

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K18987

研究課題名（和文）自動根管形成・応力測定装置を用いたNiTiロータリーファイルの多面的応力解析

研究課題名（英文）Analysis of mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments using automated root canal instrumentation and torque/force analyzing device

研究代表者

西条 美紀（Nishijo, Miki）

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号：80832873

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）：本研究はニッケルチタン製ロータリーファイルのモーターの回転様式に焦点をあてた研究であり、回転様式の違いが根管形成能および形成中に生じる応力に与える影響について解析を行った。その結果、回転角度の振幅を大きくすることで、形成中に生じる応力は低下し、根管追従性は向上した。本研究は日本歯科保存学会2022年度春季学術大会(第156回)にて発表を行い、すでに論文掲載されている(Omori, et.al. Materials, 2022, 6850)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はニッケルチタン製ロータリーファイルの回転角度などに焦点をあてた研究である。自作型自動根管形成・応力解析装置を用いて臨床の状況を再現しながら規格化した根管形成が可能であることが本研究の強みであり、適切な回転角度で根管形成を行うことで、根管追従性や形成中に生じる応力を低減させる効果があるため、臨床において非常に有用な研究内容であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to detect the effect of rotation modes of nickel-titanium rotary instruments on shaping ability and stress generation using automated root canal instrumentation and torque/force analyzing device. In the result, larger cutting angle led to decrease stress generation during instrumentation and better shaping ability. We had presentation in Japanese conservative conference in 2022 In 2022, this study have already published in Materials.

研究分野：歯内療法

キーワード：ニッケルチタンロータリーファイル 根管追従性 垂直荷重 トルク 自作型自動根管形成・応力解析装置 器具破折 回転角度

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

NiTi ロータリーファイルを用いた歯の根管治療は、多くの利点が報告されているが、ファイルに加わる必要以上の応力により、根管内においてファイル破折が生じることが問題視されている。そこで、臨床時の動きを模した動作をさせるための自動根管形成装置および応力解析装置の開発および改良を行い、応力が軽減するモーターの回転機構やファイルのデザイン、形成時の速度など、根管治療における条件を解明することによって、術中の動作を指標化し、ファイルの破損が生じない条件を設定することを目的としている。その結果、初心者でも安全で確実な根管形成が可能となり、より多くの症例で良好な予後が得られることが期待される。

## 2. 研究の目的

これまでに多くの研究者が、ファイルが破折しない適正条件の把握を目的として根管形成実験を行ってきたが、データの再現性が不十分でパラメータが固定できないという問題点があった。我々はこの点に着目し、根管形成中の応力測定装置および根管形成装置を自動化させることに成功し、再現性の高い実験が実現可能となった。そこで、本研究では、より臨床時の動きを模した動作をさせるための自動根管形成装置の改良および応力解析装置の精度の向上を行う。また、それらの実験装置を用いて、応力が軽減するモーターの回転機構やファイルのデザイン、形成時の速度など、根管形成における条件を解明することによって、術中の動作を指標化し、ファイルの破損が生じない条件を設定することを目的としている。その結果、初心者でも安全で確実な根管形成が可能となり、より多くの症例で良好な予後が得られることが期待される。

## 3. 研究の方法

(1) より精度の高い応力解析装置の作製のため、ファイル挿入角度を規定する装置の設置や、より低ノイズで測定可能なデータロガーの設置を行う。また、臨床使用時の動きを模した上下動運動を再現するため、ステージに対し一定荷重を加え根管形成が可能ないように設定条件を確立する。一定荷重による根管形成を行うために、エンジンに重りを付与し、自動根管形成装置のレール部分において改良を行う。さらに、その際の適切な荷重量や重りの位置、形成方法についての条件や手技を確立する。

(2) NiTi ロータリーファイルのモーターの回転様式と改良後の一定荷重を用いた根管形成装置のステージの上下動運動の連動を行う。これにより、モーターの回転方向に適した術者の動きを明らかにすることが可能となる。さらに、根管模型だけでなく抜去歯を用いて根管形成できるようにステージを改良し、抜去歯を使用した場合の適切な条件を検討する。改良後の根管形成装置および応力解析装置を使用して、根管形成時に発生する応力への影響する要因を明らかにする。1 破折防止機構としてモーターが逆回転する際の応力への影響を検討する。2 ファイルが上下動しながら根管内を進む速度変化による応力への影響を検討する。3 ファイルの根管挿入

時の荷重変化が歯根に加わる応力への影響を検討する。4 形状、材質などが異なる各種 NiTi ロータリーファイルで根管形成した 場合に生じる応力を測定し比較検討する。

(3) 前年に集めたデータをもとに、応力発生の抑制に関与する NiTi ロータリーファイルの構成要素(熱処理の有無、断面形態の差 異など)について解明する。市販の NiTi ロータリーファイルは様々な製造過程を経ており、単一の要素の影響を比較検討することが困難である 。そのため、NiTi 合金製の線材を用いて、単一要素の比較が可能な設計の試作ファイルを製作し、実験を行う。

#### 4 . 研究成果

(1)(2)については自動根管形成・応力解析装置の改造を行い、一定荷重の荷重で根管形成を行うことが可能となっている。根尖方向の荷重の違いが根管形成に与える影響については、Maki, et.al. Materials, 2022.にて国際ジャーナルに報告している。本研究では、根尖方向に加える荷重の違いが根管形成に与える影響について解析しており、NiTi ファイルを用いた根管形成における適切な根尖方向荷重について非常に示唆に富んだ報告であると考える。

(3)については、試作の NiTi ファイルを用いた評価を行っており、熱処理加工の有無や断面形態の違いが根管形成能に与える影響についてのか解析を行った。Nakatsukasa, et.al. Dental Materials Journal, 2021 において熱処理加工の有無、Nakatsukasa, et.al. Applied Science, 2022 にて断面形態の違いが根管形成能に与える影響について報告した。どちらも自作型自動根管形成・応力解析装置を用いた規格化した条件での研究であり、NiTi ファイルの機械的性質の違いが根管形成能に与える影響についての示唆に富んだ報告であると考える。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Thu Myint, Ebihara Arata, Maki Keiichiro, Nishijo Miki, Kimura Shunsuke, Nakatsukasa Taro, Kyaw Moe Sandar, Okiji Takashi	4. 巻 22
2. 論文標題 Effect of different axial speed patterns on cyclic fatigue resistance of rotary nickel-titanium instruments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Oral Health	6. 最初と最後の頁 617-617
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12903-022-02639-8	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 -
1. 著者名 NAKATSUKASA Taro, EBIHARA Arata, KIMURA Shunsuke, MAKI Keiichiro, NISHIJO Miki, TOKITA Daisuke, OKIJI Takashi	4. 巻 40
2. 論文標題 Comparative evaluation of mechanical properties and shaping performance of heat-treated nickel titanium rotary instruments used in the single-length technique	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 743 ~ 749
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4012/dmj.2020-255	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 -
1. 著者名 Kimura S, Ebihara A, Maki K, Nishijo M, Tokita D, Okiji T	4. 巻 46
2. 論文標題 Effect of optimum torque reverse motion on torque and force generation during root canal instrumentation with crown-down and single-length techniques	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Endodontics	6. 最初と最後の頁 232-237
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.joen.2019.11.007	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 -
1. 著者名 Htun PH, Ebihara A, Maki K, Kimura S, Nishijo M, Tokita D, Okiji T	4. 巻 108
2. 論文標題 Comparison of torque, force generation and canal shaping ability between manual and nickel-titanium glide path instruments in rotary and optimum glide path motion.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Odontology	6. 最初と最後の頁 188-193
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10266-019-00455-1	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 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Myint Thu, 海老原新, Moe Sandar Kyaw, 春日袖香, 牧圭一郎, 大森智史, 木村俊介, 西条美紀, 興地隆史
2. 発表標題 Dynamic Torque and Screw-in Force of Glide Path Instruments in Different Canal Configurations
3. 学会等名 日本歯科保存学会2021年度秋季学術大会(第155回)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 雲野颯、海老原新、大森智史、中務太郎、牧圭一郎、木村俊介、西条美紀、興地隆史
2. 発表標題 ニッケルチタン製ロータリーファイルTruNatomyの理工学的性質
3. 学会等名 第41回日本歯内療法学会学術大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Myint Thu, 海老原新, 西条美紀, 牧圭一郎, 興地隆史
2. 発表標題 静的/動的回転疲労試験による連続回転および往復回転ニッケルチタン製ロータリーファイルの回転疲労耐性
3. 学会等名 第152回日本歯科保存学会2020年度春季学術大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 中務太郎, 牧圭一郎, 木村俊介, 西条美紀, 海老原新, 興地隆史
2. 発表標題 新規試作熱処理NiTiロータリーファイルの根管形成能および応力解析
3. 学会等名 日本歯内療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧圭一郎, 海老原新, 中務太郎, 木村俊介, 西条美紀, 宮良香菜, 興地隆史
2. 発表標題 NiTiロータリーファイルの湾曲根管形成能: 未経験者による根管形成の評価
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中務太郎, 海老原新, 牧圭一郎, 木村俊介, 西条美紀, 興地隆史
2. 発表標題 新規熱処理合金製NiTiロータリーファイルの機械的特性に対する熱処理の効果
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大森 智史, 牧 圭一郎, 木村 俊介, 中務 太郎, 雲野 颯, 西条 美紀, 海老原 新, 興地 隆史
2. 発表標題 ニッケルチタン製ロータリーファイルによる根管形成で生じる応力に及ぼす各種回転様式の影響
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度秋季学術大会 (第153回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Pyae Hein Htun, 牧圭一郎, 木村俊介, 西条美紀, 海老原新, 興地隆史
2. 発表標題 ジェントルファイルの根管形成能および根管壁の清掃能について
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度秋季学術大会 (第153回)
4. 発表年 2020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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------