フクシン染色を指標とする感染象牙質除去

第 2 報 臨床実験

佐 藤 裕 一 郎

東京医科歯科大学第 1 歯科保存学教室 (指導: 総山孝雄教授)

(昭和49年5月16日受付)

Removal of Infected Dentin Using Fuchsin Staining as a Guide 2. Experiment with Vital Carious Teeth

Yuichiro Sato

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University
(Director: Prof. Takao Fusayama)

要旨: 口腔内生活菌のウ窩を0.5%塩基性フクシン・プロピレングリコール液で染色し、そのウ窩の半側からフクシン液可染部を削除したのちこれを抜去して切片標本を作り、削除の深さと細菌侵入の深さとを比較した結果、生活菌のウ蝕においても、濃い自然着色部とフクシン液可染部とをすべて削除すれば感染象牙質を完全に除きうることが明らかになった。また、施術前のウ蝕歯とフクシン液可染部を削除した後およびセメント充填後のX線写真を比較したところ、X線写真でみられるウ蝕部のX線透過像は削除すべきフクシン液可染象牙質の範囲よりもはるかに狭い部分しか示さないことが判った。

緒 論

従来、ウ蝕歯の保存修復治療をするにあたり、軟化象牙質を徹底的に除去することが一般的な臨床指針とされてきたが¹⁻³⁾、具体的にどのようなところまでをウ蝕象牙質として削除すべきかに関しては明確な基準が示されていなかった。

一方、窩底象牙質中に取り残された細菌は永い期間生き残る可能性があるので⁴⁻⁶⁾、細菌の侵入した象牙質はすべて除去するのが万全の策であると思われる。しかし、臨床の場合において象牙細管中の感染の有無を直接鑑別することは不可能であり、ウ蝕象牙質削除の際は手応えによる硬さと自然着色のみを指標にせざるをえなかった。

奥瀬⁷⁾の報告によればウ蝕象牙質の自然着色は細菌の侵入に先行するので、自然着色部を除けば

感染象牙質を除きうることが容易に想像されたが、自然着色が淡いウ蝕ではその鑑別が困難であった。その後寺嶋⁸⁾により軟化象牙質には塩基性フクシン・プロピレングリコール液によって染色される層とされない層があることが発見され、とくに自然着色が淡く不明瞭なウ蝕においてこの区別が顕著であり、また、フクシン液による染色部と細菌侵入の深さがほぼ同じであることも明らかになった。

そこで著者は、上記の塩基性フクシン・プロピレングリコール液による染色を感染象牙質の鑑別に利用できるのではないかと考え、第1報の実験においてウ蝕を有する抜去歯についてこれを使用して見たところ、フクシン液可染部と濃い自然着色部をすべて削除すれば細菌の侵入した象牙質は

図1 施術前のウ窩(上)と、手前半側からフクシン液可染象牙質を削除した状態(下)

すべて除去できることが明らかになった⁹⁾。

本実験は、かような識別法がヒトの口腔内のウ蝕においても臨床的に有効に行ないうるかどうかを確認し、併せて、これまでウ蝕の臨床診断に用いられてきたX線写真がかようなウ蝕象牙質の存在をどの程度に示しうるかを検討するために行なわれた。

実験材料と方法

1. 細菌侵入度に関する実験

本学歯学部付属病院外来において、抜去予定の永久歯の中から、まだ歯髄に達していないと思われる象牙質ウ蝕を有する36本の歯牙を選び、まずウ窩表面の汚物やウ窩辺縁の歯牙表面に付着している歯垢等をブラシと水銃で洗い流した。被験歯のウ蝕の外観を記録保存するため、2×の補助レンズをつけた Medical-NIKKOR Auto を装着し

