

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K09890

研究課題名（和文）NiTiファイル形成システムを構築するために手の動きをシミュレートする

研究課題名（英文）Simulation of operator's technique to establish NiTi shaping system

研究代表者

海老原 新（Ebihara, Arata）

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・講師

研究者番号：60251534

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：各種NiTiファイルを用いて、形成時におけるモーターの挙動による回転疲労の違い、あるいは根管形態が異なる場合の形成時のファイルにかかるトルクの違いを検討した。抜去歯を用いた研究では自作自動根管形成装置を用いてNiTiファイルの回転様式の違い・ガイドパスといわれる細いファイルを用いた穿通時・根管形態の違いによるNiTiファイルにかかるトルクや荷重の違いを詳細に検討した。これらにより、安全かつ効率的な根管形成を行うための基礎データを算出した。多くの研究がヒトの手による主観的な形成であるのに対して、客観的な評価が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自作根管形成装置を使うことで客観的なデータを得ることができる。多くの研究が経験のある術者を用いた主観的なデータに基づく研究であるのに比較して、価値らう者だと考えている。根管形成は、術者およびかんじゃともに疲労が強く、また、自己の発生も起きやすい処置である。この一連の研究により、あるいは後続する研究により、安全かつ効率的な治療方法が確立されていくものと多に期待している。

研究成果の概要（英文）：Plastic root canal models and human root canals were shaped using automatic root canal shaping system, and cyclic fatigue, torque and vertical force were evaluated. Efficient root canal shaping system was considered from the results.

研究分野：歯内治療

キーワード：NiTiファイル 機械的特性 根管形成 歯内治療

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

近年、歯内治療における世界の潮流は、ステンレススチール製手用ファイル（以下 SS ファイル）による手用切削からニッケルチタン製ロータリーファイル（以下 NiTi ファイル）による機械的根管形成に変わりつつある。しかし、我が国では、未だに前時代的な SS ファイルによる根管形成が主流として行われている。その理由の大きなものとして、(1) NiTi ファイルは ISO 規格がなくシステムとして統一されていないこと(2) NiTi ファイルにも形状だけではなく熱処理により機械的特性の変化がなれてきているがその評価が臨床医には困難であること(3) NiTi ファイルが根管形成中予兆なく突然破折することである。本課題では、応募者らが開発した自動根管形成装置・静的および動的回転疲労測定装置を用い、(1) NiTi ファイルの機械的性質を計測し、根管内でファイルが回転する時の挙動を検知し、さらに破折を予想させる NiTi ファイルの機械的性質の変化を検知すること(2) 根管形成の動態をシミュレートし、効率的な根管形成シーケンスを提案することである。この研究により、臨床的に治療中における NiTi ファイルの特徴を知り、さらにファイル破折を予防することにより、NiTi ファイルが普及し、歯科治療における経費の削減、安全性の向上、治療成績の向上等、患者・術者に大きな利益を与えることを目的とするものである。

2. 研究の目的

1. NiTi ファイルの根管形成時の挙動、応力を検討し、根管形成シーケンスを提唱することであり、すでに自作自動根管形成装置を開発し、研究を行っている。この装置を用いて、NiTi ファイルの機械的特性を評価する。この装置はファイルおよび歯にかかる応力およびトルクをフィードバックして形成する機能があり、世界で唯一の装置である。この装置を用い、根管形成のシーケンスを提唱したいと考えている。この装置は一定速度でファイルが移動する形成装置であったが、一定荷重で形成できるように改造し、さらに精度を高めている。

2. NiTi ファイルの機械的性質が破折前に変化することを検知すること。

NiTi ファイルの機械的性質について検討を重ねてきた。それらは、多種類の使用前の新しいファイルの相違について比較を行ってきたものであった。本課題では、NiTi ファイルに生じた疲労について機械的性質の変化を検索する手法を用いて検知することである。

3. NiTi ファイルが疲労していることを確認する方法を導入すること

臨床の場で、NiTi ファイル疲労を検知することは困難である。SS ファイルは金属が伸び、目視で確認可能である。しかし、NiTi ファイルは突然破断することが多いため、疲労を目視で確認することは困難である。形態的に変化していないファイルの使用を中断することも困難である。そこで、本課題では、NiTi ファイルの疲労の限界を検出可能とする。

3. 研究の方法

各種市販 NiTi ファイルを用い、動的あるいは静的回転疲労装置を用いた、疲労試験、プラスチック製根管模型あるいはヒト抜去歯に対して、自作自動根管形成装置により、根管形成を行った。この時、モーターの上下動により術者の手の動きをシミュレートするとともに、様々な回転様式で根管形成を行った。

4. 研究成果

研究 動的回転疲労試験で、歯冠方向スピードをより速くした場合（歯冠方向200mm/min、根尖方向100mm/min）、連続正回転では静的回転疲労耐性が高くなった。往復回転運動では有効ではなかった。

研究II ペッキングモーション（上下動）では、歯冠方向のスピードが最も速い群で、上下同じスピードの群より回転疲労耐性が優れていた。マルテンサイト相のファイル（ProTaper

Gold)はオーステナイト相のファイル(ProTaper Universal)より回転疲労耐性が優れていた。

研究III 1つあるいは2つの彎曲を有する根管模型を用いた。1彎曲根管でTruNatomy glider (TN)はDent Craft RE glide path instrument (RE)よりトルクが大きく、2彎曲根管でProGlider (PG)はREよりトルクが大きかった。1彎曲根管のREと2彎曲根管のPGのトルクレンジが最も広がった。自動根管形成・荷重/トルク解析装置にてヒト抜去歯を根管形成し、トルク/荷重を分析するとともに、根管偏位をマイクロCTで評価した。

研究IV: JIZAIを用い連続回転(CR),トルク依存型往復回転(OTR)にて300または500 rpmで形成した。500 rpmでは300rpmより歯冠方向荷重と切削方向トルクが有意に小さかった。根管偏位に差はみられなかった。

研究V: ProGliderにてCR,OTR,時間依存往復回転またはグライドパスモーション(OGP)でグライドパス形成した。形成後のファイル表面を走査電子顕微鏡で観察した。OGPは他の回転様式より切削方向トルクが小さく、ファイルの表面欠損も少なかった。CRはOGP,OTRより根管偏位が大きかった。

研究VI: 根尖彎曲根管,中央彎曲根管,直線根管をトルク設定で各3群に分け,ProGliderとProTaper Nextで順次形成した。直線根管では彎曲根管よりトルク/荷重,根管偏位が小さかった。トルク設定5N・cmでは1N・cmよりトルク/荷重が有意に大きかった。トルク設定,彎曲位置は根管偏位に影響を示さなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Maki Keiichiro, Ebihara Arata, Unno Hayate, Omori Satoshi, Nakatsukasa Taro, Kimura Shunsuke, Okiji Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Effect of Different Downward Loads on Canal Centering Ability, Vertical Force, and Torque Generation during Nickel/Titanium Rotary Instrumentation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 2724 ~ 2724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15082724	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kyaw Moe S., Ebihara Arata, Maki Keiichiro, Kimura Shunsuke, Nakatsukasa Taro, Htun Pyae H., Thu Myint, Omori Satoshi, Okiji Takashi	4. 巻 55
2. 論文標題 Effect of kinematics on the torque/force generation, surface characteristics, and shaping ability of a nickel titanium rotary glide path instrument: An <i>ex vivo</i> study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Endodontic Journal	6. 最初と最後の頁 531 ~ 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iej.13718	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Omori Satoshi, Ebihara Arata, Hirano Keiko, Kasuga Yuka, Unno Hayate, Nakatsukasa Taro, Kimura Shunsuke, Maki Keiichiro, Hanawa Takao, Okiji Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Effect of Rotational Modes on Torque/Force Generation and Canal Centering Ability during Rotary Root Canal Instrumentation with Differently Heat-Treated Nickel/Titanium Instruments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 6850 ~ 6850
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15196850	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Thu Myint, Ebihara Arata, Kyaw Moe Sandar, Omori Satoshi, Maki Keiichiro, Kimura Shunsuke, Unno Hayate, Okiji Takashi	4. 巻 Online
2. 論文標題 Influence of different kinematics on stationary and dynamic torsional behavior of JIZAI nickel-titanium rotary instruments: An <i>in vitro</i> study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jds.2022.10.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Unno Hayate, Ebihara Arata, Hirano Keiko, Kasuga Yuka, Omori Satoshi, Nakatsukasa Taro, Kimura Shunsuke, Maki Keiichiro, Okiji Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Mechanical Properties and Root Canal Shaping Ability of a Nickel?Titanium Rotary System for Minimally Invasive Endodontic Treatment: A Comparative In Vitro Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 7929 ~ 7929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15227929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

