綜	説
---	---

歯垢と歯石の抑制について

木 下 四 郎

東京医科歯科大学第2歯科保存学教室歯周病学講座

(昭和45年1月31日受付)

Inhibition of Dental Plaque and Calculus

Shiro Kinoshita

Department of Periodontology, School of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University

I. はじめに

歯垢や歯石および食物残渣が歯周疾患と深い関係があることは Russel¹⁾の疫学的な研究で明らかにされており、10世紀の古い時代から今日迄、歯周疾患の予防と治療の面から数限りない研究や観察がなされて来ている。最近では、実験的に人²⁾についても動物³⁾についても歯垢の形成は歯周炎の原因となることが、また逆に歯垢を取り去ることによって歯肉の炎症が消退することが明らかにされている。このことは、現在日常の臨床において普通に経験するところである。歯肉炎は歯周炎に移行すること、歯垢は数日のうちに歯石に変っていくことも明らかにされて来た⁴⁾。従って、歯垢と歯石が歯周炎の最も大きな病因になっていることは明らかである。このような結果歯周疾患の予防と治療のために歯垢と歯石を抑制することに数多くの人の関心が集まって来ている。とくに過去10年間においては種々な人々がこの問題に対処してきている。そこで今日迄の経過について述べて考察したい。

II. 歯垢と歯石の形成機序

本論に入る前に歯垢と歯石の形成の機序について触れたい。この解明のために数多くの研究があるにもかかわらず未だ十分には明らかにされていない。歯垢や歯石の形成機序については、Bibby⁵⁾(1935)以来今日迄 Hodge ら⁶⁾(1950), Winker ら⁷⁾(1958), Theilade ら⁸⁾(1966), 佐々木⁹⁾(1969), Genco ら¹⁰⁾(1969), 高添¹¹⁾(1969)によって広汎に綜説されているので重複をさけるが、その課程を簡単に説明すると次のように考えられると思う。

1) 第1に pellicle と呼ばれる無染色性の無構造な、酸に不溶性の物質が歯の表面に付着する。これは、厚さは0.1ミクロンから数ミクロンで均一な構造をした物質である¹²⁾。この pellicle はアミノ酸組成が歯垢や顎下腺唾液と似ており、耳下腺唾液やヘモグロビンなどとはことなっている。また細菌の Cell wall の組成と似てムラミン酸が多く含まれている¹³⁾。このものは最終的に石灰化するようである。

2) pellicle の上に主として細菌がさく状に沈着する。極く初期の歯垢は球菌や桿菌が多く、日

令が7日位を過ぎると糸状菌やスピロヘーターが多くなる。細菌の凝集は中性あるいはアルカリ性よりもむしろ酸性側で容易におこる。

歯垢形成には口腔細菌によって作られる菌体外多糖類が寄与している。この中でも Dextran が最も重要な役割をもっていると考えられている¹⁴⁾。

3) 歯垢は2, 3日にして石灰化をおこす^{12), 15)}。石灰化は先ず細胞間基質からおこる。基質の石灰化がおこるとある種の細菌の菌体内物質も石灰化をはじめる^{4), 12)}。

基質の石灰化が進むと細菌は包埋され自らも石灰化する。石灰化したものは電子顕微鏡学的にみて2つの型がある。1つは細菌を中心にした小さな結晶、他は細菌や基質に関係ないと思われる大きな結晶である⁴⁾。

以上のように1～3の過程が繰返して歯石は量を増していく。

III. 歯垢と歯石の抑制

(A) 化学的な抑制

歯石の形成を抑制するために化学薬剤を用いた試みは数多くある。古くは Stones¹⁶⁾ (1939) が歯石の中の無機質を溶解するのに酸で処理することを試みた。しかしながら、酸は歯のエナメル質やセメント質を同時に溶解するために失敗したことは勿論である。

i) 抗生物質

歯石の母体となる歯垢は80パーセント以上が口腔の微生物で構成されている。初期の歯垢はその微生物の構成の分布が日が経つにつれて変化していることが明らかにされて来た。この微生物の発育を抑制することによって歯石の形成を変えようとした試みがなされた。

König¹⁷⁾ (1959) らはラットの臼歯部に1cc 当り1000単位の sodium penicillin を1日1回局所に塗布して脂肪澱粉食 (Stephan 580) で10日間飼育して対照と比較してみたところ、歯垢の堆積にはあまり差はみられなかった。

Gressly¹⁸⁾ (1963) はラットに脂肪澱粉食を与えさらに歯石が出来やすくなるように KH_2PO_4 を

加え、その飼料に kg 当り 100mg の chlortetracycline を加えたところ歯石の形成が少なくなったことを報告している。

Theilade ら¹⁹⁾ (1963) はやはりラット (Sprague-Dawley rat) を用いていろいろの飼料を与え、さらに Erythromycin を加えた場合と加えなかった場合の8週間目の歯石の形成について歯石指数で観察した結果、歯石指数は Erythromycin によって著明に減少したことを報告している。

