれば、再石化促進が期待できますが、口腔内の除菌処置 3DS (デンタルドラッグデリバリーシステム) では、ドラッグリテーナーと称するカスタムトレーを作成し (図7-1), 抗菌薬 (グルコン酸クロルヘキシジン) をトレーに挿入し口腔内に一定時間作用させることにより除菌を期待します (図7-2)⁷⁾。

④歯科衛生士による定期的な専門的歯面清掃は、リスク部位のバイオフィルムの徹底除去・着色の除去、歯面滑沢化を目的としているいわゆるPMTCを計画に合わせて実施します。

5. 増加が予想される根面う蝕へのアプローチ

フッ化物を用いた非侵襲的治療は、初期根面う蝕に対して有効です (エビデンスレベル“Ⅱ”, 推奨のグレードB)⁸⁾。根面う蝕の修復処置には、コンポジットレジンとガラスイオノマーセメン

トのどちらを使用するのでしょうか。接着システムの性能が十分発揮できる環境下では、コンポジットレジンを使用し、う蝕が歯肉縁下に及び、防湿が困難な場合にはグラスアイオノマーセメントを使用するよう推奨されます（エビデンスレベルⅢ，推奨のグレードC1）⁸⁾。

露出根面やう窩が無い変色程度の場合、フッ化物応用による慢性化療法が有効です。具体的には高濃度フッ化物歯面塗布，フッ化物配合歯磨剤，フッ化物洗口です。

6. その他のフッ化物製剤

わが国では、象牙質知覚過敏症の治療薬として市販されているフッ化ナトリウムバーニッシュは5%フッ素（すなわちフッ化物イオン濃度22,600ppm）であり、カリエスリスクの高い小児と成人、高齢者の根面う蝕予防に有効であることがコクランレビューで示されています⁹⁾。フッ化ナトリウムバーニッシュは歯科矯正治療後の白斑に対しても有効です¹⁰⁾。わが国で入手可能なフッ化物配合バーニッシュ（Fバーニッシュ（5%）およびダイアデント歯科用ゲル（5%））は、その薬効分類が象牙質知覚過敏鈍麻剤とされており、欧米で普及しているように初期う蝕の進行抑制や再石灰化とはされていません。日本においては、初期う蝕に対するフッ化物を用いた取り組みが、世界標準とかけ離れているのが現状です⁹⁾。サホライド（フッ化ジアンミン銀）もフッ化物製剤ですが、適応外使用で、歯質も異変するため、注意が必要です。

7. 世界のフッ素化合物摂取事情

1) 各国の上水道含有のフッ化物

調査は少々古くなりますが、上水道フッ化物濃度調整（フロリデーション）は、う蝕予防と口腔保健の向上に対する最も有効な手段であると定義されています（デイビット・サッチャー アメリカ連邦公衆衛生総監 2001）。

公共の水道水において、フッ化物配合により約50%のう蝕抑制率が観察されています。さらにフッ化物添加水道水を常に飲水している人口は、3億7千万人以上とされています。国別ではアメリカ、カナダ、オーストラリアをはじめとする国々が配合していますが、日本では未だユニバーサルアクセスが活性化されていません。

2) 各国のフッ化物配合歯磨剤の使用状況

1990年にはアメリカ、カナダ、オーストラリア、西ヨーロッパなどのいわゆる先進国ではフッ化物配合の歯磨剤が90%以上です。ペースト状やゲル上の歯磨剤が一般的で、フッ化ナトリウムやモノフルオロリン酸ナトリウムを添加したものが多く市場に出回っています。濃度は1,000から1,500ppm程度です。

真鍋厚史（昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門 教授）

文 献

- 1) 田上順次，奈良陽一郎，山本一世監修：保存修復学21 第5版，43～56，永末書店，京都，2017。
- 2) 眞木吉信，石塚洋一編著：齶蝕予防マニュアル（デンタルハイジーン別冊），62～88，医歯薬出版，東京，2019。

- 3) 日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会編：齲蝕予防の実際 フッ化物局所応用実施マニュアル，社会保険研究所，77～124，2017.
- 4) 神原正樹，井上 孝監訳：オーラルヘルスアトラス 世界の口腔関連地図，54～57，口腔保健協会，東京，2011.
- 5) ライオン歯科衛生研究所：フッ素配合歯みがき剤のシェアと12歳児のDMFT：<https://lion-dent-health.or.jp/study/statistics/dmft.htm> [2021年3月15日閲覧]
- 6) 伊藤 中：歯科衛生士のためのカリオロジー（デンタルハイジーン別冊），68～90，医歯薬出版，東京，2015.
- 7) Tamaki Y, Nomura Y, Takeuchi H, et al. : Study of the clinical usefulness of a dental drug system for selective reduction of mutans streptococci using a case series, J Oral Sci, 48(3) : 111～116, 2006.
- 8) 日本歯科保存学会編：う蝕治療ガイドライン 第2版，114～123，永末書店，京都，2015.
- 9) Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, et al. : Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents, Cochrane Database of Systematic Reviews, 2013 ; 7. DOI : 10.1002/14651858.CD002279.pub2.
- 10) Du M, Cheng N, Tai B, et al. : Randomized controlled trial on the fluoride varnish application for treatment of white spot lesion after fixed orthodontic treatment, Clin Oral Invest, 16 ; 463～468, 2012.

う蝕活動性試験介入か非介入か、 フィッシャーシーラントと非侵襲性治療

1. う蝕とカリエスリスク

Keyesのう蝕の発症理論（3つの輪）が広く受け入れられた後、Newburnのう蝕発症モデルへと繋がり、Marshの生態学的プラーク仮説から最新のPittsらの生態学的プラーク仮説が提唱されました。詳細は2章13頁に記載したので参照して下さい。

う蝕病因論の進化は、う蝕治療を、「う蝕を除去して充填するだけのもの」から、「う蝕プロセスに応じ、どのようにアプローチするかがより重要である」へとパラダイムシフトを起こしました。う蝕はエナメル質と象牙質の一部は、再石灰化によって修復が可能な可逆性病変です。また、う窩のない象牙質う蝕は、進行の抑制あるいは停止が可能です。

う蝕を予防するためには、個々において、それらの危険（リスク）因子の中でどの要因のリスクが高いかを客観的に判定する必要があるため、カリエスリスクの判定がきわめて重要になります。

2. う蝕活動性試験＝カリエス・リスク・テスト（CAT）

う蝕活動性は、歯を破壊するう蝕の速度と定義され、一定時間に発症したう蝕の数と大きさの統計で示されます。将来、どの程度のう蝕が発症するかは、現在のう蝕罹患状態に相関します。

う蝕活動性試験（Caries Activity Test, 以下CAT）は、誰にでも患者のう蝕活動性を把握できるように考案された試験法です。CATは、これまで様々な改良や検討を加え、う蝕発症のリスク診断を補助する検査法として、臨床や公衆衛生で用いられています（図1）¹⁾。CATは、今後のう蝕の発症や進行の可能性を判定する一種のスクリーニングテストです。



図1 CATの原理¹⁾

(<https://www3.dental-plaza.com/archives/8473>より引用)

検体としては唾液、菌垢と歯（エナメル質）があります。しかし、歯を検体とするCATは、直接、歯に酸を作用させる侵襲性の高い検査法が多く、実用化されていないのが現状です。

CATは、試験する対象の因子によって2つに大別することができます。ひとつは微生物因子すなわち攻撃因子に関する試験で、唾液や菌垢に含まれる細菌数や酸産生能、菌垢のpH変化などを測定します。もうひとつは宿主因子すなわち防御因子に関する試験で、唾液の流量、クリアランス、緩衝能、脱灰能、粘稠度などを測定します。

CATが具備すべき条件は、Snyder²⁾とNewbrunの提唱³⁾をもとに列挙すると下記の通りです(表1)。また、CATにはスクリーニングテストとして、特異度と感度が高いことが要求されます。

CATを用いてう蝕のハイリスク患者を選別します。CATの結果をもとにう蝕の治療計画を立案し、う蝕発症を予防するための口腔衛生指導の内容と方法を決定するための一助とします。患者それぞれのライフステージに応じたう蝕活動性を評価し、それに基づいたう蝕予防・管理や治療法を選択することが必要です。

1) 唾液検査の意義・目的

唾液の成分の99%以上は水分ですが、その他に無機質や有機質など多くの物質を含んでいます。唾液は様々な生理作用を有しており、健康との関連も知られています。唾液は口腔特有の物質であり、口腔の状態をよく反映しています。したがって、その成分の量的・質的变化は、口腔の状態を評価するうえで重要な指標となりえます。また、唾液は無痛下で簡便に採取可能であることから、唾液検査はCATとして汎用性が高い検査です。

CAT時の唾液採取は、飲食後2時間以上経過した時点で行うのが望ましく、また、直前の歯磨きは禁止します。

2) 微生物因子（う蝕誘発性）に関する試験

(1) ミュータンスレンサ球菌群の菌量：Dentocult-SM (図2)

a. 原理

ミュータンスレンサ球菌群は、ショ糖との反応によって酸を作り、粘着性・不溶性のグルカンを合成します。そのため、ミュータンスレンサ球菌群の菌量を測定することにより、う蝕の活動性を予測できます。

b. 方法

- ①検査開始15分以上前に、試験管にバシトラシン錠を1錠入れる。
- ②1分間パラフィンワックスを咀嚼させた後に、口腔内に溜まった唾液を飲み込ませる。

表1 う蝕活動性試験（CAT）の具備すべき条件

1. う蝕病因論に基づいていること
2. 臨床成績との関連性があること
3. 結果の再現性があること
4. 操作時間が短く特殊な技術を要しないこと
5. 判定時間が短く容易であること
6. 安価であること



図2 Dentocult-SM（オーラルケア）

- ③1分後、口腔内に溜まった唾液とパラフィンワックスを捨てる。
- ④ストリップ・ミュータンスを取り出し、舌表面上で10回転させる。
- ⑤ストリップ・ミュータンスを試験管のキャップ内側に差し込み、蓋を閉じる。
- ⑥37℃で48時間培養後、コロニーをモデルチャート（図3）と比較する。

c. 判定

唾液1mL中のミュータンスレンサ球菌群の菌量は、コロニー形成単位（CFU）でモデルチャートと比較して測定します。ミュータンスレンサ球菌群の菌量によるカリエスリスクの判定基準を図3に示します。ミュータンスレンサ球菌群は、う蝕発生と最も関連が強い細菌であり、その量が多いほど蝕リスクは高いと評価します。

(2) *Lactobacillus*の菌量：Dentocult-LB（図4）

a. 原理

混合唾液中の*Lactobacillus*の菌量レベルを平板上の選択培地上で測定します。

b. 方法

- ①5分間パラフィンワックスを咀嚼させた後に唾液を採取し、寒天培地の両面に唾液を浸み込ませる。
- ②37℃で4日間培養後、コロニーをモデルチャート（図5）と比較する。

Dentocult® SM

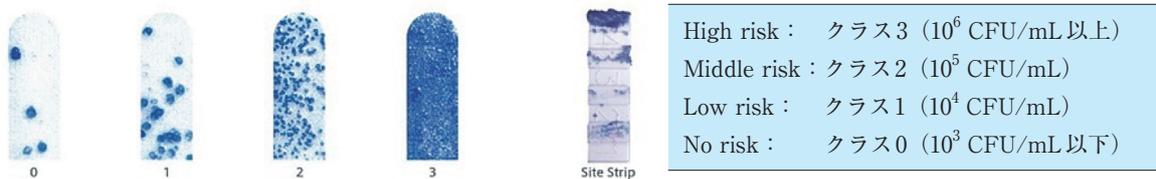


図3 Dentocult-SMモデルチャート（オーラルケア）とその菌量評価判定

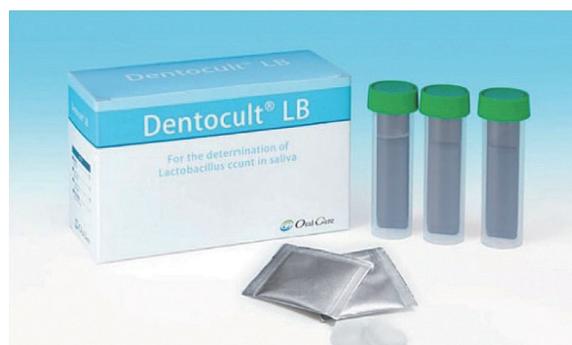


図4 Dentocult-LB（オーラルケア）

Dentocult® LB



図5 Dentocult-LBモデルチャート（オーラルケア）とその菌量評価判定

c. 判定

唾液1mL中の*Lactobacillus*の菌量は、コロニー形成単位（CFU）でモデルチャートと比較して測定します。*Lactobacillus*の菌量によるカリエスリスクの判定は菌量で、4段階で判定します（図5）。

(3) 総菌量：RDテスト「昭和」（昭和薬品加工，図6）

う蝕に関わる微生物因子の評価法の多くは、37℃の恒温槽や特殊な判定器機を準備し、24時間以上、細菌の培養を行う必要がありました。そのため、テスト当日に、結果に基づいた歯科予防処置や歯科保健指導を行うことができませんでした。これらの欠点を改善したのがRDテストです。しかし、本法は細菌に選択性をもった培地ではないため、第一段階のスクリーニングとして行うべきです。

a. 原理

RDテストは、唾液中のう蝕原性菌である*S. mutans*や*Lactobacillus*などのグラム陽性菌のレサズリン試薬に対する、還元作用に基づく色調変化を利用した試験法です。15分で判定可能で、テスト当日に、歯科予防処置や歯科保健指導を行うことができます。また、腕に貼布して体温を利用するため、恒温槽を必要とせず、簡便で実施しやすいテストです。

b. 方法

- ①混合唾液を専用の採唾用スポイトで口腔内から採取する。
- ②採取した唾液をスポイトで0.03～0.05mL採り、RD（レサズリン・ディスク，図7）の中心に滴下し、透明フィルムで押さえこんで嫌気状態とする。
- ③RDをはさんだ透明フィルムは、上腕内側に貼布し、皮膚温で15分置き、皮膚からはがして変色の度合いを指導票（図8）の比色表と対比して判定する。

c. 判定

RDテストによるカリエスリスクの判定は、指導票（図8）の中の比色表と対比して、Low risk（L）、Middle risk（M）、High risk（H）の3段階で判定します。この判定区分と、唾液中のう蝕原性菌の菌量との間には、深い相関性があります。カリエスリスクの判定結果は指導票（図8）の該当項目に印を付け、被験者または幼児の保護者に示すことで、当日に必要な指導を行うことができます。

(4) 歯垢細菌の酸産生能:カリオスタット（図9）

a. 原理

検体として歯垢を用い、歯垢中の*S. mutans*や*Lactobacillus*などの酸産生能を培地の色調変化でみる試験法です。



図6 RDテスト「昭和」（昭和薬品化工）

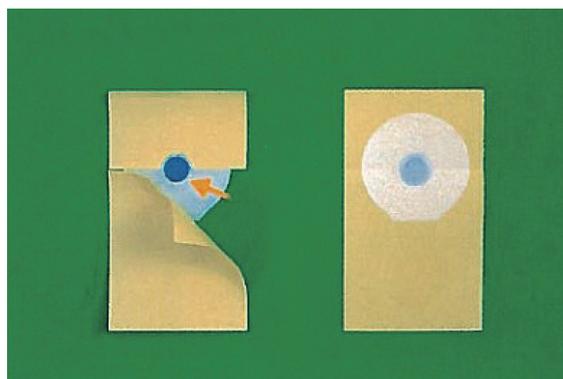


図7 RD（レサズリン・ディスク、昭和薬品化工）

b. 方法

- ①水で洗口後、左右どちらかの上顎臼歯2～3歯の頬側面を綿棒でこするようにして菌垢をぬぐい取る。
- ②アンプルの蓋を開け、綿棒をそのまま液体の中に投入し、蓋を閉める。37℃で24～48時間培養後の培地の色の変化を観察して、カラーチャート（図10）で判定する。

c. 判定

菌垢細菌の酸産生能によるカリエスリスクの判定は、4段階で行います（図10）。

3) 宿主因子（う蝕感受性）に関する試験

(1) 咀嚼刺激による唾液分泌速度の測定

唾液は、食物残渣を口腔内から取り除くだけでなく、菌垢細菌が産生する酸を希釈、中和し、唾液中に含まれる抗菌物質が細菌の発育や代謝を抑制するなど、口腔内で重要な役割を担っています。そのため、唾液分泌速度を知ることは重要です。

a. 原理

一定時間（例5分）に流失する刺激もしくは非刺激唾液量（速度）を比較します。

指 導 票

様 年 月 日

年 月 日生 男・女 医院名
(歳 カ月)

RDテスト「昭和」によるテストを行いました。
その結果をお知らせします。
あなたは



Low (L) Middle (M) High (H)

でした。
下の表を参考に、歯科医師等の指導に従って、日頃の予防に心がけましょう。

結 果	評 価
Low (L)	今のところ心配ないようです。 これからも歯みがきを続けて、きれいな状態を保ちましょう。
Middle (M)	お口のなかをきれいにしましょう。 歯みがきを怠らないに行い、つねに口の中を清潔にしましょう。
High (H)	ムシ歯菌がたくさんいます。 このままでは、ムシ歯菌がどんどん増えそうです。 砂糖の入った食物はできるだけやめて、食べたあとは必ず歯みがきしましょう。

前回のテストの結果： L M H 年 月 日実施

図8 指導票（昭和薬品加工）

RDテストによるカリエスリスク判定と指導内容



図9 カリオスタット（デンツプライシロナ）



図10 カラーチャート（デンツプライシロナ）とカリオスタットによる評価基準

表2 唾液分泌速度によるリスク評価基準

High risk : 0 ~ 0.7mL未満/min
Middle risk : 0.7 ~ 0.9mL/min
Low risk : 1.0mL以上/min

b. 方法

- ①パラフィンワックスを1分間噛ませて、溜まった唾液を嚥下または吐き出させる。
- ②その後、パラフィンワックスを4分間噛ませながら、口腔内に溜まった唾液をメスシリンダー、または滅菌スピッツ管に吐き出させる。
- ③採取した唾液の量を計り、採取時間で割って、1分あたりの唾液分泌速度を算出する。

c. 判定

刺激唾液分泌速度によるカリエスリスクは表2に示す3段階で行います。正常値は約1.0～2.0 mL/minです。High riskと Middle riskは唾液による自浄作用が十分ではなく、抗菌効果や緩衝能も弱いと考えられます。したがって、う蝕リスクがあると評価します。

(2) グルコースクリアランステスト (GCT : Glucose Clearance Test)

a. 原理

10%グルコース溶液で洗口後、口腔内に残留している唾液中のグルコース濃度を経時的に測定し、グルコースクリアランス（グルコースが消失するまでの時間）を測定します。本テストは唾液分泌速度と正の相関関係があるとされています。

b. 方法

- ①採唾カップに唾液をとり、テス・テープを浸してその色調を観察する。
- ②10%グルコース溶液を30秒間口に含んだ後に吐き出させる。
- ③一定時間ごと（直後から5分ごとに20分まで）に採唾カップに採唾し、テス・テープを浸してその色調を観察し、グルコース消失まで、またはグルコース洗口直前の色調に戻るまでの時間を測定する。通常、グルコースは15分前後で消失する。

c. 判定

グルコース消失までの時間でう蝕になりやすい危険度を判定します。5分以内で消失するとう蝕になりにくいです。

(3) 唾液緩衝能 : Dentobuff Strip (図11)

唾液緩衝能とは、唾液が口腔内のpHの変動に抵抗する能力のことです。唾液緩衝能は唾液中の化学的なシステムに依存しており、刺激唾液は安静時唾液よりも高い唾液緩衝能を有しています。

a. 原理

唾液を試薬と混合し、判定チューブの色と判定用カラーチャート（図11）の色を比較し、唾液緩衝能を評価します。

b. 方法

- ①5分間パラフィンワックスを咀嚼させた後に唾液を採取し、テストパッドの測定部に唾液を1滴たらす。
- ②5分経過後、測定部の色を判定用カラーチャート（図11）と比較する。



Dentobuff® Strip

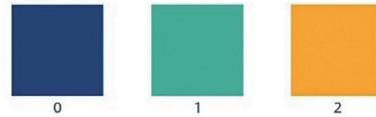


図11 Dentobuff Strip とカラーチャート（オーラルケア）

c. 判定

唾液緩衝能によるカリエスリスクの判定は色調変化をチャート（図11）と比較して，0，1，2の3段階で判定します。唾液緩衝能が高い場合は，唾液中に酸を中和する物質（主に重炭酸塩）が多く含まれていることを示しており，う蝕の発症リスクは低いと評価します。

（4）唾液pH値測定

a. 原理

唾液のpHをオーラルペーパーテストで測定します。

b. 方法

- ①テープを約3cmの長さに切り，唾液を滴下する。
- ②変化したテープをカラーチャートに適合し，pH値を測定する。

c. 判定

唾液のpHは6.8を中心に，5.6～8.0の範囲で変動することを考慮して判定します。pH値が低いほど口腔内が酸性に傾き，歯の脱灰が進みやすい環境と考えられます。

（5）唾液の粘稠度の測定

a. 原理

口腔内の自浄作用を大きく左右する唾液の粘稠度をオスワルド粘度計で測定し，カリエスリスクを判定します。

b. 方法

- ①咀嚼刺激による混合唾液を採唾カップに採取する。
- ②唾液5mLを駒込ピペットでオスワルド粘度計に入れる。
- ③スポイトで唾液を吸い上げて，粘稠度測定用のカラムのmeniscus（A）に合わせる。
- ④meniscus（A）から（B）までの落下時間を計測する。
- ⑤蒸留水5mLの落下時間を同様に計測する。
- ⑥唾液の落下時間を蒸留水の落下時間で割った値を，唾液の粘稠度とする。

c. 判定

唾液の粘稠度は，一般的に1.3～1.4を示します。2.0以上の場合は，う蝕リスクが高いと評価します。

4) う蝕活動性試験の評価

多因子性疾患であるう蝕のCATは、1つの検査データだけで判定することは困難です。臨床では、複数の検査を実施して総合的に判断しているのが現状です。

カリオグラム⁴⁾は、う蝕に関する複数の因子の相互関係を円グラフにして、カリエスリスクを評価するときの指標としたものです（詳細は10章を参照して下さい）。カリエスリスクを視覚化し、それぞれの因子がどの程度う蝕の発症に影響を及ぼしているかをわかりやすく表現しています。そのため、新しいう蝕ができる前に、一人一人にその人に合った効果的な予防手段を講じることができます。

実際の、カリオグラムを用いたカリエスリスク評価の詳細については、10章で解説しています。参照して下さい。

基本的には、カリエスリスクの大きな因子を導き出し、このリスクを低減させる予防行動を起こすことが基本となります。個別の患者に対する予防策は、総合的な評価ではなく、評価項目ごとの対処が重要です。リスクが高い場合には短いリコール期間でメンテナンスします。

(1) ミュータンスレンサ球菌群の菌量が多い場合

フッ化第一スズの応用とクロルヘキシジンやヨード製剤の応用が望まれます。

(2) *Lactobacillus*の菌量が多い場合

未処置う蝕の存在や補綴物・修復物の不適合が疑われるため、歯科医師による修復処置などのプロフェッショナルケアを優先し、同時に、フッ化物配合歯磨剤やフッ化物洗口剤の日常応用が推奨されます。

(3) 唾液の分泌速度と唾液緩衝能が低下している場合

口腔乾燥症と服用薬剤の副作用なども考慮し、人工唾液の使用と分泌機能の改善を図るとともに、歯科医院および家庭でのフッ化物応用が望まれます。

CATの結果をもとに、歯科衛生士がセルフケアのための食習慣指導、口腔清掃指導を行うとともに、シーラント塗布、PMTCを行います。また、必要に応じて歯科医師が修復処置などのプロフェッショナルケアを行います。このように個々に応じてカリエスリスク要因の改善を図ることが重要です。

3. 初期う蝕に対する切削介入か非介入かの決定

以前は、学校検診時に、探針を小窩裂溝に対し垂直に突き刺す診査が行われ、う蝕を早期発見・早期治療するという従来の考えから、すべてが切削介入の対象で、画一的でした。近年のクリニカルカリオロジーの発展により、う窩形成前の初期う蝕を早期に診断し、う窩形成・切削介入に至らないように長期管理することがう蝕治療の課題となっています。現在は、う蝕プロセスやう蝕活動性にも配慮することによって、非介入（経過観察）とすべき症例があることが明らかとなり、多様な対応が求められる時代となっています。

日常臨床において判断が難しいケースは、う窩を伴っていないが明らかに陰影のような色調変化がみられるエナメル質う蝕、象牙質う蝕、根面のセメント質う蝕です。

1) エナメル質う蝕と象牙質う蝕

(1) 視診

実質欠損の有無が、切削介入するか否かに影響するため、視診は最も優先すべき検査です。う窩を伴わない初期エナメル質う蝕は可逆性であるため、う蝕活動性と患者のリスクを考慮して、いずれも低いと判断したら、進行抑制を試み、すぐに切削介入しないことが推奨されています。う窩を伴わない象牙質う蝕の治療法を選択する際には、エックス線検査を併用することが必須とされています⁵⁾。

(2) エックス線検査

hidden caries（不顕性う蝕、かくれう蝕）のようにう窩を認めないが、エックス線検査や透照診においてう蝕の存在が明らかな場合は、切削介入するべきか、非介入で経過観察するべきか、エックス線所見に基づいて慎重に判断すべきです。

(3) う蝕治療ガイドライン

日本歯科保存学会の「う蝕治療ガイドライン（第2版）」には、象牙質の初期う蝕という条件下で「切削の対象となるのはどの程度進行したう蝕か」という、クリニカル・クエスチョン（CQ）が掲載されています⁵⁾。その中であげられているのは以下の5つの基準で、これらのうち複数の項目が該当する場合は、ただちに切削介入することを推奨しています（表3、エビデンスレベル「V」／推奨の強さ「B」）。

上記のように、う蝕ガイドラインでは、実践的なCQを設定し、医療行為についてはGRADE（The Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluation）システムやMinds（Medical Information Distribution Service）に基づき、エビデンスレベルと推奨の強さが情報提供されています。また、これらは日本医療評価機構の「Mindsガイドラインライブラリ」で公開されているので、一例を表4に示します⁶⁾（エビデンスレベル「I」／推奨の強さ「A」）。

表3 わが国における切削介入のコンセンサス（う蝕治療ガイドライン2版）

1. 歯面を清掃乾燥した状態で、肉眼または拡大鏡でう窩を認める
2. 食片圧入、冷水痛などの症状がある
3. 審美障害の訴えがある
4. エックス線写真で象牙質の1/3を超える病変を認める
5. う蝕リスクが高い

これらが複数認められた場合、直ちに切削介入する。

表4 わが国における切削介入のコンセンサス⁶⁾

1. 肉眼的に明らかなう窩が認められる
2. 食片圧入や冷水痛などの自覚症状がある
3. 審美障害の訴えがある
4. エックス線写真でエナメル質あるいは象牙質に達する病変（透過像）を認める
5. その他

これらが複数認められた場合、切削介入する。
(<https://minds.jcqh.or.jp/n/cq/D0003320>引用改変)

2) セメント質う蝕

超高齢社会のわが国では、高齢者の根面のセメント質う蝕が問題となっています。露出した根面にみられるう蝕が増加傾向です。常用薬の影響や唾液腺の萎縮の影響による口腔乾燥が、う蝕リスクを上昇させている一因と考えられます。

