

この表4にあげたフッ化物製剤は、日本における応用プログラムを想定しているため、個人の選択権に基づく応用の可能なフッ化物錠剤をはじめとして、全身的な応用手段は全く含まれていない。さらに、局所的な応用にしても、高濃度フッ化物を配合したNaFゲルなど通常的手段ではなかなか入手できないものが多いのが現状である。ヘルスプロモーションの充実のためには、将来的にフッ化物錠剤や水道水フッ化物添加など全身的用法の導入と、局所的な高濃度フッ化物応用の普及のために多様なメニューの市場への展開が検討されるべきであろう。

### 3) フッ化物配合歯磨剤とほかのフッ化物局所応用法の併用効果

根面齲蝕の発病は成人期以降なので、フッ化物応用の組み合わせによるフッ素症歯その他の慢性毒性の問題はない。また、日本の場合は水道水フッ化物添加やフッ化物添加食品および錠剤などの全身的な応用がないので、この点でもリスクを考慮した使い方をする必要はない。したがって、根面齲蝕の予防の基本は家庭でのセルフケアとしてのフッ化物配合歯磨剤であり、これにプロフェッショナルケアの場合における高濃度フッ素(22,600 ppm)を含有するフッ化物バーニッシュの定期的な応用(およそ1カ月間隔)を組み合わせ、職場では昼食後のフッ化物洗口を行えば、効率的に根面齲蝕の予防と再石灰化によるリバーシブル効果が得られるであろう。

また、将来的には成人への応用手段として、1,500 ppm~5,000 ppmの高濃度のフッ化物配合歯磨剤の普及が、根面齲蝕の効果的な予防を推進することになるだろう。

## 文 献

- 1) Toyama Y, et al : Fluoride concentrations at and near the neonatal line in human deciduous tooth enamel obtained from a naturally fluoridated and a non-fluoridated area. *Arch Oral Biol*, **46** (2) : 147-153, 2001.
- 2) Driscoll WS : A review of clinical research on the use of prenatal fluoride administration for prevention of dental caries. *ASDC J Dent Child*, **48** (2) : 109-117, 1981.
- 3) Thylstrup A : Is there a biological rationale for prenatal fluoride administration? *ASDC J Dent Child*, **48** : 103-108, 1982.
- 4) Changing patterns of fluoride intake. Workshop. Chapel Hill. *J Dent Res*, **71** (5) : 1214-1227, 1992.
- 5) 眞木吉信 : 成人および老年者における歯根面齲蝕の病因と疫学. *日歯医師会誌*, **45** : 205-217, 1992.
- 6) 眞木吉信ほか編著 : 歯根面う蝕の診断・治療・予防. 医学情報社, 東京, 2004, 9-31.
- 7) 眞木吉信 : 根面齲蝕の予防. *歯科医療*, **14** (4) : 53-63, 2000.
- 8) 眞木吉信 : 成人および老年者における歯根面齲蝕の病因と疫学. *日歯医師会誌*, **45** : 205-217, 1992.
- 9) Jensen ME, Kohout F : The effect of a fluoridated dentifrice on root and coronal caries in older adult population. *JADA*, **117** : 829-832, 1988.
- 10) Baysan A et al : Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Res*, **35** : 41-46, 2001.
- 11) 北村雅保ほか : 歯根面う蝕の診査成績に関連する口腔保健行動の要因. *口腔衛生会誌*, **44** : 376-377, 1994.
- 12) 加藤まりほか : 歯周メンテナンス患者の根面カリエス発生におよぼす因子の解明. *日歯周誌*, **43** (3) : 308-316, 2001.
- 13) 杉原直樹ほか : 成人集団における根面齲蝕の有病状況. *口腔衛生会誌*, **41** : 105-107, 1991.
- 14) Ripa LW, et al : Effects of a 0.05% neutral NaF mouthrinse on coronal and root caries of adults. *Gerodontology*, **6** : 131-136, 1987.
- 15) Wallence MC, et al : The 48-month increment of root caries in an urban population of older adults participating in a preventive dental program. *J Public Health Dent*, **53** : 133-137, 1993.
- 16) 古賀 寛ほか : 市販フッ化物洗口剤作用後のエナメル質および歯根面へのFluoride Uptakeの*in vitro*における検討. *口腔衛生会誌*, **52** : 28-35, 2002.
- 17) Sugihara N, et al : A cohort study of coronal and root caries incidence in adults. *J Dent Res*, **80** (special issue) : 675, 2001.
- 18) Ettinger RL, et al : Effect of fluoride on overdenture abutments. *Am J Dent*, **7** : 17-21, 1994.

## 日本歯科衛生学会雑誌

Vol.4 No.1 2009 August

## 目次

## 日本歯科衛生学会 第4回学術大会案内

学術大会プログラム

特別プログラム：会員発表プログラム

6

巻頭言	日本歯科衛生学会 会長	武井 典子	17
挨拶	日本歯科衛生学会第4回学術大会大会長 社団法人 大阪府歯科衛生士会 会長	永井るみこ	18
祝辞	社団法人 日本歯科衛生士会 会長 大阪府知事 社団法人 大阪府歯科医師会 会長	金澤 紀子 橋下 徹 岡 邦恭	19 20 21
特別寄稿 原 著	「食べ方」を通じた食育推進 一よく噛み、味わい、健口長寿— 施設在住要介護高齢者における 現在歯数減少と身体機能・状況との関連 機器を用いた専門的舌清掃の有効性評価 徳島大学病院における妊婦の口腔保健向上に関する研究 医歯学シミュレーション教育システムを活用した歯肉縁下スクレーピング・ ルートプレーニングに関する歯科衛生士養成機関学生向け教材開発と評価 市販洗口剤の殺菌効果に関する研究 某短期大学部歯科衛生学科学学生の喫煙状況、 喫煙に対する意識の評価と脱タバコ教育による変化	向井 美恵 森野 智子 小野寺奈津子 十川 悠香 吉田ひとみ 森岡 志摩	22 32 41 50 58 64
調査報告	専門学校から短期大学への改組における入学状況の変化と在学生の意識 北米における歯科衛生の専門性に関する動向 歯周炎と高感度 CRP の関連について	長谷川純代 柴田 潔 齋藤 淳 吉田 俊香	71 78 84 92

## 日本歯科衛生学会 第4回学術大会／抄録

メインテーマ「歯の健康力 フロンティア 一食べる、話す、生きる力を支える口腔機能—」

特別講演 「口腔機能とメタボリックシンドロームの関係」 鶴見大学歯学部教授 花田 信弘 98

シンポジウム「ライフステージからみた口腔機能の向上」

講演 1 発達期から考える 一健全な咀嚼器官の発達のために—

兵庫県立大学看護学部教授 坂下 玲子 99

講演 2 学齢期・青年期から考える 高橋矯正歯科クリニック 歯科衛生士 高橋未哉子 100

講演 3 成人・高齢期から考える 社会医療法人 若弘会 糸田 昌隆 101

わかくさ竜間リハビリテーション病院診療部長

教育講演 口のリハビリテーションのすすめ 長崎リハビリテーション病院院長 栗原 正紀 102

市民フォーラム 口福が幸福に・今こそ食育を

食育ジャーナリスト 内閣府「食育推進会議」専門委員 砂田登志子 103

口演発表・ポスター発表 104

- 用語解説 248
- 平成20年度日本歯科衛生士会認定歯科衛生士の紹介 249
- 日本歯科衛生学会雑誌投稿規程 251
- 編集後記 256
- 学会賛助会員一覧 258

# リスク・コントロールに基づく歯科医療に関する研究 —小児期の定期健診患者におけるカリエスリスクテスト導入の有用性—

○二川祐子<sup>1)</sup> 白石奈々子<sup>1)</sup> 林葉穂子<sup>1)</sup> 虎谷知美<sup>1)</sup> 大江未久<sup>1)</sup> 北村実子<sup>1)</sup> 若尾裕子<sup>1)</sup>  
河野有里<sup>1)</sup> 佐々木江美<sup>1)</sup> 奥澤やすよ<sup>1)</sup> 武田 香<sup>1)</sup> 石川正夫<sup>1)</sup> 山崎洋治<sup>1)</sup> 高田康二<sup>1)</sup>  
眞木吉信<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup> 財団法人ライオン歯科衛生研究所

<sup>2)</sup> 東京歯科大学衛生学講座

**キーワード** 小児期, カリエス・リスク・テスト, 予防処置

**【目的】** 歯科疾患の予防は1回の処置で解決できるものではなく、常に発病のリスクをモニタリングしながら対応する必要がある。う蝕に限って言えば、現在のう蝕発病リスクに対し、どのような予防手段で対応するかが問われ、このリスクを回避して健康な口腔を保持増進していくことが求められている。従って、予防も治療も定期的にリスクを評価し、そのリスクに適応した適切な処置を継続していくことが重要となる。特に小児期は第一大臼歯の萌出や乳歯から永久歯への交換の時期でもあり、リスク・コントロールやう蝕予防が重要な時期とも言える。本研究はカリエス・リスク・テストの有用性を明確化させるために、診療所の外来にてカリエス・リスク・テストの評価に基づいた予防処置を実施した群とリスク評価のない予防処置(概ね半年間隔)のみの群および同年齢の初診患者の3つの群のう蝕有病・発病状況を調査・比較したので報告する。

**【対象および方法】** 対象は2006年6月から2008年12月に来院した4～11歳の小児患者で、①群として、定期的にかリエス・リスク・テストを実施し、それに対応した予防処置をしている患者72名、②群として、カリエス・リスク・テストを行わずに定期的に予防処置をしている患者54名、③群として、同じ時期に主に治療目的で来院した初診患者91名である。なお、①群、②群は、カリエス・リスク・テストまたは予防処置を4回以上実施した患者を対象とした。

