

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861797

研究課題名(和文)赤外線サーモグラフィの歯根亀裂検出法の臨床応用

研究課題名(英文)Verification of the root fracture diagnostic method with infrared thermography

研究代表者

松下 真美(Matsushita, Manami)

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：30613385

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：歯根に生じる破折は歯科臨床において確定できる診断方法がなく、重要な課題である。本研究では、工業界の非破壊検査の一つで赤外線サーモグラフィを用いて亀裂の検出条件を検討し、ヒト抜去歯を用いた歯根亀裂モデルを作成し、試料の亀裂幅と深さについて検討を行った。そして、根管内外所に存在し、直視が困難である部位にも応用するため、鏡面反射ミラーも併用し、亀裂の検出が可能であるかを検討した。

赤外線サーモグラフィを用いた法において、視診やX線写真では検出困難な幅4.1～50μmの亀裂が検出可能であった。鏡面反射ミラーを使用した実験においては鏡面像にても歯根亀裂の検出が可能であることが確認された。

研究成果の概要(英文)：It is difficult to make a definite diagnosis of root canal crack at the clinic. It is important to detect the micro-cracks. Our purpose of this study is to detect the micro-cracks with infrared thermography.

The micro-cracks on the root canals were created with tapered indenter under an optical microscope. The micro-crack surfaces were vibrated using ultrasonic scaler to generate frictional heat. The infrared-ray thermography recorded the frictional heat at the micro-cracks. We examined with using specular reflector.

The width of micro-cracks could be detected in the range of 4.1～50μm. With using specular reflector, the micro-cracks could be detected on the image of specular reflector.

研究分野：保存治療系歯学

キーワード：歯根 亀裂 赤外線サーモグラフィ 超音波 鏡面反射ミラー

1. 研究開始当初の背景

歯科臨床において、歯根に生じる破折およびその前段階である歯根亀裂は予後不良となるケースが多い。歯根亀裂や破折を早期に検出することは、歯を保存できる可能性を左右する要因の1つとされている。臨床において視診で確認できる亀裂幅は200 μ m程度であり、微小亀裂においては歯冠部から観察困難な状態も多く、発見の遅れがさらに悪化させる場合も見られる。しかし、初期の歯根破折における診断法は確実性に乏しく、特に微小亀裂の正確な確定診断を下すには不十分である。工業界では亀裂の非破壊検査の一つにVibroIR法があり、超音波振動により亀裂面に生じた摩擦熱を赤外線サーモグラフィで計測する方法である。我々は以前、ヒト抜去歯を用いた歯根亀裂モデルを作製し、現在、広く用いられている視診やX線診断では診断が困難である歯根亀裂診断法としてVibroIR法を用いた方法により歯根亀裂が検出されることを報告した。

2. 研究の目的

微小亀裂の検出条件を詳細に検討するためヒト抜去歯を用いた歯根亀裂モデルを作成し、VibroIR法を用いて、現在、広く用いられている視診やX線診断では困難である歯根亀裂を検出し、試料の亀裂幅と深さについて検討を行い、その検出限界を評価した。また、臨床では歯根亀裂の検出には歯科用マイクロスコープと鏡面反射ミラーが使用されており、根管各所に存在し、直視が困難な部位にもこの検出法を適用することが重要である。鏡面反射ミラーと赤外線サーモグラフィを使用して、鏡面像にて微小亀裂の検出が可能であるかの検討を行った。

3. 研究の方法

1) 歯根亀裂モデルの作成

本研究の趣旨に同意した患者(大阪大学研究倫理審査委員会承認番号H25-E8)の抜去歯をエポキシレジンに包埋した。硬化後、歯冠部分をエポキシレジンとともに除去し、根管治療を行い、歯根部分を1mm、2mm、3mmの厚さに歯軸方向に対して垂直に試料を薄切した。次に実体顕微鏡で観察しながら、テーパ付き圧子で根管内に荷重負荷をかけて亀裂を発生させた。

2) 赤外線サーモグラフィ解析

歯科用超音波治療器に超音波チップ(直線型チップ、BRDチップTK1-1L)を取り付け、根管壁に出力0.30Wの超音波振動を与えて亀裂面に生じた摩擦熱を、赤外線サーモグラフィにて記録した。

3) 亀裂の幅および深さの測定

亀裂の形態保存のため、赤外線サーモグラフィ解析を行った試料をエポキシレジンに再度、包埋した。切片上に1目盛が200 μ mのグリッドを置き、光学顕微鏡下で歯根亀裂を撮影した。得られた画像から画像ソフトを用いて、亀裂幅の測定を行った。歯根亀裂の深さの測定について亀裂線と垂直なるように、切断面を設定し、マイクロカッターを用いて切断し、歯根亀裂の幅を測定した同法で亀裂の深さの測定を行った。

4) 鏡面反射ミラーを併用した赤外線サーモグラフィ解析

1)と同法で作成した歯根亀裂モデルを試料台に設置した。歯科用超音波治療機に直線型チップ(BRDチップTK1-1L)を装着し、非注水下で亀裂モデルの根管壁に超音波振動を与えた。試料が鏡面画像を介して赤外線サーモグラフィで確認できるように鏡面反射ミラーと赤外線サーモグラフィを設置し、赤外線サーモグラフィにて記録を行った。