Richardson²⁰⁾ (1965) は猫を用いて Penicillin などの抗生物質を毎日筋注、または経口的に与えて、18週間に形成される歯石の量を灰量とカルシウム量について測定して、抗生物質を投与しなかった対照と比較観察した。その結果 Tetracycline や chloramphenical には歯石の抑制効果はなかったが、Erythromycin, penicillin streptomycin などには歯石抑制効果が認められたと報告している。

ところが Dossenbach²¹⁾ (1961) らは sodium Penicillin G 5000単位入った口腔錠を1日10回、5日間、人に投与して歯石抑制効果を1日から7日間に堆積する初期の歯石の形成量について foil 法⁴³⁾で観察したが、人間では効果は認められなかった。

同一の実験で抗菌性物質である Sodium ricinolate の4%溶液を歯の表面に1日1回塗布し、さらに0.1%溶液で1日5回含嗽させたところ、7日間の歯石形成は著明に抑制されたことを組織学的に観察している。これは石灰化を抑制したのではなく細菌の発育を抑制したものと考えている。

また同じような考えから schroeder²²⁾ (1962) らは Cetyl-pyridinium chloride の0.1パーセント溶液50cc で1日3回、1回135秒間ずつ含嗽させた。また sodium ricinolate の1パーセント溶液で同様にして含嗽させた。その結果両者とも初期の歯石の形成量が対照に比べて、約70パーセント抑制されることを定量的に観察している。ところが、sodium ricinolate や Cetyl-pyridinium chloride は低濃度であっても組織に対して刺激が強くて臨床的には実用性に乏しい。

Mitchell ら²³⁾ (1965) は、臨床的に Vancomycin

の溶液を歯の唇側に1日1回8日間、塗布して、歯垢の沈着の状態を歯垢指数で観察した。その結果 Vancomycin は対照にくらべて著明に歯垢の沈着を抑制し、特別の副作用はみられなかったと報告している。

Volpeら²⁴⁾(1969)は、歯垢中の細菌の発育を抑制して歯垢や歯石の形成を抑制する目的から vancomycin などの抗生物質を含嗽剤として、また歯磨剤の中に入れてその効果について観察した。歯垢の形成量は歯垢指数で表わし、歯石は特別な探針を用いて Volpe 法で評価している。その結果、0.1パーセントの Benzethonium chloride, 0.1パーセントの Cetylpyridium chloride, 0.1パーセント Vancomycin などは歯垢の形成を約30ないし35パーセント抑制することを報告している。この中で新しい抗生物質 CC10232は歯垢と歯石とともに約75%位抑制することを1週間から12週間の実験期間で人について観察している。

以上のように歯垢の中の細菌の発育を抑制する試みは最近に至る迄多くある。新しい抗生物質を用いている場合は細菌の発育はかなり抑制されてその結果、歯垢や歯石の形成量に変化が現われて来るが、しかしながら抗生物質は細菌の耐性ができるために長期間の使用には効果を期待出来ない。そこで考えられるのが酵素を利用することである。

ii) 酵素

歯垢の基質となっているマトリックスを酵素で分解して歯垢の形成を抑制しようとの試みはすでにかかなりなされている。

この目的で最初に酵素を利用したのはStewart²⁵⁾(1925)である。彼は Grossman²⁶⁾によってヒントを得てムチナーゼ 4.65g を歯磨粉 335g に加えて、これを3人の患者に最長392日間使用させた。その結果、臨床的にみてムチナーゼの入っていない歯磨粉を用いた時よりも軟かい歯石が形成したように思われたと報告している。

Aleece²⁷⁾(1954)はムチナーゼを歯磨粉の中に3パーセントの割合で入れて、11人に6カ月間使用させて対照と比較した。その結果、Mylase L-1[®]

が歯石形成を抑制したこと、Prolase 100[®] はわずかに抑制効果があり、Papain は効果があきらかでなかったことを記載している。これらは何れも定量的に測定していない。

Enneverら²⁸⁾(1961)はチューインガムに約15パーセントの割合で Pancreatin を入れて歯石の抑制効果を観察した。すなわち、19人の被験者に Pancreatin 入りのチューインガムを一定量与え、8週間チューインガムをかませてから Calculus surface Index 法²⁹⁾で評価した。パンクレアチン添加のチューインガムを用いることによって指数値は約24パーセント、有意に減少したことを報告している。

Leungら³⁰⁾(1959)は、in vitro の実験で、ある種の酵素が沈着物を約60パーセントも抑制したと報告しているが、どんな種類の酵素かは明らかにしていない。