カリエス・リスク・テストは検査の2時間前より飲食、ブラッシングは禁止し、パラフィンワックス刺激後の唾液分泌量、総菌数(RDテスト<sup>®</sup>: 昭和薬品化工)、S. mutans 菌数(サリバチェックSM<sup>®</sup>: ジーシー)の3項目を評価し、さらに総合的う蝕リスク評価(3段階評価)を行った。う蝕の有病・発病状況は各群を4～7歳

と8～11歳の2グループに分け、前者はdftを、後者はDMFTを指標として用いデータ解析を行った。統計解析はt検定および $\chi^2$ 検定を用いた。

**【結果】** ①群のカリエス・リスク・テストの1.5年間(計4回)の推移は4～7歳(31名)および8～11歳(41名)の両グループ患者において1回から4回まで有意な変化はなく、RDテストはMiddle、サリバチェックSMはlevel 1が多く占め、3項目のリスク・テストを総合した判定結果も低いリスクを示していた。う蝕有病・発病状況については①群の4～7歳における初回のdftは3.6であり4回は3.7であった。同様に、①群の8～11歳における初回のDMFTは0.0であり、4回も0.0であった。また、この期間中にう蝕発病が観察されたものは4～7歳が12名、8～11歳は1名であった。これに対し、②群の4～7歳(40名)における初回のdftは3.1であり、4回では3.8に増加した。8～11歳(14名)の初回のDMFTは0.4であり、4回は0.6であった。この期間中にう蝕発病が観察されたものは4～7歳が17名、8～11歳は3名であった。①群と②群のう蝕発病者数を比較すると、4～7歳で有意な差がなかったが、8～11歳では①群に比べて②群のう蝕発病者が明らかに多かった( $p < 0.05$ )。さらに、①群、②群と治療を目的とした③群のう蝕有病状況を比較すると、6歳から9歳の年齢群で明らかに低いう蝕有病状況であった。

**【結論】** 4回にわたるカリエス・リスク・テスト評価に基づいた予防処置を実施した①群は予防処置のみの②群に比べ、乳歯から永久歯へ生え変わる時期の永久歯う蝕の発病者数を有意に抑制した。このことから、予防処置におけるカリエス・リスク・テストの有用性が得られたと考えている。

連絡先: 二川祐子 ■住所: 〒141-0021 東京都品川区上大崎3-1-7 目黒東宝ビル5F 財団法人ライオン歯科衛生研究所附属ライオン目黒駅前歯科診療所 ■電話: 03-3473-6721 ■E-mail: masaoi@lion.co.jp

# 口腔衛生 学会雑誌

第59巻 第4号  
平成21年8月

JOURNAL OF  
DENTAL HEALTH

講演集

第58回日本口腔衛生学会・総会

一般社団法人

日本口腔衛生学会発行

口腔衛生会誌
J Dent Hlth

ISSN 0023-2831

## 集団応用フッ化物洗口をすべてのこどもに還元する

主 催：日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会  
代表責任者：眞木吉信（東京歯科大学衛生学講座）  
コーディネーター：小林清吾（日本大学松戸歯学部社会口腔保健学講座）  
田浦勝彦（東北大学病院附属歯科医療センター予防歯科）  
発表者：木本一成（神奈川歯科大学健康科学講座口腔保健学分野）  
富田智晴（京都市教育委員会体育健康教育室保健課長）  
佐久間汐子（新潟大学医歯学総合病院口腔保健科）  
川原敏幸（北海道歯科医師会）

集団応用フッ化物洗口(以下、F洗口)は安全で効果が高く簡便な方法であり、しかも安価に導入できる公衆衛生的う蝕予防手段である。若年児の永久歯う蝕は漸減傾向にあるが、すべてのこどもの歯の健康づくりのために集団への予防的介入は不可欠となる。2008年3月現在、47都道府県の6,433施設で67万4,141人がF洗口に参加し、2002年に比べて倍増した。その一方で、都道府県間でのF洗口実施率に差が生じてきた。この差を減少させ、本テーマの具現化のため、4名の演者がF洗口の実態と課題、F洗口事業と教育委員会の役割、新潟県8年連続日本一の軌跡、F洗口と北海道歯科保健条例と話題提供して、集会参加者とともに考え実践への道を切り拓いて行きたいと思っておりますので、多数の御参加を期待します。

連絡先：田浦勝彦

〒980-8575 仙台市青葉区星陵町4-1 東北大学病院附属歯科医療センター予防歯科

TEL：022-717-8327/FAX：022-717-8332/E-mail：ktaura@mail.tains.tohoku.ac.jp

In vivo 本日は 80名を越える参加者、→ 初めての予備学会  
歯学研究会中との

↓  
大木功

自由集会 2

Coordinator とパネリストが超力的にやる。

(10月9日(金) 17:00~19:00 大会議室 A)

### 齲蝕学—過去・現在・未来

② 今回の専攻の報告内容は Cariology Today までOKです。

③ 次回は T-2 をどうしようかと products を出して見るメーカーも話して欲しい!

④ 陸軍会: 都ホテル 2F くらい SPM かな

主催 日本齲蝕学研究会議 (Cariology Today in Japan)  
世話人: 高橋信博 (東北大学大学院歯学研究科口腔生化学)  
真木吉信 (東京歯科大学衛生学)

齲蝕は歯科医学にとって特徴的な疾患であり、長年にわたり数多くの研究が行われてきた。研究成果に基づく科学的な予防法の普及の結果、若年者の齲蝕は減少し、日本人の口腔環境は格段に向上した。しかし、疫学研究の解析から、齲蝕は若年者に限らず生涯にわたり発症しうることを、したがって生涯にわたる齲蝕予防が必要なことが明らかになりつつある。さらに、齲蝕病因論、齲蝕診断論、そしてこれらを基盤にした齲蝕予防論は近年大きく進展し、齲蝕学そのもののパラダイムの転換が求められている。これは単に学問としての齲蝕学だけではなく、今後の教育や臨床の全てに影響することと思われる。そこで本自由集会では、これまでの齲蝕研究の成果を体系的に概観し、参加者による討論を通じて、未来への齲蝕学の緒にしたいと考えている。

8020 運動の真の目標は、残った歯の健全な機能の維持である。齲蝕予防の重要性はこれまでに増して大きいものと思われる。

座長: 高橋信博, 真木吉信

1. イントロダクション  
真木吉信 (東京歯科大学衛生学)
2. 口腔バイオフィルム研究  
高橋信博 (東北大学大学院歯学研究科口腔生化学)
3. 唾液研究  
渡部 茂 (明海大学歯学部口腔小児科学)
4. 診断学  
稲葉大輔 (岩手医科大学歯学部予防歯科学)
5. 再石灰化研究  
飯島洋一 (長崎大学大学院医歯薬学総合研究科口腔保健学)
6. 食事・食生活研究  
村上多恵子 (愛知学院大学歯学部口腔衛生学)

○ 115 kg / 2 / y

○ 直接酸 2 あり 7 糖 2 あり  
その中で Tax の意味かな(?)

連絡先: 高橋信博  
〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 4-1 東北大学大学院歯学研究科口腔生化学分野  
TEL: 022-717-8294/FAX: 022-717-8297/E-mail: nobu-t@mail.tains.tohoku.ac.jp

## ラオスにおける食品中フッ化物濃度分析 —ラオス食塩フッ化物添加事業基礎調査—

○古賀 寛, 眞木吉信, 松久保 隆  
東京歯科大学衛生学講座

要約：ラオスの食塩フッ化物添加事業の基礎調査としてラオス北部と南部の都市で食品を収集し、食品中フッ化物濃度分析を行ったところ穀類は約 0.05 ppm, 野菜類は北部で約 0.05 ppm であるが南部は約 0.7 ppm と高い傾向にあった。高フッ化物濃度食品ではナッツが 5.8 ppm, 乾物(骨付き)が 17 ppm と他の食品と比べて非常に高かった。乾物には骨が含まれておりそのため高値を示したものと考えられる。果物類は 0.1 ppm 以下であった。北部より南部の野菜類のフッ化物濃度が高いことが特徴的であった。(索引用語：ラオスの食品, 食品中フッ化物濃度, 食塩フッ化物添加)

口腔衛生会誌 59 (4), 2009

### 目的：

ラオスは 1988 年開放政策をとり、ベトナムや中国から輸入された加工食品等が市場に出まわり、幼児や学童の食生活に変化をもたらし、砂糖含有食品の摂取する機会が増加してきている。その結果、齲蝕罹患率が増大し、歯科医療供給原が限られている現況から、児童や学童の齲蝕予防のためにフッ化物の全身的应用である食塩フッ化物添加事業が企図された。現在、アジア予防歯科学会フッ化物応用委員会の支援のもとラオス、タイ、韓国、日本の国際共同研究事業として展開されている。今回、その基礎調査としてラオスにおける食品を収集しフッ化物濃度を分析したので報告する。

### 材料と方法：

食品：ラオスにおける食品はビエンチャン郊外(北部)とバクセー(南部)において野菜、穀類、果物など総数 45 品目を収集した。各食品は、100℃ で 6-24 時間乾燥して細粉碎した。食品中フッ化物濃度分析：フッ化物濃度は微量拡散-F イオン電極法で測定した。試料は 0.1-1 g 採取した。拡散条件は、5 M 過塩素酸(HMDS 添加) 4 ml, 温度 60℃, 12 時間の拡散である。また、飲料水もいくつか採取したので合わせて測定した。

### 結果および考察：

ラオス北部ビエンチャン郊外での食品中フッ化物濃度は、穀類は 0.053 ppm (range : 0.046-0.066 ppm) であった。他方、野菜類は試料数 15 で最も多いが、0.045 ppm (range : 0.006-0.18 ppm) であって、ホウレンソウが最も高値を示した。オートミールは 0.173 ppm と中程度、果物(バナナ)は 0.044 ppm と低い値であった。

他方、ラオス南部のバクセーの食品中フッ化物濃度を見て

みると、穀類 (n=3) 0.061 ppm (range : 0.035-0.078 ppm), 野菜類は試料数 12 で F 濃度は 0.717 ppm (range : 0.076-2.31 ppm) とやや高く、ビエンチャンの野菜類に比べて約 15 倍高値を示している。全般的にバクセーの野菜類のフッ化物濃度が高い理由は現段階では不明であるが、日本におけるトマトのフッ化物濃度は、ビエンチャンの濃度に近似している<sup>1)</sup>。したがって、南部バクセーの野菜類の高いフッ化物濃度の理由をあえて考えると土壌や作物への供給水のフッ化物濃度が高い可能性がある。その他の食品では両生類の乾物は、ラオスの人々にとってタンパク源であり、フッ化物濃度は最も高く約 17 ppm であり、骨を含むため高値を示した。ラオスは海に面しない数少ない国であり、川魚やそれに類する食材をタンパク源としてきた歴史と文化がある。さらにナッツも 5.76 ppm と高いフッ化物濃度であった。調味料としては赤砂糖も 1.78 ppm であり、精製されていないため高値を示したものと考えられる。穀類は、両地区とも同じような低値で日本の米類と同程度であった<sup>1)</sup>。したがって、主食は両地区とも低濃度、野菜類のみ南部が高い値である。南部の野菜類は北部と同一でないためもう一度北部と同じ試料でフッ化物濃度を比較し再確認の必要がある。飲料水も、両地区とも約 0.1 ppm 前後ではほぼ同じであった。

今後、食事調査で食品群別の摂取量を求めて、一日フッ化物摂取量を計算することが課題である。そして、齲蝕の疫学調査とフッ化物配合歯磨剤、飲料水フッ化物イオン濃度、食事中フッ化物濃度を検討した上で、齲蝕予防に最適な食塩添加フッ化物濃度を決定する作業が残されている。

### 文献：

- 1) 古賀 寛ほか：日本におけるフッ化物摂取量と健康，社会保険研究所，pp. 82-87, 2007.

## 音波微振動歯ブラシ（デンターシステム音波アシストブラシ®）の歯垢除去効果についての検討

○今村健一<sup>1)</sup>、渡辺 愛<sup>1)</sup>、小林海之<sup>1)</sup>、小林利彰<sup>1)</sup>、山本高司<sup>1)</sup>、柴崎顕一郎<sup>2)</sup>、眞木吉信<sup>3,4)</sup>

<sup>1)</sup>ライオン株式会社オーラルケア研究所, <sup>2)</sup>ライオン株式会社オーラルケア事業部, <sup>3)</sup>(財)ライオン歯科衛生研究所, <sup>4)</sup>東京歯科大学衛生学講座

要約：歯頸部の清掃力に優れる超極細毛（先端径 20 μm）と、極細毛（先端径 60 μm）を組み合わせた歯刷子に、毎分約 9,000 回の音波微振動を付与した「デンターシステム音波アシストブラシ®」（以下、システム音波ブラシと略）の、歯垢除去効果について臨床的知見から検討した。画像解析及び、プラークインデックス（以下、PI と略）による評価の結果、システム音波ブラシは、対照としたデンターシステムライオンハブラシ®（以下、システム歯ブラシと略）に比べ、歯面全体の歯垢除去効果に優れることが明らかになり、その有用性が認められた。（索引用語：歯垢除去効果、音波微振動歯ブラシ、プラークインデックス）

口腔衛生会誌 59 (4), 2009

### 目的：

システム歯ブラシに用いられている超極細毛は、歯頸部歯垢除去効果に優れ、歯周病予防に有用と考えられている。また、歯面の歯垢除去を一層向上させるための手段として、1. 機械的振動の付与、2. 先端径の異なる先細毛の組み合わせが有効と考えられる。本研究では、2 種の先端径の異なる先細毛に加え、毎分約 9,000 回の音波微振動を付与した、システム音波ブラシの歯垢除去効果について臨床的知見から検討した。

### 方法：

被験者は 30～59 歳の男性 21 名で、無作為に 2 群に分けシステム音波ブラシ、及びシステム歯ブラシを使用させた。各群は 2 週間後に歯ブラシをクロスオーバーさせる方式を用いた。本研究では 24 時間前より口腔清掃を中止させ、歯磨剤を使用せずに指定歯ブラシで 3 分間ブラッシングを実施させた。ブラッシング方法は指定せずブラッシングの前後に歯垢を染色し、付着状態を測定した。歯垢付着状態の測定は、1. 口腔内を正面より撮影した上下顎前歯部の 12 歯唇面の写真撮影による画像解析、2. 歯科衛生士による Podshadly と Haley の PHP (Patient Hygiene Performance) に準じた 6 歯の Rustogi 修正 Navy PI によるスコアリングの 2 通りで実施した。各測定法により算出された歯垢除去率の統計解析は、Wilcoxon の符号付順位検定により行った。

### 結果および考察：

歯垢付着面積の二値化画像解析により対象 12 歯の歯面全体の歯垢除去率を算出した結果、システム音波ブラシ (60.0%) は、システム歯ブラシ (42.7%) と比較して有意に優

れる (図 1) ことが認められた ( $p < 0.001$ )。また、Rustogi 修正 Navy PI により対象 6 歯の歯頸部の歯垢除去率を算出した結果、システム音波ブラシ (28.5%) は、システム歯ブラシ (23.7%) より高いスコアを示した ( $p = 0.053$ )。これは、「植毛仕様：超極細毛 + 極細毛 W 植毛」と「音波微振動」の相乗効果によるものと考えられる。

### 結論：

システム音波ブラシの歯垢除去効果を検証した結果、システム歯ブラシと比較して歯面全体の歯垢除去効果が高く、その有用性が認められた。

### 謝辞：

本研究は、(財)ライオン歯科衛生研究所の海老沼緑、武田香 両歯科衛生士の協力を得て行った。

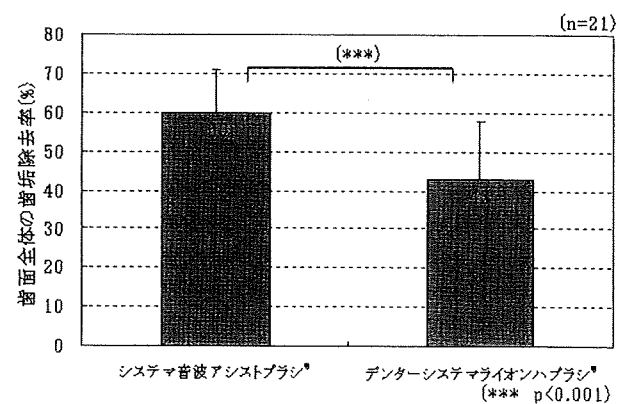


図 1 歯面全体の歯垢除去効果



## カリエスリスク・コントロールに基づく歯科医療 —リスクテストの有無による成人期定期健診患者のう蝕発病—

○白石奈々子<sup>1)</sup>, 二川祐子<sup>1)</sup>, 大江未久<sup>1)</sup>, 林 菜穂子<sup>1)</sup>, 佐々木江美<sup>1)</sup>, 萩原雅明<sup>1)</sup>, 武田 香<sup>1)</sup>,  
石川正夫<sup>1)</sup>, 山崎洋治<sup>1)</sup>, 高田康二<sup>2)</sup>, 眞木吉信<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>財団法人ライオン歯科衛生研究所, <sup>2)</sup>東京歯科大学衛生学講座

要約：診療所におけるカリエスリスク・テストの有用性を確認するために、カリエスリスク・テストの評価に基づいた予防処置を実施した群におけるう蝕有病・発病状況を調べた。その結果、カリエスリスク・テストとそれに基づく予防処置を実施した成人定期健診患者は、予防処置のみの患者に比べ、う蝕の発病状況の低い傾向が示された。(索引用語：成人期、カリエスリスク・テスト、予防処置)

口腔衛生会誌 59 (4), 2009

### 目的：

歯科疾患の予防は1回の処置で解決できるものではなく、常に発病のリスクをモニタリングしながら対応する必要がある。う蝕に限って言えば、現在のう蝕発病リスクに対し、どのような予防手段で対応するかが問われ、このリスクを回避して健康な口腔を保持増進していくことが求められている。従って、予防も治療も定期的にリスクを評価し、そのリスクに対応した適切な処置を継続していくことが重要となる。特に成人期は、歯肉退縮による歯根面う蝕のリスクが高くなる時期であり、歯周病予防だけではなく、カリエスリスクに応じたう蝕予防が重要な時期でもある。本研究ではカリエスリスク・テストの有用性を明確にするために、診療所の外来にてA：カリエスリスク・テストの評価に基づいた予防処置を実施した群とB：リスク評価のない予防処置のみの群およびC：同年代の初診患者の3つの群のう蝕有病・発病状況を調査・比較したので報告する。

### 対象および方法：

対象は2006年6月から2008年12月の期間中に来院した成人期の患者で、A群として、定期的にカリエスリスク・テストを実施し、それに対応した予防処置をしている患者71名、B群として、カリエスリスク・テストを行わずに定期的に予防処置をしている患者71名、C群として、2008年1月から9月の間に主に治療を目的に来院した初診患者211名である。なお、A群はカリエスリスク・テストを4回以上実施し、B群は2008年12月にメンテナンスを目的に来院した患者で、1年半以上前から予防処置をしている患者を対象とした。カリエスリスク・テストは、検査の2時間前より飲食、ブラッシングを禁止し、パラフィンワックス刺激の唾液分泌量、総細菌数(RDテスト®：昭和薬品化工)、*S. mutans* 菌数(サリパチェック SM®：ジーシー)の3項目を評価し、さらに総合

