

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870195

研究課題名(和文) 分子レベルでの微小破折発生機構の解明と新しい破折制御概念に基づく歯科治療法の確立

研究課題名(英文) Investigation of the micro-fracture mechanism and establishment of new treatment on the basis of fracture control concept

研究代表者

渡邊 聡 (Watanabe, Satoshi)

東京医科歯科大学・医歯(薬)学総合研究科・助教

研究者番号：50549938

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)：歯根破折の診断は難しく、もし破折の診断を下せたとしても予知性の高い治療法は存在せず、多くの場合抜歯を第一選択とする。今後歯内療法に向かうべきはその効率化のみではなく破折を起こさない治療体系を考えることが歯内療法学の本質の方向である。本研究ではレーザーを用いた切削と回転切削器具や超音波による切削と歯根破折へ与える影響を検討また根管形成を最小限に抑え、根管洗浄の比重を増やすことができれば、歯根破折の原因を最小限にできるとも考えられるため、レーザーを用いた根管洗浄についても検討を行った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study were to investigate the kinetics of root fractures produced by root-end cavity preparation and the fracture resistance following root-end cavity preparation using an Er:YAG laser and ultrasonics and to investigate the effect of laser activated irrigation to minimize to cut root canal dentin to prevent root fracture.

研究分野：歯内療法

キーワード：歯根微小破折 LAI PUI

### 1. 研究開始当初の背景

永久歯の抜歯原因調査によると抜歯の原因として歯の破折が約 11%を占めると報告された。歯根破折の診断は難しく、破折の診断を下せたとしても予知性の高い治療法は存在せず、多くの場合抜歯を第一選択とする。抜歯の原因の 70%はう蝕および歯周疾患によるもので、ある程度患者側に責任がある。しかし抜歯の原因の 11%つまり歯根破折は歯科治療による原因すなわち医原的に発生した可能性が考えられる。今後歯科治療の向かうべき方向は今までのように効率化の方向のみではなく破折を起こさない治療体系を考えることが歯科治療の本質の方向である。回転切削器具による機械的な歯質の切削はその器具の持つ切削効率や切削形態から全く疑問を持たれないまま受け入れられてきた。しかし歯質の薄い部分では繊細な処置が要求される。術者にとっての術式の効率化よりも患者にとって術後に歯根破折の原因とならない、予知性のある安全性の高い治療を提供することが必要である。

根管歯質の切削つまり根管形成は Peters et al によると約 60-80%程度しか切削できず、残りを根管洗浄にて対応することが通法となっている。通法のシリンジ洗浄(以下 CI)および超音波にて洗浄液を活性化させる洗浄方法(以下 PUI)等が行われているが、根管系すべてを清掃することはできていない。もし根管形成を最小限に抑え、根管洗浄の比重を増やすことができれば、歯根破折の原因を最小限にできるとも考えられる。近年レーザーを用いた根管洗浄

(以下 LAI)の有効性が報告されている。LAIで使用するレーザーは Er:YAG レーザー、Er,Cr:YSGG レーザー、半導体レーザー、Nd:YAG レーザー等が報告されている。

近年より LAI の洗浄効果を高める TOP 処理と呼ばれるコンピューター制御のチップ加工処理を可能とした AltaMLS (DPI) が開発され

たがその有効性はほとんど報告がない。

### 2. 研究の目的

本一連の研究の一部として Er:YAG レーザー、半導体レーザーを用いた LAI におけるその清掃効果の有用性およびマイクロクラックの発生の有無を検討することとした。

### 3. 研究の方法

模型底部から 6 mm, 12 mmの位置に 2 つの側枝を有する Jタイプ規格根管模型(Thermaf il Training Bloc, Dentsply Maillefer)を模擬根管 (n=42) として用いた。この側枝部にメチレンブルーで染色したブタ下顎骨付着軟組織を満たし、以下の 6 群(n=7)に分け 20 秒×3 回根管洗浄を行った。

(1)LAI(蒸留水)群: 980 nm 半導体レーザー (Alta MLS, Dental Photonics)および付属チップ(DS1-200, 同)を用い内蔵コンピューター制御でチップ先端加工後、蒸留水を満たした模擬根管に 2 W (120 mJ, 16 pps)で照射した。