Wassermanら³¹⁾(1958)は、in vitro の実験でヒアルロニダーゼ(hyaluronidase)などの酵素が石灰化に及ぼす影響を観察している。すなわち celluloid strips を口腔内に55ないし60時間装着して strips の上に堆積した歯垢を石灰液の中に入れ培養し、4ないし6日間で生じた石灰化物を soft X線で観察し、同時に組織学的にみている。酵素は石灰液1cc 当り1mg の割合で入れて効果を観察している。その結果、hyaluronidase は著明に石灰化物の形成を抑制したが、Mylase L-1[®] や Prolase 100[®], β -glucuronidase, および acetylsalicylic acid は効果がなかったこと、歯垢は10%のホルマリンで15分間処理しても石灰化がおこることをみている。

iii) その他の物質

Leung³²⁾(1954)は in vitro で、歯の表面に沈着する pellicle の上にいろいろのシリコンを塗布して、歯石の形成の初期の段階のうちに抑制しようと試みた。また Hoffmanら³³⁾(1963)は同じような考えから抜歯した歯の表面にイオン交換樹脂(sulfonated polystyrene ion exchange resin)を塗布して、貯蔵唾液の中で30日間培養して、形成された歯石について観察した。しかしながら両者とも

抑制効果は認められなかった。

Mullerら³⁴⁾(1962)は、アスコルビン酸がムコイドを分解して粘度を下げるというEricsson³⁵⁾の報告から、アスコルビン酸を主成分とするAscoxal®を含嗽剤として1日3回約2分間ずつ含嗽させて、7日間に沈着する初期の歯石の形成量について観察した。その結果Ascoxalが歯石の形成を抑制することを報告している。しかしながら効果のなかったとの報告もあり、効果は一定していない。

Belting³⁶⁾(1966)は、yankelowitzら³⁷⁾(1962)の方法を利用して作った人工歯石にいろいろの濃度(1%~10%)の尿素を加えて歯石形成の抑制効果をしらべたところ、30パーセントの濃度の尿素が人工歯石の形成を抑制することをみている。その後、Belting³⁸⁾(1966)は30パーセントの濃度の尿素を歯磨剤に入れて14日間使用させstrip法を用いて堆積した歯石のカルシウム量を測定して、二重盲検法でしらべた。その結果、尿素を用いた群はカルシウムの堆積が36パーセント減少したことを報告している。

Tureskyら³⁹⁾(1965)は、歯石の石灰化の抑制効果をしらべるためにin vitroの実験を試みて、sodium-β-glycerophosphate, Thiamine pyrophosphate, と adenosine diphosphate で処理した歯石は石灰化が抑制されることをみている。その後Tureskyら⁴⁰⁾(1965)は同様の目的でin vitroの実験を行ない、いろいろの有機リン酸の活性に作用すると思われる物質を用いて歯石の石灰化を抑制する効果を観察している。その結果1パーセントの

垢の石灰化を抑制することをみている。すなわち人の歯垢の塗抹標本にこれらの物質を24時間作用させると、その後歯垢をCalcifying solutionに入れ96時間37°Cで培養しても石灰化物が生じない

ことをみている。これは歯垢の中の石灰化の核に影響して石灰化を阻害するのであろうと考えている。

木下ら⁴¹⁾(1966)は、pyrophosphateはhydroxy-apatiteの形成を阻害しコラーゲンの核化を抑制する可能性があるという、Fleischら⁴²⁾の報告をもとにして、Tetrasodium pyrophosphateを4.5パーセント含有する口腔錠を、1日6錠宛、10人に7日間与えて、対照のOrthophosphateの入ったものと、基材だけの口腔錠を与えたときの歯石形成量を、foil法⁴³⁾によって比較検討したが、歯石抑制の効果は認められなかった。

弗素や銅イオンが同じように石灰化を抑制するとの報告もあるが、これらはいずれも石灰化の核の出来る過程において作用が考えられ、一度石灰化の核化がおけると石灰化は阻害されないものと考えられる。

Mukherjee⁴⁴⁾(1969)は最近、今迄に報告されている歯石形成を抑制する酵素や化学物質についてin vitroで実験を行なって歯石と象牙質とエナメル質に対する溶解性を比較している。用いた物質はPapain, Ficin, Trypsin, α-chymotrypsin, Pancreatin, Hyaluronidase, Ascoxal®, urea, Acetate buffer, Citrate buffer, EDTA, Glucuronic acid lactone, Mono-ethanolamine diglycolateなどである。これらのものを単独で、またはある種の物を一緒にして作用させた。その結果、これらの物質のうち単独で用いても、ある種類を一緒に用いても、歯石だけを選択的に溶解する物質はなかった。溶解された全体の量からすれば歯石よりも象牙質の方が溶解されやすかった。有機性の溶剤はいずれも作用は弱かった。AscoxalだけがpH4.5で作用させると、エナメル質や象牙質よりも歯石を溶解する効果がみられたと報告している。

Mukherjeeの実験結果だけで、歯石形成を抑制する物質はみあたらないと結論づけることはむずかしい。彼はin vitroで歯石や象牙質に対する溶解性だけを観察しているからである。

[B] 物理的な抑制

歯石の形成を物理的に抑制または阻止しようと

図 1 硬い食物とやわらかい食物による歯垢の堆積の比較。犬の全歯数 111歯からの値。(Egelberg⁵⁰⁾より)。

した試みも数多くある。

物理的な抑制には食物の性状と口腔清掃の影響を考慮しなければならない。

(i) 食物の性状

一般的に古い時代から軟い食物は歯を不潔にし、歯面への沈着物が多くなり歯肉の炎症をおこしやすいと考えられていた。歯石形成の抑制を考える場合に逆に歯垢や歯石を堆積しやすくする条件をも考えなければならない。したがって歯垢・歯石の形成と食物との関係について言及したい。

食物の固さと歯周疾患の関係を実験的にしらべたのは Burwasser⁴⁵⁾ (1939) である。彼等は 6 匹の犬を用いてその半数に固いままのドッグビスケットを、他の半数にやわらかくした同じビスケットを与えて 1 年間観察した。その結果、固いビスケットで飼育した犬の歯周組織は正常であったのに、やわらかいビスケットを与えた群では歯面への沈着物が著明に多く、したがって歯肉の炎症が著明にみられた。

King⁴⁶⁾ (1945) もイタチを用いて同じような観察をしている。ところが Bear⁴⁷⁾ (1960) はラットを用いた 170 日間の実験で、固い飼料や、粒のあらい食物、顆粒状の食物を与えるとより重症な歯周疾患が観察されたことを報告している。Stahl

ら⁴⁸⁾ (1958) や Person⁴⁹⁾ (1961) も同じような報告をしている。これは主として骨の消失が著明にみられているので、咬合性外傷や食片圧入の影響を受けているものと思われる。

Egelberg⁵⁰⁾ (1965) は 14 匹の犬を用いて硬い食物と軟い食物の影響をくわしく実験して、やわらかい飼料を与えた犬は歯垢の堆積が著明に多く、しかも歯肉の滲出液が多いことを報告している (図 1)。

Carlsson⁵¹⁾ (1965) は、炭水化物の多い食物と蛋白・脂肪の多い食物について、それぞれ硬い飼料とやわらかい飼料で犬を飼育し、歯の堆積物に及ぼす影響をしらべた。その結果、それ迄は炭水化物食の方がより歯垢が堆積しやすいという報告に反して、蛋白脂肪食のやわらかい食物が最も歯垢が多く堆積しやすいことをみている。したがって歯肉の炎症も多い。さらに犬の飼料に蔗糖を加えても影響がないことをみている。そこで Carlsson⁵²⁾ (1965) は彼等自ら被験者となって、やわらかい蛋白脂肪食を 3 日間食べて、蔗糖を加えたときと、加えないときの歯垢の形成の影響をみた。蔗糖を加えた期間は乳糖やブドウ糖を加えた期間、および対照の期間にくらべて歯垢の形成が特徴的でしかも多いことをみている。7 日間の観察でも

図 2a 通常の食事を摂り，ブラッシングを行っている被験者（H.D, 23歳）の2の唇側面。

図 2b aと同じ被験者がブラッシングを中止してから7日目の状態。

図 2c aの被験者がブラッシングを中止し，キャラメルを摂取した場合の7日目の状態

図 2d aの被験者がブラッシングを中止し，チューインガムを咬んだ場合の7日目の状態。

図 2 砂糖を多く摂取した場合の菌垢の形成の状態⁵³⁾

図 3 10人の被験者について歯垢の形成に及ぼす砂糖、およびチューインガムの影響⁵³⁾ 歯垢の拡がりの、歯の唇側面に対する割合、およびその平均値。

同じような結論を得ている。

木下ら⁵³⁾ (1966)は、蔗糖を多く摂取した場合に歯石と歯垢の形成に対してどんな影響を及ぼすかを10人の被験者についてしらべている。すなわち、蔗糖が50パーセント含まれるキャラメルを、1時間に1コの割合で1日15個を1週間食べさせた。foil法⁴³⁾でその間に形成した歯石の量と無機成分を測定し、また歯の唇側に堆積した歯垢を規格写真で撮影し、トレース法を用いて歯垢の堆積の拡がりを観察した。対照にはキャラメルを食べない期間、および砂糖の入らないチューインガムをキャラメルと同じ頻度で咬んだ場合をあてた。その結果蔗糖を頻繁に摂取することによって初期の歯石の形成量は影響されなかったが、歯垢の形成は有意に増加したことをみている。

