

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24年 6月 1日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22791885

研究課題名（和文）ハイスピードカメラを用いた歯根破折の動的挙動に関する研究

研究課題名（英文）Dynamic analysis of root fracture with high speed camera

研究代表者

宇佐美 博文 (USAMI HIROFUMI)

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：30573456

研究成果の概要（和文）：ハイスピードカメラを用いて亀裂進展の過程を確認できる撮影速度の範囲内で、最も高い解像度が得られるように最適なコマ数および解像度の条件を検討・設定した。支台築造方法の違いによる破折挙動の分析を行うために、支台築造に用いられる種々の材料の基本的物性を測定した。以上の結果から、今後臨床研究を行っていく上で必要となる支台築造体の物性およびハイスピードカメラの最適な撮影条件を求めることができた。

研究成果の概要（英文）：The conditions of the optimal number of the highest resolution were examined and set up so that the highest resolution might be obtained within the limits of the photography speed which can check the process of crack progress using a high speed camera. In order to analyze the fracture action by the difference in the abutment build up method, the fundamental physical properties of various materials used for abutment construction were measured. The optimal photography conditions of the physical properties of a abutment construction object and a high speed camera that are needed from the above result when performing clinical study from now on were able to be searched for.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯科補綴学一般

1. 研究開始当初の背景

歯冠修復物の脱落や歯根破折を防ぐにはどのような材料と築造方法を用いるべきかなど、歯根破折に関する多くの研究がなされてきた。例えば、ポスト部の長さや太さ、フェルール形態の違いによる破折実験、さらには有限要素解析を用いた応力解析等多くの研究がなされてきた。しかし、従来の研究の

全ては、結果に対する分析”（静的な分析)であった。多くの歯根破折では数カ所で破折が認められるケースがほとんどである。そのため最初に破折した場所、破折の方向、破折時の挙動(ポストコアの脱離が先か、破折が先でその後脱離が起こるのか)などが分析できれば、歯根破折という致命的な現象を回避するための、極めて有益な知見を得られるも

のと考えられる。

2. 研究の目的

歯内療法が施された歯の多くは、ポストを用いた支台築造後、歯冠修復処置が行われる。従来、ポストは歯質を強化するといわれてきたが、支台築造に用いられるポストの存在自体が歯根破折の原因とされる報告もある。とりわけ縦破折を起こした歯は保存が困難で、多くの場合抜歯の適応となる。これまで、歯冠修復物の脱落や歯根破折を防ぐにはどのような材料と築造方法を用いるべきかなど、歯根破折に関する多くの研究がなされてきた。例えば、ポスト部の長さや太さ、フェルール形態の違いによる破折実験、さらには有限要素解析を用いた応力解析等多くの研究がなされてきた。しかし、従来の研究の全ては、「どう割れていたか?」「どこが割れていたか?」「どこに応力が集中しているか?」という「結果に対する分析(静的な分析)」であった。本研究ではハイスピードカメラを用いることにより“プロセスに対する分析”(動的な分析)を行い、従来とは違った観点から新たな支台築造方法について検討を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

まず、高速度カメラで歯根破折を観察するための器具の配置についての検討を行った。動きのない停止した被写体の場合は、カメラを移動して別時刻に撮ればいいが、歯根破折は一定の方向に起こるわけではなく、三次元的に起こると考えられる。そのため、一方向からの撮影では見えないところが出てしまい、頬舌的に2方向からの撮影が必要となる。そのためには、同じ被写体を2方向からとった画像が必要である。歯根の表面と裏面、二方向から同時に撮影するための方法について検討を行った。

ハイスピードカメラで撮影するにあたって、このカメラの撮影に必要なスピードを検討した。破折という一瞬の現象を捉えるためにはより多くのコマ数を必要とする。しかし、現在用いられる高速度カメラでは、コマ数やスピードを上げると解像度が下がってしまうため、コマ数やスピードを極度に上げると、より精密な分析ができなくなってしまうことになる。そこで、コマ数および解像度を確保するために必要と思われる必要最低限の撮影スピードについて検討を行った。

歯根破折を高速度カメラで動的に観察することで、これまでの結果でしか見えないこと以外の、“過程の観察による特有の”項目を観察することができる。このために、設定した撮影条件下における分析可能な項目の検討を行った。

下記の支台築造方法で抜去歯に補綴修復を行い、上記実験から得られた撮影条件のもとで破折実験を行った。

・築造体の長さの違い、築造体の太さの違い、築造材料の種類、フェールの形態の違い、前歯と臼歯による違い、歯根破折時におけるポストコアの挙動

有限要素解析を行い、応力の集中部位等について考察を行い、ハイスピードカメラを用いて得られた結果と比較した。本実験には現有の有限要素解析ソフト(メカニカルファイnder)を用いた。

これまでの破折の動的挙動を分析し、支台築造の形成において最適なものの条件を考察した。支台築造法の分析から得られた破折の動的挙動の結果について考察し、支台築造されたことによって起こっているものならば、形態を変えることによって改善することができるか、また改善するならばどのように改善できるかについて検討した。