セメント質う蝕も、エナメル質う蝕・象牙質う蝕と同様にICDASの評価システムに基づいて評価し、日本歯科保存学会のセメント質う蝕の活動性の判定基準⁷⁾で判断することによって、切削介入するか、非介入で経過観察するかを臨床判断することが推奨されています。

(1) 評価

セメント質う蝕の活動性の判断は、探針挿入時の硬さを判断の一助とし、判断します。詳細は3章を参照下さい。

4. フィッシャーシーラント

1) フィッシャーシーラントの目的と概要

フィッシャーシーラントの目的は、う蝕の好発部位である臼歯咬合面や上顎前歯口蓋側面を削らずに予防充填材で封鎖し、平滑にすることにより、う蝕の発症を予防するとともに、歯垢の沈着を抑制して口腔内環境を改善することです。予防充填材は、その材質によりレジン系予防充填材とグラスアイオノマー系予防充填材があります。

グラスアイオノマー系予防充填材は、フッ素徐放性を有し、う蝕予防効果をもとめます。一方、歯質への接着性は、レジン系予防充填材の方が優っています。近年、フッ素徐放性を有するレジン系予防充填材も開発され、再石灰化療法の意味もあるため、一部は7章にも記載しているので参照して下さい。

2) 予防充填法

(1) 萌出途上歯の予防充填

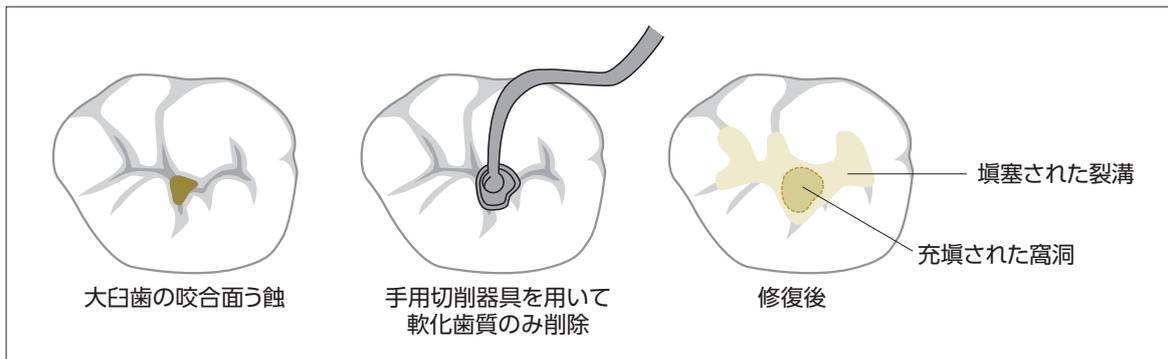
ラバーダム防湿が必須です。不可能な場合は、簡易防湿下で暫間的にグラスアイオノマーセメントを充填し、萌出完了後にラバーダム防湿下でレジン系の材料に交換します。酸処理不要なので、充填直後のフッ化物歯面塗布は不要です。しかし、長期的には、定期的なフッ化物歯面塗布によるリチャージをするのがよいでしょう。

(2) 萌出完了した歯の予防充填

ラバーダム防湿が必須です。十分な歯面清掃の後に、リン酸エッチングし、レジン系予防充填材を充填します。探針などで充填状態を確認後、ラバーダムを外して、咬合調整を行います。脱灰部がある場合には、最後にフッ化物塗布を酸処理部分よりも広範囲で行い、脱灰されたエナメル質の再石灰化を促進します。

(3) 予防充填の予後を左右する因子

充填物の保持率が予防充填の予後に大きく影響します。充填物の保持率を高めるためには、予防充填物と歯面との接着が重要です。



(Column: MIのホームページ: MI21.netより引用)

図12 ARTの手技⁸⁾



図13 高強度充填用ガラスアイオノマーセメント
左: 粉液タイプ、右: カプセルタイプ

a. 歯面の清掃

- ・ 歯面: 研磨剤なしでブラシコーンにより機械的清掃
- ・ 小窩裂溝部: ゲル状の次亜塩素酸ナトリウム剤により, 深部まで有機質を除去

b. 唾液の侵入防止

- ・ ラバーダム防湿を行うことで, エッチング領域の汚染を防止する.

c. 定期健診

- ・ 定期検診を行うことで予防充填材の脱落を早期発見し, 再充填を行う.
- ・ 定期健診時に萌出途上歯に充填したガラスアイオノマー系予防充填は, ラバーダム防湿下で, より接着性の強いレジン系予防充填材に詰め替える.

5. ART (atraumatic restorative treatment: 非侵襲性修復技法)

ARTは歯質の犠牲を最小限に抑えた治療法で, WHOがアフリカ諸国で推進したものです. 回転切削器具を用いずに, スプーンエキスカベータで軟化象牙質を可及的に除去した後, 従来型のガラスアイオノマーセメントを充填するもので, ミニマルインターベーションの究極のコンセプトといえます (図12)⁸⁾.

ARTでは, グラスアイオノマーセメントの歯質接着性とフッ素徐放性により, 二次う蝕抑制効果が期待できます. 近年, 高い圧縮強度をもつ高強度充填用ガラスアイオノマーセメント (図13: フジIXGPエクストラ, ジーシー) の普及とともにARTの応用範囲も拡大し, 先進国においてもARTが行われるようになりました. 高齢者の根面う蝕や訪問診療など, 防湿が困難な場合や十分な治療が行えない診療環境の場合によく用いられています.

表5 ART修復の評価基準⁹⁾

コード	基準
0	残存, 完全
1	残存, 窩洞辺縁部に0.5mm以下のわずかな欠損 ^a
2	残存, 窩洞辺縁部に0.5mm以上の欠損 ^a
3	残存, 修復物破折あり
4	残存, 歯牙破折あり
5	残存, 隣接面に0.5mm以上のオーバーマージン ^a
6	残存せず, 修復物のほとんどすべてが脱離
7	残存せず, 他の修復処置がなされている
8	残存せず, 歯がない
9	判別不能
C	う蝕が存在

このスコアリングシステムを使用して, 残存した修復物はコード0または1で示され, 失敗した修復物はコード2~7とCで示される.

a: 金属CPIプローブの0.5mmのボールエンドを使用して評価.

(高橋信博, 他監訳: デンタルカリエス その病態と臨床マネジメント 第2版, 391~406, 医歯薬出版, 2013より引用)

ART修復は, 表5のART基準に基づいて評価します. これは診察室の外で修復物およびフィッシャーシーラントを評価するに当たり, 容易でありながら信頼性の高い評価を確実にを行うために開発されたものです⁹⁾. これは, もう一つの評価基準であるUSPHS (United State Public Health Service) 基準より厳しいことが示唆されています.

北村和夫 (日本歯科大学附属病院総合診療科1 教授)

文 献

- 1) <https://www3.dental-plaza.com/archives/8473> (2020年12月23日閲覧)
- 2) Snyder ML : Laboratory methods in the clinical evaluation of caries activity, J Am Dent Associ, 42 : 400~413, 1951.
- 3) Newburn E : Caliology. 2nd ed. Williams & Wilkins, London, 1989.
- 4) Bratthal D, Hansel Petersson G : Cariograma multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease, Community Dent Oral Epidemiol, 33 : 256~264, 2005.
- 5) 日本歯科保存学会編 : う蝕治療ガイドライン 第2版, 永末書店, 京都, 2015.
- 6) <https://minds.jcqh.or.jp/n/cq/D0003320> (2020年12月31日閲覧)
- 7) 日本歯科保存学会編 : う蝕治療ガイドライン 第3版, 永末書店, 京都, 2020.
- 8) Column:MIのホームページ : MI21.net (2020年12月23日閲覧)
- 9) 高橋信博, 恵比須繁之監訳 : デンタルカリエス その病態と臨床マネジメント 第2版, 391~406, 医歯薬出版, 東京, 2013.

第Ⅱ部

計画・実践

治療計画と歯科衛生士の関わり

この章では、歯科衛生士がう蝕治療計画を立案するために必要な考え方や流れを解説し、う蝕予防管理における歯科衛生士の役割を示します。

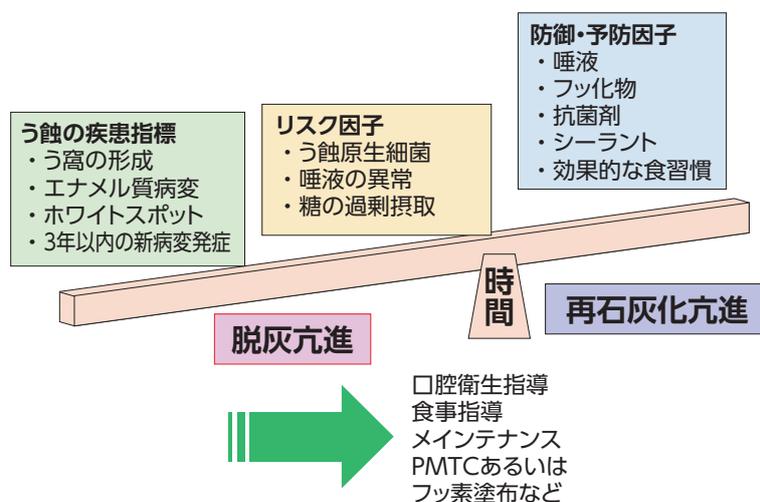
2章で示したように、最新のう蝕の定義は、バランスモデル（2章13頁）に基づいており¹⁾、う蝕に対する望ましい対応は、本疾患の本質の部分を改善することであり、管理・マネジメントすることです（図1）。つまり、従来はう蝕の本質を『う窩』であると考えていたのに対して、現在では『う蝕を生じさせた口腔環境等』と考えています。よって1章でも述べたように『う蝕とう窩は違う』という事を強く意識し、患者にもそのことを粘り強く訴え続けなければ、現状は何も変化しないでしょう。そのため、それらを管理するために治療計画を立てる必要があります。

1. う蝕治療計画

う蝕は、歯面の脱灰と再石灰化のバランスが崩れる（乱れる）ことにより発症・進行する病態です。そのため、FDIが提唱したMinimal Intervention (MI)の基本方針²⁾である口腔細菌叢の改善・患者教育・再石灰化療法・最小の侵襲・欠陥のある修復物の補修修復を実践しつつ、個々人に合わせてう蝕病変が発生しにくい口腔と、習慣にする治療計画を立てるのが基本です。

また、う蝕は2章13頁の図1で示したように多因子性疾患があるが故、それらを網羅的にマネジメントできるよう、う蝕治療計画を立てる必要があります。表1に治療計画に網羅すべき項目を列挙しました。う蝕予防管理は、種々のカリエスリスクを評価して予防プログラムを行う必要があります。

計画は、個人レベルと歯面レベルでのカリエスリスクの診査・診断を行い、それを統合して立案



(Featherstone JD, et al. : The caries balance : contributing factors and early detection., J Calif Dent Assoc. 31 : 129 ~ 133, 2003より引用改変)

図1 う蝕のバランス／インバランスモデル¹⁾

します。本章では、治療計画の立案に必要な基本的概念について記載します。実際の計画の立案は、8章を参照下さい。そして、立案した計画を実行し、再評価を行い、その結果から計画を立て直して改善策を実行する……を繰り返し、継続した予防管理を行うことが重要です。これは、『PDCAサイクル³⁾：P (Plan：計画)、D (Do：実施)、C (Check：評価)、A (Action：改善)』と呼ばれる事業展開に基づき実施され (図2)、このサイクルを繰り返すことにより、継続的で効果の高いう蝕予防管理が実践できます。

近年、う蝕の管理に関して International Caries Classification and Management System (ICCMSTM) というシステムが提唱されています (図3)^{4,5)}。このシステムは健康増進と歯質保存を目的としており、ICDASでの診断に対する対応の考え方を示しています。

さらに、2020年に発足した Caries Care International (CCI)⁶⁾ は、図4の4Dを基にした、個々の患者のう蝕リスクに応じた予防と管理を実践することを目的としています。すなわち、ICDASが提唱された背景には、2002年10月にウィーンで行われたFDI (国際歯科連盟) での声明に端を発

表1 CRAで収集するデータ

問診データ：患者レベルの評価	臨床検査データ：歯面レベルの評価
<ul style="list-style-type: none"> ・主訴 ・既往歴 (歯科的・医科的) ・唾液の分泌と組成に影響を与える全身疾患 ・服薬状況 ・口腔衛生習慣 ・フッ化物の使用状況 ・食習慣 ・糖摂取状況 ・生活状況 ・社会/経済的状況 	<ul style="list-style-type: none"> ・各歯面におけるう蝕病変の進行度と活動性 ・バイオフィルムの堆積状況 ・エックス線写真 ・口腔内写真 ・既存の修復物の状況 ・唾液分泌量 ・細菌検査：ミュータンスレンサ球菌・ラクトバチラス菌 ・(検出機器による付加的診査：DIAGNOdent/DIAGNOcam など)

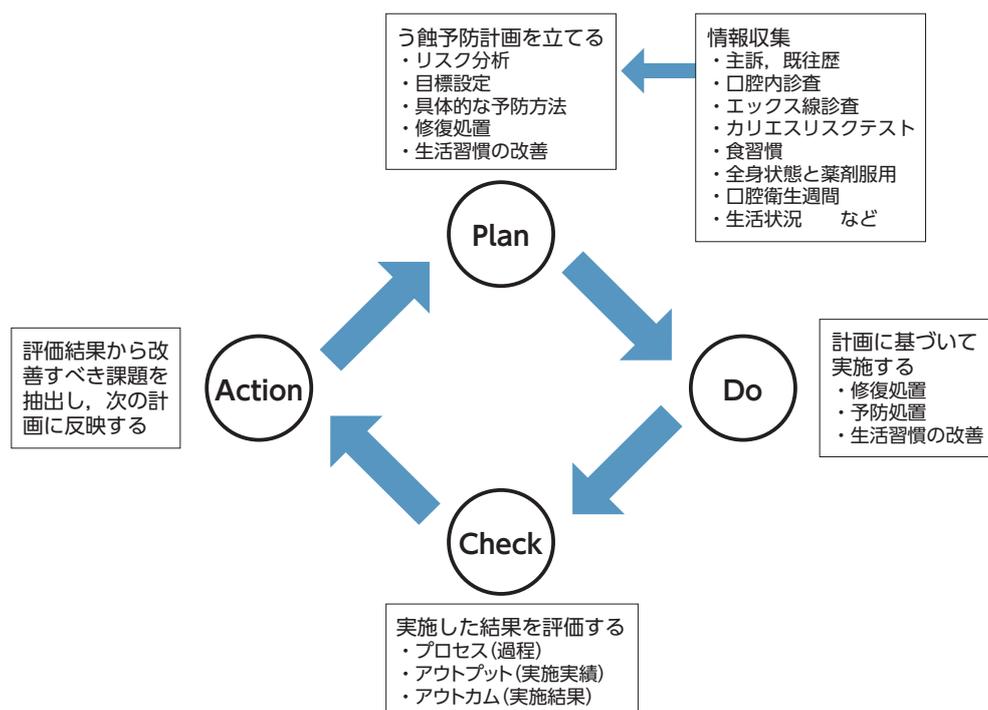
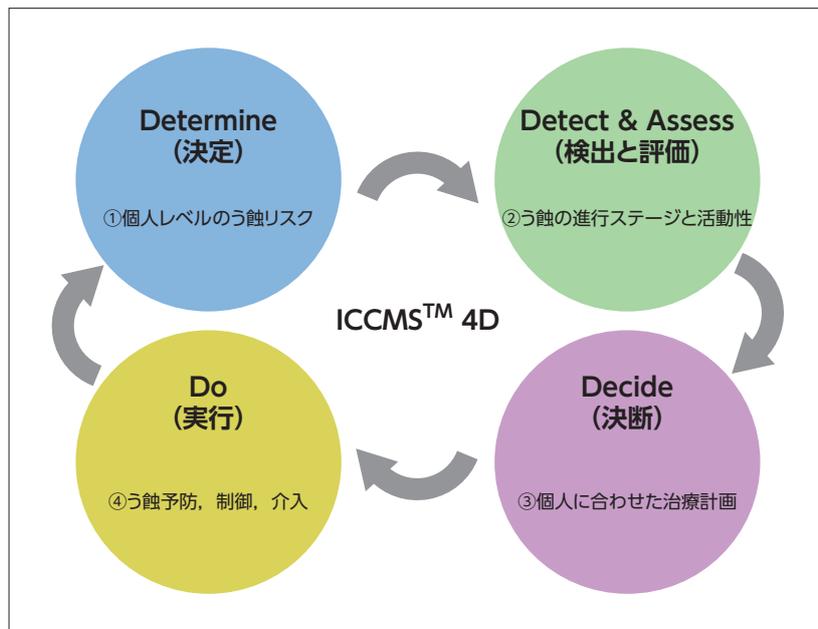


図2 う蝕治療におけるPDCAサイクル



(<https://cariescareinternational.com> より引用)

図3 ICCMSの概念図⁶⁾

するMID (Minimal Intervention Dentistry, う蝕管理における最小の介入) の概念普及と, う窩形成のない初期う蝕への再石灰化に対する関心の高まりとエビデンスの蓄積があります⁷⁾. しかしながら, この考えが十分浸透しているとはいいがたいとの問題提起から, 2019年にサンフランシスコで行われたFDIにおいて, 初期う蝕の発症の予防から進行抑制までのマネジメントをICDAS-ICCMS^{TM 5)} に沿って行うことが提唱されました.

ICCMSTMは“4D”すなわちDetermine (決定), Detect & Assess (検出と評価), Decide (決断) およびDo (実行) という4つの要素化で患者/歯面レベルのリスク評価から, う蝕予防管理計画と実行, さらに適切な定期観察によって“4D”のサイクルを廻すう蝕管理モデルを提供しています (図3).

1) 要素1: 決定 (Determine) = 患者レベルのう蝕リスク (病歴)

まず, 口腔内診査や問診を通して以下に掲げる個人レベルのう蝕リスク因子⁸⁾ を評価します.

- ・ 頭頸部の放射線治療
- ・ 口腔乾燥 (全身の状態, 服用薬の副作用, 自覚症状)
- ・ 口腔衛生状態の不良
- ・ フッ化物局所応用の不足
- ・ 頻繁かつ多量の発酵性炭水化物の摂取
- ・ 症状が出現してからの歯科受診
- ・ 社会経済的状況/医療サービスへのアクセスの障壁
- ・ 子どもに関して: 母親または養育者の重篤なう蝕経験

ICCMSTMの特徴として, これらのリスク評価に用いるツールを特に指定はしていません. すなわち, Cariogram[®] やCAMBRATMをはじめ, 地域独自, あるいはカスタムメイドのアセスメントツールのいずれを用いても良いとされています (詳細は10章を参照下さい). ただし, どのツールにおいてもカリエスリスクを左右する全身あるいは環境の要因, たとえば頭頸部の放射線治療や口腔乾燥のリスクを必ず評価するよう推奨しています. とくに「頭頸部の放射線治療」に該当する場合は, 常にう蝕のハイリスクに位置づけます.

2) 要素2：検出と評価 (Detect & Assess) = 口腔内リスク因子および病変レベルの評価

(1) 口腔内のう蝕リスク因子の評価

まず、口腔内診査により

- ・唾液分泌量低下/視診による明らかな口腔乾燥
- ・露髄/潰瘍/瘻孔/膿瘍-菌性敗血症の有無
- ・う蝕経験
- ・堆積したバイオフィーム：バイオフィームが停滞しやすい部位でのバイオフィームの存在
- ・プラークリテンションファクター（不良補綴物や修復など）
- ・根面露出

といった口腔内レベルのう蝕リスク因子⁸⁾ を評価します。とくに明らかな口腔乾燥や露髄/潰瘍/瘻孔/膿瘍-菌性敗血症のリスク因子を有する場合は、常にう蝕のハイリスクと位置づけます。これらの因子は、ICCMSTMの特徴を活かし他のシステム、たとえばCAMBRATMやCariogramなどのCRAツールを用いて評価します（詳細は10章を参照下さい）。

(2) う蝕の進行ステージ/活動性の評価

次に、ICDASに基づいてう蝕の進行ステージと活動性の状態を評価します。この評価は患者に対するアプローチ方法の決定に直結します。う蝕の診査・診断に際しては、患者の口内環境の整備、たとえばバイオフィームの除去ならびに乾燥といった前準備は必須の操作です。

う蝕の進行度（重症度）は、ICCMSTMう蝕カテゴリーの分類に基づき診断します（詳細は3章25頁の表4、8章78頁の図1、82頁の表2を参照下さい）。この際、視診による評価に加え、可能ならばエックス線所見を加味して3種類のカテゴリー⁸⁾ で診断します。

う蝕の活動性もまた視診を基本に、プローブを用いた触診を併用して評価します（表2）。

3) 要素3：決断 (Decide) = 個人に合わせた患者/患歯レベルの治療計画の決定：（意思決定）

要素2の評価で得た情報を統合し、個別の病変として表3に示す分類⁸⁾ により診断します。そして、診断結果を要素1の評価で得た患者レベルのリスク状態に落とし込み、個人に合わせたう蝕治療計画、すなわち患者レベル（表4）および患歯レベル（表5）⁸⁾ のう蝕の進行度や活動性に応じた修復処置の要否を含む具体的な管理方法を立案します。

表2 ICCMSTM要素2（検出と評価）：病変の活動性評価

ICCMS TM う蝕コード	病変の特徴	
	活動性病変	非活動性病変
ICCMS TM 初期/中等度 のう蝕	エナメル質の表面： 白色/黄色味がかっている； 光沢がなく不透明、表面が粗糙。 清掃前に病変が厚いバイオフィームで覆われている。	エナメル質の表面： 白色、褐色または黒色 光沢があり、硬くなめらか。 表面がなめらかな場合には、通常、う蝕病変は歯肉縁からある程度離れた部位に存在する。 病変は厚いバイオフィームで覆われていない。
ICCMS TM 重度のう蝕	プローブで象牙質の軟化あるいはなめし草様の粘着感を触知可能。	象牙質は光沢があり、プローブで硬さを触知可能。

表3 ICCMS™要素3（う蝕診断）：う蝕病変の進行ステージと活動性に関する情報を統合した個別の病変の分類

ICCMS™う蝕コード	活動性	
	活動性病変	非活動性病変
ICCMS™初期	初期活動性	初期非活動性
ICCMS™中等度	中等度活動性	中等度非活動性
ICCMS™重度	重度活動性	重度非活動性

注）臨床診査とX線検査（利用可能な場合）の情報を統合

表4 ICCMS™要素3：患者レベルの管理

リコール間隔

患者レベルの管理			
	ホームケア	プロフェッショナルケア (臨床的介入アプローチ) リコール間隔	
低リスク	・ 歯科医師の指示によるフッ化物配合歯磨剤 (>1,000ppmF ⁻) を用いた1日2回のブラッシング	・ 動機付けの取り組み：糖分の摂取量など、口腔衛生を向上させる方法に関する患者とのディスカッション	6～12カ月ごと
中リスク	・ 歯科医師の指示によるフッ化物配合歯磨剤 (最低1,100ppmF ⁻ できれば1,450ppmF ⁻) を用いた1日2回のブラッシング	・ 低リスクへの対応 ・ 専門家による口腔清掃 ・ シーラントによる歯面保護 ・ フッ化物配合パニッシュあるいはジェル (年2回塗布) ・ 唾液減少に影響する処方の確認	3～6カ月ごと
高リスク	・ フッ化物配合洗口剤の併用 ・ オーラルヘルスに関わる行動改善	・ 中リスクへの対応 ・ 食事の個別チェック ・ 行動変容のためのインタビュー	1～3カ月ごと

表5 ICCMS™要素3：個々の活動性病変の管理

個々の活動性病変の管理	
非切削での治療—制御	歯質保存的な修復処置
<ul style="list-style-type: none"> ・ フッ化物パニッシュ、ジェル、歯磨剤 (+口腔衛生) ・ シーリング (レジン, グラスアイオノマー, インフィルトレーション) ・ 機械的なバイオフィルムの除去 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 歯質保存的な修復 ・ 暫間的間接覆髄/歯質保存 ・ シーリング/ホールテクニク/ART

4) 要素4：実行 (Do) =患者に合わせたう蝕予防, 制御, 歯質保存的な修復処置の実行 (管理)

患者銘々に合わせた計画のもと、リスク因子を管理し改善を図るとともに、進行したう蝕に対する保存的な修復処置など、病変への適切なアプローチを実行します。リスクに応じた適切な間隔 (表4) で患者をリコールし、予防措置の評価 (とくにホームケアの実行性)、リスクの改善、口腔内の再観察 (初期病変の進行状態の確認) といった要素1・2の再実施 (再評価) など “ICCMS™4D” のサイクルの循環を長期的に繰り返すことで、ICCMS™を受けた患者の良好なう蝕アウトカムにつなげていきます。

5) ICCMS™のe-Learning Systemの構築：臨床教育への導入

ICCMS™のe-Learning Systemには、以下を始めとする様々なコンテンツが装備されています。

- ・ICDASう蝕診断のプロトコールに関する学習
- ・口腔内写真やエックス線写真など症例を用いたICDAS診断コードシステムの確認と学習
- ・ケーススタディ：リスク評価、口腔内リスクおよびう蝕の評価（進行度と活動性）が予め設定された症例を用いた、患者のリスク評価、う蝕病変の診断および予防措置・う蝕処置方法の学習

e-Learning Systemという学習ツールによって、歯学教育を受ける歯科医師養成・歯科衛生士養成機関の学生における「う蝕予防管理」の理念や概念の周知・定着はもとより、ICCMS™の正しい理解と適切な運用を学んだ歯科医療従事者の輩出が期待できます。専門医制度への導入についても検討されており、臨床現場での測定者の診査精度の向上、同一測定者の診査再現性の向上、さらには複数測定者間の誤差縮小（キャリブレーション）に大きく寄与します。これらの人材が提供するICCMS™を受ける患者の良好なアウトカム、ICCMS™に関する質の高い臨床研究が期待されます。

ACFF日本支部は、わが国の臨床教育への導入を目指し、ICCMS™リファレンスガイドの翻訳とICCMS™サイトでの配信⁸⁾をはじめ、日本におけるう蝕予防・治療の臨床や教育に取り入れられる可能性や方策について、ワークショップなどを開催して議論することが計画されています。なお、本e-Learning Systemは、日本歯科保存学会認定歯科衛生士審査制度の研修用ツールとして、使用が既に承認されています。

今後は、ICDASに基づいてう蝕の診査・診断を行い、う蝕治療ガイドラインやICCMS™、CCIに従って個々の患者にあった治療および管理を行うことで、国際的な水準に則ったう蝕の診断や治療がわが国でも求められるようになるでしょう。ICCMSのう蝕マネジメントシステムは、前述のう蝕治療におけるPDCAサイクルと考え方は同様であり、う蝕予防管理について包括的に詳しく実践的に示しています。

2. う蝕予防管理の基本的な流れ

う蝕の治療計画は、従来型の保存修復治療中心のメニューから、包括的なう蝕予防管理へ移行しています。う蝕予防管理では、患者のう蝕経験や生活習慣・環境など影響を及ぼしているリスク因子を詳しく分析し、口腔診査と患者個人を総合評価することで、再石灰化の促進や最小限の介入を適切に実施することに重点を置いて計画・実践します。