同時に砂糖の入っていないガムは歯垢の形成を抑制することをみている(図2, 3)。

最近 Bear ら⁵⁴⁾ (1969)は出産前の親ラットと出

産後30日迄のラットについて成分の異なる飼料で飼育して、歯石のつき方について実験した結果、脂肪食のものが歯石の形成が最も多く、次に蛋白食、炭水化物食であった。粒子状のものよりパンとミルクで飼育した場合に歯垢の堆積が最も少なかったことを報告している。

Weiss ら⁵⁵⁾ (1969)は、ラットに粒子状食物と粉末食を与えて30日間飼育したときの歯周組織の細胞分裂の活性を Thymidine を用いて autoradiography で観察している。その結果、粒子状食物で飼育したラットの上皮の表層および根分岐部の線維芽細胞の活性が粉末食のラットよりも有意に高いことを明らかにしている。

以上の研究などの結果、固い食物はやわらかい食物よりも歯垢や歯石の堆積を少なくすることが明らかであり、粒子状の固い食物は食片圧入はおこしやすいが、粉末の食物よりも歯周組織に生理的な刺激を与えて歯周組織の細胞自身に活性を与えていることが推測される。

生理的な刺激を与えない実験として次のような報告がある。

Egelberg⁵⁶⁾ (1965)は、犬を8匹用いて、やわらかい蛋白脂肪食と炭水化物食を、一群には通常に食事を与え、他群は胃 Tube を通して飼育した。その結果、Tube 食群が歯垢の形成も歯肉からの滲出液も多いが有意の差のないことをみている。同じ実験で食事の回数について観察しているが、1回食事を1日与えた場合と、1日5回与えた場合に差はみられないことを記載している。しかし同じような実験を人について O'Learyら⁵⁷⁾ (1967)が行なった。スプーンで流し込むようにして食べる Tupe-type 食品を35日間与えたところ、歯垢と歯石指数が有意に増加したことを報告している。

山崎⁵⁸⁾ (1968)は棲息条件と食生活のことなるニホンザル6群309頭について、口腔清潔度と歯周疾患の罹患程度をいろいろの症状について観察している。その結果、歯垢と歯石の形成が最も少なかったのは、野生の自然餌を主体にしている群で、最も多かったのは生餌主体群であり、有意の差がみとめられたこと、また加工餌主体群は両者

図 4 15日間歯ブラシを中止し、引続いて9日間ブラッシングを開始した場合の歯垢の堆積と歯肉炎の関係、および上顎左側小白歯部における歯垢中の細菌の変化。(Theilade²⁾より)

の中間であったことを報告している。

食物の組成や性状には関係がないが、歯石の抑制に対して独特な装置を考案した大西らの報告がある。

大西ら⁵⁹⁾(1966)は Resin や Thermo-plastic で作った独特な予防床を一定期間夜間だけ装置して歯石が抑制されることを実験的に観察している。歯石の形成量は一定期間に堆積した歯石をスクレーパーで集め、カルシウム量を測定して表わしている。予防床を装着する前後に *Veillonella* の数についてしらべたが差はみられなかったと報告している。

(ii) 口腔清掃

1932年に Charters⁶⁰⁾ や Stillman⁶¹⁾ が歯周疾患の治療と予防に歯ブラシの使用が重要であることを記載してから今日迄に、歯垢の効果的な除去のために多くの研究者が口腔清掃について報告している。歯垢や歯石を正確に評価する指数が発達してからはブラッシングの効果が定量的に判定できるようになって来た。口腔清掃法の歴史的な研究や効果については、代表的なものをすでに第12回日本歯科医学会総会保存分科会シンポジウム事後抄録集に記載したので、その一部のみをここに述べる。

Theilade ら²⁾(1966)は、11人の人について歯ブラシの使用を2週間にわたり禁止して歯垢の形成の変化と歯肉炎の関係をみた。歯垢は歯ブラシを

停止してから直線的に増加し、7日目で最大となり2週間後に歯ブラシを開始すると、歯垢は急激に減少していることをみている。これは歯垢の増減によって歯肉の炎症が増減することをみた実験であるが、歯ブラシによって歯垢の形成は著明に影響を受けることを実験的に証明している(図4)。

どんな歯ブラシが歯垢をより良く除去出来るかについての実験は Bay ら⁶²⁾(1967)が行なっている。それによると特殊な形の歯ブラシが最も効果的で、次には中等度の硬さのストレートカットの歯ブラシがよいことを報告している。この点についてわれわれの教室では実験的に9種類の歯ブラシを作製して清掃の効果をみているが、同一の植毛束の歯ブラシであるとストレートカットの硬いものが歯頸部の歯垢除去には効果的であった⁶³⁾。