4. 研究成果

赤外線サーモグラフィ解析による歯根亀裂検出法において、視診やX線写真では検出困難な幅4.1~50 μ mの亀裂が検出可能であった。また、亀裂の深さに関しては0.79~3.22mmの検出を行ったが、検出限界と亀裂深さとの相関は認められなかった。以上より、亀裂の検出に関してはその深さに関わらず、幅4.1~50 μ mの亀裂が検出できた。



図1. 赤外線サーモグラフィ像
右: 光学顕微鏡像
左: 赤外線サーモグラフィ像

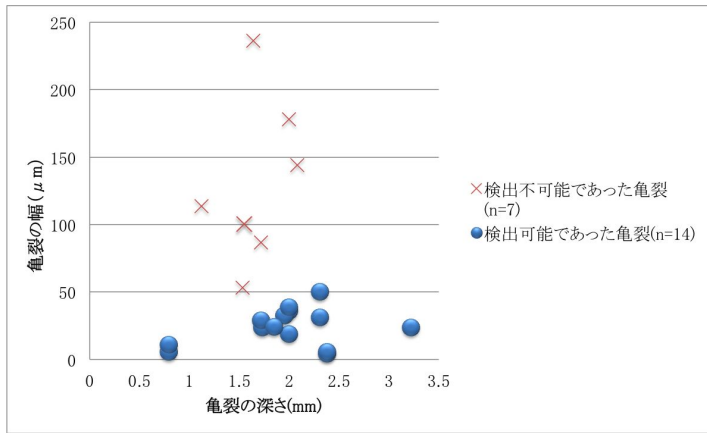
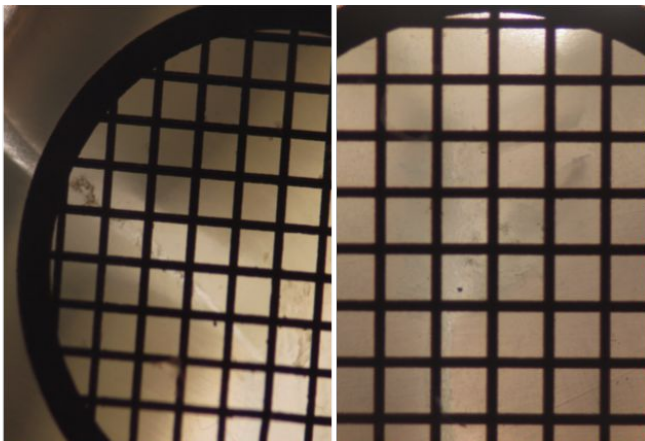


図2．赤外線サーモグラフィ解析後の試料における亀裂幅および深さの測定

図3．光学顕微鏡における亀裂の観察
 切片上にグリッドを重ね合わせ、光学顕微鏡にて撮影した像(グリッド：格子)
 右：赤外線サーモグラフィにて検出不可能であった亀裂を撮影した像。亀裂面同士が分離していることが観察される。振動で亀裂面の摩擦熱が不十分であり、亀裂内面の発生熱が少ないため、検出が困難である。
 左：赤外線サーモグラフィにて検出が可能であった亀裂を撮影した像。亀裂面同士が密着した亀裂面から発生する摩擦熱は赤外



線サーモグラフィにて検知される。

また、鏡面反射ミラーを使用した実験においても、試料を赤外サーモグラフィで観察した像と比較すると明瞭さが劣るものの、鏡面像にては歯根亀裂の検出が可能であることが確認された。以上より、鏡面反射ミラーを使用して赤外線サーモグラフィ解析することで今まで確定診断が困難であった微小な亀裂も検出できることが確認された。

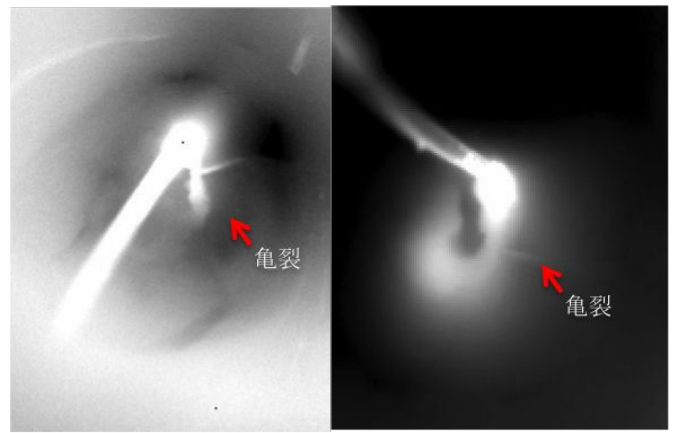


図4．鏡面ミラーを使用した場合と使用しなかった場合の赤外線サーモグラフィ像
 右：鏡面反射ミラーを使用せずに赤外線サーモグラフィ解析を行った赤外線サーモグラフィ像

矢印に示された部位は亀裂がある部位
 左：鏡面反射ミラーを使用した赤外線サーモグラフィ解析を行った赤外線サーモグラフィ像、写真は鏡面に映った画像
 試料を直接、赤外線サーモグラフィで観察した像と比較すると、明瞭さは劣るが、亀裂は確認できる。

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1件)

松下真美、久保美寿穂、大谷直矢、三浦治郎、竹重文雄、阪上隆英、林美加子、赤外線サーモグラフィを用いた歯根破折診断法の検出限界

〔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：

出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
なし

6．研究組織

(1)研究代表者

松下真美 (MANAMI, MATSUSHITA)
大阪大学・歯学部附属病院・医員
研究者番号：30613385

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし