

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：32665

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07249

研究課題名(和文) 新たなインプラント周囲組織の診断法の確立

研究課題名(英文) Development of a novel diagnostic procedure for periodontal tissue around dental implant

研究代表者

小林 寛 (KOBAYASHI, Hiroshi)

日本大学・歯学部・専修医

研究者番号：30780556

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)：本研究の目的は、レーザー変位計を応用した試作非接触型電磁式加振装置を用いて得られる周波数応答特性から、共振周波数、弾性係数および粘性係数の3種の力学的パラメーターを算出し、歯科インプラントの骨植状態を客観的に評価する方法を確立することである。今回、様々な程度のインプラント周囲炎を模したインプラント植立模型を作製し、本加振装置にて3種の力学的パラメーターを算出し、それらの変動とインプラント周囲炎の程度との関係について比較検討した。その結果、本装置から得られた力学的パラメーターは模擬インプラント植立模型の骨欠損の程度および模擬歯槽骨の性状などを検出できる可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to development of a novel diagnostic procedure for periodontal tissue around dental implant in the use of three mechanical parameters (resonant frequency, elastic modulus and coefficient of viscosity) by a novel non-contact electromagnetic vibration device with a laser displacement sensor.

In this study, simulated dental implants were submerged into simulated bone (two types of bone qualities; polyurethane or polyurethane foam) with various bone defects containing simulated soft tissues. Then, mechanical parameters were assessed by this device and were compared with the conditions of bone defects and the bone qualities. As a results, the non-contact electromagnetic vibration device with a laser displacement sensor could detect the different bone defects and bone qualities.

研究分野：歯科保存学

キーワード：非接触型電磁式加振器 レーザー変位計 歯科インプラント 共進周波数 弾性係数 粘性係数 周波数応答特性

1. 研究開始当初の背景

近年の歯科インプラント治療の普及に伴い、一般歯科臨床において欠損補綴治療の選択肢として確立された治療法となった。歯科インプラントの生存率は評価法によっても異なるが、10年90%以上という報告が多数認められ、長期的な維持には骨組織との安定したオッセオインテグレーションの獲得が重要な要件と考えられている。従来、オッセオインテグレーションの評価には Periotest や Osstell が使用されてきた。Periotest はインプラント体に加振ロッドを接触させ、その接触時間を Periotest 値として数値化させて評価に用いている。一方、Osstell ではプローブから磁気パルスを発信させて共振周波数を測定したものを数値化し、同様な評価に使用している。しかしながらオッセオインテグレーションの状態は、使用するインプラントの表面構造や患者の骨組織の状態などに左右され、その様式は複雑である。また、歯周組織は粘性と弾性を兼ね備えた粘弾性体であり、骨組織にも両特性が認められている。そのため、単純に1つのパラメーターのみでインプラント体のオッセオインテグレーションの状態や安定性を臨床的に評価することは困難と考えられる。一方、研究代表者の所属する教室では歯やインプラントの動揺度測定から歯周組織の状態やインプラントの安定性を把握することを目的に、共振周波数に加え、周波数応答特性から得られる弾性係数および粘性係数を含めた3種の力学的パラメーターを指標とした非接触型電磁式加振装置を試作し、実験用植立模型を用いて各種条件において検討してきた。これまで、3種の力学的パラメーターを解析することによって、動揺度以外にも周囲歯周組織の状態把握やインプラントの安定性にも応用できる可能性を各種関連雑誌(Yamane. M et al., J Periodontal Res, 2008, Hayashi. M et al., Clin Oral Implants Res, 2010, Kobayashi. C et al., Clin Oral investing, 2012)に報告している。本解析システムは歯やインプラントに強制振動を加えた際の歯周組織との関係を機械応答モデルとして捉え、加振動により得られる応答波形から上記の各力学的パラメーターを指標として、単に動揺だけでなく周囲組織の状態変化を評価したものである。しかしながら、本システ

ムは振動を計測するために加速度ピックアップを歯やインプラントに装着する必要があり、質量の増加や加速度ピックアップのコードが振動に影響を及ぼすなど操作性や測定精度向上のための改良を必要としていた。そこで代表者は、非接触状態で対象物の変位を詳細に計測可能なレーザー変位計に着目し、本解析システムに応用することを起案して、新たなシステムの開発を行った。その結果、非接触型電磁式加振装置に加速度ピックアップの代わりにレーザー変位計を使用し、歯、歯根膜および歯槽骨を有する実験用植立模型の模擬歯周組織の状態変化が各力学的パラメーターに及ぼす影響について検討したところ、レーザー変位計を応用することにより模擬歯の埋入深さの変化、模擬歯槽骨および模擬歯根膜の性状が変化しても力学的パラメーターの変動として、加速度ピックアップと比較してより精度が高く的確に捉えることが可能であることを報告(Kobayashi. H et al, Biomed Res Int, 2016, Kobayashi. H et al. J Oral Sci, 2016)した。

そのため、加速度ピックアップを模擬歯に接着する必要がないことから正確な力学的パラメーターを得ることができるとともに、臨床応用に際しても操作性の向上に寄与するものと考えられている。新たに構築した本システムがインプラントのオッセオインテグレーションの状態把握や安定性の客観的評価にも応用できる可能性について in vitro と in vivo の両視点から検証するという着想に至った。

2. 研究の目的

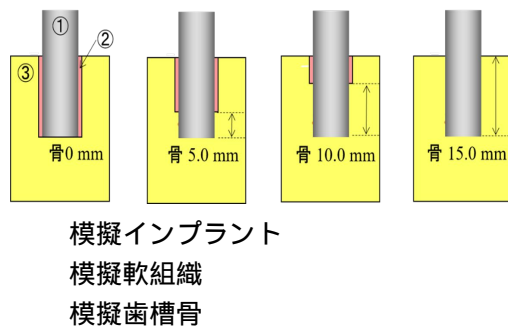
本研究の目的は、オッセオインテグレーションを客観的に評価する新たな原理に基づいた新規解析装置を開発し、周波数応答特性から得られる共振周波数、弾性係数および粘性係数の3種の力学的パラメーターを指標とした歯周組織の客観的評価に着目し、レーザー変位計を応用した試作非接触型電磁式加振装置を用いてインプラントのオッセオインテグレーションの客観的評価に対する有効性を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 模擬インプラント植立模型の作製

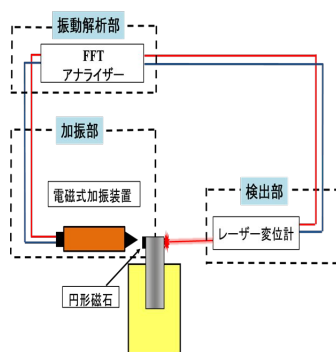
植立模型は模擬歯槽骨として海綿骨を模

倣した発泡ポリウレタン枠に、模擬インプラントである純チタン棒（直径 6.0 mm，長さ 25.0 mm）を埋入させた。さらに植立模型には、幅 0.5 mm の骨欠損を 0，5，10 および 15 mm の長さで付与し、インプラント周囲炎を模倣した。また緻密骨を模倣したポリウレタン枠には骨 0 mm および 15 mm の模型を作製した。なお、骨欠損部には模擬軟組織として弾性裏装材を填入した。



(2) 力学的パラメータの算出

解析は模擬インプラントに接着した円形磁石に非接触型電磁式加振装置で強制振動を与え、レーザー変位計にて振動状態を測定し、FFT アナライザーにて周波数応答特性を解析した。その後、前述した 3 種の力学的パラメーターを算出し、骨欠損状態の変化に伴う挙動を比較検討した。対照機器として従来から応用されているペリオテストを用いて同様にペリオテスト値も測定した。

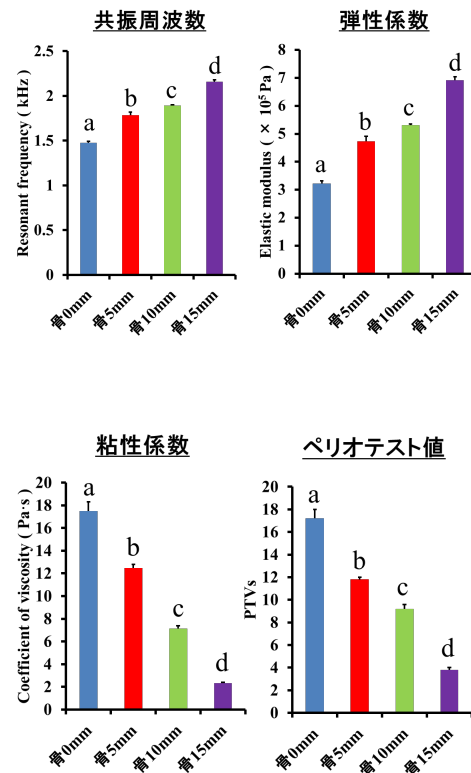


4. 研究成果

(1) 海綿骨を模した発泡ポリウレタン枠

共振周波数および弾性係数は骨欠損の範囲が減少するにつれて各骨欠損モデルで有意に増加し、粘性係数は骨欠損の範囲が減少するにつれて有意に減少した。また、ペリオテスト値は粘性係数と同様に骨欠損の範囲

が減少するにつれて有意に減少した。骨欠損 5mm と骨欠損 10mm の骨欠損モデル間において共振周波数、弾性係数およびペリオテスト値に比較し粘性係数は差が大きい傾向にあった。このことは、ペリオテストを用いた動揺度測定と比較し、本解析システムが模擬インプラント周囲組織の状態変化をより詳細に捉え得る可能性を示唆していると考えられた。



異なる英文字は一元配置分散分析およびscheffe 法で統計学的有意差があることを示す (n=5, p<0.05)

(2) 緻密骨を模倣したポリウレタン枠

共振周波数および弾性係数は、ポリウレタン枠および発泡ポリウレタン枠でインプラント周囲炎を模倣した骨欠損部の存在によって有意に減少し、粘性係数は有意に増加した。また、ペリオテスト値は粘性係数と同様な挙動を示し、骨欠損部の増加によって有意に増加した。なお、共振周波数および弾性係数はポリウレタン枠より発泡ウレタン枠で優位に小さく、粘性係数は有意に大きかった。ペリオテスト値は粘性係数と同様の挙動を示した。

以上の結果から，本装置から得られた３種の力学的パラメーターは模擬インプラント植立模型の骨欠損の有無を模擬歯槽骨の性状と関係なく把握できることが推察された。本研究は平成 28 年度から実施しており，平成 29 年度では，in vitro の模型実験と併行して in vivo の動物実験系の確立を行ってきた。現在，実験動物を利用した実験モデルの作製に関して継続しており，本研究の臨床応用への基礎的データを取得中である。

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 0 件）

〔学会発表〕（計 2 件）

小林 寛，林 誠，山岡 大，會田 泰代，小木曾文内，試作非接触型電磁式加振装置に関する基礎的研究 レーザー変位計を応用した際の模擬インプラント骨植状態に及ぼす影響，第 147 回日本歯科保存学会秋季学術大会，2017 年

小林 寛，會田 泰代，山岡 大，林 誠，レーザー変位計を応用した非接触型電磁式加振装置による新たなインプラント骨植状態の評価，2017 年

〔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

6．研究組織

(1)研究代表者

小林 寛 (KOBAYASHI, Hiroshi)

日本大学・歯学部・専修医

研究者番号：30780556