的う蝕リスク評価(3段階)を行った。う蝕の有病・発病状況は、A群、B群およびC群の30代・40代のグループと50代・60代のグループについて、う蝕有病・発病菌数および者数を指標に解析を行った。統計解析は、t検定、分散分析および $\chi^2$ 検定を用いた。

### 結果：

A群の4回にわたるカリエスリスク・テスト(約1.5年間)の推移を回数別に比較すると、唾液分泌量は、初回に比べ4回目で増加の傾向が、サリパチェック SM は、ミュータンス菌数レベルが減少する傾向が示唆されたが、いずれも有意な差は認められなかった。RDテストは、初回から4回目まで大きな変化は認められず、総合的う蝕リスク評価も同様であった。う蝕有病・発病状況において、A群の30・40代グループは、期間中のう蝕発病者数とう蝕発病菌数が、B群より少ない傾向を示した。歯根面う蝕は、A群の40代以降で、う蝕有病が認められなかったが、B群、C群と順に多くなる傾向にあった。DMFを指標としたう蝕有病状況の比較では、3群間に大きな違いはなかったが、A、B群に対してC群で低い傾向を示した年代があった。さらに、A～C群の現在歯数を平成17年度歯科疾患実態調査(H17と略す)と比較すると、各群の20代から50代の現在歯数に大きな差は認められなかったが、A群、B群の60代における現在歯数は、H17の同年代に比べ、多くなる傾向が示唆された。

### 結論：

4回にわたるカリエスリスク・テスト評価に基づいた予防処置を行ったA群のう蝕発病傾向は予防処置のみのB群にくらべて、低い傾向にあったことから、カリエスリスク・テストに基づく予防処置の有用性が得られたと考えられた。

## フッ化物洗口の都道府県別にみた普及の推移 ～国の政策が果たした役割の検討～

○田浦勝彦<sup>1)</sup>, 相田 潤<sup>2)</sup>, 安藤雄一<sup>3)</sup>, 晴佐久 悟<sup>4)</sup>, 田口千恵子<sup>5)</sup>, 木本一成<sup>6)</sup>, 葭原明弘<sup>7)</sup>, 筒井昭仁<sup>8)</sup>, 眞木吉信<sup>9)</sup>, 荒川浩久<sup>6)</sup>, 飯島洋一<sup>9)</sup>, 磯崎篤則<sup>10)</sup>, 小林清吾<sup>5)</sup>, 小関健由<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>東北大学病院附属歯科医療センター口腔育成系診療科予防歯科, <sup>2)</sup>東北大学大学院歯学研究科国際歯科保健学分野, <sup>3)</sup>国立保健医療科学院口腔保健部, <sup>4)</sup>福岡歯科大学口腔保健学講座, <sup>5)</sup>日本大学松戸歯学部社会口腔保健学講座, <sup>6)</sup>神奈川歯科大学健康科学講座口腔保健学分野, <sup>7)</sup>新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座予防歯科分野, <sup>8)</sup>東京歯科大学衛生学教室, <sup>9)</sup>長崎大学大学院医歯学総合研究科口腔保健学, <sup>10)</sup>朝日大学歯学部口腔感染医療学講座社会口腔保健学分野

要約：2006年の集団応用フッ化物（以下、Fと略記）洗口の実施率は4.1%であった。厚生労働省から都道府県知事宛に通知されたF洗口ガイドラインが集団応用F洗口の拡大に寄与したかを統計学的に推定したところ、本ガイドラインにより平均3%の集団応用F実施率の上昇という推定値が得られ、F洗口ガイドラインは集団F洗口の拡大に有意な影響し始めていることが推定された。（索引用語：フッ化物洗口、フッ化物洗口ガイドライン、健康日本21）

口腔衛生会誌 59 (4), 2009

### 目的：

集団応用F洗口は簡便、安価、かつ安全で公衆衛生特性に優れたう蝕予防手段として、保育園や学校歯科保健に導入されつつある。そこで、2003年1月に厚生労働省が都道府県知事宛に通知したF洗口ガイドラインが集団応用F洗口の拡大にどの程度寄与したのかを明らかにするために本研究を行った。

### 方法：

資料は、NPO法人日本むし歯予防フッ素推進会議が隔年に実施したF洗口実態調査の結果のうち、1994年から2006年までの隔年の都道府県別F洗口実施人数である。このF洗口人数を分子に、当該年の5～14歳人口を分母としてF洗口実施者の割合（%）を算出して、これをF洗口推定実施率とした。この推定実施率を目的変数に、F洗口調査年をレベル1、都道府県をレベル2とした、繰り返し測定のマルチレベル分析を実施した。

### 結果：

2008年調査(NPO日F会議、WHO口腔保健協力センターおよび財団法人8020推進財団の共同調査)結果を含めた1994～2008年の都道府県別の実施人数の推移を図示した。F洗口推定実施率は、1994年の1.2%から2006年の4.1%に漸増した。また、F洗口推定実施率の調査年度ごとのばらつきが42%、都道府県ごとのばらつきが58%であり、地域による違いの方が調査年度による違いよりも大きかった。また、2003年のF洗口ガイドラインにより、調査年ごとのばらつきの64.5%が説明された。さらに、モデル上の推定値として、F洗口ガイドラインにより、平均3%のF洗口実施率の上昇という推定値が得られた。

### 考察：

公衆衛生特性に優れたF洗口は2008年3月末で約67万人の実施人数である。これは対象人口の約5.1%である。2003年に厚生労働省が都道府県知事宛に通知したF洗口ガイドラインは国民の口腔保健上、極めて意義深いと考える。今回、F洗口推定実施率をマルチレベル分析で解析して、F洗口ガイドラインが有意にF洗口の拡大に寄与していることを明らかにした。また、2000年以降の集団応用F洗口の拡大には、図中に記載した8020推進特別事業ならびに「健康日本21」の策定も影響したことが考えられる。後者では幼児から高齢者に至る歯の健康の数値目標が設定された。特に学齢期のう蝕予防の目標値である「12歳児におけるDMFTを1歯以下にする」は高いハードルである。この目標達成には、新潟県での事例のように、集団応用F洗口の導入により目標達成の可能性は高くなると考える。今後ともF洗口の実態を追跡しながら、F洗口ガイドラインの影響を継続して検討して行きたい。

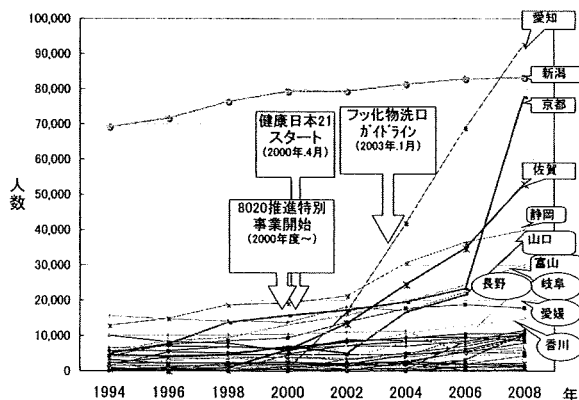
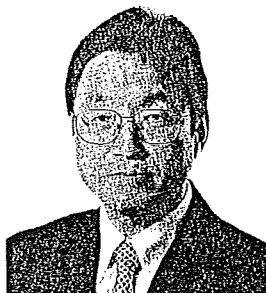


図 都道府県別の実施人数の推移(1994～2008年度)

シンポジウム II

(10月11日(日) 9:00~11:00 A会場(メインホール))



荒川 浩久 先生

略 歴  
1977年 神奈川歯科大学卒業  
1984年 神奈川歯科大学口腔衛生学講師  
1989年 湘南短期大学歯科衛生学科非常勤講師  
1991年 神奈川歯科大学口腔衛生学助教授  
2000年 神奈川歯科大学口腔衛生学教授, 神奈川歯科大学大学院指導教授  
2001年 日本口腔衛生学会常任理事(認定医担当), フッ化物応用委員会副委員長  
2003年 日本口腔衛生学会歯科衛生士委員会委員長(2008年より委員)  
2008年 神奈川歯科大学教学部長  
2009年 厚生労働科学研究「フッ化物応用の総合的研究班」主任研究者  
現在にいたる



小林 清吾 先生

略 歴  
1971年 新潟大学歯学部卒業  
同 年 新潟大学歯学部付属病院予防歯科助手  
1982年 長崎大学歯学部予防歯科学講座講師  
同 年 歯学博士(新潟大学)  
同 年 長崎大学歯学部予防歯科学講座助教授  
1987年 新潟大学歯学部予防歯科学講座助教授  
1993年~94年 NIDR/NIH(米国歯学研究所)客員研究員  
1996年 アデレード大学(オーストラリア)にて海外研修  
1997年 アデレード大学(オーストラリア)にて海外研修  
1998年 日本大学松戸歯学部衛生学教室教授  
2000年~04年 日本大学松戸歯学部附属歯科衛生専門学校校長  
2001年~05年 日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会委員長  
2005年 日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会委員  
現在にいたる



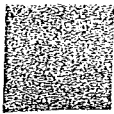
眞木 吉信 先生

略 歴  
1978年 東京歯科大学卒業  
1978年 東京歯科大学口腔衛生学講座助手  
1985年 東京歯科大学口腔衛生学講座講師  
2000年 東京歯科大学口腔衛生学講座助教授  
2002年 東京歯科大学衛生学講座教授  
ライオン歯科衛生研究所東京診療所院長  
現在にいたる



武者 良憲 先生

略 歴  
1965年 東京理科大学化学科卒業  
1973年 McGill大学(カナダ) Science Ph.D.取得  
1973年 ライオン(株)入社  
2003年 ライオン歯科衛生研究所退職  
2003年~現在:(財)富徳会  
1955年~現在:ISO/TC106/SC7 Secretary



岡本 浩一 先生

#### 略 歴

- 1980年 東京大学文学部社会心理学専修課程卒業  
同大学大学院第一種博士課程, 東京大学文学部助手を経て, 現在, 東洋英和女学院大学人間科学部教授
- 1990年 社会学博士(東京大学)
- 1993~94年 オレゴン大学心理学科および Decision Research 留学. Paul Slovic 博士のもとでリスク心理学の手法を学ぶ
- 1998年より カーネギメロン大学大学院博士学位審査委員
- 1999~2000年度 科学技術庁原子力委員会長期計画策定第一分科会委員
- 1999年~2001年 原子力安全委員会専門委員
- 2001~06年 科学技術振興機構社会技術研究開発センター・社会心理学研究グループリーダー

このほか, JCO 事故に際して, ウラン加工工場臨界事故調査委員会委員, 東電シユラウド傷不報告事例で, 原子力保安院に対する評価委員会の委員等を務める. 現在は原子力委員会専門委員.

