

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 10日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22791828

研究課題名（和文） 破折を起こしにくい次代の歯内療法へのレーザー応用の有用性の検討

研究課題名（英文） Application of Laser to Next Endodontics Prevented From Cracking

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

研究成果の概要（和文）：本研究では、逆根管充填窩洞形成に Er:YAG レーザーまたは超音波を用いた際の垂直性歯根破折の発生の有無、ならび破折抵抗性に及ぼす影響について検討した。単根抜去歯を根管形成および根管充填後、根尖部 3 mm を切断し、逆根管充填窩洞形成を Er:YAG レーザー照射 (ERW) 群、注水下超音波 (USW) 群、非注水下超音波 (US) 群にて行った。その後万能試験機で破折荷重を測定した。また CCD カメラおよびマイクロ CT にて形成前後、破折試験後の破折線の有無、状態を確認した。形成後の破折線数は、USW 群 (14 本) および US 群 (39 本) が ERW、CNT 群 (0 本) に比較して統計学的に有意に多かった。破折荷重の比較において、ERW 群、USW 群、CNT 群の間には有意差が認められなかった。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to investigate the kinetics of root fractures produced by root-end cavity preparation and the fracture resistance following root-end cavity preparation using Er:YAG laser and ultrasonics. Roots of extracted human anterior teeth were prepared, laterally condensed with guttapercha, and the root-end was resected. Root-end cavities of 3 mm in depth were prepared using Er:YAG laser with water cooling, an ultrasonic device at the highest power setting with or without water cooling, or at the lowest power setting with water cooling. After the preparation, presence or absence of fracture and morphological change were observed with a microscope and a micro CT. Then, obturation materials in the root canal were vertically loaded using a universal testing machine. There were significantly more fractures in the ultrasonic group at the highest power setting group compared to the Er:YAG laser group and the ultrasonic group at the lowest power setting with water cooling. Within the limitations of this *in vitro* experiment, fractures caused by Er:YAG laser irradiation under water cooling for root-end cavity preparation was minimal. However, there were no significant differences in the resistance and vertical root fracture patterns between the Er:YAG laser group and the ultrasonic group.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：歯内療法学

1. 研究開始当初の背景

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。我々の先行研究ではレーザー照射切削は機械的切削に比較して歯質に歪を与えない可能性を示している。機械的切削に代わってレーザー照射切削をおこなうことで今後、破折を予防することが可能であれば歯の破折の抑制に通じ、最終的に国民の健康・福祉に大いに貢献できるものと確信している。歯科治療において歯根の破折が注目されており、8020推進財団により平成17年に報告された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%(う蝕30%、歯周病40%)を占めると報告された¹⁾。また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。今後歯内療法の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。

理想的には何も手をつけずに病変が治癒することであるが、現実の臨床では治療せざるを得ない歯牙に対し破折の発生を最小限にし、可能な限り治療器材を安全に使用する必要がある。

2. 研究の目的

逆根管充填窩洞形成にEr:YAGレーザーまたは超音波を用いた際の破折線の発生の有無について検討を行った。さらに、逆根管充填窩洞形成後の試料に対して Okitsu らの方法に準じた破折試験を行い、逆根管充填形成時に生じた破折線の進展、あるいは垂直性歯根破折の発生の有無、ならびに歯根の破折抵抗性に及ぼす影響について基礎的に検討した。

3. 研究の方法

実験には東京医科歯科大学倫理委員会の承認のもと、歯根に湾曲や圧平、カリエス、修復物がない、27本のヒト抜去下顎前歯を用いた。

予め被験歯を硬組織低速切断機(Isomet, Buehler, USA)にて歯根長11mmになるように、注水下で歯冠を切除した。根管形成は、通法通りゲイツグリッデンドリル #1-4(マニー、栃木)で根管上部のフレアー形成を行い、手用ファイル(Zipperer, USA)を用いてマスターアピカルファイルを#40として、0.5mmずつのス

テップバック形成を行った。形成は 6% NaClO (次亜塩ヨシダ, ヨシダ製薬, 東京)で根管を湿潤させた状態で行

った。根管形成後, 14.3%EDTA 液(歯科用モルホニン, 昭和薬品化工, 東京)で洗浄し, ペーパーポイント(GC, 東京)にて根管乾燥を行った。

根管充填には, ガッタパーチャポイント(Zipperer)と水酸化カルシウム系シーラー(Sealapex, SybronEndo, USA)を用い, 側方加圧法にて充填した。その後, 根尖部 3 mm をフィッシャーバー(マイジンガー, Germany)にて切除した。さらに, 破折試験を行うためにグイツグリッドドリル #4 を用い, 根管口上部 2 mm のガッタパーチャポイントを除去した(図 1b)。

