

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号： 1 2 6 0 2

研究種目： 若手研究(B)

研究期間： 2016 ~ 2019

課題番号： 1 6 K 2 0 4 4 8

研究課題名（和文）光走査型干渉断層計を利用した非う蝕性歯頸部欠損の病因解明

研究課題名（英文）Elucidation of etiology of Non-carious cervical lesion using SS-OCT

研究代表者

三田 郁美（和田）（Sanda, Ikumi）

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・非常勤講師

研究者番号： 3 0 7 5 4 9 8 1

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000 円

研究成果の概要（和文）：歯の脱灰や亀裂、摩耗など、従来の画像診断法では捉えることのできなかった変化を SS-OCT 断層画像により表示し、疾患の予防と進行抑制に向けた対応に利用できることが分かった。また歯の光学的変化を計測することにより、疾患の発症機序の解明に向けた研究に利用できる可能性が示唆された。この研究成果は、病因のより良い理解に貢献し、NCC の最適な臨床診療の確立に貢献するといえる。更に、SS-OCT は非破壊で NCCL の臨床観察が可能であり、SS-OCT の臨床応用の有用性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで NCCL 部を SS-OCT を用いて観察・分析を行った研究は見当たらず、新規性の高い研究と言える。本研究の遂行により SS-OCT の歯科領域での有用性が証明されることで、SS-OCT の日本発・世界初の歯科臨床導入に繋がり、関連研究分野の進展に貢献できる。また本研究の結果から、今まで放置されていた NCCL の病態の一部が明らかになることで、NCCL の診断・治療そして予防の一助となる。さらに SS-OCT を用いた客観的に行う診断は精度が高く、安全性の高い歯科治療を実現するものであり、国民の口腔の健康推進に大きく貢献する。患者さんの立場からも今までにない新たな歯科医療サービスの向上に繋がる。

研究成果の概要（英文）：Non-carious cervical lesion (NCCL) is defined as a structural defect of hard tissues caused by non-carious process found at cervical region. NCCL is frequently accompanied by collateral conditions such as dental hypersensitivity, food debris retention, higher incidence of caries, tooth fracture and esthetic problem. However, treatment strategy of NCCL has not been established because etiological evidence is still not fully elucidated. We've neither identified the benchmark for intervention. In the current studies using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT), our research group have found that NCCL frequently has crack in enamel and demineralization in dentin. This finding contributes to better understanding of etiology and establish optimal clinical practice for NCCL. SS-OCT showed the potential to obtain the cross-sectional images for studying NCCL noninvasively. The results of the current study showed the possible association of NCCL formation.

研究分野： 歯科

キーワード： SS-OCT 非う蝕性歯頸部欠損

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

1．研究開始当初の背景

（１）NCCL の深刻化と、未だ不明とされる NCCL の病因子

現在、う蝕・歯周病に次ぐ疾患として、非う蝕性歯頸部欠損（Non-carious Cervical Lesion: 以下 NCCL と表記）が深刻な問題となり、世界の注目を集めている。その理由として、う蝕や歯周病の病態が明らかにされた事で治療法や予防法が確立し、歯の残存率は向上したが、NCCL によって歯の寿命が縮められていることが挙げられる。

NCCL は歯頸部にみられる非う蝕性の実質欠損であり、知覚過敏、う蝕、露髄、歯牙破折、審美障害等、深刻な問題を引き起こす。さらに、NCCL は 1 歯に限らず口腔内で多発的に進行が見られるケースが多く、一度発生すると多数歯に及んで歯の寿命を縮めかねない。しかしながら、NCCL の確立された病因説は未だ明らかにされておらず、診断基準や治療法、予防法についても確立していないのが現状である [1]。

この背景として NCCL 内部の臨床観察を行う手段が今までなかったことが挙げられる。

（２）安心で安全な歯科用画像診断機器

光走査型干渉断層計（Swept-Source Optical Coherence Tomography ;以下 SS-OCT と表記）は生体に無害な近赤外光を用いて行う、被曝を受けない画像診断装置である。非侵襲的でありながら、画像の解像度は CT や MRI の 10 倍以上と非常に高く、リアルタイムで組織の精密断層画像構築ができる。本学では世界に先駆けて、歯科臨床応用に向けての SS-OCT の研究開発が行われている。

本研究は SS-OCT 画像を用いて NCCL の診断基準値を提示することで、検出精度と客観性の高い、新しい歯科診断の創造を目指す。

2．研究の目的

（１）本研究の目的は、SS-OCT を用いて、NCCL の病因解明を行い、その診断や予防及び治療法の提案に取り組むことである。

（２）歯科臨床応用に向けての SS-OCT の研究開発を行うため、SS-OCT の歯科領域での有用性を示す。

3．研究の方法

東京医科歯科大学歯学部附属病院の患者に協力を得て、口腔内の NCCL 画像を OCT にて取得し、研究を行う。SS-OCT は、近赤外光を超高速で走査することで、臨床現場にてリアルタイムでの画像診断が可能である。

実験は、実際の臨床現場にてデータ分析を行う実験から構成されており、平成 28 年度から平成 30 年度にかけて NCCL の長期観察を行う。

NCCL の長期観察期間は、A 脱灰の診断基準値の標準化、B データ集計及び NCCL の成因説の検討、C SS-OCT を用いた診断や治療、予防管理方法の提案 の 3 つの段階から進める。

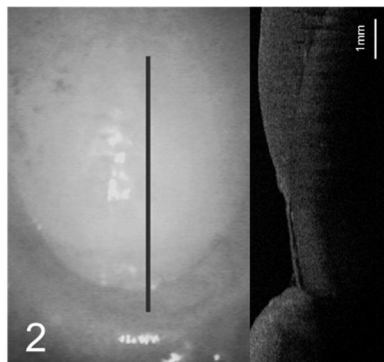
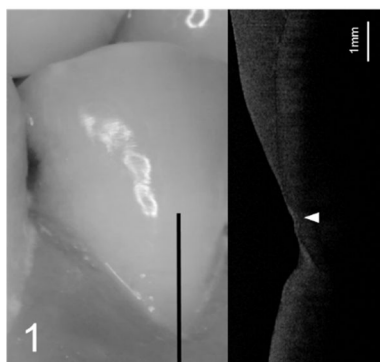
4．研究成果

A 脱灰の診断基準値の標準化

SS-OCT を用いて得られた生活歯の NCCL のデータの、光の屈折率、減衰率、散乱係数、異方性などの光学的特性の変化を計測し、これらの特徴を利用して脱灰の診断基準値を導き出した。数値化することで、NCCL 病変を客観的に診断する指標としての有用性が示唆されている。これらの研究結果より、非破壊で被験者の歯の歯頸部の脱灰状況を明らかにする事が可能となった。これは未だに病因子の明らかにされていない NCCL の進行を解明するのに重要な所見であり、当該分野の研究に貢献した [2 , 3]。

B データ集計及び NCCL の成因説の検討

自身の研究より得られた脱灰の基準値を基に、歯頸部象牙質を SS-OCT を用いて脱灰評価を行った。象牙質の脱灰所見は全被験歯の 38.4% にみられた。そのうち、NCCL を有する歯の 68.9%、NCCL を有さない歯の 2.4% に脱灰所見がみられ、有意差が認められた (chi-squared test with Bonferroni correction.)。また、NCCL のない健全歯群では、NCCL を有する被験者では 5.8% の被験歯歯頸部に輝度の上昇がみられ、脱灰の減衰係数の閾値を超えていた (Figure1)。一方で、NCCL を有さない被験者の被験歯歯頸部で輝度の上昇はみられなかった (Figure2)。

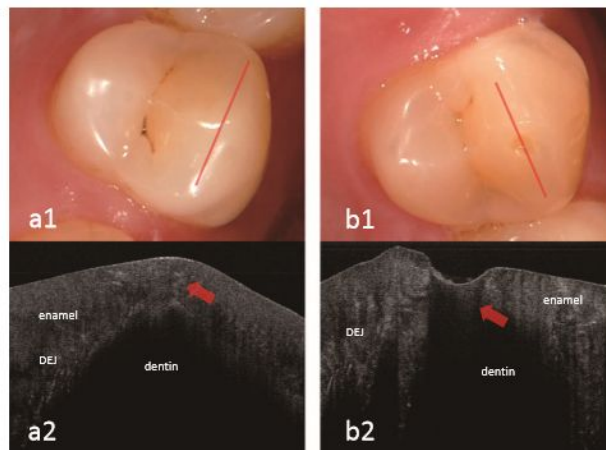


(Figure 1) Intact teeth in patients with NCCLs. In SS-OCT, brightness of the dentin was increased (arrow).

(Figure 2) Intact teeth in patients without NCCLs.

SS-OCT の NCCL の断層画像から、視診では不確定な象牙質の状態を非破壊で把握することができ、CT 画像の有用性が示唆された。NCCL を有する被験者の NCCL のない被験歯歯頸部では光学的特性の変化がみられ、脱灰の可能性が高い。一方で NCCL を有さない被験者の歯頸部象牙質では光学的な変化はみられなかったことから、脱灰がこれら歯頸部欠損の病因子である可能性が示唆された。

また、SS-OCT を用いて歯の加齢変化の非侵襲画像診断を行った。NCCL の成因説の一つとして、咬む力も挙げられていることから、SS-OCT を用いて歯の摩耗と亀裂の観察を行い、評価を試みた。SS-OCT を用いると、後方散乱光シグナルによってエナメル質亀裂の有無と深さを観察することができ、象牙質まで侵入した亀裂も正確に診断することができた。また 3D SS-OCT の評価により、エナメル質亀裂の形態が歯の発症部位によって異なることがわかった。NCCL はセメント-エナメル境付近の欠損であり、齶蝕以外の原因によって発症する。In vivo の NCCL について SS-OCT の断層画像を撮影し、NCCL の大きさと歯頸部エナメル質の亀裂、脱灰を調査し比較した。また、臨床でみられる咬合面の摩耗について SS-OCT による観察を行った結果、エナメル質と象牙質の残存歯質を表示することができた(Figure 3)。



(Figure3) SS-OCT images of occlusal attritions. SS-OCT scanning was performed along the red lines in upper images. a2 and b2: SS-OCT images. a1, a2. Remaining thickness of enamel at the buccal cusp was very thin, but still remained (arrow). B1, b2. Buccal cusp of premolar exhibited dentin exposure (arrow).

SS-OCT を用いると、歯の亀裂や摩耗など、従来の画像診断法では捉えることのできなかった変化を断層画像により表示し、疾患の予防と進行抑制に向けた対応に利用することが分かった。また歯の光学的変化を計測することにより、疾患の発症機序の解明に向けた研究に利用できる可能性が示唆された。

C SS-OCT を用いた診断や治療、予防管理方法の提案

自身の研究で得られた脱灰の診断基準値を用い、シンポジウムにて新たな NCCL の治療法の提案を行った。

SS-OCT を使用した NCCL の観察により、NCCL が頻繁にエナメル質に亀裂を生じ、象牙質に脱灰することが判明した。

この結果に基づき、NCCL の修復方法として 1. 脱灰歯質の除去 (低速回転切削器具による除去) 2. 亀裂の除去 (NCCL 縁部のベベルの付与) および 3. NCCL の明示化 (歯肉溝への圧排糸の挿入) からなる 3 つのステップを提案した。

この研究成果は、病因のより良い理解と、NCC の最適な臨床診療の確立に貢献するといえる。更に、SS-OCT は非破壊で NCCL の臨床観察が可能であり、SS-OCT の臨床応用の有用性が示唆された。

<引用文献>

- 1、Attrition, Abrasion, Corrosion and Abfraction Revisited: A New Perspective on Tooth Surface Lesions., J.O.Grippio et al., JADA 135:1376, 2004.
- 2、Clinical assessment of non carious cervical lesion using swept-source optical coherence tomography. Wada Ikumi et al., Journal of Biophotonics. 8:846, 2015.
- 3、Optical analysis of enamel and dentin caries in relation to mineral density using swept-source optical coherence tomography. Ueno T et al., Journal of Medical Imaging. 2016 Jul;3(3):035507

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 島田康史、今井加奈子、セガラ ミッシェル、和田郁美、サドル アリレザ、中嶋省志、角保徳、田上順次、吉山昌宏	4. 巻 39
2. 論文標題 光干渉断層計を用いた歯の加齢的变化の非侵襲画像診断	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本レーザー医学会誌	6. 最初と最後の頁 28-36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueno T, Shimada Y, Matin K, Zhou Y, Wada I, Sadr A, Sumi Y, Tagami J.	4. 巻 3
2. 論文標題 Optical analysis of enamel and dentin caries in relation to mineral density using swept-source optical coherence tomography	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Medical Imaging	6. 最初と最後の頁 Epub
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1117/1.JMI.3.3.035507	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 和田郁美、島田康史、吉山昌宏、角保徳、田上順次
2. 発表標題 歯頸部象牙質の光干渉断層計を用いた臨床評価
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ikumi Wada Sanda
2. 発表標題 Evidence based restorative treatment for non-carious cervical lesion.
3. 学会等名 Simpozijum iz restaurativne stomatologije (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田郁美, 島田康史, 吉山昌宏, 角保徳, 田上順次
2. 発表標題 歯頸部象牙質の光干渉断層計を用いた臨床評価
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R.Takahashi, Y Shimada, Y Chiang, I wada, Y Sumi, J Tagami.
2. 発表標題 11.Comparison of Light-cured Pit and Fissure Sealants on Enamel Demineralization Using Swept-source Optical Coherence Tomography.
3. 学会等名 International Association for Dental Research (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Araveti Sandeep Kumar, Hiraishi Noriko, Luong Dao Minh Nguyet, Sanda Ikumi Wada, Shimada Yasushi, Sumi Yasunori, Otsuki Masayuki, Tagami Junji.
2. 発表標題 セメント-エナメル境形態による非う蝕性歯頸部歯質欠損発現率の研究
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----