

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 4 月 24 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K20607

研究課題名(和文) 歯科健診における初期脱灰病変に対するガイドラインの確立

研究課題名(英文) Establishment of guideline for early demineralized lesion found in regular checkup at school

研究代表者

渡辺 幸嗣 (WATANABE, Koji)

明海大学・歯学部・准教授

研究者番号：30570650

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において、平成27年度には、患児の養育環境と齲蝕罹患状況について基本的な情報を蓄積しつつ、歯垢付着状況の評価および初期脱灰病変の評価において、QLF-Dと従来の手法の間に違いが生じないことを確認し、日本小児歯科学会、虐待防止・歯科研究会、日本小児保健協会学術集会、日本健康医療学会において発表した。また、平成28年度には、齲蝕感受性の高い患児において、酸性環境下にて乳歯エナメル質から多くのアルミニウムが溶出することを発見すると共に、フッ素徐放性歯科材料の再石灰化療法における有効性をQLF-Dを応用して確認し、論文発表(共にOpen Journal of Stomatology)した。

研究成果の概要(英文)：In the first year, the basic data on relationship between children's nurturing surroundings and caries prevalence were collected. Evaluations of plaque distribution and early demineralized lesion were compared between QLF-D and traditional procedure. The results were reported in the Congresses of Japanese Association of Pediatric Dentistry, Japanese Dental Society for Prevention of Child Abuse and Neglect, the Japanese Society of Child health, and Japanese Society of Medical Health Science. In the second year, the relationship between aluminum elution from deciduous enamel in acid surroundings and caries proneness were clarified as one of the parameters of individual caries risk. It was also clarified using QLF-D that application of fluoride releasing material to early demineralized lesion was effective in remineralizing therapy. These findings were published in Open Journal of Stomatology.

研究分野：小児歯科学

キーワード：歯科健診 初期脱灰病変 歯垢付着状況 QLF-D 生活習慣

1. 研究開始当初の背景

子どもの齲蝕は減少傾向にあるが、平成 24 年度文科省学校保健統計調査・齲蝕有病者率によると、5 歳児 43%が 9 歳児で 63%に、永久歯列のスタートする 12 歳児 43%が 17 歳で 63%に増加している。これらの現状については、その間における的確な健診および衛生指導の在り方に問題があることが指摘されている。歯科医師の技量不足、精度限定下での歯科健診による単なる治療勧告から、統一性のある初期齲蝕病変の診査と確実な予防のできる体制への転換が迫られている。初期脱灰病変を客観的に評価し、歯科健診のスクリーニング機能を向上させることが今後の小児の口腔保健にとって最も重要な課題と考える。

2. 研究の目的

QLF-D を応用し、学校歯科健診で実践可能な歯垢付着状況の評価法および evidence に基づく初期脱灰病変の診査と管理のガイドラインを確立すること。

3. 研究の方法

(1)QLF-D を応用した歯垢付着状況の評価法について

QLF-D および従来の染め出しによる手法を用いてそれぞれ歯垢付着状況を診査する。歯垢が付着していると判定された領域の歯軸方向の径の歯冠高径に対する割合を求め、得られた値を Bland-Altman Plot および Pearson の相関係数により両手法間で比較し、両手法間で歯垢付着状況の診査結果に違いが生じるか否かを検索した。

本研究において、歯垢付着状況の診査の指標として、歯冠高径に対する歯垢付着領域と判定された領域の歯軸方向に占める割合を採用した。これは、歯科で広く応用されている Oral Health Index において歯垢が歯冠のどの程度の範囲を覆っているかを診査することに基づいて採用された。また、歯垢付着領域と判定された領域が歯冠高径に占める歯軸方向の割合を求めることにより、両手法による画像取得時の撮影角度の誤差を補正することができると思われる。

本研究では、ふたつの異なる手法により診査した結果が同じとみなすことができるかどうかの判定に、Pearson の相関係数と Bland-Altman Plot を用いた。Pearson の相関係数からは、「両手法による測定結果に同じ傾向が見られる」ことを示すことしか明らかとならず、このことは、「両手法による測定値に差がない」ことを保証するものではない。そこで、本研究では、Pearson の相関係数に加えて、Bland-Altman Plot により検定を行うこととした。Bland-Altman Plot とは、二つの異なる手法によって得られた測定結果の間に系統誤差が存在するか否かを判定する統計法であり、医学の調査や研究にしばしば用いられている。加算誤差と比例誤差を合わせて系統誤差という。加算誤差とは、二つの異なる手法によって得られた測定結果

の間に常に一定の差が存在する場合の差をいう。例えば、「速度計測計 A で測定した結果は、速度の大小に関わらず常に速度計測計 B で測定した結果よりも値が 10 (km/時) 大きく出る」という場合の差である。一方、比例誤差とは、二つの異なる手法によって得られた測定結果の間には、測定結果の値が小さい(あるいは大きい)場合には両手法により得られた測定結果に差が認められないものの、測定結果の値が大きく(あるいは小さく)なるに従ってだんだん両者の差が大きくなるという場合の差である。例えば、「速度計測計 A と速度計測計 B は、速度が小さい場合には測定結果に差はないが、速度が上がるに従って両者の間の計測結果に差が生じてきて、その差が速度の増加とともに増大する」という場合の差である。加算誤差および比例誤差が存在している場合でも、両手法の測定結果の傾向が同じであれば、Pearson の相関係数は高い相関を示す結果となることがある。従って、「系統誤差がない」、「Pearson の相関係数が高い」というふたつの条件を満たした場合に両手法による診査(測定)結果は一致するといえる。

(2)QLF-D を応用した脱灰病変の評価法について

歯科医師経験 3 年以上を有する歯科医師 3 名により、乳臼歯隣接面の齲蝕の診査を行い、患者ごとに平均齲蝕歯面数を算出した。次いで、同じ患児の同じ乳臼歯隣接面を対象として、QLF-D およびデンタルエックス線写真により齲蝕の有無を診査し、検出された齲蝕歯面数を比較した。

(3)齲蝕リスクとなる養育環境、齲蝕リスクに影響を与える因子の検索について

齲蝕進行のリスクを増大させる生活習慣や要因を特定するために、年齢、性別、既往歴、家族歴、歯垢の付着状況、主養育者および主養育者の口腔保健への関心の高さ、患児の好きな食べ物・飲み物、悪習癖の有無、睡眠時間、家族構成について調査し、患児の齲蝕罹患状況(齲蝕歯数)との関連について検索した。具体的には、対象となった患児を年齢別、家族構成別、歯磨き回数別、仕上げ磨きの有無、頻回に摂取する間食別にグループ分けし、齲蝕歯数に違いがみられるかどうかを検索した。

また、齲蝕が多い患児のエナメル質と齲蝕が少ない患児のエナメル質の特徴を把握し、スクリーニングおよび初期脱灰病変の管理に役立てる目的で、齲蝕感受性(患児の齲蝕歯数)と乳歯エナメル質から酸性環境下(pH 5.5 および 6.2)にて溶出するアルミニウム量との関係性について検索した。交換に伴って脱落した乳歯を収集し、同時にドナー患児の口腔内診査を行い、齲蝕歯数(dmf 歯数、DMF 歯数)をカウントした。収集された乳歯エナメル質から齲蝕病変および修復物を除去し、健全部エナメル質の一部をマスキングテープで被覆してそのほかの歯表面を即時

重合レジンで被覆した後、マスキングテープを除去した。マスキングテープ除去後、マスキングテープの面積を planimeter (Marble, Sydney, Australia) を用いて測定した。作成した標本を 37 で人工唾液 (pH 5.5 および 6.2) に 4 時間浸漬した。浸漬 4 時間後、人工唾液中のアルミニウム濃度を flameless atomic absorption spectrophotometry (model Z-8200; Hitachi, Tokyo, Japan) を用いて測定し、単位面積当たりのアルミニウム溶出量を算出した。収集した乳歯を、健全歯群 (ST 群) 齲蝕経験歯群 (CE 群) に分類し、CE 群をさらに処置歯群 (TC 群) と見処置歯群 (UC 群) に分類したうえで、pH 5.5 および 6.2 における単位面積当たりのアルミニウム溶出量を比較した。