概念的なう蝕予防管理の流れは図4に示します。う蝕予防管理は、歯・歯面および患者個々人の情報を包括的に評価して立案します。そして、う蝕の保存修復治療が終了した後も、再発防止や現状維持のためにう蝕予防管理を行い、一生を通じて口腔管理を行っていきます。

3. う蝕治療計画の立案

う蝕は多因子疾患であり、特別な何かにより引き起こされるものではありません。また、2章で詳しく示したようにKeysによる3つの輪とNewburnのう蝕発症モデルは、個体因子（歯・唾液）、病原因子（う蝕原性細菌）、環境要因（発酵性炭水化物）の3つの輪に時間要因を加え、4つの輪の作用の結果としてう蝕が発生すると示しました（2章13頁図1を参照下さい）。時間要因については、歯が萌出してからの期間、発酵性炭水化物の口腔在留時間、う蝕原性細菌の歯面への付着時間など、

時間の『長短』がう蝕発生に関与します。FejerskovとManji（1997）は、脱灰—再石灰化の直接作用に、社会環境要因（社会階層，教育，収入）や保健行動要因（知識，態度，習慣）も間接的に影響を与えることを示しました（2章14頁図2を参照下さい）。

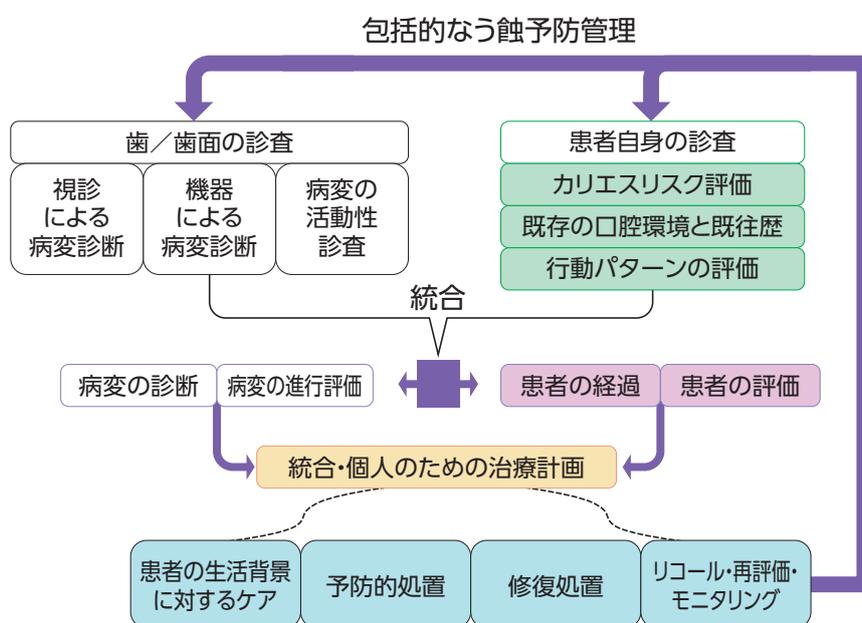
ここでは、う蝕治療計画に必要な全身・環境要因の情報収集およびレーダーチャートを用いたカリエスリスク評価を解説し、歯科衛生士が関わることのできる具体的なう蝕予防法を示します。

1) 情報収集

(1) 医療面接・問診

a. 患者の主訴と治療希望

医療面接・問診では、まず患者の主訴，特にう蝕治療に対する希望を聞きます（図5）。これは患者とのコミュニケーションをはかり、治療を的確に進めていくうえで大変重要です。主訴がう蝕治療の場合は、審美的な不安，しみる，痛みがあるなどといった自覚症状を有していることが考えられます。患者のう蝕治療に対する不安や自覚症状を十分に聴き、患者の希望に沿うよう治療計画を立てます。



(<https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA> より引用改変)

図4 ICCMS™の患者中心のう蝕マネジメントのシステム³⁾

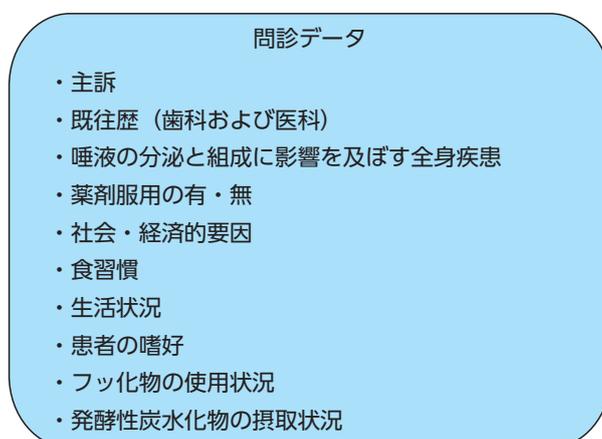


図5 問診より得られるデータ

日常の口腔清掃習慣とこれまでの口腔衛生指導の有無を把握します。患者が小児であれば、養育者による仕上げ磨きについても確認する必要があります。なお、統合失調症やうつ病、認知症などにより口腔衛生管理能力が低下することもあるため、全身状態とともにしっかり確認します。保健指導の詳細については9章を参照下さい。

e. フッ化物応用

口腔清掃時のフッ化物配合歯磨剤の使用の有無と使用方法について確認します。また、歯科医院への定期的な受診とともに、フッ化物塗布などフッ化物配合歯磨剤以外の局所応用を定期的に行っているか把握します。なお、局所応用を行っている場合は、その間隔や応用頻度とともに局所応用の種類も確認します。フッ化物応用法についての詳細は5章を参照下さい。

f. 生活環境

喫煙は唾液の減少につながる要因の一つです。抑うつ状態やストレスなど、心理的な影響により口腔乾燥が引き起こされる場合もあります。また、仕事、育児や介護などで忙しく、自分の口腔衛生管理に手が回らないなど、個々人の生活習慣はう蝕予防管理に重要な因子となり得ます。なお、患者が小児の場合は主となる養育者の生活環境の把握も必要です。本件に関する保健指導と療養指導の詳細については9章を参照下さい。

g. 社会・経済的要因

家族単位でカリエスリスクが高い場合は、社会・経済的要因が影響している可能性が高いです（2章14頁の図2を参照下さい）。また、家族の場合は生活習慣や健康に対する考え方・ケアの仕方は共有していることが多いです。本件に関連する保健指導と療養指導の詳細については9章を参照下さい。

(2) 口腔観察

口腔の観察と診査により、図7に示すデータを収集します。

a. う蝕経験

口腔内診査やエックス線診査から、う窩・修復物・喪失歯などを記録し、過去のう蝕罹患について把握します。これは、脱灰—再石灰化のバランスが過去と現在において崩れていた、もしくは崩れていることを示す重要な要因となります。

3章27頁図8にICDASが提唱するう蝕検出基準ICDASフォトパネル¹⁰⁾を示します。う蝕の診断および修復治療を行うのは歯科医師です。他方で、患者のカリエスリスクに応じた予防プログラムを立案するためには、歯科衛生士もう蝕の進行度を把握し、う蝕経験で得られた過去のう蝕感受性を考慮した上で適切な予防プログラムを選択する必要があります。なお、う蝕病変の詳細についても、3章を参照下さい。ICDASの診査法では、検査対象部位を選択（歯あるいは歯面単位）し、術

臨床データ

- ・各歯面におけるう蝕病変の進行状況
- ・個々のう蝕病変の活動性
- ・バイオフィルムの状況
- ・エックス線写真およびその他の付加的診査
- ・既存の修復物のケアの状況
- ・他のう蝕に関連するリスク因子

図7 口腔より得られる臨床データ

者により対象部位の機械的清掃を行い、エアで歯面乾燥（5秒間）した後歯面を視診し、検査結果を記録します。

b. 唾液量

う蝕に関係する唾液の作用には、細菌抑制作用、緩衝作用（唾液緩衝能）、浄化作用、再石灰化作用があります。唾液の成分は唾液分泌量により変化し、分泌量が多いと重炭酸イオンも多く分泌されるため緩衝能が高く、カルシウムイオンも多く含まれます。なお、安静時唾液と比較すると刺激時唾液のpHが高く、重炭酸イオンが高濃度に含まれます。唾液のかかわりについて、詳細は4章、6章を参照下さい。

c. 口腔衛生状態

歯列や修復物の状態から、着色、バイオフィルムの残存までしっかり確認します。開口、口呼吸、矯正装置装着なども口腔乾燥に影響する因子であるため、ここでしっかり把握します。

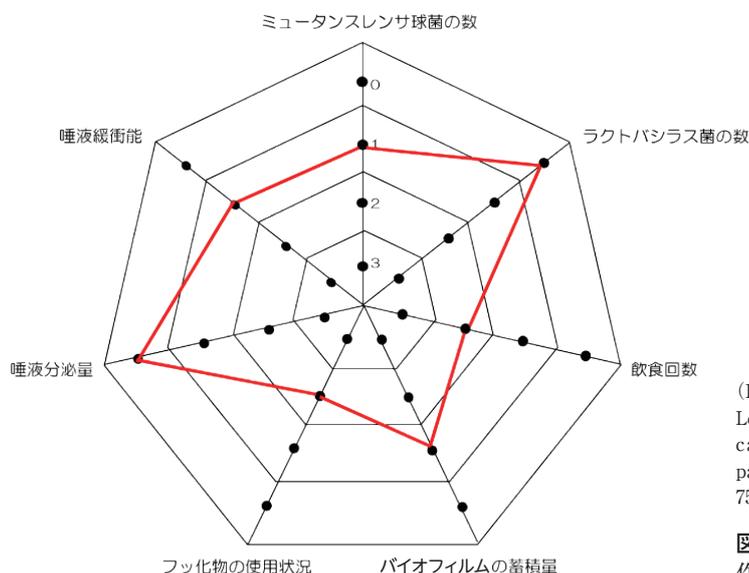
(3) カリエスリスク評価

カリエスリスクの評価は、病態を予測することとリスク像を分析することを目的とした情報収集です。

ここでは実際のレーダーチャート¹¹⁾の作製法について概説し、アセスメントの実施方法について紹介します。唾液検査と問診、口腔内診査からリスク因子と防御因子を評価し記入するもので、リスク因子としては、う蝕原因菌の数（SMスコア、LBスコア）、飲食回数、バイオフィルムの蓄積量、その他の危険因子など、防御因子としては、フッ化物の使用状況、唾液分泌量、唾液緩衝能、人工甘味料の使用状況などで構成されます（図8、表7）。なお、それぞれの診療室で、DMFT、う蝕活動性、う蝕関連全身疾患や薬剤の有無、歯列や口呼吸の状態など必要と思われる因子を追加し評価することも可能です。レーダーの見方については、小さい（チャートの中心に近い）ほどカリエスリスクは高く、大きい（チャートの外側に近い）ほどリスクは低いと評価します。リスクアセスメントの内容、意義等の知識的な事項については、詳細は5章に記載しています。

a. ミュータンスレンサ球菌

ヒトの口腔内に存在するミュータンスレンサ球菌には、*Streptococcus mutans* (*S.mutans*) と *S.sobrinus* の2種類が知られています。ミュータンスレンサ球菌は、スクロースを代謝して菌体外



(Ravald N, Hamp SE, Birkhed D : Long-term evaluation of root surface caries in periodontally treated patients, J Clin Periodontol, 13 (8) : 758 ~ 767, 1986 より引用)

図8 レーダーチャート¹¹⁾の作製例

表7 カリエスリスク評価に用いられるう蝕関連因子の例

因子	内容	検査・スコア
ミュータンスレンサ球菌	唾液中の <i>Streptococcus mutans</i> (<i>S.mutans</i>) と <i>S.sobrinus</i> のレベル	『Dentocult [®] -SM』： 咬合唾液中の <i>S.mutans</i> 菌数を測定 Class 0： < 10 ⁵ CFU/mL Class 1： 10 ⁵ CFU/mL Class 2： 10 ⁵ C ~ 10 ⁶ CFU/mL Class 3： > 10 ⁶ CFU/mL
ラクトバシラス菌	唾液中のラクトバシラス菌のレベル	『Dentocult [®] -LBJ』： 咬合唾液中ラクトバシラス菌数を測定 Class 0： 10 ³ CFU/mL Class 1： 10 ⁴ CFU/mL Class 2： 10 ⁵ CFU/mL Class 3： 10 ⁶ CFU/mL
飲食回数	1日の食事や間食の摂取回数	スコア0：3回（間食含む） 1：4～5回 2：6～7回 3：8回以上
バイオフィルムの蓄積量	口腔衛生状態の評価（O'LearyのPlaque Control Record：PCR）、Silness & LøeのPIIなど）	0：プラーク付着なし・PCR = 5%未満 1：歯頸部にプローブや歯垢染色でわかる薄い皮膜状バイオフィルムが付着・PCR = 5～20%未満 2：肉眼で見分けられるプラークが辺縁歯肉に付着 3：歯肉辺縁部や歯面に多量のプラークが付着・PCR = 51%以上
フッ化物の使用状況	フッ化物の使用状況（フッ化物配合歯磨剤、フッ化物洗口、フッ化物歯面塗布など）	0：フッ化物配合歯磨剤に加えてフッ素洗口、診療室でのフッ素塗布など最大限に使用 1：フッ化物配合歯磨剤以外に、ときどき他のフッ化物も使用 2：フッ化物配合歯磨剤のみ使用 3：使用していない
唾液分泌量	唾液量の評価（刺激時唾液の毎分分泌量など）	パラフィンワックスを咀嚼して5分間採唾 0：正常（1.2mL/min以上） 1：やや少ない（0.9～1.1mL/min） 2：少ない（0.5～0.9mL/min） 3：非常に少ない（0.5mL/min未満）
唾液緩衝能	唾液の緩衝能の評価	『Dentobuff [®] Strip』： 刺激唾液の緩衝能を色の変化で測定 0：即青（高い：正常） 1：青（高い：正常） 2：緑（中程度：注意） 3：黄（低い：要注意）

多糖類である不溶性グルカンを産生し歯面に強固に付着するとともに、酸を産生する能力を有します。歯面付着能力により、歯面にう蝕病変を初発させる能力があるとされています。「Dentocult[®]-SM」を用いた実施・評価方法の実際は6章に記載しています。

b. ラクトバシラス菌

ラクトバシラス菌は強い酸産生能を有しますが、歯面への付着能力がありません。そのため、う窩や修復物、補綴物マージン部などに生息します。う窩や不適合修復物などに多く存在し、低い

pHでの増殖が可能であることから、う蝕病変を拡大・進行させる役割をもちます。なお、炭水化物の摂取頻度が増えるとラクトバシラス菌も増える傾向があります。

『Dentocult[®]-LB』を用いた実施・評価方法の実際は6章に記載しています。

c. 飲食回数

含糖食品や発酵性炭水化物の1日の摂取回数を確認し、評価します。間食だけでなく食事も含むため、3回（間食含む）→4～5回→6～7回→8回以上とします。回数が多い方がリスクも高いです。飴をなめた、ジュースを飲んだなども1回にカウントします。

d. バイオフィルムの蓄積量

バイオフィルムを染色してスコア化します（O'LearyのPlaque Control Record（1972）：PCR）、あるいはバイオフィルムの菌面付着量（Silness&LøeのPlaque Index（1964）：PII）などで評価します。

e. フッ化物の使用状況

う蝕予防管理において、フッ化物の利用は大変重要です。MI Dentistryにおいても、歯質強化や再石灰化の促進、酸産生の抑制において大変重要な要因となります。

f. 唾液分泌量

唾液の分泌量は、刺激時唾液と安静時唾液の分泌速度を調べます。実施評価法の実際は6章を参照下さい。

g. 唾液緩衝能

唾液緩衝能は、口腔内の唾液がpHの変動に抵抗する能力のことです。緩衝能が高ければpHは予想ほど低下せず、低下している時間も短時間となり、元のpHに戻る力が高いと評価できます。通常、安静時唾液よりも刺激時唾液で、より高い緩衝能を有しています。

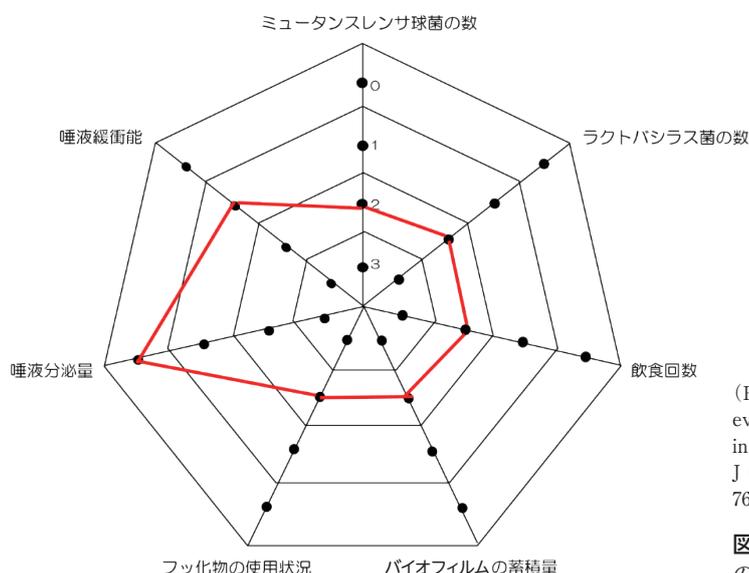
『Dentobuff[®] Strip』を用いた実施・評価方法の実際は6章に記載しています。

h. う蝕予防管理計画書の立案

症例を通して概説します。

図9に示したレーダーチャート¹¹⁾の一例をもとに、この患者のう蝕リスクアセスメントと予防プログラムの一例を紹介します¹²⁾。この症例のその他の情報は以下の通りです。

- ・12歳の女児
- ・DMFTは3であり、現在はいらぬを認めない



(Ravald N, et al. : Long-term evaluation of root surface caries in periodontally treated patients. J Clin Periodontol. 13(8) : 758～767, 1986より引用)

図9 レーダーチャート¹¹⁾の一例

- ・2歳年下の妹と2人姉妹，両親は共働きで日中は妹と二人で過ごす
- ・食事以外におやつを「3」回摂取：2（「6」回/日）
- ・唾液中ミュータンスレンサ球菌数：2（ $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL）
- ・唾液中ラクトバシラス菌数：2（ 10^5 CFU/mL）
- ・バイオフィーム付着量：2（PCR = 48%）
- ・唾液分泌量：0（1.2mL/min）
- ・唾液緩衝能：1（青色）
- ・フッ化物の使用状況：2（フッ化物配合歯磨剤のみ）

レーダーチャートを見ると，う蝕原生細菌数（SMスコア，LBスコア），バイオフィーム蓄積量など危険因子は高値を示し，防御因子である唾液の分泌量，緩衝能は良い数値を示しています。この女兒は，う蝕原性細菌による酸産生能が高く，飲食回数やバイオフィーム付着量も多めですが，同時に防御因子である唾液の力も強いことから，カリエスリスクは中リスクと判定できます。

現在もう蝕リスクは高い状態が維持されており，口腔清掃状態が不良ということからも，直ちに，ブラッシング指導とブラッシング習慣の改善を指示します。さらに，おやつの摂取方法の指導および人工甘味料への変更を提案します。なお，防御因子である唾液については良い数値であるため，必要に応じて唾液腺マッサージを指導し，さらなる予防効果を期待するために，口腔清掃指導とフッ化物塗布およびPMTCを予防プログラムに組み込み，定期検査を継続します。

(4) リスクに対する予防プログラム

得られるデータを統合し，診断後治療計画を立案・再考します（図10）。

a. 口腔細菌叢の改善

う蝕原性細菌は，発酵性炭水化物や含糖食品の摂取頻度が多いと増殖するため，適切な食生活の確立が必要となります。食事や間食の摂取回数が多くなるに従い，う蝕のリスクも上がります（詳細は2章を参照下さい）。そのため，リスクの高い患者には発酵性炭水化物の間食としての摂取を控えるなど，摂取回数に対する指導が必要です。

しかし，患者によっては食事や間食の摂取回数を減らすことが困難な場合もあります。水分補給が必要な患者については，pH低下を伴う含糖飲料をペットボトルなどで複数回飲むなどは避けるよう指導します。また，全身疾患により複数回の食事が必要な場合は，食後の口腔清掃やフッ化物応用に力を入れる必要があります。フッ化物には，バイオフィーム中細菌が酸を産生する際の解糖系に対する抗酵素作用があるため，酸の産生を抑制します。毎食後の口腔清掃時には，フッ化物配合歯磨剤の使用をすすめます。

a) ミュータンスレンサ球菌群（MS）への対応

MSとう蝕の関係について第2章，4章を参照して下さい。MSのコントロールには，口腔清掃指導と食事や間食等食習慣の改善指導とともに，人工甘味料やフッ化物の応用が有効です。

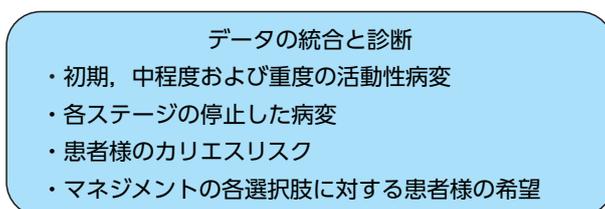


図10 収集したデータの統合と診断業務

キシリトールは、酸産生能とバイオフィーム産生能のいずれも持たない代替人工甘味料です。キシリトールはMSに取り込まれても代謝経路に入れずそのまま排泄されるため（無益回路）、エネルギーのみ消費されるため菌が増殖できません。また、MSの糖代謝を阻害するため酸を産生しません。ただし、キシリトールは下痢を起こす可能性があり（0.3g/体重1kg）、MSに取り込まれ蓄積されるだけの時間等も必要であるため、特徴をよく確認して予防プログラムに導入します。

また、MSは母子感染にも注意が必要です。MSは新生児の無菌顎の口腔内では定着できず、菌の萌出により増加します。Caufieldらは、乳児期のミュータンスレンサ球菌の定着時期について、生後9～44カ月に定着し、その約50%が19～31カ月に検出されたと報告しています¹³⁾。なお、母親のMSと子どものMSのレベルには相関があるとされるため、母親教室で口腔衛生指導とともにこれから母親になる妊婦に指導していますが、同じ箸やスプーンなどを使う、養育者が菌で噛み切った食物を与えるなど、食事摂取には注意が必要です。

b) ラクトバシラス菌への対応

ラクトバシラス菌は、歯面への付着能力を持たないためう窩や修復物・補綴物のマージン部分に生息します。特に不適合修復物や深部う蝕に多く生息するため、早期のう蝕治療や修復物・補綴物の再作製も有効な処置となります。また、ラクトバシラス菌も発酵性炭水化物等の摂取頻度が増えると増殖する傾向があるため、MSと同様に食事に関する指導も必要です。

b. 食事指導

まずは、患者ごとに食事記録をつけることが重要です（図6）。水・お茶以外の飲食物を口にした際は、その時刻を記入し、ブラッシングを行った時期を同様にチェックしてもらうと、保健指導が円滑に行えます。飲食の嗜好についても回答を得ておくのが良いでしょう。砂糖の多く含まれる粘性の高い食品の摂取は控え、代替甘味料については、糖アルコールであるキシリトールの応用を考えましょう。キシリトールは、前述のようにレンサ球菌群に影響を与えるため、レンサ球菌群の数の多い患者は、毎食後にキシリトールガムを噛んでもらいましょう。

また、『酸蝕症』についても指導が必要です。健康のために毎日黒酢を飲む、クエン酸を摂取するためレモンをかじるなど様々な場面が考えられるため、患者の問診と口腔内診査から得られた情報を確認し、アプローチしましょう。

ただし、食習慣は患者の嗜好による関わりも大きいです。う蝕予防とのバランスを見ながら、個々のリスクに合わせた患者の実施可能な内容にすることも大切です。患者の食の楽しみを奪う、栄養摂取に悪影響を与えることのないよう注意が必要です。

c. フッ化物の応用

う蝕予防管理において、フッ化物の利用は大変重要です。フッ化物は、歯質強化と口腔細菌への影響によりう蝕を予防します。フッ化物によるう蝕予防のメカニズムの詳細は5章を参照下さい。フッ化物の応用法の詳細も併せて5章に記載し、年齢別フッ化物含有歯磨剤の年齢別応用法と注意点は5章41頁の表8に示しました。

d. 口腔乾燥症

唾液分泌量、唾液緩衝能、唾液減少症については4章、6章を参照頂ければ対応策も記載してあります。よく噛んで食べる、唾液腺マッサージ等により唾液分泌は促進されます（図11）。

水分摂取を促す場合は、含糖飲料は避け、水やお茶などに変更できるとよいでしょう。しかし、全身疾患や薬剤の副作用、ストレスや緊張など、どうしても払拭できない様々な要因も多く影響します。その際は、食事指導、口腔清掃、フッ化物応用など、唾液流量を増やす以外のプログラムを実行することも必要です。例えば、シェーグレン症候群で唾液分泌量の改善が見込めない場合には、



耳下腺：
手指で後ろから前に回すように
刺激する

顎下腺：
指を下顎骨の内側にあて、
奥から手前に数カ所ほど押す

舌下腺：
両親指を下顎骨の内側の舌下部に
あて、舌を突き上げるように押す

図11 唾液腺マッサージ

口腔清掃を励行してフッ化物を応用し、唾液以外からのカルシウムイオンの供給を考えます。カルシウムイオンの供給には、リカルデントを応用することも一つです。

また、口腔乾燥は唾液緩衝能の低下にもつながります。『脱灰—再石灰化』のバランスを崩さないためには、咀嚼回数を多くして刺激唾液の流量をなるべく多くします。唾液量の少ない患者の場合は、キシリトールガムを噛み刺激唾液を多く流出させることで、キシリトールの効果が期待できるだけでなく、唾液量が増えることで再石灰化作用も促進されます。

(5) う蝕予防管理における歯科衛生士の役割

う蝕予防管理は、EBMに基づく最適な医療の提供と、患者との信頼関係により成立します。長期にわたる良好なコミュニケーションは治療を成功に導く基盤となるため、最初に患者と接し、常に患者のそばに寄り添う歯科衛生士の役割は大きいです。歯科衛生士は、共感型態度と傾聴の姿勢による対話型のアプローチを実施し、患者が不満を感じることなくう蝕治療を行い、その後の予防管理まで行うことができるよう関わるのが大切です。

う蝕は様々な要因が複雑に絡み合って発症します。しかし、それら要因を適切に評価し、オーダーメイドの予防プログラムを立案・実施し、継続した管理を行うことで、う蝕をコントロールすることは可能と考えられます。MIに基づくう蝕予防で力を発揮するのは歯科衛生士です。メンテナンスで患者さんと継続的にずっと関わっていくのも歯科衛生士なのです。

佐藤 治美（日本歯科大学新潟短期大学歯科衛生学科 准教授）

文 献

- 1) Featherstone JD, et al : The caries balance : contributing factors and early detection, J Calif Dent Assoc, 31 : 129~133, 2003.
- 2) FDI World Federation : FDI policy statement on Minimal Intervention Dentistry (MID) for managing dental caries : Adopted by the General Assembly : September 2016, Pozmas, Poland Int Dent J, 67 : 6~7, 2017.
- 3) <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA> [2021.1.9閲覧]
- 4) Andås CA, Östberg AL, Berggren P, et al : A new dental insurance scheme—effects on the treatment provided and costs, Swed Dent J, 38 : 57~66, 2014.
- 5) Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al : Dental caries, Nat Rev Dis Primers, 3 : 17030, 2017.
- 6) <https://cariescareinternational.com> [2021.01.09閲覧]
- 7) Makinen KK : Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization of caries lesions : a review, Int J Dent, 2010.

- 8) <https://www.iccms-web.com/content/resources/iccms-icdas-publications> [2021.1.9閲覧]
- 9) 伊藤 中：歯科衛生士のためのカリオロジー（デンタルハイジーン別冊），30～35，43，52～67，68～90，医歯薬出版，東京，2015.
- 10) ICDASフォトパネル：一般社団法人日本ヘルスケア歯科学会
- 11) Raval N, Hamp SE, Birkhed D : Long-term evaluation of root surface caries in periodontally treated patients, J Clin Periodontol, 13(8) : 758～767, 1986.
- 12) 和久田一成：カリオグラム（Cariogram）のエビデンスと臨床応用，（一社）ACFF日本支部 2020Webカンファレンス FDIグローバルスタンダード 臨床・教育へのICCMS導入を目指して，8～15，2020Web開催.
- 13) 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.

初期う蝕病変の検出・モニタリングと オブザベーションワーク

1. 初期う蝕病変

初期う蝕病変とはう蝕の最も初期の段階であり、う窩（実質欠損）のないエナメル質病変、すなわちエナメル質表層の脱灰、表層下脱灰を呈した病変です。その特徴として、以下があげられます。

- ①初期う蝕の表層は、再石灰化により無機質が高濃度に存在する。しかし、内部の崩壊部は無機質が失われ結晶構造が崩壊しているため、入射光が複屈折を起こし、肉眼では白色あるいは褐色の斑状病変にみえる。
- ②脱灰深度が浅いあるいはう蝕の進行が小康状態である病変では、エナメル質表面は光沢があり、湿潤状態では識別することが困難な場合がある。
- ③非活動性の病変では、エナメル質は滑沢な表面性状を呈しており、エクスプローラー等で触知することは難しい。

初期う蝕病変の進行はエナメル質の多孔性の影響を受けると報告されており¹⁾、口腔環境が変化することによって再石灰化される可能性があります²⁾。しかし、臨床的にう窩が確認できず、外見上正常であるかのようにみられる初期う蝕病変において、侵入した細菌がエナメル象牙境にまで達し、象牙質に侵入することもあり、病変の早期発見と適切なマネージメントはう蝕予防管理において非常に重要です。

2. 初期う蝕病変の検出方法

初期う蝕病変の検出は、基本的には視診・触診・エックス線診・透照診で行いますが、診断に苦慮する症例もあり³⁾、さらにはエクスプローラーによる不注意な触診は脆弱なエナメル質表層を破壊するとの報告もあります⁴⁾。現在、補助的方法としてレーザー蛍光法⁵⁾、交流インピーダンス分光法⁶⁾、歯科診断用口腔内カメラ⁷⁾、Fiber-optic transillumination (FOTI)⁸⁾などが開発されており、従来の診査方法と組み合わせて行うことにより、う蝕検出率が向上すると報告されています⁹⁾。

1) 視診（歯の色調の変化と形態の変化を診査する）

う蝕病変の評価方法として、ICDAS（International Caries Detection and Assessment System：国際的う蝕探知評価システム：診査基準の詳細は3章を参照下さい）¹⁰⁾を使用します。Ekstrandによる歯冠部う蝕の診断¹¹⁾をもとに考案され、う蝕病変が現在回復状態にあるのか、停止状態にあるのか、進行状態にあるのかの判断に生かすことが可能になります。ICDASはコード0からコード6に分類されており（3章26頁、表5-1）、初期う蝕病変はコード1、2に相当する（3章27頁の図8を参照下さい）。

ICDASコード1：初期の目視できるエナメル質の変化

十分にエアードライした後に検出できる不透明な白色あるいは褐色の変色であり、湿潤時には正常のエナメル質との区別が困難な病変です。

ICDASコード2：あきらかに目視できるエナメル質の変化

乾燥状態、湿潤状態でも目視可能です。検出時に乾燥は必要ありませんが、コード3（限局したエナメル質の崩壊）との鑑別を行うため、乾燥状態での診査を行う必要があります。

なお検出時には、精度を高めるために、あらかじめ歯面に付着したプラークを歯ブラシ、歯間ブラシ、フロスおよびPMTCで事前に除去した後、明るい視野で診査すべきで、拡大鏡やマイクロスコープを使用することより、さらに鮮明に判断することができます。また、患者の理解を深め、モチベーションを向上させるために、口腔内写真撮影は効果的です。う蝕の経時的変化を観察するためには、なるべく同一の撮影条件下で十分（5秒間程度）乾燥を行った後に規格撮影を行う必要があります。

2) 触診（歯の表層の粗造感を診査する）

(1) エキスプローラー

歯面清掃を行った後、歯の隣接面・咬合面の表層の粗造感を触診します。なお、探針の過度の加圧と不適切な使用は表層エナメル質を破壊することが実証されており^{4, 12)}、診査時には鋭利な先端のエキスプローラーで、過大な力を加えないように注意を払う必要があります。

(2) デンタルフロス

隣接面の診査には、デンタルフロスを使用します。フロスによる触診において粗造感があればう蝕があると診断できますが、滑らかに感じてもう蝕がないとはいえない¹³⁾との報告もあるので注意が必要です。

3) エックス線診（う蝕によるエックス線写真の透過像を診査する）

視診や触診ではわかりにくい隣接面う蝕やう窩の形成のない咬合面う蝕の診断に有用であり、う蝕治療ガイドライン¹⁴⁾（日本歯科保存学会編）においても強く推奨されています（エビデンスレベルI）。

R0: 正常	RA: 軽度			RB: 中等度	RC: 重度	
透過像無し	RA1	RA2	RA3	RB4	RC5	RC6
透過像無し	エナメル質外側1/2までの透過像	エナメル質内側1/2～エナメル象牙境までの透過像	象牙質外側1/3までの透過像	象牙質中央部1/3までの透過像	象牙質内側1/3までの透過像	歯髄に達する透過像

(Ismail AI, et al. : Community Dent Oral Epidemiol, 41(1) : e12 ~ 40, 2013. doi : 10.1111/cdoe.12024 より引用改変)

図1 ICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリー¹⁵⁾

International Caries Classification and Management System (ICCMS)¹⁵⁾では、う蝕病変の進行レベルをエックス線検査所見より、正常、軽度、中等度、重度の7つのカテゴリーに分類しており(図1、詳細は7章を参照して下さい)、初期う蝕病変はRA1(エナメル質外側1/2までの透過像)、RA2(エナメル質内側1/2～エナメル象牙境までの透過像)に相当します。

う蝕病変の活動性の評価ならびにメンテナンスには、エックス線検査が必須ですが、近年エックス線写真撮影技術のデジタル化も普及しており、以前に比べてエックス線被曝量は減少しています。しかし、不必要な被曝は当然避けるべきであり、上下顎同時に撮影できる咬翼法を用いる等の配慮が必要です。また、う蝕の管理状況を把握するためには、規格撮影したエックス線写真によって比較する必要があり、POSITIONING INDICATOR等の使用が望ましく、必要に応じて咬合面コアを併用します(図2)。

4) 透照診(光ファイバーやレジンの光照射器を患部に照射し、可視光の透過度や屈折状態から歯の内部のう蝕を診査する)

健全なエナメル質は、光をある程度透過する性質を有するため透過光は明るく見えますが、う蝕があると結晶構造の破壊により光が乱反射して光透過性が減弱し、暗く見えます(図3)。

この特性を利用した検査方法が透照診であり、前述のガイドラインにおいて推奨レベルは「A」であり(エビデンスレベルI)¹⁴⁾、隣接面のう蝕を検出する際に有用な検査方法とされています。前歯では、无影灯やレンジ照射器(長時間の使用は避けるべきであり、光量の調節が必要である)の光を透過し、ミラーを使って舌側から透過性を観察します。ただし臼歯部(特に大白歯)では、无影灯の照射野外となり、またレンジ照射器では操作性が難しいことから、トランスイルミネーターを使用すると検査が容易になります。トランスイルミネーターを頬舌側歯頸部から照射して、咬合面方向からミラーで観察します(図4)。

また判別が困難な場合には、照明を落とすことによりう蝕病変部を鮮明に観察できることがあります



図2 POSITIONING INDICATORとシリコン製咬合面コアを用いたエックス線規格撮影。
A：前歯 B：臼歯

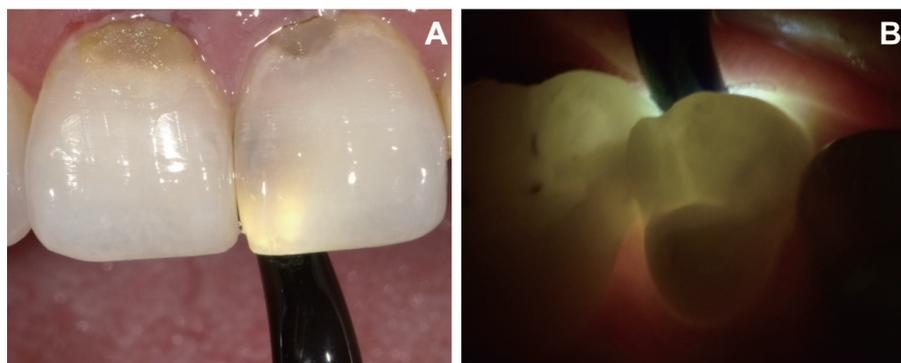


図3 透照診
A：前歯 B：臼歯

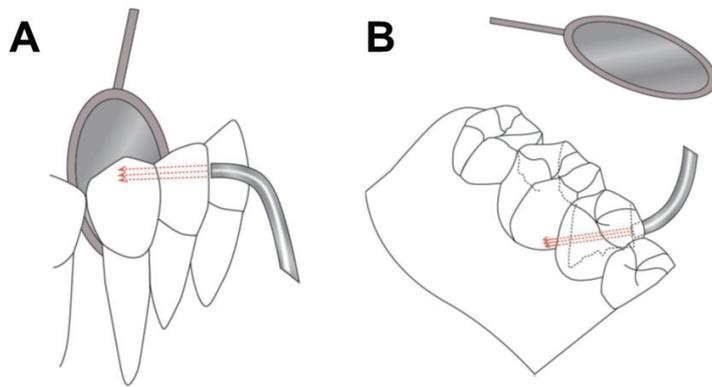


図4 透照診時のミラーとトランスイルミネーターの位置づけ
A：前歯 B：白歯



図5 透照診

A：上顎左側側切歯の初期う蝕病変 B：照明を点けた状態での透照診 C：照明を消した状態での透照診

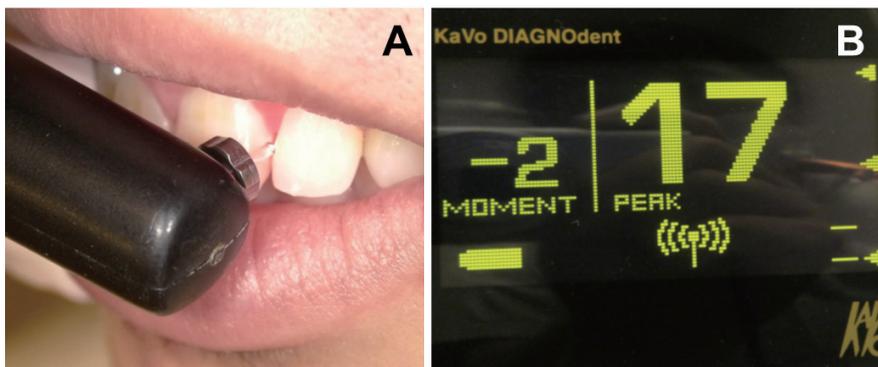


図6 透レーザー蛍光法
A：光学式う蝕検出装置による計測
B：ディスプレイ表示

ます (図5)。

5) レーザー蛍光法 (歯面にレーザー光を照射することで発生する蛍光反射を測定して、歯の内部のう蝕を診査する) (図6)

レーザーを歯に照射した際に発する反射光 (ドップラー光) の蛍光強度が健全歯質よりう蝕の歯質の方が大きくなることを利用しています。この蛍光強度を数値化し、う蝕の進行状態を診査します。健全な歯質では低い数値を示し、う蝕などで歯質が変化している場合は高い数値になります。歯石、プラークの存在は測定誤差の原因となるため、測定前にはスクレーピングとプラークコントロールを行う必要があります。また、裂溝の着色、研磨剤、シーラント、レジン充填などにより擬陽性が出やすいといわれています (エビデンスレベル I)¹⁴⁾。

咬合面象牙質う蝕の検出方法としては視診よりも明らかに感度が高く、治療計画立案時に再石灰化の可能性を判断する予測値としても有用であり、再石灰化療法時の効果の判定基準にもなりえます¹⁶⁾。しかし、エナメル質う蝕の検出は象牙質う蝕よりも感度が低く、使用には限界があると報告されています¹⁷⁾。

3. 管理計画の立案

1) う蝕病変の管理計画

う蝕病変のマネージメントには、ICCMSが多くの臨床機関に採用されています。ICCMSは、健康増進と歯質の保存を目的として、2012年 Temple University Caries Management Pathways workshopにおいて提唱されたシステムです。本システムは、ICDASモデルを用いてう蝕病変の進行ステージと活動性の評価を行い、個人に合わせた予防の観点からリスクを改善し、予防と治療を含めた包括的なう蝕予防プランを提供します。具体的には、図7のようなフローチャートで行われ、5つのステップで構成されています。

Step 1：う蝕の進行ステージと活動性

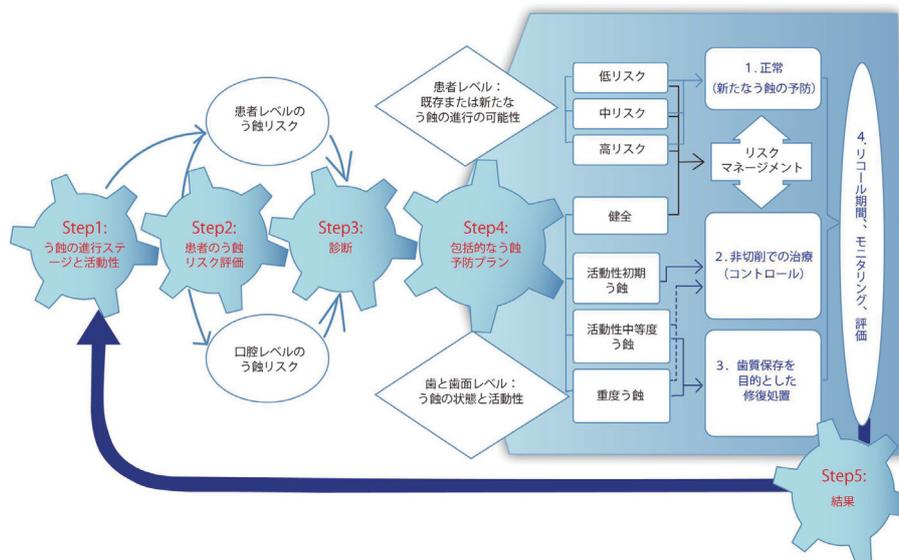
う蝕の評価は、視診、エックス線検査およびう蝕活動性試験（カリエスリスクテスト：詳細は3章、6章を参照下さい）を組み合わせて行います。

(1) う蝕の進行ステージ

初期う蝕病変はICDASコード（3章27頁の図8を参照下さい）1または2に相当し、う蝕様の不透明さ、または明らかな色調の変化（白斑または褐色の変色）がみられるエナメル質の視覚的变化があり、実質欠損の伴わない病変です。

(2) う蝕の活動性

初期う蝕病変であっても、進行している可能性があります。カリエスリスクテストには、微生物に対して行うう蝕誘発性テスト（RDテスト、Dentocult、カリオスタットなど）と、宿主に対して行うう蝕感受性テスト（Dentobuff、唾液分泌量、pHなど）がありますが、これらの器材がない場合には表1を参考にして判定します（詳細は3章、6章、7章を参照下さい）。



(*図7, 8および表1, 2までは、Ismail AI et al. : Authors of International Caries Classification and Management System (ICCMS), Banerjee A, et al: The International Caries Classification and Management System (ICCMS™) An Example of a Caries Management Pathway. BMC Oral Health. 2015;15 Suppl 1(Suppl 1) : S9, 2015. doi : 10.1186/1472-6831-15-S1-S9. Epub 2015 Sep 15. BMC Oral Health. 2015. PMID : 26391116より引用改変)

図7 ICCMS (International Caries Classification and Management System) のフローチャート¹⁸⁾

(3) エックス線検査

エックス線検査は、う蝕の深さを評価することができます。う蝕の深さとう窩の存在が常に関係しているとは限らず、見落としてしまうことが往々にあります。また、う蝕が進行しているかどうかを確認するためには、フォローアップ時のエックス線写真との比較が必要であり、評価はICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリー（図1、表2）¹⁸⁾に沿って行います。

Step 2：患者のう蝕リスク評価

(1) う蝕リスク要因

患者個々のリスク評価は、口腔健康管理を行う上で非常に重要であり、患者レベルと口腔内レベルのリスク要因を把握する必要があります（図8）。

a. 患者レベルのう蝕リスク要因

- ・頭頸部における放射線被曝
- ・病歴
- ・口腔衛生の実践状況
- ・フッ素の局所的な応用
- ・糖分の摂取
- ・歯科への受診
- ・社会的ステータス
- ・母親のう蝕の既往

b. 口腔レベルのう蝕リスク要因

- ・進行性う蝕病変

表1 活動性・非活動性う蝕病変の特徴¹⁸⁾

ICDAS コード	病変の特徴	
	活動性	非活動性
初期または中等度 (1 ~ 4)	<ul style="list-style-type: none"> ・エナメル質表面が白色、黄色 ・光沢がなく不透明 ・ざらつきがある ・バイオフィルムの停滞領域に存在する（小窩裂溝、歯肉縁近く、コンタクトポイント付近） ・厚いバイオフィルムが被覆している 	<ul style="list-style-type: none"> ・エナメル質表面が白色、褐色または黒色 ・光沢がある ・硬く、なめらかである ・歯肉縁から離れた位置に存在する ・厚いバイオフィルムが覆われていない
重度 (5, 6)	<ul style="list-style-type: none"> ・象牙質が軟らかい、あるいはなめし革様の粘着性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・象牙質に光沢があり、硬い

表2 ICDASとICCMS エックス線検査カテゴリー¹⁸⁾

ICDAS コード	ICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリー				
	R ₀ ：正常	RA _{1,2} ：軽度	RA ₃ ：軽度	RB：中等度	RC：重度
0：健全	健全	初期	初期	中等度	重度
1, 2：初期	初期	初期	初期あるいは中等度	中等度	重度
3, 4：中等度	中等度	中等度	中等度	中等度あるいは重度	重度
5, 6：重度	重度	重度	重度	重度	重度

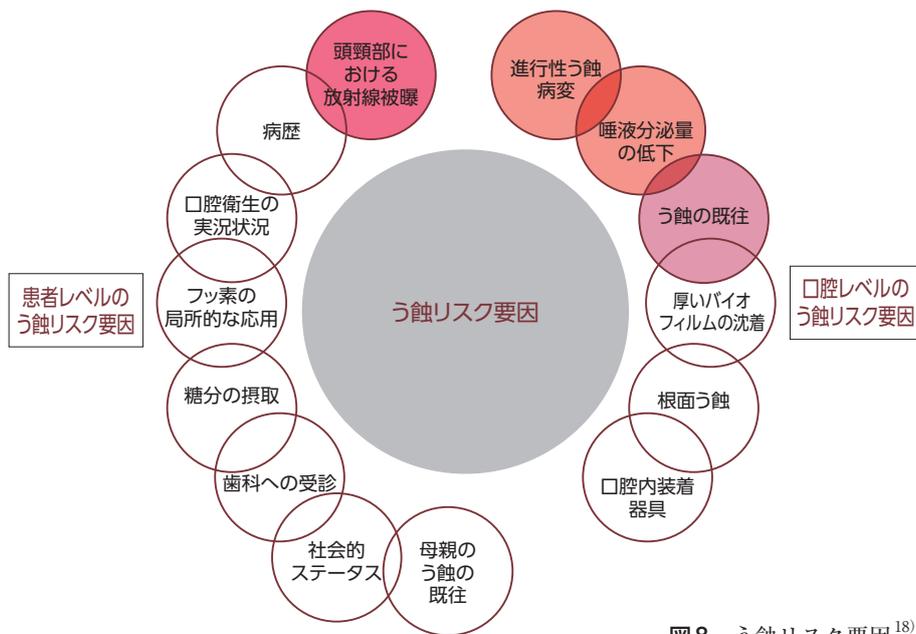


図8 う蝕リスク要因¹⁸⁾

- ・唾液分泌量の低下
- ・う蝕の既往
- ・厚いバイオフィルムの沈着
- ・根面露出
- ・口腔内装着器具

(2) う蝕リスク評価

う蝕リスクの評価は下記のように分類されます。

- ・高リスク：ハイリスク要因「進行性う蝕病変，口腔乾燥症，う蝕の既往，頭頸部における放射線被曝」（図8赤塗の要因）のうちの一つ以上，あるいは「バイオフィルムの大量の沈着，低い社会的ステータス，保護者のDMF指数が高い」のいくつかがあてはまる
- ・中リスク：高リスクと低リスクの中間型
- ・低リスク：ハイリスク要因がすべて当てはまらず，他の要因の関与も少ない

Step 3：診断

う蝕病変と患者のリスク評価で得られた情報を統合して，個々のう蝕リスクに重み付けを行うとともに（4章，10章を参照下さい），総合的なう蝕リスクを解析し（4章を参照下さい），包括的な口腔衛生管理計画を策定するための診断を行います。

(1) 口腔内診査およびエックス線検査に基づくう蝕病変の診断

ICDAS コードとICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリー結果より，う蝕病変のステージを，表2のように健全，初期，中等度，重度に分類します。そして，それぞれのステージに対して，以下のような管理を行っていきます。

- ・初期：修復処置を行わない（削らない：No drill）
- ・中等度：象牙質を削らないか，あるいは最小限の低侵襲の修復処置
- ・重度：象牙質の切削を伴う侵襲性の高い修復処置

(2) う蝕リスク解析

患者のう蝕リスク評価と診断時での活動性う蝕病変の有無をもとに、将来的なう蝕活動性を予測します（表3）。

活動性う蝕病変を「なし，初期，中程度/広範囲」の3つに分類し，患者のリスク状態をStep2にもとづき「低リスク，中リスク，高リスク」に分類します。両者を統合することによって，患者個々における新たなう蝕の発生の可能性を「低リスク，中リスク，高リスク」にグループ分けします。

Step 4：包括的なう蝕予防プラン

患者個々のう蝕進行・発生の可能性を評価した後，それぞれのグループに対して，表4，5のように，テーラーメイドのプロフェッショナルケアとホームケアプランを立案します（詳細は10章を参照下さい）。このプランの目的は新たなう蝕の発生を予防し，健康な口腔状態を維持・管理することであり，プロフェッショナルケアとホームケアの両面での対処が必要です。

Step 5：評価

患者個々のう蝕リスクの重み付け，および年齢等個々人に合わせたリコール時期を検討し，う蝕

表3 う蝕リスク解析¹⁷⁾

患者のう蝕リスク評価	診断時のう蝕の状態		
	活動性う蝕を認めない	初期の活動性う蝕	中等度または重度の活動性う蝕
低リスク	低リスク	中リスク	中リスク
中リスク	低リスク	中リスク	高リスク
高リスク	中リスク	高リスク	高リスク

表4 ホームケアによるう蝕予防プラン¹⁷⁾

患者のう蝕リスク評価	診断時のう蝕の状態
低リスク	・フッ化物配合歯磨剤（ $\geq 1,000\text{ppm F}$ ）を使用した1日2回のブラッシング
中リスク 高リスク	・フッ化物配合歯磨剤（ $1,450\text{ppm F}$ ）を使用した1日2回のブラッシング ・フッ素洗口 ・糖分摂取や口腔衛生に関する行動変容
高リスク	・クロロヘキシジン洗口

表5 プロフェッショナルケアによるう蝕予防プラン¹⁷⁾

	プロフェッショナルケア	
低リスク 中リスク 高リスク	・健康的な食事および口腔衛生の実践の動機付けやサポート ・リスクに応じたりコール間隔でのメンテナンス ・PMTC	
中リスク 高リスク	・シーラント	・年2回以上のフッ素ジェル・溶液（ $1,450\text{ppm F}$ ）の塗布
		・年4回以上のフッ素ジェル・溶液（ $1,450\text{ppm F}$ ）の塗布

（表3～5までは，Bader JD, et al. : A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries, J Am Dent Assoc, PMID : 15551982 Review, 2004より引用改変）

の状態を再評価します。その評価結果をもとにして、再度、患者レベル、口腔レベルのう蝕リスクを判定し、口腔管理を継続していきます。

2) 初期う蝕病変の管理方法

う蝕病変の管理計画が立案されたのち、図9のフローチャートに従って管理を行います。

初期う蝕病変の管理は、当該歯にフッ化物を応用し、う蝕の進行を停止させ、再石灰化により病変を改善させることが主目的となります¹⁹⁾。再石灰化療法²⁰⁾（5章を参照下さい）を成功させるためには、できるだけ早期にう蝕病変を検出することが重要であり、ホームケアとプロフェッショナルケアにおける両ケアにおけるフッ化物を組み合わせ、定期的、長期的に応用する必要があります²¹⁾。またメンテナンス時の再評価は非常に重要であり、期待していた結果がみられなかった場合には、患者のリスク要因を再調査し、う蝕予防プランを修正することも考慮しておかなければなりません。

4. モニタリングとオブザベーションワーク

初期う蝕病変は「脱灰 vs 再石灰化」のバランスによって変化します。「脱灰<再石灰化」の状態を維持するためには、患者の主体性が必要不可欠です。そのためには、適切な問診、各種検査結果をもとに患者のう蝕リスク評価を行い、個々に応じたう蝕予防プランを立案します。そして、患者が自身のリスク状態を自覚できるようなコンサルトを心がけ、リスクを回避するための予防プランを実践できるように継続的な管理・マネージメントが重要となります。

1) 問診時に注意すべきこと

う蝕リスク要因は問診にて確認しますが、診療室という特殊な空間で、信頼関係のできていない状態の問診は、患者によっては聞き取りが不十分になることがあります。そのため、問診表と食事記録（図10A, B）をあらかじめ患者に配布しておき、後日、記載事項について詳細に問診を行うようにしています。

特に食事記録については、記載日が特別な場合もあるため、嗜好品なども問診し、より多くの情報を得るように注意しています。これは、歯周病の予防管理と決定的に異なる点です。

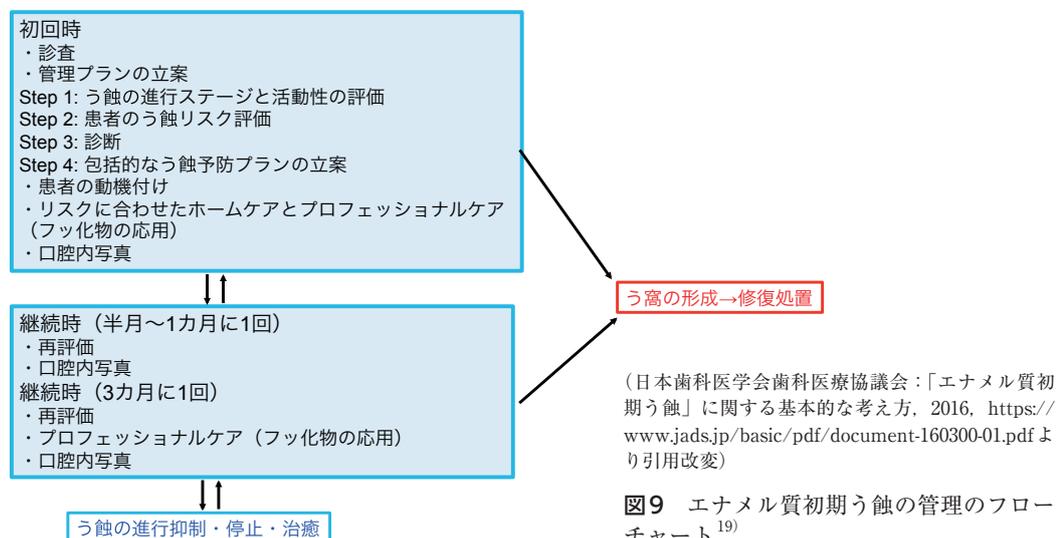


図9 エナメル質初期う蝕の管理のフローチャート¹⁹⁾

4) メンテナンス時に注意すべきこと

ホームケアの指導内容は、患者の口腔内環境（口腔レベルのう蝕リスク要因）だけでなく、患者を取り巻く生活環境や身体的状態（患者レベルのう蝕リスク要因）を考慮します（図9）。特に、症状がない初期う蝕の場合、患者自身がホームケアを改善する必要があると認識できていないことが多くあります。そのため、ブラッシング指導時には赤染を行い、鏡や口腔内写真を用いて現在のブラッシングの状態を確認してもらい、まず提案する指導内容の意味を理解してもらい、必要があります。また、情報の入手経路が触覚>聴覚>視覚の順に身につけやすいため、単に磨き方を伝えるのではなく、実際に患者にしてもらい、理解できているか確認し、必要に応じて資料を配布します（図14）。

再評価時には、プラークコントロールが良好になっていればリスクがどのように減らせたかを具体的に伝えることが大切であり、不十分な場合には何が問題なのか、改善できるようにするにはどうすればよいかを患者とともに考えていくようにします。施術内容、コンサルト内容等はすべてサブカルテ（図15）に記載し、歯科医師と歯科衛生士で情報を共有することで、連携を図りながら継続的な管理を行うことができます。

また、患者とのコミュニケーションをより円滑にするために、趣味や日常生活に関する情報も記載しておくことでよいでしょう。

ただし、生活習慣は早々に変わることはなく、変わったとしても、また元に戻る可能性があることを念頭に置き、リコール毎に新たな情報をもとに、ホームケアの内容をモディファイさせる必要があります。

専門的口腔ケア

様 2020年6月2日

歯・歯肉の状態 <input type="checkbox"/> よく磨けています <input checked="" type="checkbox"/> 磨き残しがあります (1/1) 部 <input type="checkbox"/> 歯石がついています <input type="checkbox"/> 歯ぐきに発赤・出血・腫れがあります ● プラークスコア (52/108 = 48 %)	
	口腔ケア指導 <input type="checkbox"/> 概ね磨けていますので、歯の間の汚れに注意しながらこの調子で磨きましょう。 <input checked="" type="checkbox"/> 磨き残しが多いので、歯ブラシは奥までしっかりしれ小さく動かしていくようにしましょう。 <input checked="" type="checkbox"/> 歯ぐきに沿って磨き残しがあります。歯ブラシの毛が歯と歯ぐきの境に入るよう45度の角度で小刻みに動かしましょう。 <input type="checkbox"/> 歯と歯の間に磨き残しがあります。歯間ブラシを使いましょう。 <input checked="" type="checkbox"/> 歯と歯の間に磨き残しがあります。フロスを使いましょう。 <input type="checkbox"/> 歯ぶらしに磨き残しがあります。小さい歯ブラシを使いましょう。 <input type="checkbox"/> やや歯ブラシ圧が強いようです。柔らかい目の歯ブラシで優しく磨きましょう。 <input type="checkbox"/> 歯の裏側に磨き残しがあります。歯ブラシを立てて磨きましょう。 <input type="checkbox"/> 食後、特に就寝前は出来るだけきちんと磨きましょう。 <input type="checkbox"/> 歯みがき粉の使い方を工夫しましょう。 <input type="checkbox"/> その他
備考 歯ブラシを換えて、小さく細くして磨くと、歯の間に歯垢が溜まりやすくなる。	時間 (9 : 40 ~ 9 : 55)
保険医療機関名 医療法人とみなが歯科医院 所在地・電話番号 徳島県鳴門市瀬戸町明神字下本城 197-3 088-688-1511 開設者・担当歯科医 歯科衛生士 山口由美子	

(社) 日本歯科医師会・日本歯科医学会 監修

図14 口腔ケア指導用紙

Date	Staff	Oral	Patient
2020/6/2	山口由美子	・新点検の結果 ・歯石の除去、歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス	・歯間用ブラシの使い方 ・歯間フロスの使い方 ・歯間用ブラシの使い方 ・歯間フロスの使い方
2020/6/2	山口由美子	・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス ・歯間用ブラシ、歯間フロス	・歯間用ブラシの使い方 ・歯間フロスの使い方 ・歯間用ブラシの使い方 ・歯間フロスの使い方

図15 サブカルテ

5. 症例

初期う蝕病変を有する症例に対し、ICCMSのフローチャートに則って、う蝕予防プランを行った症例を例示します。

1) 検査

症 例：24歳，男性。

主 訴：冷たいものを飲むと，上顎前歯がしみる。

現病歴：約2カ月前より，上顎左側前歯部に冷水痛を感じるものの，症状は軽微であったため放置していた。1週間前，ブラッシング時に上顎左側側切歯部の着色に気づき，口腔内精査を希望して来院した。

既往歴：特記すべき事項なし。

検 査：

① 視診

上顎左側側切歯の近心隣接面に，乾燥状態，湿潤状態でも白色の変色を認めました。エナメル質の実質欠損はみられませんでした（図16, 17A, B）。

② 触診

エクスプローラー，デンタルフロスによる触診にて，粗造感は認められませんでした。

③ エックス線診

エナメル質外側1/2に限局した境界不明瞭なエックス線透過像が認められました（図18A）。

④ 透照診

トランスイルミネーターを用いて透照診を行った結果，近心隣接面の光透過性の減少を確認しました（図19A）。

⑤ レーザー蛍光法

光学式う蝕検出装置（ダイアグノデント ペン 2190，モリタ）を用いて，変色した近心面を2度計測した結果，ピーク値は17でした。

2) 管理計画の立案

Step 1：う蝕の進行ステージと活動性

① う蝕の進行ステージ

ICDASコード：2（3章28頁の図8の18A, Bを参照下さい。図17A, B）。

② う蝕の活動性

触診ではざらつきは認められなかったものの，エナメル質表面は光沢がなく，黄色～褐色様の変色を呈しており，プラークを染め出した結果，厚いプラークがコンタクトポイント付近に被覆していた（図20）ため，表1より「初期の活動性う蝕病変」と判定しました。

③ エックス線検査

ICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリー：RA1（図1，18A）。

Step 2：患者のう蝕リスク評価

① う蝕リスク要因

a. 患者レベルのう蝕リスク要因



図16 術前の口腔写真

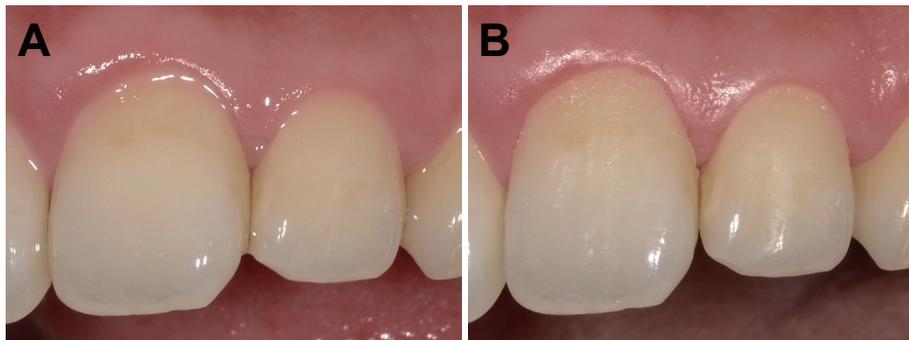


図17 術前の患歯の口腔写真
A：乾燥前，B：乾燥後

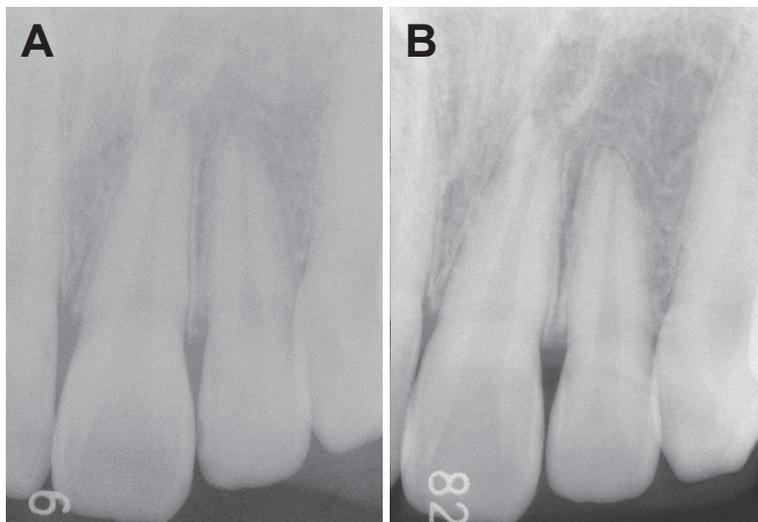


図18 患歯のエックス線写真
A：術前
B：予防管理3カ月後

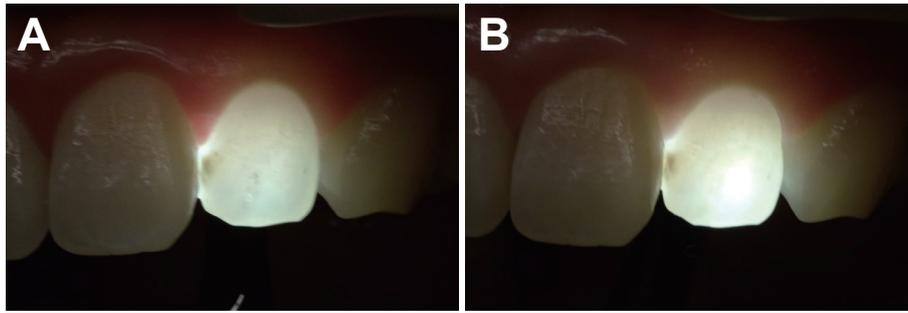


図19 患歯の透照診像
A：術前，B：予防管理3カ月後



図20 術前の歯垢染色時の口腔写真

問診，検査結果より，PCR：48%，歯磨き回数が平日は1日3回，休日は1日2回行っており，フッ素の局所的な塗布は行っていませんでしたが，その他の項目はあてはまりませんでした。以上より，「口腔衛生の実践状況」と「フッ素の局所的な応用」が該当しました。

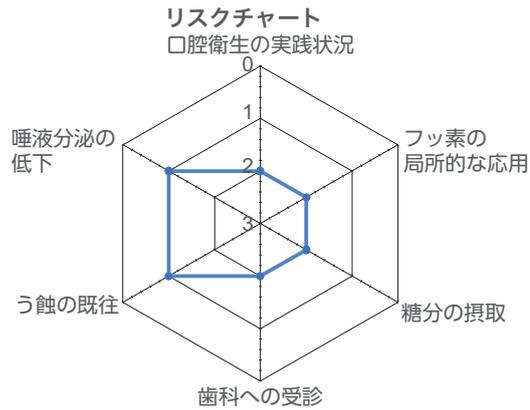
b. 口腔レベルのう蝕リスク要因

サクソンテストによる唾液検出量が1.1gであり，バイオフィルムを染め出した結果，特に前歯部隣接面，歯頸部に厚いバイオフィルムの沈着が認められました（図20）。以上より「唾液分泌量の低下」と「分厚いバイオフィルムの沈着」が該当しました。

② う蝕リスク評価

(1) のう蝕リスク要因より，う蝕リスクを高リスクに評価しました。図21にリスク評価結果とう蝕予防管理計画を示します。

う蝕予防管理計画書（予防プラン）



セルフケア

- ・ 歯並びに合わせた歯磨き指導
バス法、前歯の立て磨き、フロスの使用
- ・ 歯磨剤の変更とフッ素の応用
カムテクトAc（歯磨剤）
ホームジェル（フッ素ジェル）
オプリス（フッ素洗口）
- ・ 唾液分泌量の向上
唾液腺マッサージ、Pos-CaF（ガム）
- ・ 糖分摂取の改善
摂食回数を減らす
スポーツドリンクをお茶に変更

プロフェッショナルケア

- ・ メンテナンスの励行（当初は2W毎
保健指導と1カ月毎のPMTC）

図21 本患者の初診時リスクチャートと初診時う蝕予防管理計画書

Step 3：診断

① 口腔内診査およびエックス線検査に基づくう蝕病変の診断

ICDAS コード：2, ICDAS/ICCMS エックス線検査カテゴリ：RA1のため、表2を参考にして、初期に分類しました。

② う蝕リスク解析

患者のう蝕リスク評価が高リスク、診断時のう蝕の状態が初期の活動性う蝕のため、高リスクに分類しました（表3）。

Step 4：包括的なう蝕予防プラン

① ホームケア

フッ化物配合歯磨剤（カムテクトAc, GSK）を用いた1日3回のブラッシングとフロスの使用、夜のブラッシング後のフッ化ナトリウム洗口剤（オラプリス洗口用顆粒11%, 昭和薬品化工）を用いたフッ化物洗口、朝、昼のブラッシング後のフッ化物（ホームジェル、オーラルケア）塗布の指導を行いました。患者は、前歯部にバイオフィーム残留傾向があるため、同部位のブラッシング指導も合わせて行いました。また、無意識時の開口癖があり、唾液量が少ないため、閉口指導と唾液促進を目的として、食後20分間ガムを噛むよう指導しました。また、患者の嗜好飲料であるスポーツドリンクの摂取を控えるように指導しました。

② プロフェッショナルケア

う蝕予防プラン立案後、最初の1カ月はブラッシング指導、食事指導を兼ねて2週間に1度、その後は1カ月に1度の頻度で歯科衛生士によるPMTCを3カ月間行いました。毎回のPMTC時にPCRを用いて、口腔衛生の実践の動機付けも合わせて行いました。

Step 5：評価

① 診査

a. 視診

術前と比べて褐色部の若干の減少がみられたが、ICDASコード2と判断しました（図22B）。

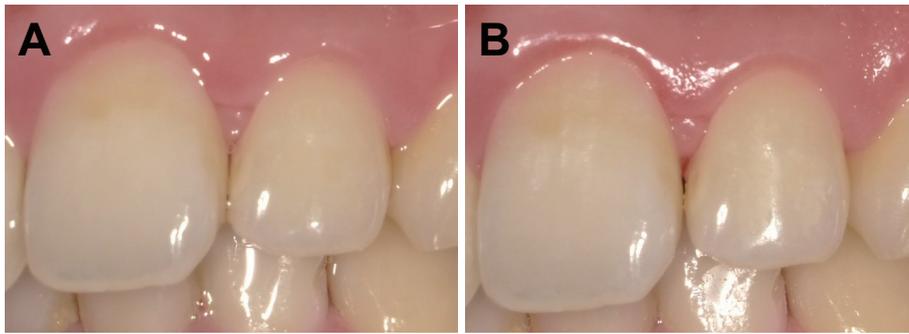


図22 予防管理3カ月後の患歯の口腔写真
A：乾燥前，B：乾燥後



図23 予防管理3カ月後の
歯垢染色時の口腔写真

b. 触診

エキスプローラー，デンタルフロスによる触診にて，粗造感はありませんでした。

c. エックス線診

エックス線透過像はやや縮小傾向にありました（図18B）。

d. 透照診

光透過性の減少した領域の大きさは変化していませんでした（図19B）。

e. レーザー蛍光法

2回計測した結果，それぞれ13，18であり，著変は認められませんでした。

② 患者レベルのう蝕リスク要因

術前と比較して，口腔内清掃状態は改善され，PCRは9%でした（図23）。フッ化物の局所的な応用を行ってきたため，該当するものではありませんでした。

③ 口腔レベルのう蝕リスク要因

サクソンテストによる唾液検出量が0.8mgであったため，「唾液分泌量の低下」のみ該当しました。以上より，術前と比較して口腔内環境は改善されたものの，う蝕リスクの評価は依然として「高

リスク」の範疇にあり、今後、患者レベルおよび口腔レベルのう蝕リスクの変化を注視し、継続的なう蝕予防管理を行っていく必要があると考えられます。

ICCMS う蝕マネジメントは、各種検査を行い、う蝕進行度をステージ分類し (Step 1)、口腔レベルと患者レベルに分けてリスク評価を行い (Step 2)、う蝕の診断とリスク解析を行った後 (Step 3)、個人に合わせた包括的なう蝕予防プランを作成します (Step 4)。そして、立案されたプランを実施し、その結果 (Step 5) をフィードバックすることにより、各人の各時点に合わせたマネジメントが可能になる循環型のシステムです。このような明確な基準をもったヘルスアセスメントは、歯科衛生士が、歯科医師と情報共有しながら協力してう蝕予防を行うにあたり、非常に簡便かつ有用な方法です。そのなかでわれわれは、患者自身が「自分の歯を自分で守れる人」になれるよう、一人ひとりに適した関わり合いを続けていく必要があります。

山口由美子 (医療法人とみなが歯科医院 主任衛生士)

文 献

- 1) Mount GJ. : Defining, classifying, and placing incipient caries lesions in perspective, *Dent Clin North Am*, 49 (4) : 701 ~ 723, 2005.
- 2) Barbaria E, Maroto M, Arenas M, et al. : A clinical study of caries diagnosis with laser fluorescence system, *J Am Dent Assoc*, 139(5) : 572~579, 2008.
- 3) Mejàre I, Gröndahl HG, Carlstedt K, et al. : Accuracy at radiography and probing for the diagnosis of proximal caries, *Scand J Dent Res*, 93(2) : 178~184, 1985. doi : 10.1111/j.1600-0722.1985.tb01328.x.*Scand J Dent Res*, 1985.
- 4) G. Stookey GJ : Should a dental explorer be used to probe suspected carious lesions? No-use of an explorer can lead to misdiagnosis and disrupt remineralization. *Stookey, Dent Clin North Am*, 49(4) : 701~723, 2005.
- 5) Achilleos EE, Rahiotis C, Kakaboura A, et al. : Evaluation of a new fluorescence-based device in the detection of incipient occlusal caries lesions, *Lasers Med Sci*, 28(1) : 193~201, 2013. doi : 10.1007/s10103-012-1111-6.
- 6) Jablonski-Momeni A, Heinzl-Gutenbrunner M, Haak R, et al. : Use of AC impedance spectroscopy for monitoring sound teeth and incipient carious lesions, *Clin Oral Investig*, 21(8) : 2421~2427, 2017. doi : 10.1007/s00784-016-2038-2. Epub 2016 Dec 20. *Clin Oral Investig*. 2017.
- 7) Lara-Capi C, Cagetti MG, Lingström P, et al. : Digital transillumination in caries detection versus radiographic and clinical methods: an in-vivo study, *Dentomaxillofac Radiol*, 46(4) : 20160417, 2017. doi : 10.1259/dmfr.20160417. Epub 2017 Apr 6.
- 8) Gomez J, Tellez M, Pretty IA, et al. : Non-cavitated carious lesions detection methods : a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*, 41(1) : 54~66, 2013. doi : 10.1111/cdoe.12021.
- 9) Zandoná AF, Zero DT. Zandoná AF, et al. : Diagnostic tools for early caries detection, *J Am Dent Assoc*, 137(12) : 1675~1684, 2006, quiz 1730. doi : 10.14219/jada.archive.2006.0113. *J Am Dent Assoc*, 2006.
- 10) International Caries Detection and Assessment System Coordinating Committee. Rationale and Evidence for the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II), reviewed September 2011 (unchanged from 2005), <http://www.icdas.org/>
- 11) Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA : Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface, an in vitro study, *Caries Res* 31 : 224~231, 1997.
- 12) Kuhnisch J, Dietz W, Stosser L, et al. : Effects of dental probing on occlusal surfaces - a scanning electron microscopy evaluation, *Caries Res*, 41 : 43~48, 2007.
- 13) 今村基尊, 山本妙子, 小野俊朗, 他 : 乳歯隣接面齲蝕の咬翼法 X線写真とデンタルフロスとによる診査, *小児歯誌*, 29(3) : 607~613, 1991.
- 14) 日本歯科保存学会編 : う蝕治療ガイドライン 第2版, 永末書店, 京都, 2015.
- 15) Ismail AI, Tellez M, Pitts NB, et al. : *Community Dent Oral Epidemiol*, 41(1) : e12~40, 2013. doi : 10.1111/cdoe.12024.

- 16) Tulumbacı F, Oba AA, Tulumbacı F, et al. : Efficacy of different remineralization agents on treating incipient enamel lesions of primary and permanent teeth, *J Conserv Dent*, 22(3) : 281-286, 2019. doi : 10.4103/JCD.JCD_509_18.
- 17) Bader JD, Shugars DA : A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries, *J Am Dent Assoc*, PMID : 15551982 Review, 2004.
- 18) Ismail AI, Pitts NB, Tellez M : Authors of International Caries Classification and Management System (ICCMS), Banerjee A, Deery C, Douglas G, et al. : The International Caries Classification and Management System (ICCMS™) An Example of a Caries Management Pathway, *BMC Oral Health*, 15 Suppl 1(Suppl 1) : S9, 2015. doi : 10.1186/1472-6831-15-S1-S9. Epub 2015 Sep 15. *BMC Oral Health*. 2015. PMID : 26391116.
- 19) 日本歯科医学会歯科医療協議会 : 「エナメル質初期う蝕」に関する基本的な考え方, 2016, <https://www.jads.jp/basic/pdf/document-160300-01.pdf>, (2020年7月16日閲覧)
- 20) Philip N, Philip N : State of the Art Enamel Remineralization Systems : The Next Frontier in Caries Management, *Caries Res*, 53(3) : 284~295, 2019. doi : 10.1159/000493031. Epub 2018 Oct 8.
- 21) Diefenderfer KE, Stahl J, Diefenderfer KE, et al. : Caries remineralization therapy : implications for dental readiness, *Mil Med*, 173(1 Suppl) : 48~50, 2008. doi : 10.7205/milmed.173.supplement_1.48. *Mil Med*. 2008. PMID : 18277722 .
- 22) Scullard M, Baum D. : Everything DiSC Manual, Wiley, p247, 2015.

う蝕予防管理における保健指導 (含:療養指導)

1. はじめに

う蝕は脱灰と再石灰化のバランスが崩れ、脱灰が再石灰化を上回った状態が持続していることです。患者指導を行ううえで最も重要なことは、う蝕は多因子疾患であることを理解してもらうことです。脱灰を起こす要因を理解してもらい、リスク改善プログラムを実践してもらうためモチベーションを上げていきましょう。

2. う蝕予防管理におけるメンテナンスの意義

「歯を磨かないとう蝕になる。しかし、歯をよく磨いていてもう蝕になる。それは歯が弱いからである。歯をよく磨かなくてもう蝕にならない。それは歯が強いからである」

よく聞く言葉ではないでしょうか？では、う蝕になるという判断基準はどこにあるでしょうか。養育者に仕上げ磨きをしてもらっている乳幼児や小児であれば、歯の色の変化によって、養育者がう蝕を疑うことがあります。しかし、ほとんどの人は冷たいものに歯がしみる、歯が痛いというような自覚症状があつてう蝕を疑います。冷たいものに歯がしみるのはきっと知覚過敏であろうと自己判断するケースも多々あります。う蝕の有無を確認するためにはメンテナンスが必要になります。

さらに、う蝕は多因子疾患です。生活習慣の変化によって、リスク因子の変動も考えられます。環境は一定ではありません。リスク要因の正確な把握を行うために定期的なリスク評価を行い、リスク改善プログラムの修正を行い実践してもらう。経験則ではなく、エビデンスに基づいたメンテナンスを行うことが重要です。SOAP (Subject, Object, Assessment, Plan) による分析手法を活用することによって論理的な対応ができます。

問題点を指摘する前にはいつも口腔内環境が良好に保たれていることを褒め、問題点を解決することによってさらに良好な状態になることを薦めることです。患者の満足度を得ることがメンテナンスの継続につながるからです。

3. う蝕予防管理における保健指導

う蝕予防管理に最も大切なことは、自己管理（保健・療養）を患者に指導することです。

1) デンタル・バイオフィルム：DB（デンタル・プラーク）コントロール

う蝕原生細菌であるミュータンスレンサ球菌群は、垂直感染等によって口腔内に定着します。う蝕は養育者からの感染性疾患ですので、一人だけでなく家族全体で予防管理を行うことが重要にな

ります。これらの細菌種や感染論・病因論の詳細については2章、4章を参照下さい。

DBのコントロールは歯科衛生士にとって、永遠の課題かもしれません。

(1) プラークの把握

DBのコントロールを行ううえで最も大切なのは、どこにバイオフィームが付着しているのか把握することです。診療室ではDB染色を行うことで、付着部位を把握することができますが、家庭で毎回DB染色を行い把握することはできません。

患者には記録写真や付着部位のイラスト・資料等を渡して説明するのがよいでしょう（図1）。

患者自身がバイオフィームの付着を把握できるように、DBの付着時とDBの除去後の舌感の違いを感覚的に理解してもらいましょう。そしてDBのコントロール後にバイオフィームが残存していないか確認をってもらう習慣づけをしてもらいます。1回のDBのコントロール時間で判断することは危険です。やりやすい部位に時間をかけてしまう傾向があるからです。

まずは歯ブラシの選び方から、磨き方、時間、時期、頻度、回数等の指導が必要です（図2）。

2) 方法

DBのコントロール方法の習得のためには、バイオフィームが付着しやすく、除去しにくい部位を理解してもらいます。口腔内環境によって変わってきますが、隣接面DBの除去は重要なポイントになります。歯ブラシだけでの除去は難しく、フロスや歯間ブラシの併用が必要となります。



図1 DBの染色部位



ブラッシング前染色図

ブラッシングの問題？
磨き方？
歯ブラシ？
時間？
時期？ 回数はOK



生活習慣の問題？



ブラッシング後 歯の図

図2 適切なDBコントロール法とは

現在では、ドラッグストアやスーパーマーケット、コンビニでも補助器具であるフロスや歯間ブラシの購入ができ、身近な存在になってきました（図3）。これらを利用することによって、隣接面DBの除去が容易になりますが、正しい使用方法を理解してもらわなければなりません。

フロスを歯に圧接させ上下運動を行うことによってDBが除去できます。歯と歯の間にフロスを入れ、左右の歯それぞれに押し当て上下運動を行います（図4）。DBが除去されると摩擦音がしますので、キュッキュッという音がするまで上下運動します。毎日行うことで数回の上下運動で摩擦音がしますが、使用しない日があればその分時間がかかります。

毎日行うことによってDBのコントロール時間が短くなり、爽快感が得られることを実感してもらおうと継続的な使用をしてもらえらるでしょう。

口腔衛生指導は、口腔全体に対する全般的な指導と、病変部に対する特異的な指導の両方を行うべきです。患者には全顎の清掃に先立ってまず病変部を清掃するように指導します。これにより、もっとも清掃が必要な部位を着実に清掃することが可能になります。



図3 各種補助器具

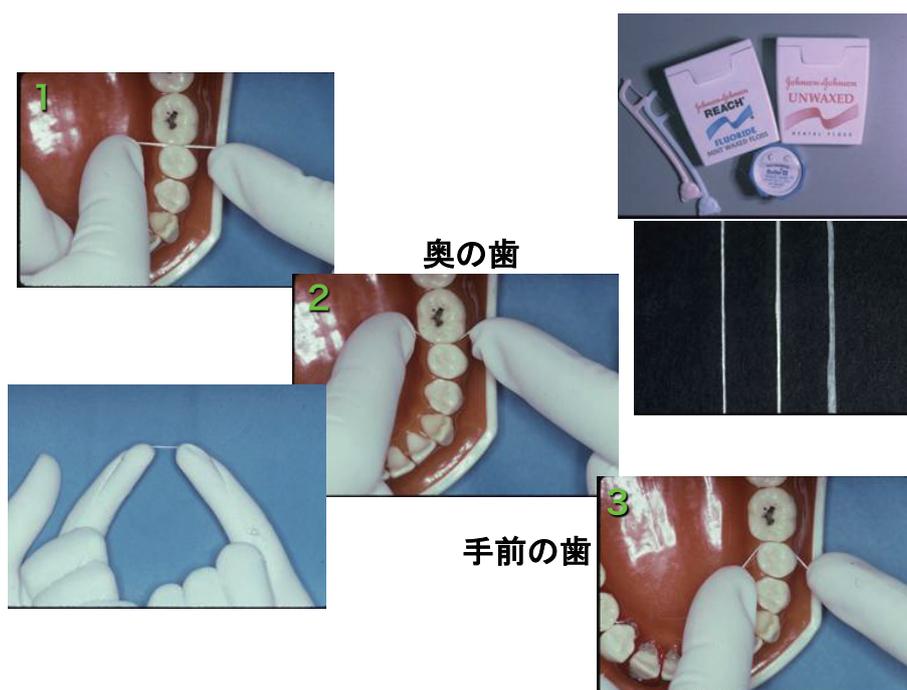
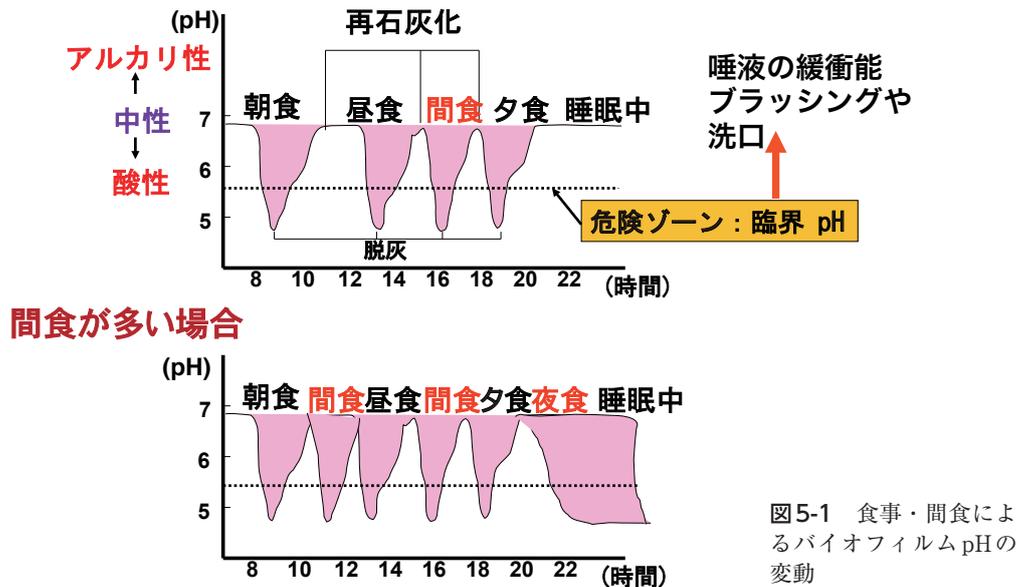


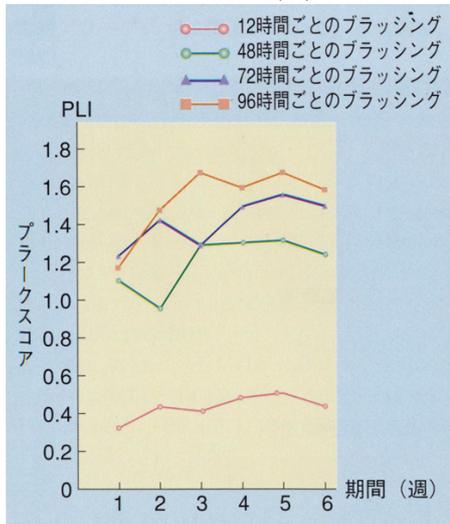
図4 デンタルフロス（糸ようじ）の使用方法

(3) 時期、頻度とストローク数 (時間)

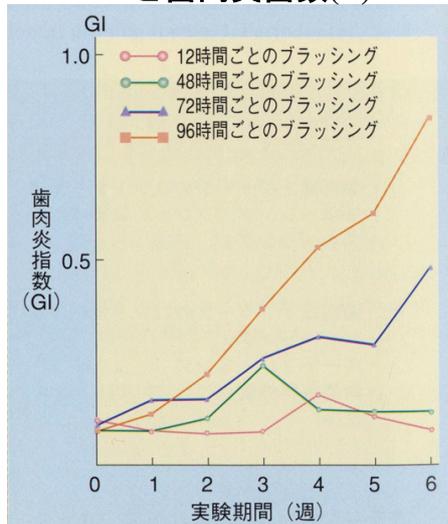
DBのコントロールは1日に何回行うのか？理想的には毎食後です。図5-1をご覧ください。まず、う蝕に対して考えましょう。飲食の度にDBのpHが臨界pHを下回ります。脱灰が再石灰化を上回ります。唾液の緩衝能で概ね30～60分後には危険域を脱することになりますが、ブラッシングによりう蝕のリスクをより短時間で回避するのがベターです。次に歯周病に対してです。これはすでに科学的に証明されています(図5-2)¹⁾。歯周病予防には、1日1回バイオフィームフリーにすれば、予防が可能です。一方、う蝕予防管理におけるブラッシングの有用性については、全く相関していないという報告もあるようです。欧米等では1日2回フッ化物含有歯磨剤併用でのブラッシングが標準ですが、まだ議論の余地があります。また、同じ歯面を何ストロークすれば、歯面を傷めずDBを除去できるかをヒトの新鮮抜去歯で行ったところ、10ストロークで概ね除去可能でした。20



ブラッシング間隔とプラークスコア(A)



ブラッシング間隔と歯肉炎歯数(B)



(Lang NP, et al.: Toothbrushing frequency as it relates to development and gingival health, J. Periodontol. 44: 396~405, 1973より引用改変)

図5-2 1日何回歯磨きをすればよいか¹⁾

ストロークではエナメル質表層に擦過痕が残っていました (図6)。

就寝前のDBのコントロールは唾液分泌との関係から不可欠ですが、飲酒習慣のある成人には難しいようです。せめて1日1回はバイオフィームフリーにすることを目標に、患者の生活リズムを理解しストレスなく行える時間帯を一緒に考えましょう。これらのデータをもとに、ブラッシング時間を計算すると理論上は歯ブラシのみで3分、トータルで5～6分必要です (図7)。

ブラッシング頻度については、平成28年の歯科疾患実態調査において、よい傾向があると示されています²⁾。毎日2回以上歯磨きするものは増加しており、毎日1回しか歯を磨かない者の割合は減少しています (図8)^{2,3)}。

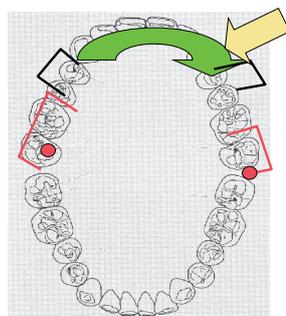
2017年に1,450ppmのフッ化物配合歯磨剤の販売が認可されました。う蝕予防管理には、ブラッシングにフッ化物配合歯磨剤あるいは洗口液の併用を指導することが肝要であることを常に意識すべきです。詳細は以下に記載しました。

(4) フッ化物の応用

フッ化物には、再石灰化の促進、脱灰の抑制、結晶性の向上、細菌の代謝阻害の作用があります。フッ素の効果等、詳細については5章を参照下さい。市販されているほとんどの歯磨剤にはフッ化

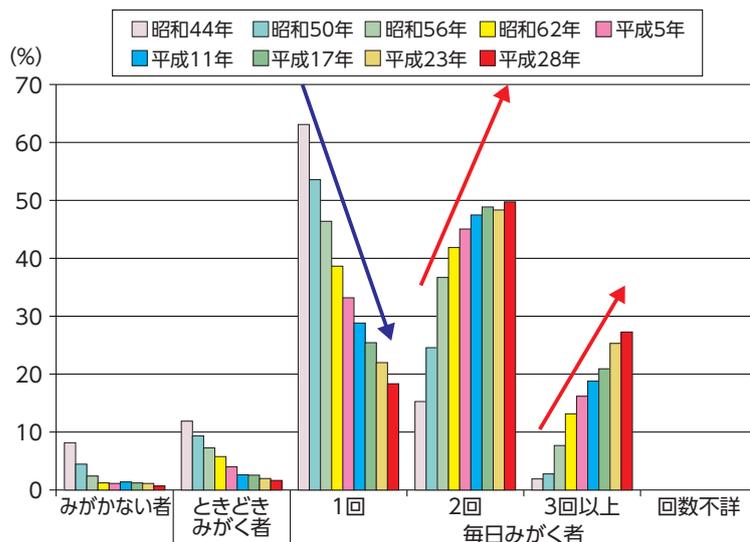


図6 何ストローク磨けばよいか？



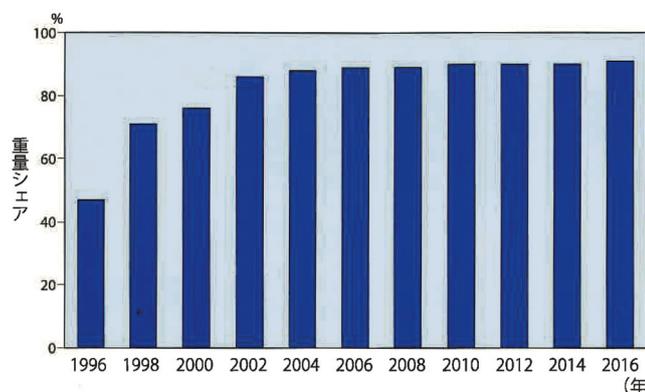
1. 片顎のブラッシング
2 歯(歯ブラシのヘッドの大きさ) 毎に、
 頬舌側：ずらし磨きで 10 ストローク × 2 (頬舌側) = 10S
 ずつ磨く 平均 5 秒
14 歯で、7 回 ブラッシング時間：10×7=70 秒
 咬合面：5×4 秒 = 20 秒 20+70=90 秒
2. 全歯のブラッシング時間：
 90×2 顎 = 180 秒 (約 3 分)
 ~さらに可能なら~
3. 歯間部等：フロッシングあるいは補助歯ブラシ(歯間ブラシ含む) (2~3 分)
 トータルブラッシング時間：(5~6 分)

図7 ブラッシング時間



(厚生労働省「平成28年歯科疾患実態調査結果の概要」より引用改変)

図8 歯磨きの頻度の推移³⁾



(日本歯磨工業界編集：歯磨剤の科学第7版, p26, 2018, より引用)

図9 フッ化物配合歯磨剤の市場占有率⁴⁾

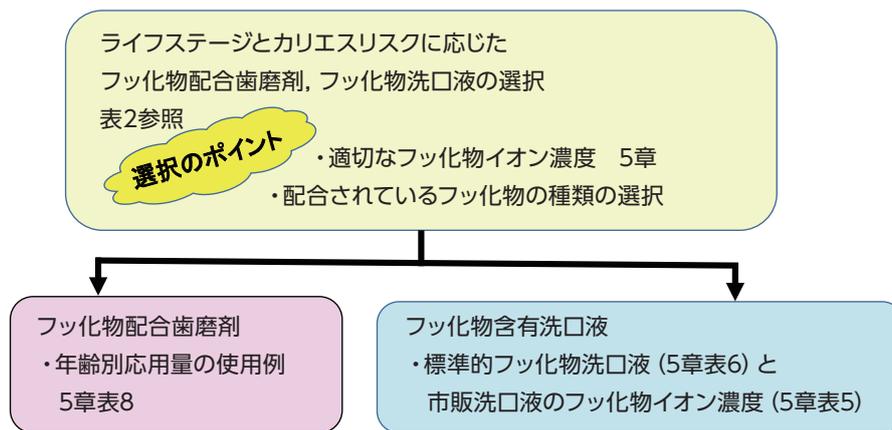
物が配合されています(図9)⁴⁾。歯磨剤の成分表示を確認し、フッ化物配合歯磨剤の使用を推奨しましょう。フッ化物配合歯磨剤使用時の注意は、ブラッシング後の洗口・含嗽です。フッ化物が口腔内に残留することでう蝕予防につながりますので、含嗽する水の量を少なくし、軽くゆすぐ程度にとどめます。歯磨剤の使用量を多くするとよくうがいをしたくなりますので、適量を理解してもらうことが必要となります。フッ化物含有洗口液は、青年期におけるう蝕予防対策として効果があります⁵⁾(推奨度A, エビデンスレベルI)。

小児用歯磨剤にもフッ化物は配合されています。フッ化物は萌出後1年以内の歯に効果的に作用します。しかし、体重当たりのフッ化物摂取量に注意しなければなりません。適切な歯磨剤量を理解してもらうことと、仕上げ磨きにフッ化物配合歯磨剤を使用してもらい、飲み込まないよう注意してもらうことが大切です。う蝕予防のためのフッ化物配合歯磨剤、フッ化物洗口液に関する保健指導のポイントを図10⁶⁾に示しました。そして、ライフステージごとに推奨される洗口液(含：フッ化物含有)についてまとめました(表1)⁵⁾。

2) 食事指導

う蝕の原因は砂糖ではなく、発酵性炭水化物です。炭水化物の摂取頻度を少なくするアドバイスが効果的です。指導内容等については、以下の4項目等があげられます。

- ・食習慣
- ・糖(代用糖)



(真木吉信, 石塚洋一編著: 齲蝕予防マニュアル (デンタルハイジーン別冊), 114~126, 医歯薬出版, 2019より引用改変)

図10 う蝕予防管理のためのフッ化物配合歯磨剤、フッ化物洗口液に関する保健指導のポイント⁶⁾

表1 ライフステージごとに推奨される洗口液⁵⁾

	必要なセルフケア	フッ化物含有の洗口液	抗菌成分含有の洗口液	保湿系の洗口液	口臭抑制系の洗口液	歯石沈着抑制系の洗口液
幼児期 児童期	歯質強化	◎				
青少年期	う蝕・歯肉炎・口臭予防	◎	○		○	
壮年期	う蝕・歯肉炎・歯周炎予防	○	◎	○	○	○
更年期	口腔乾燥対応・う蝕予防	○	○	○	○	○
老年期	口腔乾燥・根面う蝕予防	◎	◎	◎	○	○
妊婦	う蝕・歯肉炎・歯周炎予防	○	○		○	
要介護者	介護者による口腔ケア	○	○	◎	◎	○

(竹中彰治編著, 他: 洗口液とその使い方ガイドブック, p.20, Johnson & Johnson, 2019より引用改変)

- ・酸
- ・生活環境

(1) 食習慣

食事回数は1日3回の食事だけではありません。ジュースなどの飲料摂取、アメの摂取もチェックする必要があります。7章、8章には食事記録の例を提示していますので参照して下さい。特にのど飴は頻回に摂取することが多く、注意が必要です。う蝕誘発性食品の間食回数とう蝕の関係を調査した研究によると、両者の間には正の相関がみられました。間食の時間と回数を決めることによって、う蝕のリスクは軽減します⁷⁾。

食事は飲み込むのではなく、咀嚼することが大切です。軟食傾向が強いと咀嚼回数が少なくなってしまう。バランスのよい食事を心がけ、間食を少なくすることが大切です。

表2 主な甘味料がミュータンスレンサ球菌の働きに及ぼす影響⁸⁾

	名称	①グルカン形成の材料になるか	②細菌の酸産生の材料になるか	③グルカン形成を阻害する
糖質系甘味料	スクロース（二糖類）	なる	なる	阻害しない
	オリゴ糖類	なりうる	なる	阻害しない
	グルコース（単糖類）	ならない	なる	阻害しない
	フルクトース（単糖類）	ならない	なる	阻害しない
	キシリトール（糖アルコール類）	ならない	ならない	可能性あり
	マルチトール（糖アルコール類）	ならない	ならない	やや阻害する
非糖質系甘味料	天然甘味料（ステビアなど）	ならない	ならない	阻害しない
	人工甘味料（スクラロースなど）	ならない	ならない	阻害しない
糖質系甘味料	マルトース（二糖類）	ならない	なる	阻害する
	パラチノース（二糖類）	ならない	ならない	阻害する

（藤原 卓：代用甘味料編 ゼロからわかる小児う蝕の最前線，37～54，クインテッセンス出版，2018より引用改変）

(2) 糖（代用糖）を含む甘味料

糖はショ糖だけではありません。発酵性炭水化物を飲食して産生される糖には、ブドウ糖や果糖、麦芽糖、デンプンなど多くの種類があり、う蝕の原因になります。糖アルコールは糖類に水素が添加された構造ですので、細菌が代謝するのが難しくう蝕になりにくいといえます。ショ糖を滴下した後のプラークpHは臨界pHよりも下がり、元の状態に戻るまで約20分ほどかかってしまいます（2章17頁図7参照）。果糖や麦芽糖でも同様です。デンプンはその調理形態によって変化します。生のデンプンであれば臨界pH以下には下がりますが、加熱調理したデンプンですと、臨界pH以下に下がります。しかし、ソルビトールではほとんど変化がありません。マンノースは多少下がりますが、臨界pH以下になることはありません。代用甘味料は人工的に甘み成分を合成したものですから糖に分類されません。糖ではないのですから、細菌は代謝できません（2章17頁図7を参照）⁷⁾。

代用甘味料のう蝕予防効果は概ね3つに分類されます。

- ①グルカン形成の材料にならない。
- ②細菌の酸産生の材料にならない。
- ③グルカン合成を予防する。

主な甘味料がミュータンスレンサ球菌の働きに及ぼす影響を表2⁸⁾にまとめました。

ショ糖（スクロース）は、細菌の酸産生の材料となり、グルカン合成の阻害効果はありません。キシリトールなどの糖アルコール類、天然甘味料や人工甘味料などの代替甘味料は、①、②を満たしますが、③にはさほど効果がありません。代替甘味料のなかには下痢などの副作用が報告されているものもあり、すすめる際には、それぞれの代替甘味料の特性を理解しておく必要があります。

(3) 酸

私たちが摂取している食品には酸が含まれているものが多くあり、酸は歯面を脱灰させてしまいます。酸の種類によって酸蝕能が異なり、その順序は次のようになります。

リン酸＞クエン酸＞乳酸＞酢酸＞炭酸

とくにリン酸とクエン酸は酸蝕能が高く、クエン酸はジュースやスポーツドリンク、梅干し、ア

メなどに含まれており習慣的な摂取や就寝前の摂取には注意が必要です。原材料の記載を確認することが必要です。

(4) 生活環境

う蝕は多因子疾患ですので、原因除去のためにあらゆる角度から患者を観察することが必要です。口腔内だけでなく、身体的、精神的、社会的背景を考慮しなければなりません。学生と働いている人では生活リズムが違います。また、仕事によっても生活リズムは違います。う蝕予防を中心にするのではなく生活の一つにう蝕予防があると考えることが重要ではないでしょうか。

立澤敦子（(一財) 歯科医療振興財団試験登録部 試験課係長）

文 献

- 1) Lang NP, Cumming BR, Löe H : Toothbrushing frequency as it relates to development and gingival health. J. Periodontol, 44 : 396~405, 1973.
- 2) 厚生労働省：平成28年歯科疾患実態調査。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/62-28.html>（2021年2月3日閲覧）
- 3) 松久保隆，八重垣健，前野正夫：口腔衛生学2020，156，一世出版，東京，2020。
- 4) 日本歯磨工業会編：歯磨剤の科学，p.26，2018。
- 5) 竹中彰治編著，吉江弘正，他監修：洗口液とその使い方ガイドブック，p.20，Johnson & Johnson，2019。
- 6) 眞木吉信，石塚洋一編著：齲蝕予防マニュアル（デンタルハイジーン別冊），114~126，医歯薬出版，東京，2019。
- 7) Weiss RE, Trithart AH : Between-meal eating habits and dental caries experience in preschool children, Am J Public Health Nations Health, 50 : 1097~1104, 1960.
- 8) 藤原 卓：代用甘味料編 ゼロからわかる小児う蝕の最前線，37~54，クインテッセンス出版，東京，2018。

テーラーメイド医療としての う蝕予防管理

1. う蝕予防管理におけるう蝕リスク評価

う蝕リスク評価（Caries Risk Assessment：以下，CRA）は，“銘々の患者が一定の期間にう蝕病変を発症する確率，または既に存在する病変の大きさや活動性に変化が生じる可能性を明らかにする臨床プロセス”と捉えることができます¹⁾．詳細については，5章を参照下さい．う蝕を予防管理（Caries Management / Caries Prevention and Management）するうえでう蝕リスク評価は必須のステップであり，2年間で最大50%の小児のう蝕リスクが変化している可能性があるとの報告²⁾からも，これを定期的実施する必要があることはいうまでもありません．

多因子性疾患であるう蝕を効果的にマネジメントするには，患者銘々が有するリスク因子をCRAすなわち問診（≒患者レベル）や臨床検査（≒歯面レベル）で収集したデータからの確に抽出・把握する必要があります．手法や重みづけに差はあるものの，CRAでどのような項目のデータを収集するかは，う蝕の病因論に関する多数のエビデンスからほぼ集約されています（7章61頁の表1を参照下さい）．

理想的なCRAは，日々の歯科臨床で多額の費用負担なく必要十分なデータをシンプルに行え，歯科医療従事者と患者や保護者双方にとってわかりやすい，かつ信頼性の高い評価（結果）を導き出せるものと考えられます¹⁾．高い信頼性を担保するには，患者レベルの評価（問診データ）における詳細かつ正確な情報，また歯面レベルの評価（臨床検査データ）における検出の精度が鍵となります．問診では統一したフォームを用いて，また患者と確認しながら（読みながら）質問することで，回答内容の均てん化が図れる可能性があります（例：歯磨剤を使っているか？，フッ化物入歯磨剤を使っているか？など）．臨床検査では，測定方法に関する測定者間のキャリブレーション（各測定者の検査精度向上による複数測定者間の誤差の縮小化）はもとより，検査機器のメンテナンスも重要です．初期う蝕病変の検出では，優れた非侵襲的検査機器（OTC，ダイアグノデント[®]など）が近年入手できるようになったものの，患者負担も含め費用的側面での課題があります．

現在，様々なCRAツールが歯科臨床で用いられており（表1）^{3~17)}，リスク診断で段階分類するものがあります．しかしながら，リスク分類に利用する評価指標も含め分類基準に関するコンセンサスや定義はなく，CRA間で統一されているわけではありません¹⁾．また，次項で述べる各種のう蝕予防管理モデルについても各モデルで用いる，あるいは推奨するCRAは画一的ではありません．それゆえ，う蝕予防効果をモデル間で比較することは困難であり¹⁾，各モデルの長期応用で導かれるアウトカムが効果判定の目安となります．この点を踏まえ，次頁で先駆的なう蝕予防管理モデルを概説します．

2. “テーラーメイド” なう蝕予防管理モデル = 個別化う蝕予防プログラム (PCPプログラム)

テーラーメイド医療 (tailor-made medicine) とは、患者の状態、たとえば体質や病状に応じて最適な予防法や治療法を選ぶ医療体系を指します。う蝕予防管理は、いわばう蝕予防の“テーラーメイド”なマネジメントであり、対象者銘々のう蝕リスク評価 (CRA) に基づく様々な“個別化う蝕予防プログラム”¹⁸⁾ (Personalized Caries Prevention Programmes: 以下、PCPプログラム) が提案され、わが国をはじめ諸外国の歯科臨床で用いられています (表1)^{3~17)}。

このうち先駆的なものとして、のちに現れるPCPプログラムに多大な影響を与えたPCPプログラムに、30年間の長きにわたり実践されたAxelssonのPlaque Control Programがあります⁴⁾。プログラム参加者は、開始6年目で3グループに分けられて以降、リスクに応じた間隔でメンテナンスを受けました。30年間のメンテナンス成果として、1年あたりの平均う蝕発症数や喪失歯数が少なく、またプログラム開始時の51～65歳世代と30年後の同世代の診査指標の比較、例えば平均残存歯数がそれぞれ20.1本と26.3本、CPITNコード0の者の割合がそれぞれ17%と98%という良好な結果が示されました⁴⁾。Axelssonが実践した予防プログラムの考え方は、その後に関発されたPCPプログラム、たとえばCaries Management System (以下、CMS)^{8,9)} やわが国の熊谷らが実践するMedical Treatment Model (MTM)¹⁵⁾ に影響を与えています³⁾。

表1 CRA/PCP プログラムの例 (アルファベット順)³⁾

PCPプログラム	参考文献	文献番号
Axelsson's needs-related caries preventive programme	Axelssonら (2004), Axelsson (2006)	4), 5)
Caries Classification System (CCS)	Youngら (2015)	6)
Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA)	Featherstoneら (2013)	7)
Caries Management System (CMS)	Evansら (2008), Evansら (2015)	8), 9)
Caries Risk Assessment Tool (CAT)	American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs (2008)	10)
Cariogram	Bratthallら (2005)	11)
Dundee Caries Risk Assessment Model (DCRAM)	MacRitchieら (2012)	12)
Frisktvård Dental Care for Health' (DCH)	Andåsら (2014)	13)
The International Caries Detection and Assessment System - International Caries Classification and Management System (ICDAS-ICCMS)	Pittsら (2017)	14)
Medical Treatment Model (MTM)	Kumagai (2006)	15)
National University of Singapore Caries Risk Assessment (NUS-CRA) model	Gaoら (2010)	16)
NIH Diagnosis and management of dental caries	National Institutes of Health (2001)	17)

(一次文献) (Nishi M: Personalised dental education for caries risk reduction in an adult population in the Republic of Ireland, PhD Dissertation, University College Cork, 2018. <https://cora.ucc.ie/handle/10468/7001> [参照日2021.04.01])