また, マイクロフォーカス X 線 CT 撮影を行うため, アクリルチューブ(内径:10 mm, 長さ: 8 mm)に試料を常温重合レジン(ジーシーオストロン II, GC)にて固定し, さらに CT 位置決め用の特注ジグ(安久工機, 東京)を, アクリルチューブ側壁にシアノアクリレートにて固着した。試料は, 無作為に逆根管充填窩洞形成方法の異なる 3 群(n=8)およびコントロール群(n=3)に分けた(図 2)。1. Er:YAGレーザー照射(ERW)群

Er:YAG レーザー照射には, アーウィンアドベール(モリタ製作所, 京都)を用いた。本装置の仕様は, 波長 2.94 μ m, パルス波発振, 出力エネルギー30~350 mJ/pulse, 繰り返しパルス数1, 3.3, 5,10, 20, 25 pps の各設定が可能であり, レーザーをファイバー伝送し, コンタクトチップを装着して照射する方式になっている。本実験に使用したレーザー照射用チップは, C600F(レザチップ, モリタ製作所)であった。なお, チップは照射ごとに実効エネルギーを計測し, 常に同一の照射エネルギーで実験を行った。レーザー照射は注水下(0.05

ml/s)にて行い, C600F チップの象牙質照射における最大設定値である 140 mJ, 10 pps の条件にて, 根尖切断面から深さ 3 mm の位置まで照射を行った。2. 注水下超音波(USW)群超音波装置としてピエゾンマスター 400(EMS, Switzerland)を用いた。本装置は, 高周波最大出力 8 W, 周波数 24~32 kHz であり, 最大出力設定値で使用した。超音波チップには CT2(EMS)を用い, 注水下(0.05 ml/s)にて, 根尖切断面から深さ 3 mm の位置まで形成を行った。

3. 非注水下超音波(US)群 USW 群と同様の装置および条件で, 非注水下にて形成を行った。

4. コントロール(CNT)群 USW 群と同様の装置および注水下(0.05 ml/s)で, 最小出力設定値にて形成を行った。

III. 破折試験

逆根管充填窩洞形成後, 全例とも Super EBA セメント(Bosworth, USA)にて逆根管充填を行った。また, 試料固定のためにアクリルチューブ内を常温重合レジンにて包埋し, 水中で 1 週間保管した。破折試験には万能試験機(Instron 1123, Instron, USA)を用い, クロスヘッドスピード 1.0

mm/min で ϕ 0.9 mm Co-Cr 合金線を根管上部から根尖側へ歯軸方向に加圧し, 破折荷重を測定した。すなわち, 荷重変位曲線において, 荷重変化の連続性の途切れた時点を破折点, その時の荷重を破折荷重とした。

IV. 形態観察

1. デジタル顕微鏡観察

デジタル顕微鏡(VH-8000, キーエンス, 大阪, 倍率 80 倍)を用い, 逆根管充填窩洞形成前後ならびに破折試験後の試料表面の破折線の有無を観察した。試料は予め 1%メチレンブルー(武藤化学, 東京)で染色後, 流水下にて洗浄してから観察に供した。なお, 破折試

験後は根尖切除面の破折線を確認してから試料を傷つけないように取り出し、歯根外表面における破折線を拡大倍率 30 倍にて観察し、Okitsu らの基準にて、破折様相を分類した。

2. マイクロフォーカス X 線 CT 観察
マイクロフォーカス X 線 CT 装置 (SMX90CT, 島津製作所, 京都, 1 voxel = 20 μ m) を用いて逆根管充填窩洞形成前後ならびに破折試験後の試料表面、および歯根象牙質内部の破折線を観察した。逆根管充填窩洞形成前、形成後、および破折試験後の 3 回の撮影時において試料の位置が変化するのを避けるため特注ジグを製作し、可及的に試料の同一部を撮影した。

V. 統計学的解析

実験結果の統計学的解析において、破折荷重の比較には 1 元配置分散分析および Tukey-Kramer 法を用いた。また、破折線の比較および破折様相の比較には Kruskal-Wallis test, Steel-Dwass test を用いた。有意水準はいずれも 5% とした。

4. 研究成果

本実験条件下における Er:YAG レーザーによる逆根管充填窩洞形成では、歯根破折線の発生は超音波の最大出力に比べて、微小破折が生じにくいことが示唆された。また、微小破折を生じさせないためには、超音波による形成の際は十分な注水冷却を行う必要性が示唆された。

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 7 件)

1. Kokuzawa C, Ebihara A, Watanabe S, Anjo T, Gombo B, Saegusa H and Suda H
Shaping of the Root Canal Using Er:YAG Laser Irradiation. Photomed Laser Surg ;30(7):367-73,

2012

2. Gombo B, Watanabe S, Ebihara A, Anjo T, Kokuzawa C, Saegusa H, Kawashima N, Suda H
Effects of Dentin Surface Modifications Treated with Er:YAG and Nd:YAG Laser Irradiation on Fibroblast Cell Adhesion
Photomed Laser Surg 30(2),63-70, 2011.

3. Gombo B, Watanabe S, Ebihara A, Anjo T, Kokuzawa C, Saegusa H, Kawashima N, Suda H
Initial fibroblast attachment to Erbium:YAG laser-irradiated dentin Int Endod vol.44, 2011

4. Watanabe S, Saegusa H, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H
Dentin Strain Induced by Laser Irradiation Aust Endod J 36 (2) 74-78, 2010.

5. Saegusa H, Watanabe S, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H
Safety of laser use under the dental microscope Aust Endod J 36 (1) 06-11, 2010

6. 渡辺聡, 三枝英敏, 石澤千鶴子, Bolortuya Gombo, 安生智郎, 海老原新, 須田英明
Er:YAG レーザーによる逆根管窩洞形成が垂直性歯根破折に与える影響日本レーザー歯学会誌 第 22 巻 2 号, 2011.

7. 渡辺聡, 三枝英敏, 安生智郎, 海老原新, 須田英明
根管照射用チップを用いた Er:YAG レーザー照射による象牙質切削の基礎的分析 日本レーザー歯学会誌 第 20 巻 2 号 74-80 2009.

[学会発表] (計 12 件)

1. Watanabe S, Azuma H, Ebihara A, Suda H
Pustulosis Palmaris et Plantaris caused by endodontic lesion: a case report APEC 2013 年 3 月

2. Ding J, Anjo T, Watanabe S, Iino Y, Kokuzawa C, Ebihara A, Suda H
In vitro Detection of Bone Cavity in the Porcine Mandible by Optical Coherence Tomography
APEC 2013 年 3 月

3. Watanabe S, Kokuzawa C, Gombo B, Saegusa H, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H 「Dentin strain produced by root-end cavity preparation using Er:YAG laser with a bent probe」 WFLD , Balserona, 201204

4. Watanabe S, Kokuzawa C, Gombo B, Saegusa H, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H 「Cleaning the root-end cavity prepared with ultrasonics using Er:YAG laser irradiation」 WFLD , Balserona, 201204

5. Gombo B, Watanabe S, Ebihara A, Anjo T, Kokuzawa C, Saegusa H, Kawashima N, Suda H Evaluation of fibroblast cell adhesion to dentin modification treated with Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation レーザー歯学会 2011年 12 月

6. Watanabe S, Kokuzawa C, Gombo B, Saegusa H, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H Dentin strain produced by root-end cavity preparation using Er:YAG laser European Society of Endodontics , Rome, 2011 年 9 月

7. Watanabe S, Saegusa H, Anjo T, Ebihara A, Kobayashi C, Suda H Dentin Strain and Fracture Caused by Root-end preparation with Er:YAG Laser IFEA 8th Congress Athena, Greece 2010 年 10 月

8. Gombo B, Watanabe S, Ebihara A, Anjo T, Kokuzawa C, Saegusa H, Kawashima N, Suda H Initial fibroblast attachment to Erbium:YAG laser-irradiated dentin IFEA 8th Congress Athena, Greece 2010 年 10 月

9. 渡辺聡, 東 春生, 石澤 千鶴子, 安生 智郎, 海老原 新, 須田 英明「Er:YAG レーザー照射による逆根管充填窩洞のスマヤー層除去」日本歯科保存学会第 136 回春季学術大会 A-13 沖縄 2012/06/29

10. 石澤千鶴子、ゴンボ ボロルトヤ、渡辺聡、三枝英敏、安生智郎、海老原新、須田英明「模擬根管を用いた Er:YAG レーザー照射による根管形成 第 22 回日本レーザー歯学会学術大会 愛知 2010 年 11 月

11. Gombo Bolortuya、海老原新、川島伸之、渡辺聡、安生智郎、三枝英敏、石澤千鶴子、須田 英明 Low-energy Erbium:YAG irradiation stimulates cell mineralization 第 22 回日本レーザー歯学会学術大会 愛知 2010 年 11 月

12. Gombo Bolortuya、海老原新、川島伸之、渡辺聡、安生智郎、三枝英敏、石澤千鶴子、須田英明 象牙芽細胞の象牙質面への初期接着は Er:YAG レーザー照射によって促進される日本歯科保存学会第 132 回春季学術大会 熊本 2010 年 6 月

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：