た Nikon F (日本光学, 東京) を用いて写真撮影をした(図1)。被験歯に2%キシロカインによる浸潤麻酔あるいは伝達麻酔を施してから、新しい鋭利なスプーンエキスカベーターと低速度電気エンジンにつけた適当な大きさのラウンドバーとを用い、ウ蝕病巣の任意の半側から、まず明らかな濃い自然着色部を削除した後、窩洞内に0.5%塩基性フクシン・プロピレングリコール液^{8,9)}を滴下して約5秒間染色した後水銃で洗滌し、赤い染色部が残らなくなるまで削除と染色を繰り返した。こうして、ウ蝕病巣の半側でのみ濃い自然着色部とフクシン液に染まる象牙質をすべて削除した被験歯の外観を上記と同じカメラで写真撮影した後(図1)、ウ窩を損傷しないように抜去し、次の操作をするまでのわずかな時間生理的食塩水中に保管した。

被験歯を抜去した後、できるだけ短時間内にその外観をより詳細に記録保存するための写真撮影をし(図2)、Bronwill Thin Sectioning Machine 77型 (Bronwill INC., Rochester, U.S.A.) を用いて、ウ蝕病巣のほぼ中央において、フクシン液に染まる部分を削除した側と残置した側の両方が断面に含まれるように縦断した。この断面に念のためもう一度フクシン染色を施して取り残しのフクシン液可染部の有無を確認し、写真撮影をした後(図2)、これを10%中性ホルマリン液中に投入し、2~3週間室温にて固定した。

固定の終了した試料から、細菌の侵入について観察するための病理組織標本を通法に従って作製した。すなわち、Plank-Rychlo 液¹⁰⁾で室温にて約35時間脱灰、漸強アルコール列で脱水、クロロホルムで脱アルコールし、硬パラフィンに包埋した。被験歯の縦断面から厚さ6 μ mの連続切片を20~30枚薄切し、卵白グリセリンを薄く塗ったスライドガラスに2~3枚ずつ貼り付け、37°Cで一晩乾燥した。

切片を、第1報におけると全く同様、Hucker-Conn のグラム染色法¹⁰⁾に従い、脱パラフィン、水洗の後、Hucker-Conn の蔞酸アンモン・クリスタルバイオレット液¹⁰⁾に1分間浸漬して軽く水

図 2 抜去した直後の被験歯のウ窩外観(上)とその縦断面(下)(破線はフクシン液可染部前縁)

洗し、グラム処方¹¹⁾のルゴール液¹¹⁾に1分間浸漬して濾紙ではさんで十分に水分を吸い取り、アセトンで数秒間分別して軽く水洗し、0.1%サフラニン液に1分間浸漬して軽く水洗し、漸強アルコール列にて脱水の後キシロールで透徹し、H.S.R. (HARTMAN-LEDDON Co., Philadelphia, U. S.A.) で封入した。

作製した標本を生物顕微鏡(オリンパス光学、東京)で観察しつつ付属の装置を用いて写真撮影し、強拡大顕微鏡観察によって確認しつつ細菌侵入前縁の位置を写真上にマークし、これによってフクシン液可染部残置側と削除側における細菌侵入度を検討した。

2. ウ蝕の X 線像に関する実験

本学歯学部付属病院外来において、まだ歯髄に達していないと思われる象牙質ウ蝕を有する17本の歯牙を選び、コダック社デンタルフィルム DF-57 (EASTMAN KODAK Co., Rochester, U. S.A.) とシーメンス社 HELIODENT 型 X 線写真撮影装置 (SIEMENS A.G., Western Germany) を用い、50kV, 7mA にて撮影の後、ウ窩表面の汚物やウ窩辺縁の歯牙表面の歯垢等をブラシと水銃で洗い流し、麻酔を施した。ウ蝕病巣から実験1と同じ基準に従って、明らかに識別できる自然着色部と0.5%塩基性フクシン・プロピレングリコール液に染まる象牙質とを削除し、再び X 線写真を撮影した。削除を終ったウ窩には、酸化亜鉛ユージノールセメントもしくはカルボキシレートセメントによる充填をした後、三たび X 線写真を撮影した。これら3回の X 線写真撮影に際しては、同一条件で影像を比較するために、撮影インジケータ(阪神技研、西宮)を使用して X 線の位置と方向を規制し、各露出時間を一定にし、フジプロセッサ RN 型自動現像機にて現像、定着をした。

被験歯はその後数日間観察を続け、臨床的に歯髄炎の徴候のないことを確かめた上で永久修復のための窩洞を形成し、コンポジットレジン、アマルガム、インレーなどによって修復した。