さらに、初期脱灰病変の管理の際に有効と考えられるフッ素徐放性の PRG バリアコートの初期脱灰病変に対する再石灰化療法における有効性を QLF-D を応用して検索した。牛歯唇側面にマスキングテープとネイルバーニッシュを用いて 1×1mm のウィンドウを 4 つ作成した。まず、4 つのウィンドウのうち、1 つのウィンドウの半分の領域を PRG バリアコートで被覆し、もう 1 つのウィンドウを同様に従来の歯科被覆材で半分被覆した。残りの 2 つのウィンドウには何も施さず、牛歯を 38 で 21 日間乳酸溶液に浸漬した。乳酸溶液浸漬 21 日後、牛歯を乳酸溶液から取り出し、PRG バリアコートと従来の歯科被覆材を取り除き、これら 2 つのウィンドウをネイルバーニッシュで完全に被覆した。その後、何も応用せずに乳酸溶液に曝露した 2 つのウィンドウに対して、1 つは PRG バリアコートで、残りの 1 つは従来の歯科被覆材でウィンドウ領域の半分を被覆した状態で牛歯を 38 で 10 日間超純水に浸漬した。超純水浸漬 10 日後、牛歯を超純水から取り出し、全ての歯科材料とネイルバーニッシュを除去し、各ウィンドウのミネラル密度を QLF-D を応用して測定した。ウィンドウの群分けは、PRG バリアコート応用下で脱灰されたウィンドウ (DM-PRG 群)、従来の歯科被覆材応用下で脱灰されたウィンドウ (DM-TCM 群)、脱灰後、PRG バリアコート応用下で再石灰化されたウィンドウ (RM-PRG 群)、脱灰後、従来の歯科被覆材応用下で再石灰化されたウィンドウ (RM-TCM 群) とし、各群間で平均 Q 値を比較した。

同様にして、牛歯唇側面にマスキングテープとネイルバーニッシュを用いて 1×1mm のウィンドウを 4 つ作成した。まず、4 つのウィンドウのうち、1 つのウィンドウの半分の領域を、フッ素徐放性で有名なガラスアイオノマーセメントで新たに開発された FujiVII で被覆し、もう 1 つのウィンドウを同様に従来のガラスアイオノマーセメントで半分被覆した。残りの 2 つのウィンドウには何も施さず、牛歯を 38 で 21 日間乳酸溶液に浸漬した。乳酸溶液浸漬 21 日後、牛歯を乳酸溶

液から取り出し、FujiVII と従来のガラスアイオノマーセメントを取り除き、これら 2 つのウィンドウをネイルバーニッシュで完全に被覆した。その後、何も応用せずに乳酸溶液に曝露した 2 つのウィンドウに対して、1 つは FujiVII で、残りの 1 つは従来のガラスアイオノマーセメントでウィンドウ領域の半分を被覆した状態で牛歯を 38 で 10 日間超純水に浸漬した。超純水浸漬 10 日後、牛歯を超純水から取り出し、全ての歯科材料とネイルバーニッシュを除去し、各ウィンドウのミネラル密度を QLF-D を応用して測定した。ウィンドウの群分けは、FujiVII 応用下で脱灰されたウィンドウ (DM-FujiVII 群)、従来のガラスアイオノマーセメント応用下で脱灰されたウィンドウ (DM-TGIC 群)、脱灰後、FujiVII 応用下で再石灰化されたウィンドウ (RM-FujiVII 群)、脱灰後、従来のガラスアイオノマーセメント応用下で再石灰化されたウィンドウ (RM-TGIC 群) とし、各群間で平均 Q 値を比較した。

4. 研究成果

(1) QLF-D を応用した歯垢付着状況の評価法について

歯垢付着状況の診査においては、Bland-Altman Plot により、染め出し法と QLF-D による診査結果の間に系統誤差が存在しないことが示唆され Pearson の相関係数は強い正の相関を示した。以上の結果より、歯垢の付着状況は染め出しを行わずとも QLF-D を応用して効率的にかつ染め出し法と同じ精度で評価が可能であることが示唆され、限られた時間で多くの人数の歯科健診を行わなければならない学校歯科健診の場での歯垢付着状況の評価に際し、QLF-D は有用であることが示唆された。

(2) QLF-D を応用した脱灰病変の評価法について

また、脱灰病変の診査においては、QLF-D による脱灰病変の診査とエックス線写真による診査の結果では、同程度の齲蝕検出能を有することが示された。と同時に、QLF-D およびエックス線写真において検出された脱灰病変の多くが視診で見落とされることが明らかとなり、本研究では、視診に頼っている現在の学校歯科健診の精度に対する疑問と、QLF-D を学校歯科健診で有効に活用することによりその精度を向上させることができる可能性が高いことが示唆された。

(3) 齲蝕リスクとなる養育環境、齲蝕リスクに影響を与える因子の検索について

生活習慣と齲蝕罹患については、一貫した傾向は明らかとならなかった。サンプル数が未だ少ないことが要因として考えられ、今後、更なるデータの蓄積と解析が求められる。

酸性環境下での乳歯エナメル質からのアルミニウム溶出量については、pH5.5 において、ST 群では溶出したアルミニウム量は 57.7 ± 5.9 (ng/cm²) であったのに対し、CE 群では溶出したアルミニウム量は

93.4 ± 63.7 (ng/cm²)と高値を示した(p<0.05)。また、CE群において、TC群とUC群を比較したところ、UC群 98.3 ± 13.0 (ng/cm²)であったのに対し、TC群 90.7 ± 10.6 (ng/cm²)であり、有意差は認めなかった(表1)。

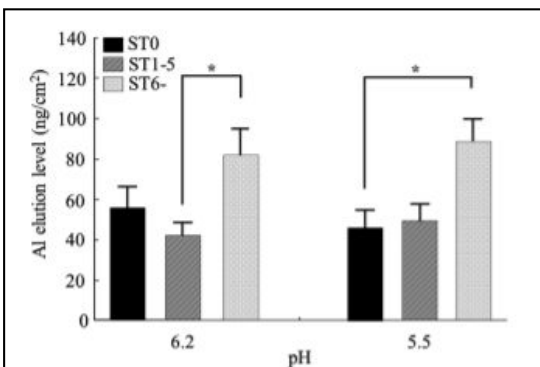
表1. 酸性環境下における乳歯エナメル質からのアルミニウム溶出量

Parameter		Al (ng/cm ²)	
Group	Number	pH 6.2	pH 5.5
ST	38	52.7 ± 5.1	57.7 ± 5.9
CE	66	64.8 ± 5.3	93.4 ± 63.7
UC	22	67.8 ± 10.1	98.3 ± 13.0
TC	44	63.1 ± 6.1	90.7 ± 10.6

*p<0.05.

Open Journal of Stomatology, 2016, 6, 127-134 より

更に、ST群において、その乳歯自身に齲蝕経験がなくても、ドナーとなった患児の口腔内に存在する齲蝕の本数別に、ST群を齲蝕無し児群(ST0群)、齲蝕歯数1本以上5本以下児群(ST1-5群)、齲蝕歯数6本以上児群(ST6-群)に群分けして酸性環境下で溶出するアルミニウム溶出量を比較したところ、pH5.5においてはST6-群がST0群よりも有意に高値を示し(p<0.05)。pH6.2においてはST6-群がST1-5群よりも有意に高値を示した(p<0.05)(図1)。

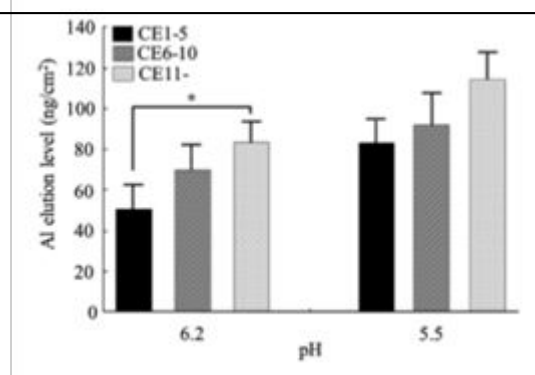


*p<0.05

図1. ST群における齲蝕歯保有数に基づくアルミニウム溶出

Open Journal of Stomatology, 2016, 6, 127-134 より

同様にCE群においてもドナー患児の口腔内の齲蝕歯数に基づいて齲蝕歯数1本以上5本以下児群(CE1-5群)、齲蝕歯数6本以上10本以下児群(CE6-10群)、齲蝕歯数11本以上児群(CE11-群)に群分けして酸性環境下でアルミニウム溶出量を比較したところ、pH6.2においてCE11-群がCE1-5群よりも有意に高値を示した(p<0.05)(図2)。



*p<0.05

図2. CE群における齲蝕歯保有数に基づくアルミニウム溶出

Open Journal of Stomatology, 2016, 6, 127-134 より

以上の結果より、乳歯エナメル質から酸性環境下で溶出するアルミニウム量は、その乳歯自身に齲蝕が存在するか否かに関わらず、また、その乳歯に齲蝕が存在したパイでも、その齲蝕が治療済みか否かに関わらず、ドナー患児の口腔内が齲蝕感受性が高い場合に高値を示すことが示唆された。このことは、交換に伴い脱落した乳歯のエナメル質を酸性環境下に置き、アルミニウム溶出量を測定することにより、患児の齲蝕感受性を評価することが可能となり、学校歯科健診その他の場で効果的に患児の齲蝕リスクに合わせた生活習慣指導や歯科保健指導を遂行するために、重要な情報を提供してくれる可能性があることを示唆してくれた。