## フッ化物応用の地域格差・国際格差

座長: 神奈川県歯科大学健康科学講座口腔保健学分野教授 荒川 浩久

### シンポジウムのねらい

多方面でグローバリゼーションが進展するなかで, わが国のフッ化物応用と他国間との格差は大きい. というよりも, わが国だけが世界標準から外れているようである. 1969年に WHO は水道水フッ化物濃度の導入を第一選択として推奨し, これが実施できない場合には代替的なフッ化物全身応用を選択するように世界の加盟国に勧告した. にもかかわらず, わが国では, 水道水フッ化物濃度はもとより, 代替的フッ化物全身応用すら実現していない. この原因はどこにあるのか. フッ化物の栄養的価値に対する認識が低いからであろうか. 歯の形成期中に摂取されたフッ化物が酸抵抗性の高い歯質の形成に寄与することを知らないからであろうか. コントロールされたフッ化物応用であっても, 発ガン性やフッ素症のリスクがあると信じているからであろうか. はたまた, フッ化物応用の推進に反対する声が大きくなるのを回避するためであろうか.

一方, フッ化物製剤の基準を作成中である ISO では, 歯磨剤に含まれるフッ化物濃度の上限を 1,500 ppm としている. それに対してわが国の上限は 1,000ppm と基準よりもかなり低めに規定されている. 成人にとってフッ化物濃度 1,500ppm の歯磨剤は健康リスクがあるというのであろうか. 高齢化がさらに進み, 歯根面齲蝕の増加による影響が危惧されるなかで, 歯根面齲蝕の予防に有効な 1,000ppm より高濃度の歯磨剤誕生のニーズは高い.

このようなフッ化物のリスクに関する正確な情報を, ステークホルダーとしての行政, 専門家, メーカー, 国民間で共有し, 相互に意思疎通を図り合意形成を得ることの必要性は高い. シンポジウム II では, 上記した格差の現実を理解し, フッ化物応用の世界標準との格差を是正する必要性, 方策などについて議論したい.

## 1. 日本のフロリデーション

日本大学松戸歯学部社会口腔保健学講座教授 小林 清吾

フロリデーションは天然、調整を含め世界 60 か国以上、約 4 億人に恩恵を与えている。わが国においても、天然のフロリデーション地区と過去の調整実施例における有意なう蝕抑制効果が報告されてきた。しかしわが国では、数か所の天然地区を除くと、調整による本方法は過去の 3 例が中断されたまま現在に至っている。国内における今日の課題としては、まず特定地域におけるモデル地区を作ることになるであろうし、とすると、地域格差を目指してその有用性の特徴を示すことが急務である。群馬県の下仁田町・甘楽富岡地区と埼玉県吉川市をはじめとして数か所において、フロリデーション実施を目指した住民学習活動が地道に取り組みられてきている。それら地域における実現のカギを握るのは、国や医学・歯学専門機関からの法的、経済的、学術的、技術的な支援の条件である。そこで、今後整備すべき条件を検討する上で、フロリデーション先進国の実情を学ぶことはきわめて重要と考える。わが国と比較した米国、英国、オーストラリア、韓国などの政府、国の歯科医師会、専門学会などの支援体制の実情を国際格差と考え、今後わが国で整備すべき課題としていきたい。なお、フロリデーションはう蝕有病状況の格差を是正する第一の方策と言われている (Riley 他, 1999)。経済条件をはじめとする社会的理由から、劣悪な口腔状態に落ち込む人々を大いに救うことができる。本来、フッ化物はう蝕リスクの高い時期、者、歯面に効果を発揮しやすい特性をもっている。健康格差是正の面から、フロリデーションのインパクトを再確認したい。

## 2. 日本人のフッ化物摂取基準策定の意義

東京歯科大学衛生学講座教授 眞木 吉信

フッ化物は、う蝕発病を抑制し、生涯にわたる健康の維持増進に不可欠な「栄養」である。この観点から、アメリカ合衆国やイギリスなど欧米先進諸国では、国の機関が年齢別の一日あたりのフッ化物摂取の日安量 (AI: adequate intake) と上限量 (UL: tolerable upper intake level) を設定している (厚生労働省策定 日本人の食事摂取基準 2005 年版, 4. 諸外国の食事摂取基準, 第一出版, 2005 年)。しかしながら、日本ではフッ化物応用が歯面塗布、洗口および歯磨剤といった薬物としての局所応用手段に限られ、水道水や食品へのフッ化物添加のような、フッ化物を健康の維持増進のための栄養として考えた全身応用法が全くないため、現在のところ欧米先進諸国のようなフッ化物摂取基準は策定されていない。

このような状況の中で、平成 12 年に立ち上がった厚生労働科学研究「フッ化物応用の総合的研究」班では、日本の食品に含まれるフッ化物濃度の測定から日本人の年齢別のフッ化物摂取量調査に加えて、成人のフッ化物代謝の出納実験データまで、研究班の詳細な研究成果を示すとともに、フッ化物のう蝕予防効果と健康リスクの評価に関する疫学データを提示し、「日本人のフッ化物摂取基準(案)」を作成した。

地域保健の現場で健康や栄養情報を伝える立場にある人はもちろん、病院や診療所など医療の現場で働く多くの方々に、「フッ化物は、う蝕発病から咀嚼機能の低下にいたる、健康障害のリスク低減を目的とした栄養である」ことを理解してほしい。

## 3. フッ化物製品の ISO 基準

TC106/SC7 国際幹事 武者 良憲

ISO 規格に馴染みが薄いと思われますので、この機会に ISO 規格となるまでのプロセスをも含めて、歯科日用品関係のフッ化物と課題について述べます。

国際的に通用される規格や標準類を制定する機関として、1947 年に ISO (国際標準化機構) が発足しました。ISO には現在、TC (専門家委員会) が約 250 あり、歯科部会は TC106 です。

TC106の中にSC(分科委員会)が8委員会あり、Oral care productsはSC7です。SC7の中にWG(作業グループ)として9WGがあります。フッ化物製品関係のWGはWG3: Oral rinses, WG4: Dentifrices, WG8: Fluoride Varnishesの3WGです。規格としてISO 16408(2004): Oral rinses, ISO 11609(1995): Toothpastes-Requirements, test methods and markingがあります。

これらの国際規格は経済社会のグローバリゼーションのもと、経済取引の国家間の基本ルールを定めているWTO(世界貿易機構)は、貿易の技術的障害をなくすための基準認証のルールを決め、その一つに国際標準をベースに取引のルールを決めました。これにより一層、ISO規格にその国の技術的な事柄が採用されるかが商品の優位性を左右すると考えられます。それゆえ、国家戦略の一つとして、各国とも自国の規格をISO規格に盛り込むことに熱心になっております。

ISO 11609(歯磨剤)の全フッ素量の項目では以下のように記載があります。全フッ素濃度は国の法律又は規制によって定められた限度を超えてはならず、全フッ素濃度が決して0.15%(m/m)を超えてはならない。たとえば種々のディスペンシング・システムのような容器を使用する場合は、1容器あたり全フッ素濃度が300mgを超えてはならない。

ISO 16408(洗口剤)の全フッ素量および最大フッ素量の項目では、タイプ1(そのまま使える溶液): 1容器の全フッ素濃度は0.15質量%を超えてはならない。1容器あたりのフッ素イオンの最大量は125mgを超えてはならない。

課題は歯磨剤の有効フッ素量です。すなわち全フッ素量中のイオン化量がFDIより提言されていません。

#### 4. フッ化物のリスクイメージ

東洋英和女学院大学教授 岡本 浩一

一般に、リスクのイメージは、(a) Dread(恐ろしさ)、(b) Unknown(未知性)、(c) Hazard size(災害規模)の3次元構造をもっているとされる(スロヴィックモデル)。この3つの次元の布置が高いものは、リスクの過大認知が起こると予測されている。水道水のフロリデーションは、実質ノーリスクであるにもかかわらず、発ガン性をはじめとする謬ったリスクイメージが一部の反対論者によって喧伝されている。十分な予備知識なしにその喧伝に接した場合には、「ガンだから恐ろしい」「日本社会では未経験である」「水道水に入れて、万が一、発ガン性などがあつた場合、災害規模が大きいポテンシャルがある」という認知が生まれやすく、このスロヴィックモデルの課題認知の予測にピッタリあてはまる構図となる。

他方、便益-リスクによる取捨選択モデルでは、そもそも、歯科健康障害の軽視が社会に広く共有されてしまっているうえに、フロリデーションの健康利益の可視性が低いので、便益-リスク認知の均衡点が合理的に形成されにくい問題がある。

これらの認知を基礎に、フロリデーションの社会的受容のための、リスク認知心理学的な広報モデルを提示する。

# Effects of $\alpha$ -Amylase and Its Inhibitors on Acid Production from Cooked Starch by Oral Streptococci

S. Aizawa<sup>a,b</sup> H. Miyasawa-Hori<sup>b</sup> K. Nakajo<sup>b</sup> J. Washio<sup>b</sup> H. Mayanagi<sup>a</sup>  
S. Fukumoto<sup>a</sup> N. Takahashi<sup>b</sup>

Divisions of <sup>a</sup>Pediatric Dentistry and <sup>b</sup>Oral Ecology and Biochemistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry, Sendai, Japan

## Key Words

$\alpha$ -Amylase · Acarbose · Acid production · Maltotriitol · Oral streptococci · Starch · Xylitol

## Abstract

This study evaluated acid production from cooked starch by *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguinis* and *Streptococcus mitis*, and the effects of  $\alpha$ -amylase inhibitors (maltotriitol and acarbose) and xylitol on acid production. Streptococcal cell suspensions were anaerobically incubated with various carbohydrates that included cooked potato starch in the presence or absence of  $\alpha$ -amylase. Subsequently, the fall in pH and the acid production rate at pH 7.0 were measured. In addition, the effects of adding  $\alpha$ -amylase inhibitors and xylitol to the reaction mixture were evaluated. In the absence of  $\alpha$ -amylase, both the fall in pH and the acid production rate from cooked starch were small. On the other hand, in the presence of  $\alpha$ -amylase, the pH fell to 3.9–4.4 and the acid production rate was 0.61–0.92  $\mu$ mol per optical density unit per min. These values were comparable to those for maltose. When using cooked starch, the fall in pH by *S. sanguinis* and *S. mitis* was similar to that by *S. mutans* and *S. sobrinus*. For all streptococci,  $\alpha$ -amylase inhibitors caused a decrease in acid production from cooked starch, although xylitol only decreased acid production by

*S. mutans* and *S. sobrinus*. These results suggest that cooked starch is potentially acidogenic in the presence of  $\alpha$ -amylase, which occurs in the oral cavity. In terms of the acidogenic potential of cooked starch, *S. sanguinis* and *S. mitis* were comparable to *S. mutans* and *S. sobrinus*.  $\alpha$ -Amylase inhibitors and xylitol might moderate this activity.

Copyright © 2009 S. Karger AG, Basel

Once the cariogenicity of monosaccharides and disaccharides were recognized [Scheinin et al., 1976], strategies to prevent caries have included controlling the intake of these sugars and using nonfermentable sugar substitutes. However, the cariogenicity of starch contained in rice, wheat and potatoes, which are eaten frequently not only as staple foods but also as snacks, has yet to be determined [Glor et al., 1988; Lingström et al., 2000].

Raw starch has been used in most animal experiments, and results have demonstrated that raw starch is not cariogenic, as it cannot be easily degraded by salivary amylase [Havenaar et al., 1984; Grenby, 1990]. It has also been shown that oral bacteria such as *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis* and *Actinomyces viscosus* do not cause a fall in the pH due to raw starch [Ellen and Onose, 1978]. Furthermore, it has been reported that acid production

## KARGER

Jax +11 61 306 12 31  
E-Mail [karger@karger.ch](mailto:karger@karger.ch)  
[www.karger.com](http://www.karger.com)

© 2009 S. Karger AG, Basel  
0008-6568/09/0131-0017\$26.00/0

Accessible online at:  
[www.karger.com/cte](http://www.karger.com/cte)

Nobuhito Takahashi, DDS, PhD  
Division of Oral Ecology and Biochemistry, Department of Oral Biology  
Tohoku University Graduate School of Dentistry  
4-1 Seiryomachi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8575 (Japan)  
Tel: +81 22 717 8294, Fax: +81 22 717 8297, E-Mail: [nobu\\_t@mail.tains.tohoku.ac.jp](mailto:nobu_t@mail.tains.tohoku.ac.jp)

from raw starch in the oral cavity is too small to be able to demineralize the surfaces of the teeth [Brudevold et al., 1985]. However, it is not realistic to consider evaluating raw starch cariogenicity in modern society since cooked starch rather than raw starch is used today, and cooked starch is easily degraded by amylase.

In the animal experiments, cooked starch has been shown to be noncariogenic in monkeys [Beighton and Hayday, 1984], although it is cariogenic in rats [Firestone et al., 1982, 1984]. The discrepancy for cooked starch cariogenicity may be due not only to the type of animal species used, which involves saliva properties and bacterial flora, but also the experimental conditions, such as the quantity and frequency of intake and the physical properties of the foods, such as the food shape [Lingström et al., 2000]. In humans, it has been reported that upon intake of cooked starch, dental plaque is able to lower the pH to levels that allow enamel demineralization [Lingström et al., 1994; Pollard, 1995; Lingström et al., 2000]. Thus, since starchy foods such as potato chips, popcorn and rice crackers are now being consumed as snacks between meals around the world, it is necessary to evaluate the acidogenic potential of cooked starch in human oral bacteria, including mutans streptococci. Previous studies [Clarkson et al., 1987; Duarte et al., 2008] suggested that *Streptococcus mutans* produces acid from starch in the presence of  $\alpha$ -amylase.

Therefore, the present study attempted to evaluate the acid production by representative oral streptococci when exposed to cooked starch in the presence of salivary  $\alpha$ -amylase. In addition,  $\alpha$ -amylase inhibitors, such as acarbose, maltotriitol and xylitol, were examined in order to determine whether they can disturb the starch metabolism of oral streptococci. Acarbose is an inhibitor of  $\alpha$ -glucosidases including  $\alpha$ -amylase [Truscheit et al., 1981], and is used as a medicine for diabetes by retarding the digestion of carbohydrates and absorption of glucose [Mörmann et al., 1983; Raimband et al., 1992], while maltotriitol is an indigestible sugar alcohol known to inhibit the maltose metabolism of mutans streptococci [Wursch et al., 1982].

## Materials and Methods

### Bacterial Strains

*Streptococcus mutans* NCTC10449, *Streptococcus sobrinus* ATCC6715 were used as representatives of caries-related bacteria. *Streptococcus sanguinis* ATCC10556 and *Streptococcus mitis* NCTC3165, which represented non-mutans streptococci that are predominant in dental plaque, were also used in this study.

### Culture Media

Basal culture medium (1 liter) contained 17 g of tryptone (Difco Laboratories, Detroit, Mich., USA), 3 g of yeast extract (Difco) and 5 g of NaCl. After autoclaving, 0.3% glucose and 14 mM  $K_2HPO_4$  were added separately through a sterile membrane filter (pore size 0.22  $\mu$ m; Pall Gelman Laboratory, Ann Arbor, Mich., USA). This medium was designated as a TYE culture medium.

### Anaerobic Procedure

All the experiments for bacterial cultivation and metabolism were conducted under strictly anaerobic conditions. The storage and cultivation of bacteria were performed in an anaerobic chamber (type NHC, gas phase:  $N_2$ , 80%;  $H_2$ , 10%;  $CO_2$ , 10%; Hirasawa Works, Tokyo, Japan). Preparation of bacterial cell suspensions and bacterial metabolism experiments were carried out in another anaerobic chamber (type NH, gas phase:  $N_2$ , 90%;  $H_2$ , 10%; Hirasawa Works). During centrifugation outside of the anaerobic chamber for harvesting and washing, the bacterial cells were protected from exposure to air by double-sealed centrifuge tubes (Kubota Commercial Affairs, Tokyo, Japan) [Miyasawa et al., 2003]. To remove oxygen, culture media and solutions were kept in the anaerobic chambers for at least 3 days prior to use, while powdered reagents and experimental instruments were placed in the anaerobic chamber for at least 1 day prior to use.

### Bacterial Growth Conditions

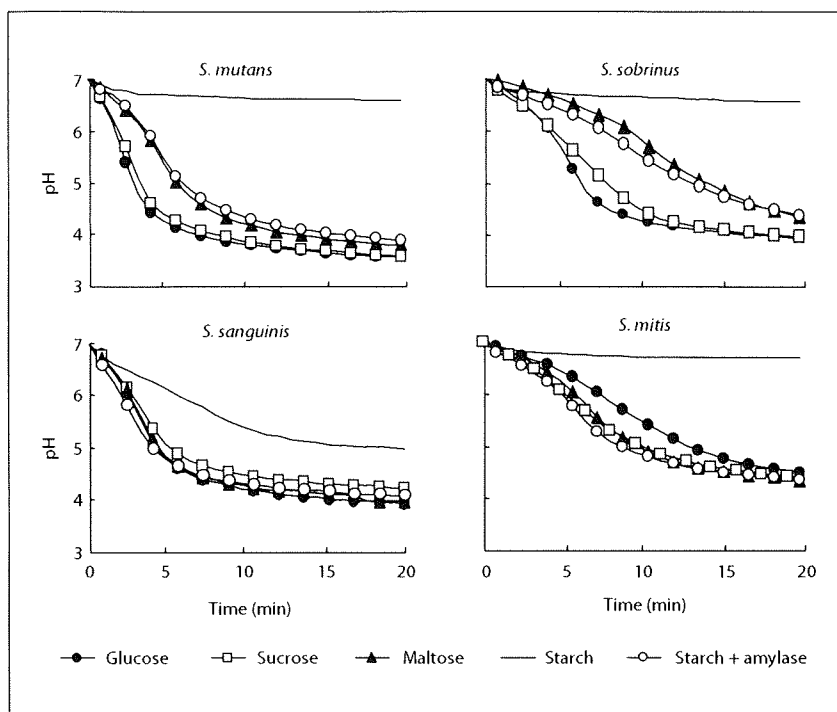
The bacterial strains, which were cultured on blood agar plates and stored at 4°C in the anaerobic chamber, were inoculated into 8 ml of TYE culture media, and then incubated anaerobically at 37°C overnight. The bacterial suspension was subcultured in another 100 ml of TYE culture medium overnight, and then further cultured in 800 ml of TYE culture medium. Bacterial growth was monitored by measuring the optical density at 660 nm with a spectrophotometer (model UV-160, Shimadzu, Kyoto, Japan). The cells were harvested at the early exponential phase of growth by centrifugation (6,500 g for 15 min at 4°C). The cells were washed twice with 2 mM potassium phosphate buffer solution (pH 7.0) containing 150 mM KCl and 5 mM  $MgCl_2$  (4°C). Washed cells were finally resuspended in the same solution at a concentration of 1.9 mg dry weight of cells per ml. The cell suspensions were stored at 4°C under anaerobic conditions until the following experiments were performed.