結 果

1. ウ蝕象牙質の肉眼的所見とフクシン染色および削除の際の手応え

ウ窩の象牙質には黒褐色から淡褐色にいたる種々の色調の自然着色が存在した。この着色象牙質を削除する際に着色部の境界は一般に不明瞭であり、特に着色の程度が淡いウ蝕においてその傾向が著しかった。

ところが、これにフクシン染色を施すと、ウ蝕の表層に近い部分の象牙質のみが鮮明に赤染し、それ以外の象牙質は全く染まらず、その境界は明瞭であった。

自然着色が淡くて不明瞭であり、削除の際の手

図 3 病巣の左半でのみフクシン液可染部を削除した歯の病理組織標本中の細菌(破線は細菌侵入前縁)

図 4 象牙質への細菌侵入は自然着色の淡いウ蝕ではまばらに広がっており(上), 自然着色の濃いウ蝕では濃密に局限していた(下)

図 5 窩底象牙質にわずかな細菌侵入(破線は細菌侵入前縁)が残っていた場合(上)には, その部の縦断面にわずかなフクシン液可染部の取り残しが存在していた(下)

図 6 各症例の施術前（左）とフクシン液可染部を削除した後（中）およびセメント充填後（右）の X 線写真像

応えが比較的軟らかであったウ蝕象牙質では、フクシン液による染色はきわめて鮮明で非染色部との境界が明瞭に区別されたが、自然着色が濃く、削除の際の手応えが比較的硬かったものでは、フクシン液には薄くしか染まらなかった。特に自然着色が濃くほとんど黒色と認められるものでは染色によるフクシンの色をほとんど識別しえなかったが、かような場合には一般に自然着色の境界が明瞭であり、削除すべきか否かについての判断は容易であった。

2. 病理組織標本中における細菌侵入度

フクシン液に染まるウ蝕部象牙質を削除せずに残した判側では、その中に多数のグラム陽性球菌が観察された。すなわち、その表面に近い部分では象牙細管が破壊されてそこに多数の細菌が密集し、深部に行くにつれてこれら細菌の密集部はなくなって細菌の数は深さとともに減少し、最深部では鎖状に連って象牙細管中に侵入している細菌の形が個々に観察された(図3)。

これに反して、フクシン液に染まる象牙質をすべて削除した半側では窩底が常に他の半側で観察された細菌侵入前縁よりも深く入っており、したがってその窩底の残存象牙質中には細菌の侵入はみられなかった(図3)。

フクシン液に染まる象牙質を削除した側の削除の深さはウ蝕病巣を残置した側における細菌侵入前縁の深さよりも常に深かったが、それらの深さの差は、一般に自然着色の淡いウ蝕においてやや大きく、自然着色の濃いウ蝕においてやや小さい傾向がみられた。また、自然着色が淡くてフクシン液による染色が著明な象牙質では細菌がまばらに侵入しており、自然着色が濃くて染色によるフクシンの色が薄かったものでは細菌の侵入が濃密であって非侵入部とは比較的明瞭に分かれていた(図4)。

また、抜去した歯の切片標本を調べると、口腔内でフクシン液可染部を削除したはずの窩底象牙質の一部にわずかの細菌侵入が発見されたものが1例あったが、その部位にはフクシン液に染まった象牙質がごくわずか取り残されていたことが、

縦断面の精査によって発見された(図5)。

3. ウ蝕のX線像とフクシン染色

施術前のウ蝕歯のX線写真では、ウ蝕病巣に相当する部位に周囲の象牙質に比較して明らかにX線透過性の高い像が観察された。しかしこの脱灰像の境界は不明瞭であり、漠然と周囲の象牙質に移行していた。

同じ歯のフクシン液可染部削除後のX線写真では暗影の範囲はさらに著しく拡大されており、一部では明瞭な境界線によって窩底の位置が示されていたが、かような境界が不明瞭な部分が多かった。これにセメントを充填するとセメントのX線不透過像の境界によって窩底の位置がすべての場所でも明瞭になった(図6)。