(2)LAI(NaClO)群:1)と同様の実験条件にて洗浄液に NaClO(歯科用アンチホルミン,日本歯科薬品,3-6%)溶液を用いた。

(3)PUI(蒸留水)群: 超音波装置 (ENAC, オサダ, 設定値 3)および超音波チップ(SC4, 同)を用いて蒸留水を満たした模擬根管に作用させた。

(4)PUI(NaClO)群:3)と同様の実験条件にて洗浄液に NaClO 溶液を用いた。

(5)CI(NaClO)群: 27G 洗浄針およびシリンジを用いて NaClO 溶液にて根管洗浄を行った。

(6)NaClO 溶液静置群: NaClO 溶液を 60 秒間模擬根管内に満たした。

手術用顕微鏡 (OPMI pico with MORA interface, Carl Zeiss)および医用動画記録システム (DATA Gen PRO for DENTAL, セブンスディメンジョンデザイン)にて洗浄中の画像を記録し、画像分析ソフト(Photoshop CS5, Adobe)にて側枝における実験前後の軟組織の面積を計測し、側枝における軟組織除

去率を算出した。

さらに2つの模型の側枝内および根尖に熱電対を設置し、根管洗浄液の温度測定を行った。さらに抜去歯の根表面4カ所において熱電対を設置させた。統計学的解析には一元配置分散分析およびTukey-Kramer検定を用い、有意水準を5%とした。

#### 4. 研究成果

軟組織除去率において、LAI (NaClO)群およびPUI (NaClO)群は、それぞれ蒸留水を使用した群およびCI (NaClO)群よりも高く( $p < 0.05$ )、LAI (蒸留水)、PUI (蒸留水)群とCI (NaClO)群との間には有意差を認めなかった( $p > 0.05$ )。LAI (NaClO)群は他の全群より有意に高い軟組織除去率を示した( $p < 0.05$ )。また電子顕微鏡下観察におけるマイクロクラックの発生は認めなかった。洗浄液の温度上昇においてはEr:YAGレーザーで平均10、半導体レーザーでは50以上の温度上昇を認めた( $p < 0.05$ )。根表面の温度上昇は半導体レーザーにおいて約6の温度上昇を認めた。LAIは根管内にキャピテーション、高速の水流、衝撃波を発生させ、複雑な根管形態の清掃を可能にするといわれている。またNaClO溶液の軟組織溶解作用においては温度上昇、攪拌、濃度、界面活性が要因となるが、本半導体レーザーにおいては、洗浄液の温度が最大50程度上昇したことにより、半導体レーザーによってNaClO溶液の攪拌と加温が生じ、軟組織溶解作用が向上した可能性が考えられる。今後濃度を下げることでより安全な洗浄液を用いて攪拌作用を高め、最終的にマイクロクラックの原因となる根管形成を行わなくても済むような照射条件等を検討していく。

#### 【結論】

本実験条件下において、NaClO溶液を半導体レーザーにて活性化させたLAIは従来の根管洗浄法(PUIおよびCI)よりも側枝内の軟組織に対し高い清掃効果を示すことが示唆された。

#### 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6件)(以下全て査読有)

1. 渡辺聡, 興地隆史. 歯内治療におけるレーザー - 総説 - 日レ歯誌 36(4)37-42, 2016.
2. 渡辺聡, 興地隆史. 意図的再植術における逆根管充填窩洞形成にEr:YAGレーザーを応用した1例 日レ歯誌 26(3)130-135, 2015.
3. Jamleh A, Komabayashi T, Ebihara A, Nassar M, Watanabe S, Yoshioka T, Miyara M, Suda H: Root surface strain during canal shaping and its influence on apical microcrack development: a preliminary investigation. International Endodontic Journal. 2015.12; 48 (12): 1103-1111.
4. J Ding, A Ebihara, S Watanabe, Y Iino, C Kokuzawa, T Anjo, H Suda, Y Sumi. Application of Optical Coherence Tomography to identify pulp exposure during access cavity preparation using Er:YAG laser Photomed laser surg 32, 6 356-359, 2014.
5. Y Iino, A Ebihara, T Yoshioka, J Kawamura, S Watanabe, T Hanada, K Nakano, Y Sumi, H Suda. Detection of a Second Mesio Buccal Canal in Maxillary Molars by Swept-Source Optical Coherence Tomography J Endod 40,11 1865- 1868 2014.
6. 佐竹和久, 渡辺聡, 井手彩集, 他 (2/8人). Er:YAGレーザーを用いた根管洗浄時に生じる根尖孔外の圧力 日レ歯誌, 25(2) 70-74, 2014.