一方 Rodda⁶⁴⁾(1968)は同じ型の歯ブラシで同一時間使用した場合、歯ブラシの使い方による歯垢のとれ方を観察した。その結果 scrubbing 法が最も効果的で、次に Fones 法、rolling 法であり最も効果的でなかったのは Charters 法であったことをみている。

Villa⁶⁵⁾(1968)は15人について同一人が、歯ブラシを使用しない期間と使用したときの歯垢と歯石の形成量について VM 法、CS法、MLC 法⁶⁶⁾で評価して比較した。その結果歯ブラシを使用することによって、1週後では23~73%、2週後では39~71%指数が減少することをみて、ブラッシング

図5 10人の被験者が歯ブラシを使用した場合と使用しない場合の歯垢の形成量 (MLC 指数) の平均値。(Villa⁶⁵⁾より)。

グによって約50パーセント歯垢、歯石を抑制出来ることを報告している(図5)。

歯ブラシの1日の使用回数について Horton ら⁶⁷⁾ (1969) はしらべて、使用回数が1日2回以上のは1回以下や1日2回の者より歯垢の堆積が著明に少いことをみている。

以上のように物理的に歯垢の堆積を防ぐのに歯ブラシや、その他の清掃用具の効果は極めて大きいといえる。

IV. むすび

以上歯垢と歯石の形成を抑制するいろいろの試みについて集録してみた。食物の性状については食片圧入や歯の磨耗を生じない限り硬い、線維性の食品で、しかも自然の状態に近いものが歯垢の形成を抑制すると言える。しかもそれは歯周組織に生理的な刺激を与えて健康を維持するためにも必要と考えられる。蔗糖を避けることも歯垢の堆積を防ぐうえに必要である。

口腔清掃の一つの手段である歯ブラシの使用は歯垢と歯石の抑制には極めて効果的で且つ必須の事柄である。通常なブラッシングの方法でも約50～70パーセント歯垢、歯石が抑制出来るといえ

る。しかも、効果的な方法でしかも合理的な形の歯ブラシを使用することによってさらに高い割合で抑制は可能であろうと推察される。これら物理的に可能な範囲で歯垢と歯石を抑制してから、化学的な抑制に依存することがこれからの問題点であろう。

歯垢や歯石を化学的に抑制する化学薬剤は多くの研究があるにも拘わらず未だ歯石に特異的に作用する化学物質は見出されていない。抗生物質で歯垢の抑制はかなり出来ると云えるが、細菌の耐性の問題がある。したがって酵素やその他の化学物質がこれからの歯垢抑制物質の焦点になろうと考えられる。

菌体外多糖類が歯垢の石灰化に大きく関係していると考えられる。したがって、菌体外多糖類を産生する細菌や産生物に対して働くような酵素または化学物質を発見していくことが物理的には不可能であった範囲の歯垢や歯石の抑制への大きな光明になると信ずる。

稿を終るに臨み、絶えず御助言を戴いた恩師今川与曹先生と実験に御協力を戴いた教室員各位に深く感謝致します。

文 献

- 1) Russell, A. L.: Epidemiology of periodontal disease. *Int. Dent. J.*, 17: 282, 1967.
- 2) Theilade, E., Wright, W. H., Jensen, S. B. and Löe, H.: Experimental gingivitis in man. *J. Periodont. Res.*, 1: 1, 1966.
- 3) Saxe, S. R., Greene, J. C., Bohannon, H. M. and Vermillion, J. R.: Oral debris, calculus and Periodontal disease in beagle dog. *Periodontics*, 5: 217, 1968.
- 4) Schroeder, H. E., Lenz, H. and Mühlemann, H. R.: Microstructures and mineralization of early dental calculus. *Helv. odont. Acta*, 8: 1, 1964.
- 5) Bibby, B. G.: The formation of salivary calculus. *Dental Cosmos*, 77: 668, 1935.
- 6) Hodge, H. C. and Leung, S. W.: Calculus formation. *J. Periodont.*, 21: 221, 1950.
- 7) Winkler, K. C. and Dirks, O. B.: The mechanism of the dental plaque. *Int. Dent. J.*, 8: 561, 1958.
- 8) Theilade, J. and Schroeder, H. E.: Recent results in dental calculus research. *Int. Dent.*

- J., 16 : 205, 1966.
- 9) 佐々木哲 : 歯垢の生化学 (Kleinberg, 1より), 口腔生物学の研究, 10 : 1, 1969.
 - 10) Genco, R. J., Evans, R. T. and Ellison, S. A. : Dental research in microbiology with emphasis on periodontal disease. J. Am. Dent. Ass., 78 : 1016, 1969.
 - 11) 高添一郎 : 歯垢と歯石—できかたと組成—, 歯界展望, 34 : 757, 1969.
 - 12) Mühlemann, H. R. and Schroeder, H. E. : Dynamics of supragingival calculus formation. Adv. oral Biol., 1 : 175, 1964.
 - 13) Armstrong, W. G. : The composition of organic films formed on human teeth. Caries Res., 1 : 89, 1967.
 - 14) Leach, S. A. : Dextranase and dental caries. British Dent. J., 127 : 325, 1969.
 - 15) 新谷英章 : 初期の歯石についての生物学的研究, 口病誌, 35 : 189, 1968.
 - 16) Stones, H. H. : Calculus, some notes on chemical solvents which have been advocated for its removal. D. Record, 59 : 217, 1939.
 - 17) König, K. G. : Dental caries and plaque accumulation in rats. Treated with stannous fluoride and Penicillin. Helv. Odont. Acta, 4 : 39, 1959.
 - 18) Gressly, F. : Experimental Calculus Formation. Periodontics, 1 : 53, 1963.
 - 19) Theilade, J. and Fitzzerald, R. J. : Dental calculus in the rat. Effect of diet and erythromycin. Acta odont. Scand., 21 : 571, 1963.
 - 20) Richardson, R. L. : Effect of administering antibiotics, removing the major salivary glands, and tooth brushing on dental calculus formation in the cat. Arch. oral Biol., 10 : 245, 1965.
 - 21) Dossenbach, W. F. and Mühlemann, H. R. : Effect of penicillin and ricinoleate on early calculus formation. Helv. odont. Acta, 5 : 25, 1961.
 - 22) Schroeder, H. E., Marthaler, T. M. and Mühlemann, H. R. : Effects of some potential inhibitors on early calculus formation. Helv. odont. Acta, 6 : 6, 1962.
 - 23) Mitchell, D. F. and Holmes, L. A. : Topical antibiotic control of dentogingival plaque, J. Periodont, 36 : 202-208, 1965.
 - 24) Volpe, A. R., Kupczak, L. J., Brant, J. H., King, W. J., Kestenbaum, R. C. and Schlissel, H. J. : Antimicrobial control of bacterial plaque and calculus and the effects of these agents on oral flora. J. dent. Res., 48 : 832-841, 1969.
 - 25) Stewart, G. G. : Mucinase-A Possible means of reducing calculus formation. J. Periodont., 23 : 85, 1952.
 - 26) Grossman, L. I. : Practical measure for reducing the incidence of dental decay. New York State Dent. J., 13 : 509, 1947.
 - 27) Aleeece, A. A. and Forscher, B. K. : Calculus reduction with a mucinase dentifrice. J. Periodont., 25 : 122, 1954.
 - 28) Ennever, J. : Inhibition of dental calculus formation by use of an enzyme chewing gum. J. Periodont., 32 : 331, 1961.
 - 29) Ennever, J., Sturzenherger, O. P. and Radike, A. W. : The calculus surface index method of scaling clinical calculus studies. J. Periodont, 32 : 54, 1961.
 - 30) Leung, S. W. and Draus, F. J. : Effect of certain enzymes on calculus deposition. J. dent. Res., 38 : 709, 1959.
 - 31) Wasserman, B. H., Mandel, I. D. and Levy, B. M. : In vitro calcification of dental calculus. J. Periodont., 29 : 144, 1958.
 - 32) Leung, S. W. : The effect of silicones and lactones on synthetic calculus formation. J. dent. Res., 33 : 670, 1954.
 - 33) Hoffman, D. L., Stallard, R. E. and Schaffer, E. M. : An in vitro attempt to inhibit calculus formation using an ion exchange resin. J. Periodont., 34 : 344, 1963.
 - 34) Muller, E., Schroeder, H. E. and Mühlemann, H. R. : The effect of two oral antiseptics on early calculus formation. Helv. odont. Acta, 6 : 42, 1962.
 - 35) Ericsson, Y. and Stjernström, L. : Saliva viscosity measurements. OS OM OP. 4 : 1465, 1951.
 - 36) Belting, C. M. and Gordon, D. L. : In vitro effect of urea on artificial calculus formation. J. Periodont., 37 : 20, 1966.
 - 37) Yankelowitz, S. and Gould, D. : A procedure and apparatus for studying in vitro calculus formation. Abstract No. 60. Program of Abstracts, I. A. D. R., 1962.
 - 38) Belting, C. M. and Gordon, D. L. : In vivo effect of a urea containing dentifrice on dental calculus formation II. J. Periodont., 37 : 26, 1966.
 - 39) Turesky, S., Glickman, I. and Krasnoff, M. : Crystal seeding by salivary calculus and its inhibition in vitro. Arch. oral Biol., 10 : 255, 1965.
 - 40) Turesky, S., Glickman, I. and Krasnoff, M. :