上記の施術前のX線写真に認められた脱灰像とフクシン液可染部削除後の窩底の位置との間の距離は症例によりまちまちであったが、常に後者の範囲の方がはるかに広く、X線写真上で認められる脱灰像は削除すべき象牙質の範囲よりもはるかに狭い部分しか示さないことが判った。

考 察

1. フクシン・プロピレングリコール液染色

今回口腔内のウ蝕象牙質の染別に用いたフクシン液は、かつて細菌の染色に用いられていた¹²⁾塩基性フクシンを表面活性剤であるプロピレングリコールに0.5%の割合に溶解して作製したものであり、これはさきに寺嶋⁸⁾、大串¹³⁾および著者の第1報⁹⁾によって用いられたものである。

中性ホルマリンで固定したウ蝕歯の半截断面の象牙質が、このフクシン液で鮮明に赤染する浅層と全く染色されない深層とに明瞭な境界をもって染別されることはすでに寺嶋⁸⁾により発見されている。著者の第1報⁹⁾においてはホルマリン固定した抜去歯のウ窩にフクシン液を塗布して同様な染別が行なわれることを確認した。本実験では、ホルマリン液に全く接していない口腔内の生活歯のウ窩にフクシン液を作用させたのであるが、フクシン液の染色性は上記の寺嶋⁸⁾および著者の第1報⁹⁾の結果と同様であった。

ホルマリン固定が他の多くの色素の染色性を阻害しないことは、すでに Miller and Massler¹⁴⁾, Miller¹⁵⁾, Wirthlin¹⁶⁾等によっても確かめられているが、フクシン液においてもウ蝕を有する抜去歯を中性ホルマリンで固定したものと口腔内のウ蝕とでその染色性に変わりのないことが、寺嶋⁸⁾によって確認されている。本実験においても本研究の第1報⁹⁾と同様の成績を得たことは、そのことをさらに再確認するものである。

2. 細菌侵入の深さと口腔内でのフクシン染色

ウ蝕象牙質中に侵入しており、ウ蝕の原因菌として疑がわれている細菌は数多くあるが¹⁷⁻²³⁾、これらはいずれもグラム陽性菌に属しており²⁴⁾、また奥瀬⁷⁾や寺嶋⁸⁾が象牙質中の細菌侵入前縁を決める際、念のためにグラム陰性菌の染色をも試みたが、グラム陽性菌よりも深くまで侵入している陰性菌は発見されなかった。したがって、本実験においても第1報⁹⁾におけると同様に、病理組織標本中のグラム陽性菌侵入の前縁をもってウ蝕病巣における細菌侵入の前縁とみなした。

抜去歯について実験を行なった第1報⁹⁾においては、フクシン染色がコラゲン線維の健否を染め分けて^{13,25)}ウ蝕象牙質中の再石灰化不能の第1脱灰層²⁶⁾のみを識別するのみならず、それが同時に細菌侵入部を識別除去するためにも有効な指標となりうるということが明らかになった。本実験ではフクシン液を口腔内のウ窩に適用したのであるが、その結果、抜去歯のウ蝕におけると同様、口腔内においてもやはりフクシン染色で染まる象牙質と明らかな濃い自然着色部とを削除したあとの窩底象牙質には細菌の侵入した象牙細管が残っていないことが証明された。

濃い自然着色の存在するウ蝕象牙質ではフクシン染色による色は必らずしも明瞭ではないが、すでに奥瀬⁷⁾の報告で明らかなように、細菌侵入は自然着色の前縁よりは多かれ少なかれ遅れているので、自然着色部を完全に除けば細菌感染部も完全に除きうる。幸いに濃い自然着色がある場合には非着色部との境界は明瞭なので削除が容易である。しかしこのような場合には通常細菌侵入が自

然着色前縁に著しく近接している⁷⁾上に、細菌が前縁近くまで濃密に侵入していることが多いので、わずかでも自然着色部が取り残されると細菌の濃密な感染部が残る危険性があることに注意せねばならない。

これに対して、自然着色の淡い不明瞭なウ蝕では通常細菌侵入が自然着色前縁よりはるかに遅れており⁷⁾細菌の侵入もまばらなのが通常であるが、着色の前縁そのものが不明瞭なので、自然着色のみを指標にした削除ではわずかに感染した部分を残す危険がある。しかし幸いにもかような自然着色の淡いウ蝕ではフクシン液による染色がきわめて明瞭なので、これを指標にして削除すれば、感染象牙質を完全に除くことは容易である。

その他臨床上的問題点としては、口腔内におけるフクシン液可染部の見落としがある。本実験においても、口腔内で一応フクシン液可染部を削除したあとの窩底にもわずかな感染象牙質が残っていたものが1例だけあった。しかしこの歯の断面を精査するとその部には明らかにフクシン液に染った所が取残されていたので、染色部さえ注意深く完全に除けば、感染象牙質を残す危険はないものと考えられる。

本研究により、口腔内においてもフクシン液可染部と濃い自然着色部とをすべて削除すれば、ウ蝕象牙質中の細菌感染は完全に除きうるということが明らかになった。この方法によれば、器械の鋭鈍や術者の経験などの要素が介入することがなく、客観的な指標によりいっそう確実に細菌感染部を除去しうることが期待され、残留細菌による危険性への心配がなくなるものと思われる。

3. ウ蝕のX線像とフクシン染色

従来、臼歯部隣接面など直視しにくい部位のウ蝕の診査にはX線写真が好んで用いられ、またX線写真による診査結果を加味すれば肉眼的方法のみにたよるよりもウ蝕発見率が向上するとの報告が数多くあり²⁷⁻³¹⁾、各種のウ蝕予防法の効果の判定などには肉眼的方法とX線写真による方法が併用されてきた³²⁻³⁴⁾。しかし一方では、同じ歯であってもX線写真の撮影条件や撮影方法の違いが診

断結果に影響を与えること、特に初期ウ蝕の有無の判定については、多かれ少なかれX線写真所見と肉眼的所見および病理的所見がくい違う例があることなども報告されてきた³⁵⁻⁴¹⁾。

本実験において、ウ蝕の有無については肉眼的所見とX線写真上の診断とにくい違いが生じることはなかったが、これは対象としたウ蝕がすべて実質欠損をともなった中等度に進行したものであったためと思われる。実質欠損のあるウ蝕はX線写真でまちがいなく発見できることはすでにJung³⁷⁾によっても報告されている。

しかし、ウ蝕の深さについては、X線写真による所見のみでは確実な診断をすることが無理であることを思わせる報告もいくつかみられる^{31, 36-38, 41, 42)}。本研究においても、X線写真上で認められる脱灰像はフクシン染色によって示される削除すべき象牙質の範囲よりもはるかに狭い部分しか示さないことが明らかになった。したがって、象牙質に達したウ蝕の深さをX線写真のみで推測することは困難であり、削除すべき第1脱灰層の深さはそれよりもかなり深いものと考えが必要がある。

総括ならびに結論

これまで抜去歯を用いた実験で認められたところの、0.5%塩基性フクシン・プロピレングリコール液可染部を除去すればウ蝕象牙質中の細菌感染部を完全に除きうるということを、さらに口腔内の生活歯において確認するために、生活歯のウ窩をフクシン染色し、ウ蝕象牙質の濃い自然着色部とフクシン液可染部をその半側で削除（他の半側では残置）し、これを抜去して両部を通じた脱灰切片を作ってグラム染色を施し、光学顕微鏡による観察で削除の深さと細菌侵入の深さとを比較した。

また、かようなフクシン液可染部の深さとX線像との関係を知るために、口腔内ウ蝕歯X線像の施術前のものと、ウ蝕象牙質の濃い自然着色部とフクシン液可染部とを削除した後のもの、およびセメント充填を施した後のものとを比較した。

その結果、次のような知見を得た。

1. 口腔内のウ蝕においても、濃い自然着色部とフクシン液可染部とをすべて削除すれば、感染象牙質を完全に除きうる事が明らかになった。
2. X線写真でみられるウ蝕部のX線透過像は、フクシン染色で示される削除すべき象牙質の範囲よりもはるかに狭い部分しか示していなかった。