[学会発表](計26件)(以下全て査読有)

1. 渡辺聡, 本郷智之, 井手彩集, 八尾香奈子, 佐竹和久, 海老原新, 興地隆史. 次亜塩素酸ナトリウム溶液を半導体レーザーにて活性

化させた根管洗浄における

根管側枝への軟組織溶解作用. 第 144 回秋期保存学会, 栃木県総合文化センター (栃木、宇都宮), 2016 6/9.

2. T.Hongo, **S Watanabe**, A Ide, K Satake, K Yao, A Ebihara, C Kobayashi, T Okiji. Kinetics of Cavitation Bubbles during Diode Laser-Activated Root Canal Irrigation, IADR/APR, Soel (Korea), 2016 6/25.

3. 池田翔太, 金應烈, 井手彩集, 佐竹和久, **渡辺聡**, 興地隆史. コーンビーム CT を持ちチア大臼歯の根管形態観察. 第 37 回歯内療法学会, ういんく愛知 (愛知・名古屋), 2016 7/23.

4. 中島亜里沙, 八尾香奈子, 井手彩集, 本郷智之, 佐竹和久, **渡辺聡**, 興地隆史. 新規超音波装置を用いた根管洗浄における水酸化カルシウム材除去効果. 第 37 回歯内療法学会, ういんく愛知 (愛知・名古屋), 2016 7/23.

5. 本郷智之, **渡辺聡**, 八尾香奈子, 佐竹和久, 海老原新, 興地隆史. レーザーを用いた根管洗浄時における蒸気泡の挙動. 第 23 回歯科医学総会, 福岡国際会議場 (福岡、福岡), 2016 10/23.

6. **渡辺聡**, 佐竹和久, 八尾香奈子, 海老原新, 小林千尋, 興地隆史. Er:YAG レーザーを外科的歯内療法に応用した症例. 第 27 回レーザー歯学会, 自治労会館 (札幌、北海道) 2015 6/7.

7. **S Watanabe**, T Hanada, C Kobayashi, and H Suda. Root canal irrigation activated by new diode laser system and Er:YAG laser. ALD, Omni hotel (Palmsprings, USA), 2015 2/7.

8. **S Watanabe**, K Yao, K Satake, T Hongo, A Ebihara, C Kobayashi, and T Okiji. Pressure Generated Outside the Apex During Root Canal Irrigation Activated by Diode Laser and Er:YAG Laser.

The 17th JSCD-KACD Joint Meeting Program,

Civic center (Tokyo), 2015 11/12.

9. K Yao, **S Watanabe**, A Ebihara, et al (2/4). Apical Extrusion of Root Canal Irrigants during Root Canal Irrigation Activated by Diode Laser. ALD, Omni hotel (Palmsprings, USA), 2015 2/7.

10. 八尾香奈子, **渡辺聡**, 本郷智之, 佐竹和久, 海老原新, 小林千尋, 興地隆史. Er:YAG レーザーを利用した根管洗浄の根管側枝清掃効果. 第 143 回秋期保存学会, シビックセンター (東京), 2015 11/13.

11. 本郷智之, **渡辺聡**, 八尾香奈子, 佐竹和久, 海老原新, 小林千尋, 興地隆史. 半導体レーザーを用いた根管洗浄時における蒸気泡の挙動. 第 143 回秋期保存学会, シビックセンター (東京), 2015 11/13.

12. 佐竹和久, 渡辺聡, 井手彩集, 八尾香奈子, 市川勝, 海老原新, 小林千尋, 須田英明. Er:YAG レーザーおよび半導体レーザーを用いた根管洗浄時に生じる根尖孔外への溢出量. 第 26 回日本レーザー歯学会 船堀 2014/12/7

13. **S Watanabe**, A Ide, K Yao, et al. (1/9) Pressure generated outside the apical foramen during root canal irrigation activated by diode laser WFLD, 78, Maison de la Chimie (Paris, France), 2014 7/4.

14. K Yao, **S Watanabe**, A Ide, K Satake, M Ichikawa, T Anjo, A Ebihara, C Kobayashi, H Suda. Er:YAG Laser-activated Irrigation for Lateral Canals WFLD 14<sup>th</sup> world congress Paris 109, Maison de la Chimie (Paris, France), 2014 7/3. **最優秀研究賞 (First Prize of Best Research) 受賞**

15. K Satake, **S Watanabe**, A Ide, K Yao, M Ichikawa, T Anjo, A Ebihara, C Kobayashi, H Suda. Apical Extrusion of Root Canal Irrigants during Root Canal Irrigation Activated by Diode Laser WFLD 14<sup>th</sup> world congress Paris, 108, Maison de la

Chimie(Paris, France), 2014 7/3.