(二次文献) (西 真紀子: 個別化う蝕プログラムとモバイルヘルス—う蝕リスクに基づいた予防歯科教育を携帯電話で行ったPhD論文の文献調査より—, ザ・クインテッセンス, 38(6): 70~82, 2019より引用)

3. わが国で用いられているCRAツール/PCPプログラム

前項のMTMもさることながら、現在、わが国で様々なCRAやPCPプログラムが日常臨床で用いられています。本項では汎用性、歯学教育への導入可能性あるいはInformation and Communications Technology (ICT) 利活用といった観点から、現在わが国の歯科臨床で用いられている、あるいは今後、わが国でのさらなる普及が予想されるCRAツールやPCPプログラムのいくつかを概説します。

1) Cariogram¹⁹⁾

マルメ大学（スウェーデン）のBratthallらによって開発されたカリオグラム（Cariogram）は、う蝕リスク因子の相互関係を円グラフで表し視覚化するコンピュータ・プログラムです。必要に応じて操作を加えることで、リスクを軽減する（後述の“う蝕を避ける可能性”を高める）方策を提案でき、視覚的な理解のしやすさもあって患者教育（指導）用としても有用なプログラムです。

(1) カリオグラムの作成

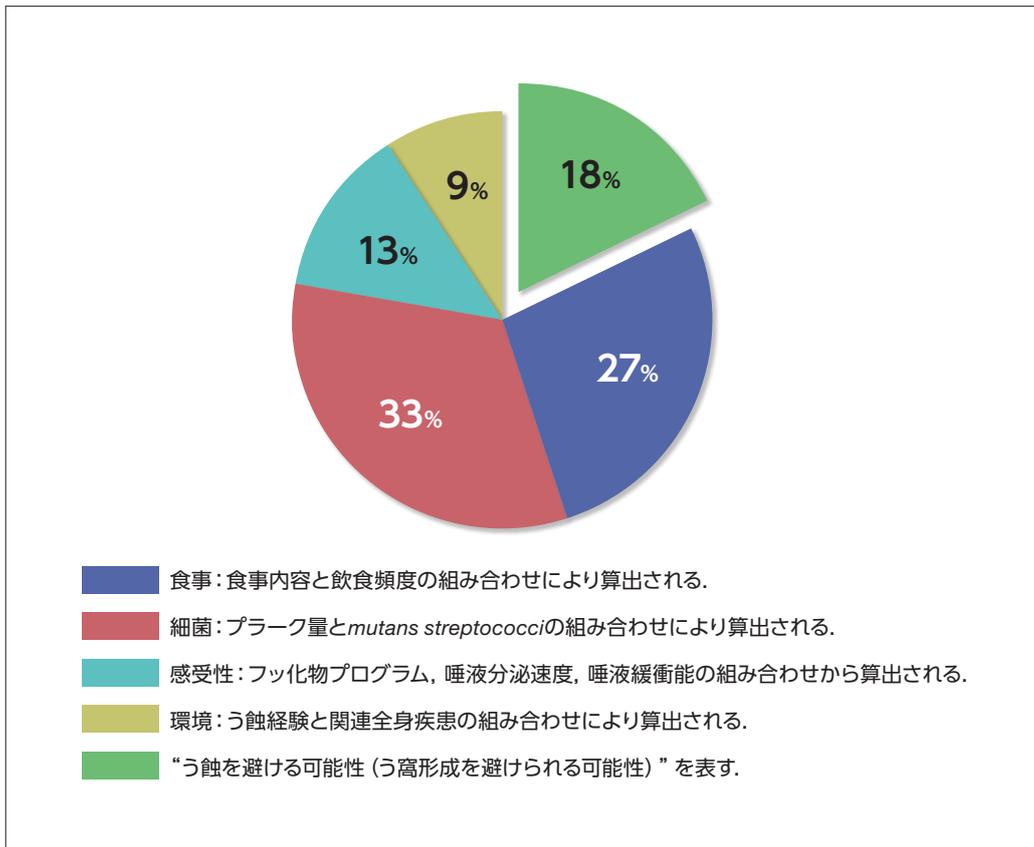
入力項目として設定されている「う蝕発生に関連する因子（う蝕リスク因子）」は表2に示す9項目です。各項目について0～2または0～3のスコアで評価し、ハイリスクほど大きい値を入力します。6項目以上のスコアを入力することで、5つのセクターに色分けされた円グラフ（カリオグラム）が作成されます（図1）。

(2) 「う蝕リスク因子」のスコア化：検査・調査データに基づいた判定

カリオグラムを構成するセクターのうち、食事、細菌、感受性および環境の4セクターの割合（%）を左右する9項目の「う蝕リスク因子」は、諸々の検査や調査のデータに基づいてスコア化されます（各項目の検査・調査方法や判定基準の詳細は文献19を参照下さい）。留意すべきことは、各項目のスコア化に際しての判断材料、すなわち検査や調査の方法にバリエーションが存在することです。たとえば、「食事内容」に関するデータとして食事記録の採用あるいは唾液中のLactobacillus数の測定のいずれか、またはこの両者をスコア化の判断に用いる場合があります¹⁹⁾。また、「フッ化物プログラム」に関する調査では患者への問診によりフッ化物の使用状況に関する情報を収集しますが、近年市販されているフッ化物配合の製品（歯磨剤や洗口剤など）は多岐にわ

表2 入力項目とカリオグラム表示領域セクターの関係

入力項目：う蝕リスク因子	スコア	セクター	う蝕形成との関連性
・ 食事内容 ・ 飲食頻度	0～3 0～3	食事 (青色)	う蝕形成に 直接関わる因子
・ プラーク量 ・ Mutans streptococci	0～3 0～3	細菌 (赤色)	
・ フッ化物プログラム ・ 唾液分泌速度 ・ 唾液緩衝能	0～3 0～3 0～2	感受性 (水色)	
・ う蝕経験 ・ 関連全身疾患	0～3 0～2	環境 (黄色)	う蝕発生に 間接的に関わる因子



(株式会社オーラルケア：カリオグラム使用マニュアル https://dentocult.jp/material/pdf/tools/tools_manual.pdf より引用)

図1 Cariogram を用いた CRA¹⁹⁾

表2に掲げる4つのセクター（食事、細菌、感受性、環境）に属する9項目のう蝕リスク因子について、問診や検査の結果をもとに0～2または0～3の値（スコア）を入力する。すると、これらの総和を100（%）から引いた“う蝕を避ける可能性”（緑色）というセクターとともに、5色で色分けされた円グラフ（カリオグラム）が作成される。

たるため、運用現場においてスコア化の判断基準をある程度統一しておく必要があります。さらに、9項目すべてについて検査や調査ができない場合は、表示された結果（各セクターの割合など）の解釈に注意を要します。

(3) 緑色のセクター “う蝕を避ける可能性”

緑色のセクターが示す“う蝕を避ける可能性”の割合（%）は、(2)「う蝕リスク因子」のスコア化（108頁）であげた4つのセクターに関するスコアを6項目以上入力すると、自動的に算出されカリオグラム（円グラフ）の一部として表示されます。う蝕リスク因子のスコアが高いほど緑色のセクターは小さくなり、リスクが低ければ逆に大きくなります。たとえば、検査や調査の結果から患者の現状を反映させたカリオグラムを表示したあと「プラーク量」や「フッ化物プログラム」に関するスコアを下げることで、緑色のセクターの占める割合（%）を高めるといったことが意図的に操作できます。“う蝕を避ける可能性”は文字通り“う蝕を避けられる可能性”であり、患者の現状と意図的な操作で緑色のセクターの割合（%）を高めた2つのカリオグラムを併せて提示することで、スコアを下げたう蝕リスク因子に注視した予防プログラムが“う蝕を避けられる”手段として有用であり、また必要であることを患者に意識づけすることができます。円グラフの割合の変化として視覚的にわかりやすいことから、患者教育（指導）用として有効な使い方の一つと考えられます。

(4) “臨床的判断”：術者の意見，臨床的な感覚として設定変更できる項目¹⁹⁾

この項目は，スコアとして術者が意図的に変更できる項目ですが，前項（2）であげた4つのセクターに関連するう蝕リスク因子のスコア入力とは原理的に異なり，既定値として「1」が自動的に設定されています。このスコアを変更することで，緑色セクター（う蝕を避ける可能性）の割合（%）を術者の判断で意図的に増減できます。う蝕リスク因子のスコア入力直後に表示されたカリオグラムの結果（各セクターの割合）に対し，術者としての見解をはさむ必要がないのであれば「1」のままで，あるいは患者の理解度が良く今後の予防行動が期待できるなど，術者の臨床的な感覚として“う蝕を避ける可能性”を高めてもよいと判断する場合は「0」に変更することができます。逆に，カリオグラムの結果よりも“う蝕を避ける可能性”を小さくする必要がある要因（社会的要因など）が思い当たる場合は「2」に，さらに，今後1年間でのう蝕発生の確率が高いなど“う蝕を避ける可能性”が期待できないと判断する場合は「3」に変更することができます。

2) ICDAS-ICCMS™ (International Caries Detection and Assessment System - International Caries Classification and Management System)

ICDAS財団が提唱するう蝕予防管理のフレームワークは，ICCMS™ (International Caries Classification and Management System) と呼ばれています。ICDAS (International Caries Detection and Assessment System：国際的う蝕探知評価システム) によるう蝕診断に基づいたPCPプログラムで，e-Learning Systemや各種フォーマットの提供など歯科医療従事者の教育にも注視したシステムとして注目されています。詳細については，7章を参照下さい。

3) CAMBRA™ (Caries Management By Risk Assessment)

CAMBRA™は，John D.B. Featherstoneが提唱・監修し，CDA (California Dental Association) とUCSF (the School of Dentistry at the University of California San Francisco) が共同開発したう蝕リスク評価システムです。全米の歯科大学65校のうち40校で教育プログラムとして導入されるなど，広く普及しています^{20~24)}。

(1) CAMBRA™のリスク評価に基づくう蝕マネジメントの特徴

- a. う蝕発症リスクの分類とリスク別推奨処置をプロトコル化しています。
 - ・う蝕リスク評価ののち対象者を4つのクラス (Low, Middle, High, Extreme) にリスク分類する。Highリスクに分類された対象者のうち，疾患指標に1つでもチェックが入り唾液分泌量が極端に少ない場合はExtremeリスクと判定する。
 - ・4つのリスクに対応した推奨処置が準備されている。
 - ・リスク別にリコール期間とホームケアの内容を設定しており，プロフェッショナルケアと整合性のとれたう蝕管理が可能である。
 - ・防御因子のうち，フッ化物および抗菌物質の応用がプロトコルにおいて重視されている。とくに抗菌療法を推奨している。
- b. シンプルでシステマティックなシステムです。
 - ・対象者との情報共有を実施しやすい。
 - ・対象者の理解と自己決定権を最大限尊重できる。
 - ・対象者の了解のもとホームケアを増強することが可能である。
 - ・対象者だけでなく他の歯科医療スタッフとの情報共有が容易である。

(2) う蝕リスク評価

CAMBRA™では、う蝕に関わる因子を“疾患指標”，“リスク因子”および“防御因子”の3つのカテゴリに分け、それらをシーソーのバランスに見立てう蝕の進行および回避を表しています。すなわち，“疾患指標”と“リスク因子”そして“防御因子”のバランスによって、う蝕が進行、停止、回復のどの状態にあるかが決まるということです（7章60頁の図1を参照下さい）。

とくに、う蝕発症の重要な病理的因子、たとえば酸産生細菌、発酵性炭水化物の頻回摂取、唾液分泌・機能の低下といったリスクに着目し、口腔内診査など臨床的所見として知り得る“疾患指標（WREC）”と問診や各種検査で評価し得る生物学的な“リスク因子（BAD）”の2つのカテゴリに分けて評価項目を設定しています（図2、表3）^{25, 26)}。

実際に、問診や口腔内診査に基づき評価フォームの各項目をチェックしたのち、3つのカテゴリごとの集計を行います。そして、各カテゴリの合計から、図3のフローに則り対象者のう蝕リスクを判定します。

(3) う蝕予防マネジメント：リスク別推奨処置

CAMBRA™では、う蝕予防マネジメントに関する具体的な推奨処置がリスク別に準備されています。抗菌物質およびフッ化物の応用方法を具体的に提示した、米国現法のリスク別推奨処置²⁷⁾

カリエスリスク評価フォーム 6歳以上～

日付：

患者氏名： カルテ番号：

初診／再診			
1つ以上当てはまる場合は、ハイリスク。唾液検査を行う。 ^{※1}			
疾患指標	視診あるいはX線で確認可能なう蝕(象牙質侵食)	<input type="checkbox"/>	
	X線上で確認できる隣接面う蝕(エナメル質)	<input type="checkbox"/>	
	歯面上のホワイトスポット(1歯以上)	<input type="checkbox"/>	
	3年以内の保存修復治療(CAMBRA推奨処置実施下での保存修復の場合は1年以内)	<input type="checkbox"/>	
リスク因子	カリスクリン1501以上または多数のミュータンス菌とラクトバチルス菌(培養検査)	<input type="checkbox"/>	
	視診可能な多量のプラーク ^{※2}	<input type="checkbox"/>	
	日に3回以上の間食	<input type="checkbox"/>	
	深い小窩裂溝(1歯以上)	<input type="checkbox"/>	
	唾液分泌量が少ない(0.5mL/分以下)	<input type="checkbox"/>	
	唾液分泌を減少させるような要因(放射線治療・服薬・全身疾患など)	<input type="checkbox"/>	
	根面露出(1歯以上)	<input type="checkbox"/>	
	矯正器具の装着	<input type="checkbox"/>	
防御因子	日に1回以上のフッ化物配合歯磨き粉使用		<input type="checkbox"/>
	日に2回以上のフッ化物配合歯磨き粉使用		<input type="checkbox"/>
	0.05%以上のフッ化物配合マウスウォッシュ使用		<input type="checkbox"/>
	歯科医院における過去6ヶ月以内のフッ化物歯面塗布		<input type="checkbox"/>
	医師によるクロルヘキシジンの処方と過去6ヶ月以上の使用 ^{※3}		<input type="checkbox"/>
	キシリトールガム(シュガーフリー)の使用 4タブレット/1日×6ヶ月		<input type="checkbox"/>
	過去6ヶ月以上のカルシウムおよびリン酸配合歯磨剤使用		<input type="checkbox"/>
	唾液分泌が多い(1mL/分以上)		<input type="checkbox"/>

※1 カリスクリン検査結果(0-9999) MS LB
 唾液検査：培養結果 mL/分
 唾液検査結果：分泌量

※2 目安としてPCR50%程度

※3 0.12%または0.2%のグルコン酸クロルヘキシジンは、現在日本の法律下では使用できない。アメリカで行われている1日に1回のクロルヘキシジン(0.12%)での洗口の代わりに、日本で使用可能なクロルヘキシジンを用法に応じた使用方法で1日に2回洗口を薦める。但し現状、濃度0.05%での臨床的効果は証明されていない。

リスクレベル ロー ・ ミドル ・ ハイ ・ エクストリーム

担当医： 日付：

米国と日本では使用可能な製品および治療方法が異なるため、日本向けCRAフォームは米国のオリジナルフォームと異なる。

(Kutsch VM, Bowers RJ (監訳) 安井利一: BALANCE: A guide for managing dental caries for patients and practitioners (バランス:患者と歯科医師のためのう蝕管理ガイド), p87, クインテッセンス, 第1版, 2016より引用)

図2 CAMBRA™のう蝕リスク評価フォーム(6歳以上、日本向け)²⁵⁾

表3 CAMBRA™のう蝕リスク項目

疾患指標：WREC ^{*1}	う蝕の症状や特徴などの臨床的所見
White Spot	歯頸部など滑沢な表面に認められる新たな、または活動性のホワイトスポット（1歯以上）
Restorations	過去3年間のう蝕経験、ただしCAMBRA™プロトコル管理下では過去1年のう蝕経験
Enamel Lesions	エックス線上で検知しうる隣接面う蝕病変（エナメル質）
Cavities/Dentin	視診あるいはエックス線上で検知しうる象牙質の侵食
リスク因子：BAD	問診や各種検査で評価し得る生物学的リスク因子
Bad Bacteria	う蝕病原性細菌（ミュータンスレンサ球菌とラクトバチラス菌）の菌数把握、培養法（Dentocult [®] SM/LB） ^{*2} やATPテスト（CariScreen） ^{*3} を推奨 視診可能な多量の菌垢（PCR：50%以上）
Absence of Saliva ^{*4}	唾液分泌量が0.5mL/分以下、過去の放射線治療の有無、服薬内容、シェーグレン症候群など唾液分泌低下をきたす全身疾患など
Dietary Habit (Poor)	1日に3回以上の間食
他にも、咬合面の深い小窩裂溝、根面露出や矯正装置の有無も必要に応じてチェックする	
防御因子：SAFE	生物学的防御因子
Saliva & Sealants	唾液、シーラント
Antibacterials	抗菌剤の利用：クロルヘキシジン ^{*5}
Fluoride	フッ化物の応用 ^{*6} ：フッ化物配合歯磨剤、フッ化物配合マウスウォッシュ、歯科医院でのフッ化物歯面塗布
Effective Diet	効果的な栄養：キシリトールガム（シュガーフリー）の使用
他にも唾液分泌量（1mL/分以上）、Ca/P配合歯磨剤の使用有無をチェックする	

※1：“疾患指標”で何かしらの問題が検出された対象者には、まったく介入を行わなかった場合12カ月以内に69.3～88%の確率で新たなう蝕が発生する²⁶⁾ことが報告されている。

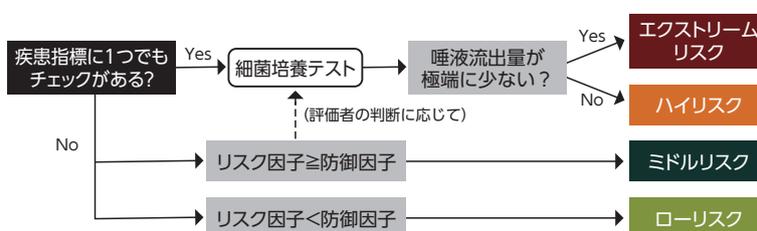
※2：培養法（Dentocult[®]SM/LB）：CAMBRA™では抗菌物質とフッ化物の応用をプロトコルとして重視しているため、これらの適用によって菌数が低下したことを確認するためにも、ベースラインでのミュータンスレンサ球菌とラクトバチラス菌の菌数測定を推奨している。

※3：ATPテスト（CariScreen[®]）：CariScreen[®]はバイオフィルムのATP量を定量でき、そのスコアが総菌数と強い正の相関を認めることから、CAMBRA™ではスクリーニングテストの1つとして推奨している。専用スワブ（綿棒）で下顎6前歯の舌側面を1回擦過し検査液と混和する。その後CariScreen[®]に適用すると15秒後には測定値が表示される。1,500以上は高う蝕活動性細菌が多いとされる。サンプリングから結果表示までの時間が短く、安定した手技を習得すれば非常に利用価値の高い測定方法である。

※4：疾患指標に1つでもチェックが入り、唾液分泌量が極端に少ない場合はExtremeリスクと判定される。

※5：米国では0.12%、ヨーロッパでは0.2%までの濃度が認められているが、日本で認められている洗口液中の濃度は0.05%である。

※6：米国では5,000～11,000ppmのNaF配合が認められているが、日本で認められている歯磨剤中の配合濃度は1,450ppm NaFである。



(Kutsch VM, Bowers RJ (監訳) 安井利一: BALANCE: A guide for managing dental caries for patients and practioners (バランス: 患者と歯科医師のためのう蝕管理ガイド), p88, クインテッセンス, 第1版, 2016より引用改変)

図3 CAMBRA™のリスク決定の簡易フロー²⁵⁾

をもとに、配合可能最高濃度など実情に照らし合わせて改訂した日本版プロトコルを表4に提示します。日本版プロトコルを用いた場合のう蝕抑制効果については今後の報告が待たれるところです。

表4 CAMBRA™のう蝕マネジメントリスク別推奨処置²⁷⁾

リスク	Low	Middle	High	Extreme
細菌検査 唾液量検査	新患のベースライン基準として行ってもよい（オプション）	新患のベースライン基準として行う，または高いう蝕活動性が疑われる場合に行う	初回および再評価時に細菌検査+唾液量検査	初回および再評価時に細菌検査+唾液量検査
抗菌剤 （クロルヘキシジン：CHX）	なし	なし	0.05%CHX10mL/1日2回1分間（就寝前）洗口を毎月1週間（連続） ^{※3}	0.05%CHX10mL/1日2回1分間（就寝前）洗口を毎月1週間（連続）
フッ化物	市販フッ化物配合歯磨剤 ^{※1} （900～950ppm F ⁻ ）1日2回	市販フッ化物配合歯磨剤（900～1,450ppm F ⁻ ）1日2回 + 市販フッ化物洗口液（450ppm F ⁻ ）1日1回	3～4カ月毎のフッ化物歯面塗布 ^{※4} + 市販フッ化物配合歯磨剤（900～1,450ppm F ⁻ ）1日2回 + 市販フッ化物洗口液（450ppm F ⁻ ）1日2回	3カ月毎のフッ化物歯面塗布 + 市販フッ化物配合歯磨剤（900～1,450ppm F ⁻ ）1日2回 + 市販フッ化物洗口液（450ppm F ⁻ ）口渇時・飲食後
キシリトール/ 重曹	なし	キシリトールガム ^{※2} （シュガーフリー）/ ミンツ2粒を1日4回	キシリトールガム（シュガーフリー）/ ミンツ2粒を1日4回	キシリトールガム（シュガーフリー）/ ミンツ2粒を1日4回 + 重曹洗口またはpH中和剤1日4～6回
シーラント	なし	深い小窩裂溝に適用	深い小窩裂溝に適用	深い小窩裂溝に適用
エックス線 撮影頻度	咬翼法を24～36カ月毎	咬翼法を18～24カ月毎	咬翼法を6～18カ月毎またはう蝕病変がなくなるまで	咬翼法を6カ月毎またはう蝕病変がなくなるまで
口腔内診査頻度 （リコール間隔）	6～12カ月毎のう蝕リスク再評価	4～6カ月毎のう蝕リスク再評価	3～4カ月毎のう蝕リスク再評価	3カ月毎のう蝕リスク再評価

（Jenson L, et al. : Clinical protocols for caries management by risk assessment, J Calif Dent Assoc, 35(10) : 714～723, 2007より引用改変）

※1：高濃度フッ素に加え，再石灰化促進に必要なカルシウムおよびリン酸が同時配合されている歯磨剤が近年利用可能になっている。

また，CPP-ACP（リカルデント）が配合されたペーストをフッ化物配合歯磨剤での歯磨後に適用することも有用であると考えられる。

※2：シュガーフリーのキシリトールガム使用の目的の1つに唾液分泌の促進がある。

※3：0.05%のCHX洗口を1日2回，1週間連続実施したのち3週間休む。

※4：日本でもブラシで塗布できるパーニッシュタイプの製品が2020年10月より入手可能になった。

(4) CAMBRA™の今後

CAMBRA™現法のう蝕抑制効果に関する報告は散見されますが^{20, 28)}、最近ICDAS (International Caries Detection and Assessment System) と併用するガイドラインが提示されました²⁹⁾。このガイドラインに準拠したCAMBRA™の長期の臨床アウトカム評価が待たれるところです。

4. CRA/PCPプログラム活用のポイント

1) 目指すこと・やるべきことは同じ

どのプログラムを用いようと，“新たなう蝕の発生予防”が最大の目標・目的であり，“個人/歯面レベルのリスク軽減”，“既存のう蝕の進行抑制”も同時に達成することによって患者と歯科医療従事者双方に良好な予防アウトカムがもたらされます。

プログラムのデバイス（マニュアルチャート [紙媒体] か、コンピュータソフトウェアか）や扱う項目（リスク因子など）の重みづけは異なってもアウトカム実現までのロードマップに大差はなく、データ収集（リスク評価）からリコールまでのマネジメントサイクルが繰り返されます。

- ・データ収集：個人や歯面レベルのリスク評価・検査
- ↓
- ・診断/評価：予防プログラム/処置計画の立案
- ↓
- ・予防プログラムの実行/最小限の侵襲による修復処置
- ↓
- ・再評価と継続的なフォローアップ：リスクに応じた間隔でのリコールによるリスク管理

2) 大事ななのは“情報共有”

う蝕予防管理は、歯科医院など組織体制さえ整っていれば、幼少の患者が高齢になるまで歯科医療従事者と二人三脚でマネジメントサイクルを繰り返す、きわめて道のりの長いプログラムです。とくに、ホームケアの実行性を高めるには、患者の高いモチベーションとコンプライアンス意識の維持が不可欠です。プログラムに携わる歯科医療従事者がまず大事にすべきことは、あらゆるプロセスでの患者との“情報共有”です。

- ・視聴覚素材（口腔内写真など）の提供と十分な説明による患者/保護者との現状の情報共有
- ↓
- ・患者/保護者と目標を共有したうえでの教育と予防プログラムの実行
- ↓
- ・再評価と継続的なフォローアップ：実行できたことと実行できなかったことの把握と共有

PCPプログラムは“個別化し予知性のある予防プログラム”であり、良好な関係構築に基づく患者/保護者のたゆまぬ情報共有、そして良好な理解のもと高いコンプライアンス意識を持つての予防プログラムの実行に導く“患者/保護者参加型の予防マネジメントシステム”であるべきと考えられます。

3) CRAツール/PCPプログラムは絶えず変化する

Cariology, そしてPreventive DentistryやConservative Dentistryに関する膨大な先行研究とエ

ビデンスに基づいて、本章で概説した以外にも様々なCRA/PCPプログラムが諸外国で提案され実践されています。近年の医歯薬学あるいは工学の目覚ましい進歩は、予防プログラムのフレームワーク自体を大きく変化させることはないものの、半導体レーザーを用いたう蝕検査機器やフッ化物配合バーニッシュなど精密検査機器や高機能薬剤の開発をもたらし、これがCRAにおける検出精度向上や、PCPプログラムでの効果的マネジメント導入という形で予防プログラムに些細な変化を与えています。また、すでにPCPプログラムで採用されているものの、う蝕予防効果に関する長期の臨床アウトカム価値が待たれる物質、あるいは斬新な機序でう蝕予防効果を発揮する物質が、将来PCPプログラムに様々な程度で影響を与える可能性もあります。

このように、CRAツール/PCPプログラムは今後も変化し続けると考えられますが、“ハイリスク患者のリスクの改善と継続的なコントロール”と“低負担によるローリスク患者の良好なフォローアップの実現”というPCPプログラムの理想に近づく最適な要件や体制を、自らの臨床で日々模索する姿勢が大切です。