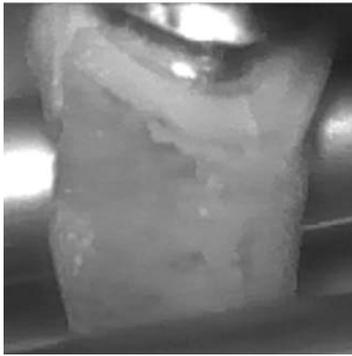
4. 研究成果

ハイスピードカメラによる撮影を行うためには、光量、被写体との距離など、通常の撮影に必要な条件の策定に加えて、破折の動的挙動を撮影するために、複数方向からの撮影を同時に行う環境設定が必要である。そのために、撮影対象である歯根の表面および裏面から同時に撮影が行えるように、鏡を用い、フレーム内に表面および裏面の両面が同時に収まるようにした。この状態で、繰り返し実験を行っても再現性のある撮影が行えるように専用の器具を歯科用常温重合レジンをを用いて作製し、実際に撮影が行えることを確認した。



撮影環境を整えた後に次のステップとして、歯根破折の動的挙動を解析するのに最適なコマ数および解像度の検討を行った。ハイスピードカメラでは、コマ数すなわち撮影速度を上げると解像度が低下してしまい、逆に解像度を上げるためには撮影速度を下げる必要がある。歯根破折の動的挙動で最も観察したいのは、亀裂の起点および伝播方向、そして亀裂進展の過程であり、これを確認でき

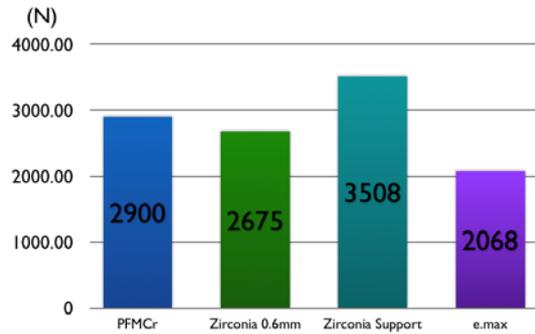
る撮影速度の範囲内で最も高い解像度が得られるように条件を設定した。



ハイスピードカメラによる撮影を撮影対象である歯根の表面および裏面から同時に撮影が行えるように、鏡を用い、フレーム内に表面および裏面の両面が同時に収まるようにした。この状態で、繰り返し実験を行っても再現性のある撮影が行えるように専用の器具を歯科用常温重合レジンを用いて作製し、実際に撮影が行えることを確認した。また、歯根破折の動的挙動で最も観察したいのは、亀裂の起点および伝播方向、そして亀裂進展の過程であり、これを確認できる撮影速度の範囲内で最も高い解像度が得られるように最適なコマ数および解像度の条件を設定した。



支台築造方法の違いによる破折挙動の分析を行うために、支台築造に用いられる種々の材料（レジンのみ、既製ポスト+レジンコア、メタルコア、ファイバーポスト+レジンコア）の基本的物性を測定した。また、有限要素法による応力の解析を行うことで、築造体の長さの違い、築造体の太さの違い、フェールの形態の違い、前歯、臼歯の違いなどの検討を行い、実際の抜去歯牙を用いる前のより精密で具体的な研究のデザインを行った。



以上のことから得られたデータを総合して支台築造を行うための材料の検討および理想的な形態を検討した。破折の動的挙動の結果について、支台築造された材料によって起きているのならば、材料の種類や形態を検討することで改善することができると考えられる。上記項目について検討することで、支台築造と歯根破折の動的挙動に関する一定の知見を得ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

① Nakamura T, Usami H, Nishida H, Sekino T, Yatani H et al.: The relationship between milling a new silica-doped zirconia and its resistance to low-temperature degradation (LTD): a pilot study. Dent Mater J31(1), 2012.
DOI: 10.4012/dmj.2011-048 (査読: 有)

② Nakamura T, Usami H, Nishida H, Sekino T, Yatani H et al.: The effect of adding silica to zirconia's tendency to degrade at low temperatures. Dent Mater J 30, 2011.
DOI:10.4012/dmj.2010-142 (査読: 有)

〔学会発表〕(計6件)

① Usami H: Evaluation of Silica-Doped Y-TZP for Dental Restorations. International Dental Materials Congress 2011, May 28, 2011, Seoul, Korea.

② 関野徹, 中村隆志, 宇佐美博文, 西田尚敬, 大西宏司, 田中俊一郎: 歯科用材料に最適な多機能調和型ジルコニアセラミックスの創成と特性. 第10回東北大学多元物質科学研究所研究発表会, 2010年12月1日, 仙台市.

③ Nishida H, Sekino T, Nakamura T, Usami H, Yamamoto K et al.: Making CaTiO₃ nano-tubes inducing osteoblast activation by hydrothermal synthesis. The 3rd International Congress on Ceramics. November 14-18, 2010, Osaka, Japan.

④ Usami H, Nakamura T, Nishida H,

Sekino T, Yatani H et al.: Characteristics of silica-contained Y-TZP during low-temperature aging. The 3rd International Congress on Ceramics. November 14-18, 2010, Osaka, Japan.

⑤湯学華, 中村隆志, 宇佐美博文, 矢谷博文: ジルコニア用陶材の焼成回数が水熱腐食に及ぼす影響. 平成 22 年度日本補綴歯科学会関西支部学術大会, 2010 年 11 月 13-14 日, 吹田.

⑥宇佐美博文, 中村隆志, 西田尚敬, 大西宏司, 関野徹, 矢谷博文: シリカ添加がジルコニアセラミックスの物性に与える影響. 第 55 回日本歯科理工学会学術講演会, 2010 年 4 月 17 日, 東京

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇佐美 博文 (USAMI HIROFUMI)
大阪大学・歯学部附属病院・医員
研究者番号: 30573456