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 1-7
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Thu Myint, Ebihara Arata, Maki Keiichiro, Kimura Shunsuke, Kyaw Moe-Sandar, Kasuga Yuka, Nishijo Miki, Okiji Takashi	4. 巻 Online
2. 論文標題 Dynamic torque and screw-in force of four different glide path instruments assessed in simulated single- and double-curved canals: An in?vitro study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jds.2023.02.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kyaw Moe S., Ebihara Arata, Maki Keiichiro, Kimura Shunsuke, Nakatsukasa Taro, Htun Pyae H., Thu Myint, Omori Satoshi, Okiji Takashi	4. 巻 55
2. 論文標題 Effect of kinematics on the torque/force generation, surface characteristics, and shaping ability of a nickel titanium rotary glide path instrument: An <i>ex vivo</i> study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Endodontic Journal	6. 最初と最後の頁 531 ~ 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iej.13718	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakatsukasa Taro, Ebihara Arata, Kyaw Moe Sandar, Omori Satoshi, Unno Hayate, Kimura Shunsuke, Maki Keiichiro, Okiji Takashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Impact of Radial Lands on the Reduction of Torque/Force Generation of a Heat-Treated Nickel-Titanium Rotary Instrument	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2620 ~ 2620
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app12052620	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 大森智史, 牧圭一郎, 木村俊介, 中務太郎, 雲野颯, 春日柚香, 平野恵子, 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および根管形成能に及ぼす各種回転様式の影響
3. 学会等名 第156回日本歯科保存学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雲野颯, 海老原新, 平野恵子, 春日柚香, 大森智史, 牧圭一郎, 木村俊介, 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による根管形成: 応力発生およびアピカルトランスポートの評価
3. 学会等名 第156回日本歯科保存学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野恵子, 木村俊介, 牧圭一郎, 雲野颯, 大森智史, 春日柚香, 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XP-endo Shaperの上下動振幅が根管形成中の応力と根管形成能に与える影響
3. 学会等名 日本歯科保存学会2022年度秋季学術大会 (第157回)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 春日柚香, 木村俊介, 牧圭一郎, 雲野颯, 大森智史, 海老原新, 興地隆史
2. 発表標題 熱処理加工されたNiTi製ロータリーファイルの機械的性質の評価
3. 学会等名 第87回口腔病学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 春日柚香, 木村俊介, 牧圭一郎, 中務太郎, 雲野颯, 大森智史, 海老原新, 興地隆史
2. 発表標題 熱処理加工されたニッケルチタンファイルの 回転疲労耐性および曲げ特性
3. 学会等名 日本歯科保存学会2021年度春季学術大会 (第154回)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Thu M, Ebihara A, Maki K, Nishijo M, Kimura S, Nakatsukasa T, Kyaw M, Okiji T
2. 発表標題 Effect of different axial speed patterns on fatigue resistance of rotary Nickel-titanium instruments
3. 学会等名 第24回日本歯科医学会学術大会
4. 発表年 2021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
---------	---------