尾崎和美（徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔保健支援学分野 教授）

文 献

- 1) Twetman S, Banerjee A : Caries Risk Assessment, In Risk Assessment in Oral Health, 1st ed (Chapple I.L.C. and Papapanou P.N. eds), pp89~100, Springer Nature, Switzerland, 2020.
- 2) Hänsel Petersson G, Isberg P-E, Twetman S : Caries risk profiles in schoolchildren over 2 years assessed by Cariogram, *Int J Paediatr Dent*, 20 : 341~346, 2010.
- 3) (一次文献) Nishi M : Personalised dental education for caries risk reduction in an adult population in the Republic of Ireland, PhD Dissertation, University College Cork, 2018. <https://cora.ucc.ie/handle/10468/7001> [参照日 2021.04.01]
(二次文献) 西 真紀子 : 個別化う蝕予防プログラムとモバイルヘルス—う蝕リスクに基づいた予防歯科教育を携帯電話で行ったPhD論文の文献調査より—, *ザ・クインテッセンス*, 38(6) : 70~82, 2019.
- 4) Axelsson P, Nyström B, Lindhe J : The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. results after 30 years of maintenance, *J Clin Periodontol*, 31 : 749~757, 2004.
- 5) Axelsson P : The effect of a needs-related caries preventive program in children and young adults - results after 20 years, *BMC Oral Health*, 6(Supple 1) : S7, 2006.
- 6) Young DA, Nový BB, Zeller GG, et al. : American Dental Association Council on Scientific Affairs : The American Dental Association Caries Classification System for Clinical Practice : A report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs, *J Am Dent Assoc*, 146(2) : 79~86, 2015.
- 7) Featherstone JDB, Adair SM, Anderson MH, et al. : Caries management by risk assessment : consensus statement, April 2002, *J Calif Dent Assoc*, 31(3) : 257~269, 2003.
- 8) Evans RW, Pakdaman A, Dennison PJ : The Caries Management System: an evidence-based preventive strategy for dental practitioners. Application for adults, *Aust Dent J*, 53(1) : 83~92, 2008.
- 9) Evans RW, Clark P, Jia N : The Caries Management System: are preventive effects sustained postclinical trial?, *Community Dent Oral Epidemiol*, 44(2) : 188~197, 2016.
- 10) American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs : Policy on use of a caries-risk assessment tool (CAT) for infants, children, and adolescents. *Pediatr Dent*, 30(7 Supple) : 29~33, 2008-2009.
- 11) Bratthall D, Petersson GH : Cariogram—a multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease, *Community Dent Oral Epidemiol*, 33(4) : 256~264, 2005.
- 12) MacRitchie HM, Longbottom C, Robertson M, et al. : Development of the Dundee Caries Risk Assessment Model (DCRAM)—risk model development using a novel application of CHAID analysis, *Community Dent Oral Epidemiol*, 40(1) : 37~45, 2012.
- 13) Andäs CA, Östberg AL, Berggren P : A new dental insurance scheme—effects on the treatment provided

- and costs, *Swed Dent J*, 38(2) : 57~66, 2014.
- 14) Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. : Dental caries, *Nat Rev Dis Primers*, 3 : 17030, 2017.
 - 15) 熊谷 崇 : Part 4. メディカルトリートメントモデルとメンテナンスの効果, *歯界展望*, 108(1) : 38~67, 2006.
 - 16) Gao XL, Hsu CY, Xu Y, et al. : Building caries risk assessment models for children, *J Dent Res*, 89(6) : 637~643, 2010.
 - 17) <https://consensus.nih.gov/2001/2001DentalCaries115PDF.pdf> [参照日 2020.12.09]
 - 18) Nishi M, Kumagai T, Whelton H : Access to Personalised Caries Prevention (PCP) Programmes Determined by Dentists : A Cross-sectional Study of Current and Potential PCP Adopters in Japan and their Knowledge of Caries Risk, *J Dent Hlth*, 66(4) : 399~407, 2016.
 - 19) (一次文献) Bratthall D, Hänsel Petersson G, Stjernswärd JR : *Cariogram Handboken*, Förlagshuset Gothia, Stockholm. 1997.
日本語翻訳版 : D. Bratthall (日本語版監修) 村松いづみ, 鈴木 章, 熊谷 崇 : *カリオグラムマニュアル*, オーラルケア, 東京, 1999.
(二次文献) 株式会社オーラルケア : *カリオグラム使用マニュアル* https://dentocult.jp/material/pdf/tools/tools_manual.pdf [参照日 2021.04.01]
 - 20) Featherstone JDB, White JM, Hoover CI, et al. : A randomized clinical trial of anticaries therapies targeted according to risk assessment (caries management by risk assessment) , *Caries Res*, 46(2) : 118~129, 2012.
 - 21) Featherstone JDB, Chaffee BW : The Evidence for Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA[®]), *Adv Dent Res*, 29(1) : 9~14, 2018.
 - 22) Doméjean S, Léger S, Rechmann P : How do dental students determine patients' caries risk level using the Caries Management By Risk Assessment (CAMBRA) system?, *J Dent Educ*, 79(3) : 278~285, 2015.
 - 23) Chaffee BW, Featherstone JDB : Long-term adoption of caries management by risk assessment among dental students in a university clinic, *J Dent Educ*, 79(5) : 539~547, 2015.
 - 24) Chávez EM, Wong LM, Subar P, et al. : Dental Care for Geriatric and Special Needs Populations, *Denal Clinics of North America*, 62(2) : 245~267, 2018.
 - 25) Kutsch VM, Bowers RJ (監訳) 安井利一 : BALANCE : A guide for managing dental caries for patients and practioners, (バランス : 患者と歯科医師のためのう蝕管理ガイド), p87, *クインテッセンス*, 第1版, 2016.
 - 26) Doméjean S, White JM, Featherstone JDB : Validation of the CDA CAMBRA caries risk assessment--a six-year retrospective study, *J Calif Dent Assoc*, 39(10) : 709~715, 2011.
 - 27) Jenson L, Budenz AW, Featherstone JDB, et al. : Clinical protocols for caries management by risk assessment, *J Calif Dent Assoc*, 35(10) : 714~723, 2007.
 - 28) Rechmann P, Chaffee BW, Rechmann BM, et al. : Caries Management by Risk Assessment: Results from a Practice-Based Research Network Study, *J Calif Dent Assoc*, 47(1) : 15~24, 2019.
 - 29) https://www.researchgate.net/publication/334401386_CAMBRAR_Caries_Management_by_Risk_Assessment_A_Comprehensive_Caries_Management_Guide_for_Dental_Professionals/link/5d27a824299bf1547cad305f/download [参照日 2020.12.09]

ヘルスプロモーションとしての う蝕予防管理

1. はじめに

ヘルスプロモーションとは、WHO（世界保健機関）が1986年のオタワ憲章で提唱し、2005年のバンコク憲章で再提唱した新しい健康観に基づく21世紀の健康戦略です。『人々が自らの健康とその決定要因をコントロールし、改善することができるようにするプロセス』と定義されています。「すべての人びとがあらゆる生活場面－労働・学習・余暇そして愛の場－で健康を享受することのできる公正な社会の創造」を健康づくり戦略の目標としています¹⁾。

目標実現のための活動方法として、以下の5つを掲げており、これらの有機的な連携が具体的な“健康づくり”に発展していくとしています。

- ・ 健康な公共政策づくり
- ・ 健康を支援する環境づくり
- ・ 地域活動の強化
- ・ 個人技術の開発
- ・ ヘルスサービスの方向転換

また、活動を成功させるための5つのプロセスとして、次の5項目をあげています。

- ・ 唱道 (advocate)：人権と連帯意識に基づいた健康を唱道すること
- ・ 投資 (invest)：健康の決定要因に焦点を当てた持続的な政策，活動そして社会的基盤に投資すること
- ・ 能力形成 (build capacity)：政策開発，リーダーシップ，ヘルスプロモーションの実践，知識移転や研究，そして健康識字のための能力を形成すること
- ・ 規制と法制定 (regulate and legislate)：すべての人々の健康と well-being を達成するために、有害なものから高水準の保護と、平等な機会を保障するための規制と法律を制定すること
- ・ パートナーと同盟 (partner and Build alliance)：持続的な活動を創造するためにパートナーと公的組織，民間組織，非政府組織そして市民社会による同盟をつくること

それでは、具体的にヘルスプロモーションとう蝕予防管理との関係・結びつき、あるいは歯科衛生士との絡みについて、概説していきます。

2. 新しいう蝕予防管理とヘルスプロモーションとの関係？

わが国では、1955～1973年頃の高度成長期においてはう蝕が蔓延し、早期発見・早期治療の大本令の下で、【う蝕（むし歯）=Drill & Fill】がう蝕の制御戦略として確立し、う蝕治療の代名詞とされました^{2,3)}。そして、そのパフォーマーかつメインボーカルは、紛れもなくデンティストでした。

近年のう蝕予防の考え方は、過去あるいは現在においてう蝕を発症した個人における、リスク評価に基づいて、それをコントロールすることであり、“いかにしてむし菌が起りにくい口腔環境へと管理するか？ 変化させるか？”という段階へと変貌をとげました（本書第5章参照下さい）。歯科医師によるう蝕治療（制御）から、歯科医師の指示のもとでの歯科衛生士によるう蝕予防へと戦略を修正する（以上、序章を参照下さい）。

従来型のう蝕予防戦略とは、図1に示すように病態/病因や予防には一切関知せず、当時の記憶を紐解けば、あえてあげるなら、糖（シュガー）の摂取制限と食後のブラッシングの励行に特化していたように思われます。実質的にはう窩が存在すれば、それに合わせて修復法や修復材料を選択するといった治療学中心、いわば保存修復学中心の対応のみでした。

他方で、ICDAS-FOUNDATIONは新しいう蝕の診断基準ICDASを提案するとともに、ICCMS™（International Caries Classification and Management System³⁾：本認定歯科衛生士審査制度の研修用e-ラーニングシステムとして採用）という、新しいう蝕予防管理の枠組みを提唱しています。ICDAS財団のゴールを表1に示します⁴⁾。ICDAS財団のビジョンは、う蝕の予防と管理を通じて一生涯にわたって人間の健康を改善することです。

ICCMS™はICDAS財団の登録商標であり、このシステムは4つのドメイン（臨床、公衆衛生、教育、研究）から構成されています。実践と教育は一体化するが、このシステムの範疇にはありません³⁾。ICDASコードに準じた診断をくだし、適切な処置（治療）を選択し、実行後は4Dサイクルを回して長期管理を行います（図2）⁵⁾。

ICCMSでは、まず初めに歯および歯面の局所の診査所見だけでなく、う蝕の経験、う蝕の予防経験、う蝕治療の経験、う蝕のリスク、ならびに生活習慣に代表される患者自身の評価を実施し、時間のファクターを配慮したうえで、患者の全情報を統合します³⁾（67頁図4参照）。そして、めいめいの患者に適したテーラーメイドの指導計画を立案することを推奨しています（本書第10章を参照下さい）。そこでは、患者の生活環境に対するケアに始まり、予防的処置および保存修復処置、そして定期的なモニタリングにより歯、歯面、ならびに個人を評価し、う蝕病変の診断と経過を予知（測）し、そして患者個人の評価と未来像を総合的にジャッジすることで、包括的なう蝕の予

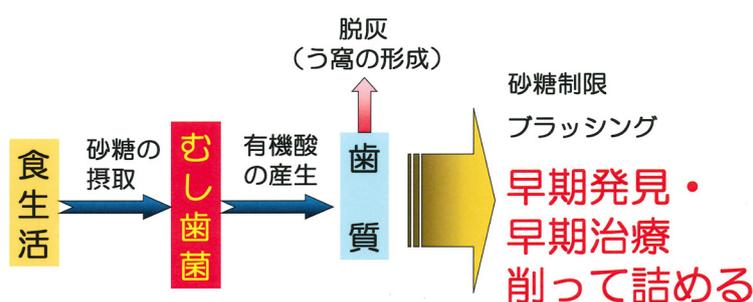
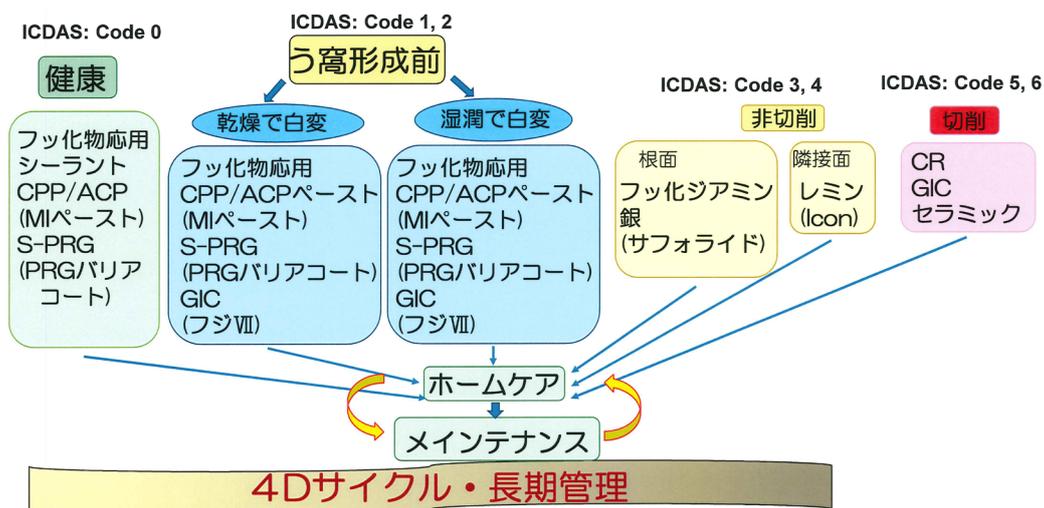


図1 従来のむし菌（う蝕）の病因論とその処置

表1 ICDAS (ICCMS™) の目標⁴⁾

<ul style="list-style-type: none"> ・新しい病変の出現を予防すること。 ・既存の病変がさらに進行するのを予防すること。 ・歯の構造を維持すること：すなわち より初期の段階での非外科的／非侵襲的的ケア むし菌のより広範な段階での保守的な外科的／侵襲的治療
--

(<https://www.iccms-web.com/uploads/asset/59284654c0a6f822230100.pdf> より引用)



(日野浦 光：MIに基づく生物学的う蝕治療のアプローチ，歯科評論，77：66，2017．引用改変)

図2 ICCMS™によるう蝕の予防管理法：ICDAS診断に応じたう蝕の対処法と長期管理⁵⁾

防管理が可能であるとしています³⁾。

図1に示されているように、歯・および歯面の評価と患者個々人の評価が最も重要視され、必ず巡り巡ってその段階に戻るように設計されています。時間軸を配慮しつつ、口腔の状態と口腔・全身のリスクをモニタリングしながら包括的にう蝕を予防管理するシステムとなっています。

“歯・歯面および患者個々人の情報を包括的にジャッジして指導計画を立案する”際には患者の社会的、経済的、家庭的、ならびに教育的バックグラウンドを把握し、患者と情報を共有しながら計画を進める姿勢が重要であります。ここでNGなことは、いわゆる【レシピ本方式】に事前に用意した方程式に単純に数字を当てはめて自動的に治療方法・指導方法を導き出すといった類のことです。患者とは綿密な打合せ討論を行い、指導計画を模索・立案することが重要であり、最大の特徴になります。小児の場合は、保護者の生活習慣や思想等の背景にも配慮しながら進めることが肝要です。

これは、患者の局所の病態から全身状態、ひいては生活習慣から思想まですべてを把握することが疾患への対応に重要であり、Evidence Based Medicine (EBM) の対極にあるとされる Narrative Based Medicine (NBM) アプローチに該当します。他方で、う蝕病変の検出、う蝕活動性の評価、ならびにリスク評価はこれまでの *in vitro* 系から *in situ* 系までの種々の蓄積されたEBMに基づいており、これらの知見に基づくう蝕の予防管理はEBMの実践そのものです⁶⁾。具体的には、①患者の病状と周囲を取り巻く環境、②医療社の臨床経験、③患者の好みと価値観、④エビデンスが重複する所で実施されます。すなわち、一般的に医学界で擲論^{やぶ}されている患者のバックグラウンドや思想を尊重するNBMの導入が効果を発揮し、EBMの採用が機能するという一般的なメカニズムを、ICCMSは十分に理解し、巧みに取り入れたシステムとして考案されています。

【テーラーメイド医療】の概念、すなわち、一人ひとりの患者の実情を理解し、最新の科学的根拠に基づく最適な医療提供は、う蝕の予防管理にも完全に適合しています(本書第10章106頁参照)。

以上で、う蝕予防管理とヘルスプロモーションの関係の概略はご理解いただけたでしょう。この後は、「う蝕予防管理をヘルスプロモーションにどのように活用するか?」や、「ヘルスプロモーションを意識したう蝕予防管理における歯科衛生士の役割は?」等について概説します。

3. ヘルスプロモーションを意識したう蝕予防管理における歯科衛生士の役割は？

一般的に歯科では、健康が悪化・増悪したか、新しい全身疾患を発症したか、という患者の既往歴を定期的に正しく把握し、全身状況を的確に理解することが重要です。通常、歯科医療・う蝕の指導管理のカルテを通して認められる慢性疾患をもつ患者、特に、老人や子どもの数は、一般医療機関のカルテで記載されているよりも、質・量ともに明らかに少なくなっています。その理由としては、以下のようなことが考えられます。

- ①全身の健康の状態が途切れることなく、持続的に記載されていない。
- ②慢性疾患を患った患者、特に老人や子どもは治療を拒否したり、来院しないことがより多い。
- ③特に老人や子どもが患者の場合、彼らをもつ疾患が歯科治療やう蝕予防管理に関係していないと思ひ込み、本人たちを含め家族が歯科医院に知らせないことが多い。

慢性疾患や障害をもつ患者は特別なう蝕予防の管理プログラム/指導計画を必要とすることが多く、そのワークには歯科衛生士が重要な役割を担います。ここでも、めいめいの患者に適したテーラーメイドの指導計画を立案することが推奨されています（本誌10章参照下さい）。う蝕の予防管理は歯科医師と歯科衛生士が協力して計画しますが、歯科処置自体は一般医科処置と統合して計画することがきわめて重要です。

認知障害を有する高齢者や先天疾患や障害を有する子どもは、メンテナンス時期の設定にも細心の注意を払う必要があります。全身状態、特に心因的因子の劇的な変化により、口腔の状況も劇的かつ頻繁に変化し、非常に複雑な口腔環境を呈しているのが一般的です。二次う蝕、唾液減少、生活習慣の変化等の危険性が非常に高くなれば、全身状態の変化に合わせてメンテナンスを変えていく必要があります。

慢性疾患や障害を併せもつ患者は、歯科処置、一般医科処置を含めすべての医療において、安心を得る権利と、個々人の患者に合わせた質の高いヘルスケアが約束されているということを知る権利を有しています。

4. う蝕予防管理をヘルスプロモーションにどのように繋げるか？

WHOがヘルスプロモーションを定義・提唱し、2003年、WHOが国際オーラルヘルスプログラムの政策基盤を提言したことを受け（表2）⁷⁾、同年、WHO、FDI、IADRの3団体がスクラムを組み、新たに『Global goals for oral health 2020』（2020年までの口腔保健の国際目標とゴール）が示されました（表3a, b）。

興味深いことに、ちょうど昨年2020年までの国際保健の国際目標がその当時提示されたこととなります。目標は、国、行政といったコミュニティレベルの保健政策立案者にその枠組みを提供す

表2 WHOのオーラルヘルスプログラムの政策基盤⁷⁾

1. 口腔の健康は全身の健康に結合され、また全身の健康にとって重要なものである
2. 口腔の健康はQOLの決定要因である
3. 口腔の健康と全身の健康の関連性は明らかである
4. 適切な口腔ケアが早期死亡のリスクを減少させる
5. 口腔疾患と全身疾患に共通するリスクファクターがある
6. う蝕だけを強調するのではなく、歯周組織の健康、口腔粘膜病変、口腔前癌病変、口腔癌、顎顔面部の外傷、疼痛、口腔保健に関連したQOLなど、他の重要な口腔疾患にも焦点を当てた新しい口腔目標が必要である

(https://www.who.int/oral_health/media/en/orh_report03_en.pdf より引用)

表3a 口腔の健康のゴール

<ol style="list-style-type: none"> 1. 口腔および頭蓋顎顔面由来の疾患が健康および心理社会的発達に及ぼす影響を最小限に抑えるため、そのような状態および疾患の負担が最も大きい集団内での口腔の健康を促進し、口腔疾患を減少することに重点を置く 2. 全身疾患の口腔および頭蓋顎顔面症状が個人および社会に及ぼす影響を最小限に抑え、全身疾患/全身性症状の早期診断、予防、および効果的な管理にこれらの症状を使用する

表3b WHO オーラルヘルスプログラムの政策基盤の具体的目標であった項目

<ol style="list-style-type: none"> 1. 口腔および頭蓋顎顔面疾患による死亡率を低下させる 2. 口腔および頭蓋顎顔面疾患の有病率を低下させ、QOLを向上する 3. 効果的なシステマティックレビューから導き出された、口腔保健システムにおいて優先順位の高い政策やプログラムを促進していく 4. 口腔疾患および頭蓋顎顔面疾患を予防、管理のため、利用可能で費用対効果の高い口腔保健システムを開発していく 5. オーラルヘルスプロモーションおよびケアを共通のリスクファクターに対するアプローチによって、健康に関連した多分野に統合していく 6. 健康の決定要因を人々が自らコントロールできるよう支援していく健康保健プログラムを開発する 7. プロセスと結果の両方をモニターできる、口腔健康監視のシステムおよび方法を強化していく 8. ケア提供者の社会的責任を明らかにし、倫理的実践を促進していく 9. 国内の異なる社会経済層の間にみられる口腔衛生の格差や各国間に存在する口腔保健の不平等を減少させる 10. 口腔の疾患や異常に関する正確な疫学調査の訓練を受けた保健医療従事者の数を増加する
--

(Hobdell M, et al. : Global goals for oral health 2020, Int Dent J, 53 : 285~288, 2003より引用)

表4 WHO オーラルヘルスプログラムの政策基盤の標的となった16項目

<ol style="list-style-type: none"> 1. 痛み 2. 機能障害 3. 感染症 4. 口腔咽頭がん 5. HIV感染による口腔症状 6. 水瘡 7. 外傷 8. 頭蓋顎顔面奇形 	<ol style="list-style-type: none"> 9. う蝕 10. 歯の発達異常 11. 歯周病 12. 口腔粘膜疾患 13. 唾液腺疾患 14. 喪失歯 15. 医療サービス 16. 医療情報システム
--	--

(Hobdell M, et al. : Global goals for oral health 2020, Int Dent J, 53 : 285~288, 2003より引用)

ることを目的としています。よって、具体的な数値・目標値などはあえて示さず、2020年までの目標はあくまで概論的になっているのが特徴です。目標となる項目が10項目（表3b）と、標的となる項目が16項目（表4）示されていました。う蝕予防管理と関連のある項目について少しふれてみたいと思います。

『痛み』については、機能障害および審美障害に起因する日常生活への中等度から重度の社会的影響がある疾病の有病率をX%に減少します（これには歯の欠損、歯の異常、フッ素症や外傷を受けた切歯、重度の歯肉退縮および口腔悪臭などによるエナメル質欠陥が含まれます）。

『感染症』については、オーラルヘルスケア環境における感染症の伝染のリスクを認識および最小化する能力のあるヘルスケアプロバイダーの数をY%増加させることが示されています。

『う蝕』についてはどうでしょう。①う蝕のない6歳児の割合をX/O=Yで増加する、②DMFT、特に12歳のD成分をX%減少するために分布と手段の両方を利用して、集団内のリスクの高いグループに特に注意を払う、③18歳、35～44および65～74歳のう蝕による抜歯数をY%まで減少する、これらの3項目が、21世紀当初の向こう20年間の具体的目標ですが、地域社会に適した詳

細なゴール設定を意図したため、WHOは目標値を示していない。このように当時よりう蝕のみならず、口腔全体の多様な状況・状態を対象としてヘルスプロモーションを展開しようとするWHOの意図・構想は明らかです。将来的にも大きな変化はないように思われます。WHOもFDIもIADRも、ましてやICDAS財団はう蝕を解決課題として軽んじているわけではありません。逆にこの約20年を振り返ると、重要な喫緊の課題と考えている節があります。

Pitts NB教授がグローバルチェアマンとして旗揚げした同盟Alliance for a Cavity-Free Future (ACFF)はその世界的参加規模を30カ国程度まで拡大し、その第一の目標である“Every Child born in 2026 and thereafter should stay cavity-free during their lifetime”（2026年以降に誕生するすべての子どもが、生涯う窩なく過ごせるように）の達成に向けて突き進んでいます。残された準備期間は約5年です。これまでに蓄積されたEvidence Based Dentistry (EBD)と長年の試行によって構築されてきた患者様中心のう蝕予防管理システムのアプローチを口腔領域全体の管理システムとして展開します。そして、患者個人毎の口腔保健を生涯にわたって把握して、さらには、口腔保健の維持・向上に実質的に貢献しようという策略に繋げようとする思惑が垣間見えます。最終的には、歯科医師（メインポータル）と歯科衛生士（パフォーマンス）が共同作業（ユニット）で行う、う蝕予防管理を基にしたオーラルヘルスプロモーションを通して、歯科医院（歯科医療チーム：パフォーマンスユニット）が、地域医療の健康増進の拠点として機能していくと考えています。

野杵由一郎（新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野 教授）

梅田 誠（大阪歯科大学歯周病学講座 教授）

文 献

- 1) <http://plaza.umin.ac.jp/~jshp-gakkai/intro.html>（2020年6月16日閲覧）
- 2) 今里 聡（監修）、林美加子、伊藤 中（編）：削るう蝕削らないう蝕 第1版、1～3、クインテッセンス出版、東京、2013.
- 3) Pitts NB : Introduction. In : Pitts NB (ed). Direction, Assessment, Diagnosis and Monitoring of Caries, Monogr Oral Sci, Basel, Karger, 21 : 1～14, 128～143, 2009.
- 4) <https://www.iccms-web.com/uploads/asset/59284654c0a6f822230100.pdf>（2020年6月23日閲覧）
- 5) 日野浦 光：MIに基づく生物学的う蝕治療のアプローチ、日本歯科評論 77 (7) : 53～66, 2017.
- 6) Haynes RB, Devereaux PJ, Guyatt GH : Physicians' and Patients' Choices in Evidence Based Practice, BMJ, 324 : 1350, 2002.
- 7) https://www.who.int/oral_health/media/en/orh_report03_en.pdf（2020年6月23日閲覧）

執筆者一覧

編集代表

野村由一郎 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野 教授
(序章, 第1章, 第11章)

執 筆

坂上 竜資 福岡歯科大学口腔治療学講座歯周病学分野 教授
(第2章)

前田 英史 九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学分野 教授
小幡 純子 九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学分野 助教
(第3章)

野田 守 岩手医科大学歯学部歯科保存学講座う蝕治療学分野 教授
(第4章)

真鍋 厚史 昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門 教授
(第5章)

北村 和夫 日本歯科大学附属病院総合診療科1 教授
(第6章)

佐藤 治美 日本歯科大学新潟短期大学歯科衛生学科 准教授
(第7章)

山口由美子 医療法人とみなが歯科医院 主任衛生士
(第8章)

立澤 敦子 (一財) 歯科医療振興財団試験登録部 試験課係長
(第9章)

尾崎 和美 徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔保健支援学分野 教授
(第10章)

梅田 誠 大阪歯科大学歯学部歯周病学講座 教授
(第11章)

令和2年4月～令和3年3月日本歯科保存学会認定歯科衛生士審査委員会委員

歯科衛生士のう蝕予防管理テキストブック

2021年 7月10日 第1版・第1刷発行

2021年12月 1日 第1版・第2刷発行

編集・発行 特定非営利活動法人日本歯科保存学会
認定歯科衛生士審査委員会
委員長 野杓由一郎

制作 一般財団法人 口腔保健協会