謝 辞

稿の終りに際し、終始御懇篤な御指導、御校閲をいただいた東京医科歯科大学第1歯科保存学教室の総山孝雄教授、および絶えず御助言をいただいた同教室の皆様にご心よりの感謝の意を捧げます。

また、病理切片標本作製について懇切なる御指導をいただいた口腔病理学教室の石川教授、清野技官、ならびにX線写真の現像について懇切なる御援助をいただいた歯科放射線学教室の中村教授、芝崎講師、千葉技官に深く御礼を申し上げます。

文 献

- 1) Black, G. V.: Operative Dentistry, Vol. 1, 9th ed., London, 1955, Henry Kimpton, p. 258.
- 2) McGehee, W. H. O., True, H. A. and Inskip, E. F.: Operative Dentistry, 4th ed., New York, 1956, McGraw-Hill Book Co., p. 192.
- 3) Gilmore, H. W.: Textbook of Operative Dentistry, St. Louis, 1967, The C. V. Mosby Co., p. 97.
- 4) Besic, F. C.: The Fate of Bacteria Sealed in Dental Cavities, J. Dent. Res., 22: 349-354, 1943.
- 5) Schouboe, T. and MacDonald, J. B.: Prolonged Viability of Organisms Sealed in Dentine Caries, Arch. Oral Biol., 7: 525-526, 1962.
- 6) Fisher, F. J.: The Viability of Micro-organisms in Carious Dentine beneath Amalgam Restorations, Brit. Dent. J., 121: 413-416, 1966.
- 7) 奥瀬孝一: ウ蝕象牙質の硬さと着色および細菌侵入度との関係, 口病誌, 31: 187-200, 1964.
- 8) 寺嶋節子: ウ蝕象牙質二層の染別に関する研究, 口病誌, 37: 279-286, 1970.
- 9) 佐藤裕一郎: フクシン染色を指標とする感染象牙質除去 第1報 抜去歯による実験, 口病誌,

- 40 : 420-427, 1973.
- 10) 清水文彦, 秋吉正豊 監修 : 臨床検査講座 12 病理学, 東京, 1972, 医歯薬出版.
 - 11) 太田邦夫, 畠山茂 : 病理顕微鏡標本の作り方, 東京, 1969, 南山堂, p. 164.
 - 12) 佐野豊 : 組織学研究法, 東京, 1970, 南山堂, p. 272.
 - 13) 大串貫太郎 : ウ蝕象牙質 2 層のコラゲン線維の性状 第 1 報 組織化学的観察, 口病誌, 40 : 65-74, 1973.
 - 14) Miller, W. A. and Massler, M. : Permeability and Staining of Active and Arrested Lesions in Dentine, Brit. Dent. J., 112 : 187-197, 1962.
 - 15) Miller, W. A. : Fat Staining in Carious Dentin, J. Dent. Res., 48 : 109-113, 1969.
 - 16) Wirthlin, M. R. : Acid-Reacting Stains, Softening, and Bacterial Invasion in Human Carious Dentin, J. Dent. Res., 49 : 42-46, 1970.
 - 17) Canby, C. P. and Bernier, J. L. : Bacteriologic Studies of Carious Dentin, J. Amer. Dent. Ass., 23 : 2083-2089, 1936.
 - 18) Burnett, G. W. and Scherp, H. W. : The Distribution of Proteolytic and Aciduric Bacteria in the Saliva and in the Carious Lesion, Oral Surg. Oral Med. & Oral Path., 4 : 469-497, 1951.
 - 19) Burnett, G. W. and Scherp, H. W. : Bacteriologic Studies of the Advancing Dental Lesion, J. Dent. Res., 30 : 766-777, 1951.
 - 20) Davies, E. E. and Nemes, J. L. : Anerobic Bacteria in Carious Dentine, Oral Surg. Oral Med. & Oral Path., 8 : 526-529, 1955.
 - 21) Onisi, M. and Nuckolls, J. : Description of Actinomycetes and Other Pleomorphic Organisms Recovered from Pigmented Carious Lesions of the Dentin of Human Teeth, Oral Surg. Oral Med. & Oral Path., 11 : 901-930, 1958.
 - 22) Parikh, S. R., Massler, M. and Bahn, A. : Microorganisms in Active and Arrested Carious Lesions of Dentin, N. Y. St. Dent. J., 29 : 347-355, 1963.
 - 23) Gibbons, R. J. : Bacteriology of Dental Caries, J. Dent. Res., 43 : 1021-1028, 1964.
 - 24) 口腔細菌学談話会編 : 歯学微生物学, 東京, 1968, 医歯薬出版, p. 233.
 - 25) 大串貫太郎 : ウ蝕象牙質 2 層のコラゲン線維の性状 第 2 報 電子顕微鏡的観察, 口病誌, 40 : 306-315, 1973.
 - 26) 加藤慎一 : 生犬の歯の人工軟化象牙質の再石灰化について, 口病誌, 35 : 613-625, 1968.
 - 27) Smith, R. K. : The X-ray-An Essential to Diagnosis and Prognosis of the Child Patient, J. Amer. Dent. Ass., 29 : 796-804, 1942.
 - 28) Cheyne, V. D. and Horne, E. V. : The Value of the Roentgenograph in the Detection of Carious Lesions, J. Dent. Res., 27 : 58-67, 1948.
 - 29) Barr, J. H. and Gresham, A. H. : The Detection of Carious Lesions on the Proximal Surfaces of Teeth, J. Amer. Dent. Ass., 41 : 198-204, 1950.
 - 30) Trithart, A. H., Tenn, J. and Donnelly, C. J. : A Comparative Study of Proximal Cavities Found by Clinical and Roentgenographic Examinations, J. Amer. Dent. Ass., 40 : 33-37, 1950.
 - 31) 親里嘉健, 中島寿子, 乾淳一, 田中篤彦, 伊藤雅夫, 吉原正彦 : 乳臼歯隣接面ウ蝕の肉眼的観察と X-Ray 的観察との判定差について, 小児歯科学雑誌, 9 : 74-78, 1971.
 - 32) Chilton, N. W. and Greenwald, L. E. : Studies in Dental Public Health Administration II. The Role of Roentgenograms in Public Health Dental Surveys, J. Dent. Res., 26 : 129-141, 1947.
 - 33) Blayney, J. R. and Greco, J. F. : The Evanston Dental Caries Study IX. The Value of Roentgenological vs. Clinical Procedures for the Recognition of Early Carious Lesions on Proximal Surfaces of Teeth, J. Dent. Res., 31 : 341-345, 1952.
 - 34) Hayes, R. L., McCauley, H. B. and Arnold, F. A. Jr. : Clinical and Roentgenographic Examinations for Dental Caries in Grand Rapids, Mich., Public Health Reports, 71 : 1228-1236, 1956.
 - 35) Burket, L. W. : The Accuracy of Clinical and Roentgenologic Diagnosis of Dental Caries as Determined by Microscopic Studies, J. Dent. Res., 20 : 71-76, 1941.
 - 36) Galagan, D. J. and Vermillion, J. : Diagnosis of Caries by Radiographic Interpretation, J. Dent. Res., 35 : 33-38, 1956.
 - 37) Jung, T. : Die Kontaktflächenkaries, Röntgenbefund und histologischer Befund, D.Z.Z., 20 : 630-633, 1965.
 - 38) Webber, R. L., Benton, P. A. and Ryge, G. : Diagnostic Variations in Radiographs, Oral Surg. Oral Med. & Oral Path., 26 : 800-809, 1968.
 - 39) Marthaler, T. M. and Germann, M. : Radiographic and Visual Appearance of Small Smooth Surface Caries Lesions Studied on

Extracted Teeth, Caries Res., 4 : 224-242, 1970.

- 40) 丸森賢二 : 齲蝕の診査, 特に初期齲蝕の発見について, 齒界展望別冊 齒科X線診査, 東京, 医歯薬出版, p. 103.

- 41) Rugg-gunn, A. J. : Approximal Carious Le-

sions, A Comparison of the Radiological and Clinical Appearances, Brit. Dent. J., 133 : 481-484, 1972.

- 42) McDonald, R. E. : Dentistry for the child and adolescent, St. Louis, 1969, The C. V. Mosby Co., p. 148.