16. 八尾香奈子、市川勝、佐竹和久、渡辺聡、安生智郎、海老原新、小林千尋、須田英明  
Er:YAG レーザーを利用した根管側枝の洗浄：離れた位置からの照射における洗浄効果  
第 140 回日本歯科保存学会 滋賀 2014 6/20

17. **S Watanabe**, Dentin strain produced by root-end cavity preparation using Er:YAG laser. IFEA The 9th World Endodontic Congress, Tokyo International Forum(Tokyo), 2013 5/24.

18. **S Watanabe**, H Azuma, A Ebihara, H Suda. Pustulosis Palmaris et Plantaris caused by endodontic lesion -Case report-APEC, Soel(Korea)2013 3/23.

19. **S Watanabe**, A Ebihara, C Kobayashi, H Suda Dentin strain produced by root-end cavity preparation using Er:YAG laser The 3rd Tri-University Consortium on Oral Science and Education,TMDU(Tokyo)2013 11/3.

20. J Ding, **S Watanabe**, T Anjo, Y Iino, C Kokuzawa, A Ebihara, H Suda. Ability of Optical Coherence Tomography to Identify Pulp Exposure during Access Cavity Preparation using Er:YAG Laser IFEA The 9th World Endodontic Congress, Tokyo International Forum(Tokyo),2013 5/25.

21. J Ding, **S Watanabe**, T Anjo, et al(2/7). In vitro Detection of Bone Cavity in the Porcine Mandible by Optical Coherence Tomography. APEC, Soel(Korea) 2013 3/23.

22. 佐竹和久、八尾香奈子、市川勝、**渡辺聡**、安生智郎、海老原新、小林千尋、須田英明.Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄時に生じる根尖孔外の圧力 -照射距離による影響- 第 139 回保存学会学術大会 42, 秋田県総合生活文化会館(秋田、秋田),

2013 10/18.

23. 市川勝、八尾香奈子、佐竹和久、**渡辺聡**、安生智郎、海老原新、小林千尋、須田英明.Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄時に生じる根尖孔外への洗浄液の溢出量および溢出距離. 第 139 回保存学会学術大会 46, 秋田県総合生活文化会館(秋田、秋田), 2013 10/18.

24. 八尾香奈子、市川勝、佐竹和久、**渡辺聡**、安生智郎、海老原新、小林千尋、須田英明.Er:YAG レーザーを利用した根管側枝の洗浄：清掃効果と歯根周囲に加わる圧力第 139 回保存学会学術大会 47, 秋田県総合生活文化会館(秋田、秋田), 2013 10/18.

25. 佐竹和久、八尾香奈子、市川勝、**渡辺聡**、安生智郎、海老原新、小林千尋、須田英明.Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄時における根尖孔外にかかる圧力第 25 回レーザー歯学会学術大会, 43,ベルサール新宿グランド (東京)2013. 9/28 **第 25 回レーザー歯学会優秀発表賞受賞**

26. K Satake, **S Watanabe**, T Anjo, A Ebihara, C Kobayashi, and H Suda. Pressuregenerated outside the apex during Er:YAGlaseractivated irrigation. 2nd IADR-APR, Plaza Athenee, (Bangkok,Thai) 208, 2013 8/22.

〔図書〕(計 5 件)

1. 野田園子、**渡辺聡**、興地隆史.生活支台歯形成後に生じる無症候性歯髄壊死についての前向き研究.クインテッセンス出版 6, 226-228, 2016.

2. 西条美紀、**渡辺聡**、興地隆史.歯根端切除術の失敗後の非外科的根管治療の成功率：根尖部根管充填に MTA を用いた場合.クインテッセンス出版 3,203-205,2016.

3. 若林安見子、**渡辺聡**、興地隆史.セメント質剥離歯の治療成績に関する研究.クインテッセンス出版 10,208-210,2016.

4. 佐竹和久、**渡辺聡**、興地隆史.術前の矯正

的挺出を併用した意図的再植術の臨床成績  
に関する後ろ向き研究. クインテッセンス出  
版 7, 171-173, 2016.

5. 渡辺聡 歯内療法克服の一手 一縷の望み  
と最後の砦. YEAR BOOK 2013 クインテッセ  
ンス出版, 28-35 2013.

〔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

渡辺 聡 (WATANABE SATOSHI)

東京医科歯科大学・

大学院医歯学総合研究科・助教

研究者番号: 50549938

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: