

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11163

研究課題名(和文) 磨耗メカニズムを考慮した睡眠時ブラキシズム患者に使用する歯冠修復材料の選択

研究課題名(英文) Selection of dental crown restoration materials for bruxism patients with sleep in consideration of wear mechanism

研究代表者

桑鶴 利香 (Kuwatsuru, Rika)

九州大学・大学病院・学術研究員

研究者番号：20325567

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：セラミックス対エナメル質の磨耗試験において、3つの異なる接触状態での咀嚼シミュレーション試験を行った結果、ガラスセラミックスとジルコニアの対合歯磨耗量は、往復滑走運動では表面粗さの影響を受けた。また反復衝突運動では表面粗さに関わらず、エナメル質同士よりも対合歯を磨耗させる可能性が示された。一方、睡眠時ブラキシズムの有無による治療前後の材料と対合歯の磨耗の程度および表面粗さの経時的变化を縦断的に検討するには、対象者数の不足から統計解析に足る結果が得られなかった。

研究成果の概要(英文)：As a result of the chewing simulation test in three different contact states in the ceramics versus the enamel abrasion examination, the amount of wear of opposing tooth enamel versus the glass ceramics and zirconia was influenced by the surface roughness in the reciprocating sliding motion. In addition, the amount of wear of enamel versus the glass ceramics and zirconia showed the possibility of wearing the pairing teeth rather than the enamel, regardless of the surface roughness in the repetitive collision motion. On the other hand, in order to investigate the degree of abrasion and surface roughness of materials and antagonist teeth before and after treatment depending on the presence or absence of bruxism during sleep, it was not possible to obtain statistical analysis results sufficiently from the lack of the number of subjects.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：睡眠時ブラキシズム 歯の磨耗 セラミックス 携帯型筋電計 表面粗さ

## 1. 研究開始当初の背景

睡眠時ブラキシズム ( Sleep Bruxism: 以下 SB ) のような口腔異常習癖がある患者では、SB のない患者よりも歯牙が磨耗すると報告されている。磨耗量はそれぞれの歯の硬さや対合歯の状態、SB の運動方向や磨耗の強さなどに影響を受けることから、歯によって磨耗の程度が異なる可能性がある。しかし、日常臨床では全ての患者に対して客観的な手法を用いて SB を診断していない上、使用材料の選択については実験レベルでの基礎的情報が主である。

一方、歯冠修復材料については過去より様々な報告がなされており、最近では更なる審美的需要の高まりや CAD/CAM 技術の進歩、歯科用金属の高騰、金属アレルギーとの関連などからメタルフリー修復材料として高強度セラミックスであるガラスセラミックスやジルコニアを使用した修復装置が開発され、普及してきている。このような流れの中で、歯質よりも強度の高いセラミックスが対合歯質の磨耗を引き起こすことがこれまでに以上に懸念されている。

現在まで、セラミックスの対合歯質に対する磨耗については、数多くのシミュレーション磨耗実験が報告されているが、対合エナメル質の磨耗量に影響を与えるのは、その硬さよりも表面粗さであることが報告され、最も硬いジルコニアでも鏡面研磨すれば従来のセラミックよりも小さい表面粗さが得られ、磨耗量が少なかったとする報告がある<sup>1)</sup>

しかしながら、臨床の現場で行われる研磨が、シミュレーション実験と同じような研磨状態であるかを詳しく検証した報告はなく、口腔内に装着されている歯冠修復材料や対合歯の表面粗さや、その磨耗量の経時的変化を観察した報告は少ない。口腔内に装着されたジルコニアの磨耗量を測定した最近の報告では、ジルコニアはエナメル質同士の場合よりも対合歯質を磨耗させ、ジルコニア自体の磨耗量も過去のシミュレーション実験の数値よりも大きかったとしている<sup>2)</sup>。またこの研究では、口腔習癖のある患者を除外基準としているが、SB は客観的評価を実施しなければ正確な診断が出来ないため、被験者に SB 患者が含まれている可能性がある。

過去に、磨耗量が多いとする SB 患者を対象として磨耗面の表面粗さや歯冠修復材料の磨耗量やその表面粗さを経時的に測定した報告は見られない。SB 患者のエナメル質は磨耗により薄くなっていることや象牙質の露出がみられることもあり、天然歯よりも硬いセラミックスの表面の研磨が不十分であれば、対合歯の磨耗が進む可能性がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、セラミックとその対合歯の磨耗量および表面粗さの経時的変化に与える影響を検討することを目的とした。まず、咀嚼シミュレータを用いて磨耗シミュレーション

実験を行い、セラミックとその対合歯の磨耗量および表面粗さの経時的変化に与える影響を検討する。また、口腔内の経時的な磨耗面の評価を行うため、シリコン印象面の表面粗さを解析する手法およびエナメル質の厚みやエナメル質内部クラックの有無を評価する手法を検討する。次に、歯冠修復材料の中でも対合歯に影響が出やすいとされるセラミック治療予定患者に対して客観的評価法を用いて SB の有無とその程度を調査し、歯の磨耗結果をもとに、セラミックとその対合歯の磨耗量および表面粗さの経時的変化に与える影響を検討すること、さらに磨耗結果をもとに、教室で開発した咀嚼シミュレータを用いて SB の磨耗シミュレーションを行い、実験レベルでの結果と患者の口腔内での結果を比較検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

実験 1. 咀嚼シミュレータを用いて 3 種のセラミックス対エナメル質および象牙質の磨耗試験を行い、磨耗度と表面粗さを評価する。  
実験 2. 臼歯 1 本のセラミックによる歯冠修復治療予定患者を対象とし、SB の有無を睡眠時ブラキシズム測定システムにより判定し、治療後の材料および対合歯、反対同名歯同士の磨耗度および表面粗さの経時的変化 ( ベースライン時、3 か月後、6 か月後、1 年後、2 年後 ) を縦断的に比較検討する。

実験 1, 2 の結果より基礎的データと臨床データとの比較検討を行う。

現有の咀嚼シミュレータ ( 工学部設置 : 日インプ誌 : 2006 ) の改良を行い、3D スキャンによる磨耗量の算出解析ソフトを構築する。3 種のセラミックス試験片 ( ジルコニア、ガラスセラミックス、メタルボンドクラウン用セラミック ) は歯科技工所に作製を依頼する。作製した試験片 5 個に対し、対合歯を抜去歯エナメル質およびエナメル質を削除した象牙質とし、咀嚼シミュレータ ( 垂直圧 50N, 12 万サイクル, 1.6Hz ) を用い磨耗試験を行う。

・磨耗量 : MSURF-I ( 現有 : Mitutoyo 社製 ) を用い磨耗試験前後の試験片を重ね合わせて算出

・表面粗さ : 試験材を LEGEX776 ( 現有 : Mitutoyo 社製 ) にて計測

・表面粗さ : 試験片をシリコン印象採得し、印象材の印象面を計測

・クラック : OCT ( パナソニック社製 ) にてクラックの有無を観察

尚、咀嚼シミュレータには試験片を 4 つ設置させるため、すべての実験終了までに約半年が必要である。また、実験 2 のクラウン装着後は、印象材の表面粗さを経時的に測定するため、表面粗さ、でのデータを解析して基礎的データを得る。

九州大学病院に来院した患者のうちフルジルコニアクラウン、ガラスセラミックス

ラウン、メタルボンドクラウンのいずれかを装着予定の者に対し、予め九州大学倫理委員会で承認を受けた『研究参加同意書』を用いて本研究の説明を行い、研究への同意を得る。被験者はフルジルコニアクラウン装着予定者、ガラスセラミックスクラウン装着予定者、メタルボンドクラウン装着予定者とし、被験者は個性正常咬合を有する健常有歯顎者（第三大臼歯を除いて欠損がない者）で、対象歯の対合歯の主咬合接触部位が天然歯質であり、反対側に天然歯同士の咬合接触があるものとする。

すべての被験者の SB の測定には、当講座で開発した携帯型筋電図測定システムと解析システムを用い（IJP: 2006）、3 日間の測定結果からブラキサーであるかどうかを判定する。また、被験者には摩耗面観察用スプリント 3 日分を夜間睡眠時に装着させ、磨耗方向、磨耗範囲を評価する。

また被験者の口腔機能検査として、グミゼリーによる咀嚼機能検査（GC 社製）および舌圧検査（GC 社製）を実施する。

クラウン装着直後をベースライン時点とし、対象歯の下記 ~ の測定項目を測定し、クラウン装着から 3 か月後、6 か月後、1 年後、2 年後に再度 ~ を測定する。

磨耗量：患者の歯列模型を作製し MSURF-1 (Mitutoyo 社製) を用いて 3D スキャンを行い重ね合わせて算出する。

咬合接触面積：ブルーシリコン（GC 社製）にて咬合採得を行い、バイトアイ BE-1（GC 社製）を用いて評価する。

咬合接触部位の表面粗さ：対象歯のシリコン印象面の表面粗さを LEGEX776（Mitutoyo 社製）にて計測する。

内部クラック：チェアサイドで OCT 装置（パナソニックヘルスケア社製）を用いて評価する。

#### 4. 研究成果

##### 実験 1：

3 種のセラミック対エナメル質の磨耗試験を行い、磨耗度と表面粗さを評価するため、現有の咀嚼シミュレーターを改良を行った。すなわち、咀嚼シミュレーターは垂直方向と水平方向に駆動する 2 系統のサーボモータを協調制御することにより、咀嚼の二軸運動をシミュレーションできるよう改良を行い、衝突滑走運動、滑走運動、衝突運動の 3 つの異なる接触状態での咀嚼シミュレーション試験が可能となった。シミュレーション試験前後の試料の表面粗さおよび形状を、レーザー顕微鏡にて計測し、断面積が等しい平面より咬頭頂側の体積を比較することで磨耗量を算出する手法を確立した。

咀嚼シミュレーターの上部試料にはヒト抜去大臼歯の非機能咬頭エナメル質を用い、下部試料には 3 種の試験片（タイプ 3 金合金、ガラスセラミック、高透光性ジルコニア）およびコントロールにエナメル質の試験片

を作製し、シミュレーション試験を実施した。また、試験片の表面粗さの違いによる磨耗状態を評価するため、研磨と研削の 2 種類の表面性状を作製した。

その結果、すべての被験試料で研磨することでエナメル質よりも小さな表面粗さが得られた。ジルコニア以外は全ての実験後に表面粗さが変化していた。金合金は対合歯磨耗の観点から優れた材料であることが示唆された。またジルコニアは、表面性状の変化が極めて小さいことが示された。

異なる接触状態では表面粗さに影響を受ける試験片と影響を受けない試験片が見られた。また、ジルコニアのように硬さや破壊靱性が極めて高い場合、表面粗さが大きい方が磨耗量も大きくなる可能性が示唆された。一方、3 つの異なる接触状態での咀嚼シミュレーション実験では、ガラスセラミックとジルコニアにおける対合歯磨耗量は、往復滑走運動では表面粗さの影響を受け、反復衝突運動では表面粗さによらずエナメル質同士よりも対合歯を磨耗させる可能性が示された。

すなわちジルコニアのように硬さや破壊靱性が極めて高い場合、表面粗さの影響を受けやすいことが示唆された。

次にセラミックとその対合歯の磨耗量および表面粗さの経時的変化に与える影響を検討するため、SB 患者の歯の磨耗状態をもとに、実験レベルでの歯の磨耗と患者の口腔内の結果を比較する手法を検討した。

口腔内の経時的な磨耗面の評価を行うため、シリコン印象面の表面粗さを解析する手法を検討したところ、表面粗さと磨耗量についてはレーザー顕微鏡による高精度の測定が可能となった。しかし、レーザー顕微鏡に対するシリコン印象採得材の設置精度に問題が残り、経時的な歯の磨耗面の変化を評価するに十分な再現性が得られなかった。

一方、SB 患者のエナメル質の磨耗状態を評価するために、光干渉断層画像装置（SS-OCT）によるエナメル質の厚みやエナメル質内部クラックの有無を評価する手法を検討した。実験的に抜去歯を用いた SS-OCT によるエナメル質厚径の測定精度は、歯種、計測部位によって計測誤差に有意差は認められず、SS-OCT は臨床的に有用な測定精度であった。エナメル質のクラックについてはクラックの有無の評価が SS-OCT により可能となった。

##### 実験 2：

九州大学病院に来院した患者のうち臼歯 1 本のセラミックによる歯冠修復治療予定で対合歯、反対同名歯同士が健全エナメル質であり、研究への同意を得た患者を対象とした。選択した被験者に対し、睡眠時ブラキシズム測定装置および簡易判定装置により米国睡眠学会の診断基準を用いて SB を判定したところ、SB 診断基準に適合する者が非常に少なかった。従って SB の有無による治療前後の材料および対合歯、反対同名歯同士の磨耗度

および表面粗さの経時的変化を縦断的に検討するには、統計解析に足る結果が得られず、実験レベルと患者におけるセラミックの表面粗さと対合歯の磨耗度の関係を評価することは困難であった。

#### <引用文献>

Stawarczyk B, Ozcan M, Schmutz F, Trottmann A, Roos M, Hammerle CH. Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. Acta odontologica Scandinavica 2013;71:102-112.

Stober T, Bermejo JL, Rammelsberg P, Schmitter M. Enamel wear caused by monolithic zirconia crowns after 6 months of clinical use. Journal of oral rehabilitation 2014;41:314-322.

H Matsumoto, Y Tsukiyama, R Kuwatsuru, K Koyano: The effect of intermittent use of occlusal splint devices on sleep bruxism: a 4-week observation with a portable electromyographic recording device. Journal of oral rehabilitation 2015;42:251-258.

#### 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)

〔学会発表〕(計1件)

橘慶州, 桑鶴利香, 築山能大, 熱田生, 森田健敬, 松下恭之, 澤江義則, 古谷野 潔. 各種歯冠補綴材料による対合エナメル質の摩耗: 表面性状と接触状態の違いによる評価. 日本補綴歯科学会第125回学術大会, 2016年7月.

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

桑鶴 利香 (KUWATSURU, Rika)  
九州大学・大学院歯学研究科・助教  
研究者番号: 20325567

##### (2)研究分担者

古谷野 潔 (KOYANO, Kiyoshi)  
九州大学・大学院歯学研究科・教授  
研究者番号: 50195872

築山 能大 (TSUKIYAMA, Yoshihiro)  
九州大学・大学院歯学研究科・教授  
研究者番号: 10236870

松下 恭之 (MATSUSHITA, Yasuyuki)  
九州大学病院・准教授  
研究者番号: 60159150