フッ素徐放性歯科材料の抗脱灰作用に関するQLF-Dを応用した評価研究では、Q値は、DM-TCM群とDM-PRG群の間には有意な差は認められなかったが、RM-PRG群-60 ± 44 (%・pixels)がRM-TCM群-315 ± 193 (%・pixels)よりも有意に高値を示した(p<0.01)(表2)。

表2. フッ素徐放性歯面コーティング剤のQ値

Group	ΔQ Value (%pixels)
DM-TCM	-787 ± 683
DM-PRG	-463 ± 529
RM-TCM	-315 ± 193**
RM-PRG	-60 ± 44**

**p<0.01.

Open Journal of Stomatology, 2016, 6, 127-134 より

更に、DM-FujiVII群とDM-TGIC群の間においても有意差を認めなかったが、RM-FujiVII群-5 ± 10 (%・pixels)がRM-TGIC群-56 ± 43 (%・pixels)よりも有意に高値を示した(p<0.01)(表3)。以上の結果より、フッ素徐放性歯科材料の抗齲蝕作用は脱灰の防止よりも再石灰化の促進により効果を発

揮ることが示唆され、学校歯科健診そのほかの場で初期脱灰病変が発見された場合、フッ素徐放性歯科材料による歯のコーティング等の積極的な応用が有効であることが示唆された。

表 3. 従来ガラスアイオノマーセメントと新たに開発されたガラスアイオノマーセメント FujiVII の Q 値

Group	ΔQ Value (%pixels)
DM-TGIC	-25 ± 36
DM-FujiVII	-33 ± 46
RM-TGIC	-56 ± 43*
RM-FujiVII	-5 ± 10*

*p < 0.05.

Open Journal of Stomatology, 2016, 6, 127-134 より

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Koji Watanabe, Toshiko Tanaka, Ayaka Enomoto, Katsura Saeki, Shigenori Kawagishi, Hideaki Nakashima, Kenshi Maki, Shigeru Watanabe. Acid Elution of Aluminum and Calcium from Human Deciduous Enamel in Relation to Dental Caries. Open Journal of Stomatology; 2016, 6: 127-134. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ojst.2016.62007>

Koji Watanabe, Takashi Sasabe, Shigeru Watanabe. Evaluating Acid Resistance Effect of Fluoride-releasing Dental Materials using Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital In Vitro. Open Journal of Stomatology, 2016; 6: 127-134. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ojst.2016.64016>

[学会発表](計 6 件)

渡辺幸嗣、中村昭博、尾基令奈、巢瀬賢一、小野義晃、諸星孝夫、渡部 茂。小児における養育環境と齲蝕罹患との関連性について。第 53 回日本小児歯科学会大会。2015 年。広島国際会議場(広島県・広島市)

渡辺幸嗣。小児の養育環境と齲蝕罹患状況。虐待防止・歯科研究会。2015 年。日本大学歯学部(東京都・千代田区)

渡辺幸嗣、巢瀬賢一、渡部 茂。小児の養育環境と口腔内環境について。第 62 回日本小児保健協会学術集会。2015 年。長

崎ブリックホール他(長崎県・長崎市)

渡辺幸嗣、中村昭博、尾基令奈、巢瀬賢一、小野義晃、渡部 茂。小児の齲蝕に大きな影響を与える生活習慣。第 8 回日本健康医療学会。2015 年。海運クラブ(東京都・千代田区)

渡辺幸嗣、鈴木 亮、中村昭博、池田英史、江田康輔、吉原幸司郎、渡部 茂。Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital による歯垢検知法。第 8 回日本健康医療学会。2015 年。海運クラブ(東京都・千代田区)

渡辺幸嗣、中村昭博、巢瀬賢一、中村徳三、雀部貴志、渡部 茂。歯科検診時の指導における齲蝕罹患に影響を与える小児の養育環境。第 54 回日本小児歯科学会。2016 年。東京ドームホテル(東京都・文京区)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 幸嗣(WATANABE, Koji)
明海大学・歯学部・准教授
研究者番号：30570650

(2) 研究分担者

渡部 茂(WATANABE, Shigeru)
明海大学・歯学部・教授
研究者番号：60113049

(3) 連携研究者

稲葉 大輔 (INABA, Daisuke)
岩手医科大学・歯学部・准教授

研究者番号：90146085

(4)研究協力者

荻原 孝 (OGIHARA Takashi)

明海大学・歯学部・助教

研究者番号：458453