- Further studies of the inhibition of crystal seeding in calculus. *J. Periodont.*, 36 : 501, 1965.
- 41) Kinoshita, S. and Mühlemann, H. R. : Effect of sodium Ortho- and Pyrophosphate on supra-gingival calculus. *Helv. Odont. Acta*, 10 : 46, 1966.
 - 42) Fleisch, H. and Bisaz, S. : Isolation from urine of pyrophosphate, a calcification inhibitor. *Am. J. physiol.*, 203 : 671, 1962.
 - 43) Marthaler, T. M., Schroeder, H. E. and Mühlemann, H. R. : A method for the quantitative assessment of plaque and calculus formation. *Helv. odont. Acta*, 5 : 39, 1961.
 - 44) Mukherjee, S. : An in vitro study of anti-calculus agents. *J. Periodont. Res.*, 4 : 26, 1969.
 - 45) Burwasser, P. and Hill, T. J. : The effect of hard and soft diets on the gingival tissues of dogs. *J. dent. Res.*, 18 : 389, 1939.
 - 46) King, J. D. and Glover, R. E. : The relative effects of dietary constituents and other factors upon calculus formation and gingival disease in the ferret. *J. Path. Bact.*, 57 : 353, 1945.
 - 47) Baer, P. N. and White, C. L. : Studies on periodontal disease in the mouse. *J. Periodont.*, 31 : 27, 1960.
 - 48) Stahl, S. S., Miller, C. S. and Goldsmith, E. D. : Effect of various diets on the periodontal structures of hamsters. *J. Periodont.*, 29 : 7, 1958.
 - 49) Persson, P. : Diet consistency and periodontal disease in old albino rats. *J. Periodont.*, 32 : 308, 1961.
 - 50) Egelberg, J. : Local effect of diet on plaque formation and development of gingivitis in dogs. I Effect of hard and soft diets. *Odont. Revy.*, 16 : 31, 1965.
 - 51) Carlsson, J. and Egelberg, J. : Local effect of diet on plaque formation and development of gingivitis in dogs. II. Effect of high carbohydrate versus high protein-fat diets. *Odont. Revy.*, 16 : 42, 1965.
 - 52) Carlsson, J. and Egelberg, J. : Effect of diet on early plaque formation in man. *Odont. Revy.*, 16 : 112, 1965.
 - 53) 木下四郎, Schait, Brebou, M., 今川与曹, Mühlemann, H. R. : 初期の歯苔と歯石の形成に及ぼすキャラメルの影響, 口病誌, 35 : 370, 1968.
 - 54) Baer, P. N. and White, C. L. : Studies on experimental calculus formation in the rat XIV. Effect of prenatal and preweanling diets. *J. f Periodont.-Periodontics*, 40 : 641, 1969.
 - 55) Weiss, R., Stahl, S. S. and Tonna, E. A. : The effects of diets of different physical consistencies on the periodontal proliferative activity in young adult rats. *J. Periodont. Res.*, 4 : 296, 1969.
 - 56) Egelberg, J. : Local effect of diet on plaque formation and development of gingivitis in dogs. III. Effect of frequency of meals and tube feeding. *Odont. Revy.*, 16 : 50, 1965.
 - 57) O'Leary, T., Stumpf, Jr. A. J. and Sundberg, P. V. : Oral hygiene procedures in the presence of a "tube-type" diet. *J. Periodont.*, 38 : 30, 1967.
 - 58) 山崎啓介 : 食物環境からみたニホンザルの歯周疾患に関する疫学的研究, 口病誌, 35 : 91, 1968.
 - 59) Onisi, M. and Otani, H. : Prevention of the supragingival calculus formation by means of the calculus splint. *Jap J. Den Health.*, 16 : 12, 1966.
 - 60) Charters, W. J. : Eliminating mouth infections with toothbrush and other stimulating instruments. *D. Digest.*, 38 : 130, 1932.
 - 61) Stillman, P. R. : A philosophy of the treatment of periodontal disease. *D. Digest.*, 38 : 314, 1932.
 - 62) Bay, I., Kardel, K. M. and Skougaard, M. R. : Quantitative evaluation of the plaque-removing ability of different types of toothbrushes. *J. Periodont.*, 38 : 526, 1967.
 - 63) 鈴木康司外 : in press.
 - 64) Rodda, J. C. : A comparison of four methods of tooth brushing. *New Zeal. dent. J.*, 64 : 162, 1968.
 - 65) Villa, P. : Degree of calculus inhibition by habitual toothbrushing. *Helv. Odont. Acta*, 12 : 31, 1968.
 - 66) Mühlemann, H. R. and Villa, P. R. : The marginal line calculus index. *Helv. Odont. Acta.*, 11 : 175, 1967.
 - 67) Horton, J. E., Zimmermann, E. R. and Collings, C. K. : The effect of toothbrushing frequency on periodontal disease measurements. *J. Periodont., Periodontics*, 40 : 14, 1969.