### Preparation of Starch Solution and Salivary $\alpha$ -Amylase

Starch powder prepared from cooked potatoes (Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan) was suspended in deionized water at a concentration of 5%, and heated at 95°C for 15 min. To remove small oligosaccharides that coexisted in the starch solution, the solution was placed in a cellulose tube (Viskase Sales, Willowbrook, Ill., USA) and dialyzed against deionized water.

Human stimulated saliva was collected from 2 people. The samples were centrifuged and then filtered through a membrane filter, pore size 0.20  $\mu$ m (Advantec, polypropylene; Toyo Roshi, Tokyo, Japan). The saliva samples were stored at 4°C and used within 1 h. The  $\alpha$ -amylase activity in the saliva was measured by using an assay kit (amylase test, Wako). Commercially available human salivary  $\alpha$ -amylase (type VIII-A, Sigma, Tokyo, Japan) was suspended in deionized water at the same enzymic activity. In the following experiments, the salivary  $\alpha$ -amylase solution was used.





**Fig. 1.** The pH fall by the acid production from various sugars and cooked starch for 20 min. The results were similar among 3 independent experiments.

#### Measurement of pH Fall and Acid Production

Cells suspended in 2 mM potassium phosphate buffer solution (pH 7.0) containing 150 mM KCl and 5 mM MgCl<sub>2</sub> as described above (2.70 ml) were preincubated at pH 7.0 and 35°C for 4 min by titration with 60 mM KOH using a pH stat (Auto pH Stat; model AUT-211S, Toa Electronics, Tokyo, Japan) with a magnetic stirrer. The reaction was started in the cell suspensions by addition of a mixture (0.30 ml) containing 0.5% glucose, maltose, sucrose or cooked starch in the presence of 0.10 ml of  $\alpha$ -amylase solution or deionized water. The pH fall from the initial pH 7.0 was monitored for 20 min by using a pH electrode without pH titration. The acid production rate was monitored at pH 7.0 for 10 min by using an automatic pH titration. The experiments were carried out 3 times independently.

#### Analysis of Acidic End Products from Various Sugar Fermentations

At 10 min after the addition of various sugars in the pH titration experiment, the cell suspensions (1.00 ml) were sampled and mixed immediately with 0.10 ml 6 N perchloric acid. The resultant mixtures were brought out from the anaerobic chamber and filtered (pore size 0.20  $\mu$ m; Advantec, polypropylene) to remove cell debris. The cell-free filtrates were diluted with 0.2 N HCl and stored at 4°C for the assay of acidic end products. Acidic end products, which included lactic, acetic, formic and pyruvic acids, were quantified with a carboxylic acid analyzer (model Eyela S-3000X, Tokyo Rikakikai, Tokyo, Japan), as described previously [Takahashi et al., 1987].

#### Effects of Acarbose, Maltotriitol and Xylitol

As  $\alpha$ -amylase inhibitors, acarbose (LKT Laboratories, St. Paul, Minn., USA) and maltotriitol (a gift from Mitsubishi Foodtech, Tokyo, Japan) were examined. Furthermore, we also used xylitol (Wako), which is known to be non-fermentable by oral bacteria [Ghring et al., 1974; Trahan, 1995] and to disturb the sugar metabolism of the mutans streptococci [Kakuta et al., 2003; Miyasawa et al., 2003]. In addition, we used an assay kit (amylase test, Wako) to determine whether acarbose, maltotriitol and xylitol could inhibit  $\alpha$ -amylase activity.

#### Statistical Analysis

All numerical data are given as means  $\pm$  standard deviations. Comparison between substrates was made by the one-way repeated-measures ANOVA, and significance was examined by the Scheffé post hoc test. Statistical analysis was performed using StatFlex software version 5.0 (Artech, Osaka, Japan). Differences were considered significant at the level  $p < 0.05$ .

## Results

#### pH Fall in Cell Suspensions

After addition of glucose and sucrose to *S. mutans* suspensions there was a rapid fall in pH, which reached 3.58 at 20 min (fig. 1). While the pH fall from cooked starch in the absence of  $\alpha$ -amylase was negligible, in the pres-

**Table 1.** Acid production rate from various sugars and cooked starch by streptococcal cells

Strains	Substrate							
	glucose	sucrose	maltose	starch	starch + amylase	starch + amylase + acarbose	starch + amylase + maltotriitol	starch + amylase + xylitol
<i>S. mutans</i>								
Acid production rate, $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$	$0.87 \pm 0.43$	$0.78 \pm 0.35$	$0.62 \pm 0.26$	$0.09 \pm 0.02$	$0.69 \pm 0.28$	$0.19 \pm 0.03$	$0.20 \pm 0.06$	$0.22 \pm 0.03$
Glucose rate, %	100 <sup>a</sup>	$90 \pm 2^a$	$73 \pm 5^b$	$11 \pm 2^c$	$81 \pm 6^b$			
Starch + amylase rate, %					100 <sup>a</sup>	$38 \pm 1^b$	$43 \pm 17^b$	$52 \pm 12^b$
<i>S. sobrinus</i>								
Acid production rate, $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$	$1.17 \pm 0.12$	$1.01 \pm 0.06$	$0.58 \pm 0.08$	$0.05 \pm 0.01$	$0.61 \pm 0.08$	$0.18 \pm 0.03$	$0.39 \pm 0.10$	$0.42 \pm 0.07$
Glucose rate, %	100 <sup>a</sup>	$87 \pm 4^b$	$49 \pm 4^c$	$4 \pm 0^d$	$52 \pm 4^c$			
Starch + amylase rate, %					100 <sup>a</sup>	$30 \pm 6^b$	$65 \pm 12^b$	$70 \pm 5^b$
<i>S. sanguinis</i>								
Acid production rate, $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$	$0.89 \pm 0.25$	$0.76 \pm 0.27$	$0.61 \pm 0.22$	$0.30 \pm 0.21$	$0.92 \pm 0.31$	$0.27 \pm 0.09$	$0.64 \pm 0.19$	$0.96 \pm 0.32$
Glucose rate, %	100 <sup>a</sup>	$85 \pm 6^a$	$67 \pm 16^a$	$32 \pm 17^b$	$103 \pm 5^a$			
Starch + amylase rate, %					100 <sup>a</sup>	$30 \pm 4^b$	$70 \pm 9^a$	$83 \pm 7^a$
<i>S. mitis</i>								
Acid production rate, $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$	$0.47 \pm 0.03$	$0.51 \pm 0.03$	$0.52 \pm 0.03$	$0.09 \pm 0.02$	$0.61 \pm 0.05$	$0.17 \pm 0.02$	$0.27 \pm 0.17$	$0.56 \pm 0.06$
Glucose rate, %	100 <sup>a</sup>	$108 \pm 12^a$	$111 \pm 12^a$	$20 \pm 6^b$	$131 \pm 1^a$			
Starch + amylase rate, %					100 <sup>a</sup>	$27 \pm 3^b$	$42 \pm 26^a$	$91 \pm 3^a$

Data presented are means  $\pm$  SD for 3 experiments. Acid production rates from all the substrates with and without inhibitors were statistically analyzed in the same group.

A set of experiments was performed with the different substrates at the same time using the same culture of bacteria.

Data with different superscript letters in the same row are statistically different ( $p < 0.05$ ).

ence of  $\alpha$ -amylase the pH fall was almost equal to that from maltose, which reached 3.80 at 20 min. The pH value at 20 min observed for both glucose and sucrose was significantly larger ( $p < 0.01$ ) than that for maltose and cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase. Similar results were obtained for *S. sobrinus*, with the exception that the pH fall noted with cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase was a little larger than that for maltose.

On the other hand, the pH values at 20 min after the addition of glucose, sucrose and maltose to *S. sanguinis* suspensions were 3.95, 4.25 and 4.00, respectively, with none of the differences exhibiting significance. In the absence of  $\alpha$ -amylase, an obvious pH fall was observed for the cooked starch, though it was smaller than that observed for glucose, sucrose and maltose. In the presence of amylase, the pH fall was closer to that observed for glucose, sucrose and maltose. Similar results were obtained in *S. mitis* with the exception that the pH fall noted for cooked starch in the absence of  $\alpha$ -amylase was negligible, while the pH fall for cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase was comparable to the other carbohydrates.

#### The Rate of Acid Production by Cell Suspensions at pH 7.0

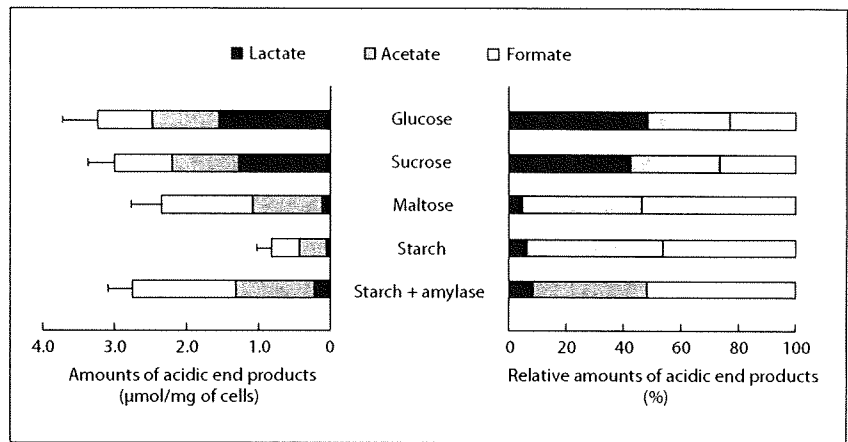
With the rate of acid production from glucose regarded as being 100%, the rates for sucrose, maltose and cooked starch in the absence of  $\alpha$ -amylase by *S. mutans* were  $90 \pm 2$ ,  $73 \pm 5$  and  $11 \pm 2\%$ , respectively (table 1). In the presence of  $\alpha$ -amylase, the acid production from cooked starch was  $81 \pm 6\%$ , which was almost the same as seen for maltose. Similar results were obtained for *S. sobrinus*.

Similarly, the acid production rates for cooked starch observed in *S. sanguinis* and *S. mitis* were increased by the presence of  $\alpha$ -amylase and exceeded those seen for glucose, sucrose and maltose.

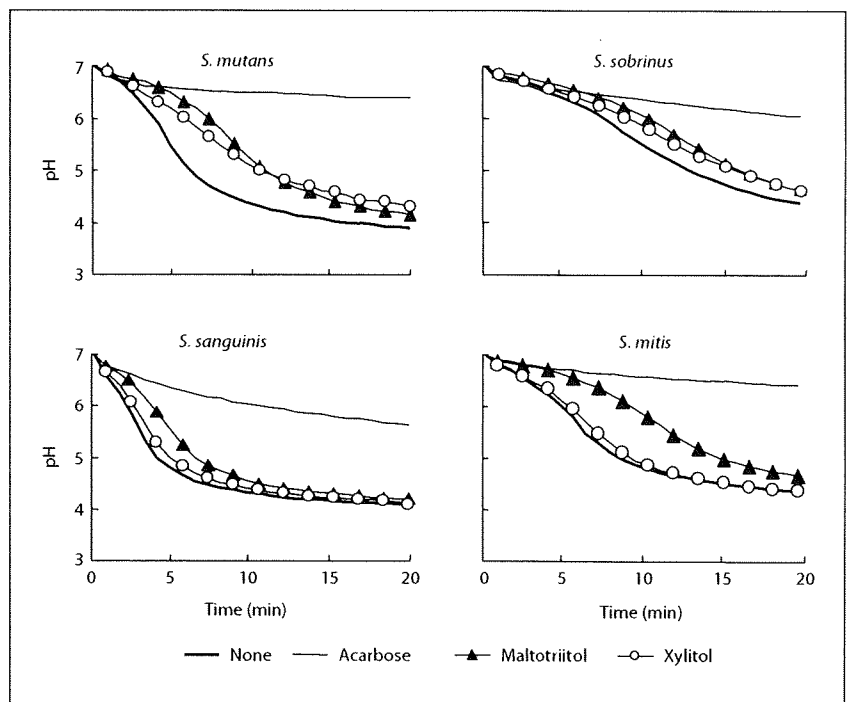
#### Acidic End Products

For *S. mutans*, approximately one half of the total amount of the acidic end products from glucose and sucrose was lactic acid. In contrast, there was a low proportion of lactic acid in the acidic end products from cooked starch, which was the same for maltose (fig. 2). Similar

**Fig. 2.** Amounts of acidic end products and relative amounts of acidic end products for 10 min by the cells of *S. mutans* NCTC 10449 at pH 7.0. The data are the means of 3 independent experiments. Error bars indicate standard deviations.



**Fig. 3.** Effects of acarbose, maltotriitol and xylitol on the pH fall by the acid production from cooked starch in the presence of amylase for 20 min. The results were similar among 3 independent experiments.



results were obtained in *S. sobrinus*, *S. sanguinis* and *S. mitis* (data not shown).

#### Effects of $\alpha$ -Amylase Inhibitors and Xylitol on pH Fall and Acid Production Rate from Cooked Starch

The addition of 1 mM acarbose inhibited the pH fall from cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase (fig. 3). While 60 mM maltotriitol also inhibited the pH fall, the inhibitory effect was lower than that seen for 1 mM acarbose. In *S. mutans* and *S. sobrinus*, 60 mM xylitol moder-

ately inhibited the pH fall, while no effect was observed with *S. sanguinis* and *S. mitis*.

Acarbose, maltotriitol and xylitol inhibited the acid production rate of *S. mutans* from cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase (table 1). Similar results were obtained in *S. sobrinus*. While acarbose and maltotriitol inhibited the acid production by *S. sanguinis* and *S. mitis*, xylitol only had a small effect.

While acarbose and maltotriitol only had small inhibitory effects on the acid production rates by *S. mutans*

from glucose ( $5 \pm 6\%$ ,  $4 \pm 4\%$ , respectively), sucrose ( $16 \pm 13\%$ ,  $4 \pm 4\%$ , respectively) and maltose ( $8 \pm 2\%$ ,  $10 \pm 1\%$ , respectively), xylitol efficiently inhibited the acid production from glucose ( $21 \pm 10\%$ ), sucrose ( $31 \pm 9\%$ ) and maltose ( $47 \pm 5\%$ ). *S. sobrinus* exhibited similar results. In addition, *S. sanguinis* and *S. mitis* showed similar results except that xylitol had no inhibitory effect (data not shown).

#### *Effects of Acarbose, Maltotriitol and Xylitol on $\alpha$ -Amylase Activity*

There were 87 and 32% inhibitions of  $\alpha$ -amylase activity (619 Caraway unit) by 1 mM acarbose and 60 mM maltotriitol, respectively. Xylitol, however, exhibited no inhibitory effect on  $\alpha$ -amylase activity.

#### Discussion

It is known that  $\alpha$ -amylase hydrolyzes cooked starch mainly to maltose and maltotriose in addition to various other low-molecular-weight dextrans [Mörmann and Mühlemann, 1981; Kashket et al., 1996]. Oral streptococci are known to possess a multiple sugar transport system that transports low-molecular-weight dextrans into cells [Russell et al., 1992; Tao et al., 1993]. This allows for the cells to grow by utilizing maltotriose, maltotetraose, maltopentaose and maltohexaose [Glor et al., 1988; Russell et al., 1992; Tao et al., 1993]. In the present study, the acid production from cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase tended to be higher than that observed for maltose (table 1, fig. 1), suggesting that the oral streptococci incorporate low-molecular-weight dextrans derived from cooked starch more efficiently than maltose, and are thus able to convert them into acids.

*S. sanguinis* was the only strain that showed both a pH fall and acid production from cooked starch in the absence of  $\alpha$ -amylase, suggesting that this strain possesses an extracellular  $\alpha$ -glucosidase activity, but this activity was much smaller than that observed for the salivary  $\alpha$ -amylase. This result supports a previous study that some oral streptococcal strains have  $\alpha$ -amylase activity [Glor et al., 1988].

Both the pH fall and the acid production from glucose and sucrose by *S. mutans* and *S. sobrinus* exceeded those by *S. sanguinis* and *S. mitis* (table 1, fig. 1). This clearly indicates that mutans streptococci are more acidogenic than the non-mutans streptococci. However, with cooked starch in the presence of  $\alpha$ -amylase, *S. sanguinis* and *S. mitis* were acidogenic as compared to *S. mutans* and *S.*

*sobrinus*. These results suggest that there is involvement of non-mutans streptococci in the cariogenic potential of cooked starch.

The main end products from maltose and cooked starch are formate and acetate, while lactate is the main end product from sucrose and glucose (fig. 2), suggesting that there is a difference in metabolic regulation between maltose/cooked starch and sucrose/glucose. Oral streptococci metabolize carbohydrates to pyruvate through the Embden-Meyerhof-Parnas pathway, and convert pyruvate into lactate via lactate dehydrogenase. This enzyme is activated by fructose 1,6-bisphosphate (FBP), one of the glycolytic intermediates [Brown and Wittenberger, 1972; Yamada and Carlsson, 1975]. Intracellular accumulation of FBP has been observed during streptococcal glucose and sucrose metabolism [Yamada and Carlsson, 1975], which explains the lactic acid production observed during glucose and sucrose metabolism. The profile of intracellular glycolytic intermediates during maltose and cooked starch metabolism might be different, i.e. there might be low levels of intracellular FBP present, and, if so, pyruvate would be converted into formate and acetate by a series of reactions initiated by pyruvate formate lyase instead of by lactate dehydrogenase [Abbe et al., 1982]. This speculation may explain the observation that acetate and formate accumulated with lactate in the retained particles of starchy food (potato chips) in the dentition [Kashket et al., 1996], while only lactate increased after sucrose intake [Gao et al., 2001]. It is suggested that high  $pK_a$  acids, such as acetic acid, diffuse efficiently in the unionized form into the tooth surface layer [Featherstone and Rodgers, 1981; Geddes et al., 1984]. If there was then dissociation of the unionized acetic acid, this could result in the release of protons inside the tooth, thereby promoting the formation of subsurface demineralization [Featherstone and Rodgers, 1981].

In the current study, 1 mM acarbose effectively inhibited the metabolism of cooked starch by oral streptococci, particularly by the mutans streptococci, while 60 mM maltotriitol only moderately inhibited the metabolism (table 1, fig. 3). Since acarbose and maltotriitol did not inhibit streptococcal sugar fermentation by themselves, but only exhibited inhibition when  $\alpha$ -amylase was present, the inhibitory effects can be considered to be indirect and occur mainly through  $\alpha$ -amylase inhibition. Acarbose has been reported to inhibit the incidence of caries in rats fed a processed starch diet [Mörmann et al., 1983], while maltotriitol has been reported to inhibit acid production in human dental plaque in the presence of saliva [Wursch and Koellreutter, 1982]. Thus, it is possible that