

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861807

研究課題名(和文) 根管内破折したNiTiファイルを腐食により脆弱化させて除去を容易にする方法の確立

研究課題名(英文) Establishment of a method which makes those embrittle by a corrosion and removes easily the NiTi files which are broken in the root canal.

研究代表者

高橋 哲哉 (TAKAHASHI, TETSUYA)

明海大学・歯学部・助教

研究者番号：40547478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：NiTiファイル破折片の腐食溶解に要する時間は、ファイルをAPFへ浸漬した後にNCNへ浸漬することで、効果的に短縮することが明らかとなった。また、近年臨床応用されている金属格子の相の異なるNiTiファイル破折片においても、APF浸漬後にNCNへ浸漬することで、効果的な腐食溶解が可能であった。NiTiファイル破折片の除去法を確立し臨床応用するためには、破折片の短時間での腐食溶解や金属格子の相の異なるNiTiファイルの腐食溶解が必要であり、本研究の結果は極めて重要である。

研究成果の概要(英文)：The time which the corrosion of the NiTi file takes was shortened by immersing in NCN after immersing in APF. Effective corrosion in this way was also possible in new NiTi file where the layer of the metal lattice is different. The result of this research is very important it's established and to do clinical application of a removal method to the NiTi file which are broken in the root canal.

研究分野：医歯薬学

キーワード：ニッケルチタンファイル 破折器具の除去 腐食

1. 研究開始当初の背景

(1) 超弾性という機械的特性を有した NiTi ファイルは、根管形成における有効性が評価され、臨床での応用が広がっている。しかし、塑性変形が少なく、破断に至るまでの応力が一定の割合で増加するため、破断の予測が付きにくいことから、『NiTi ファイルは、根管内で突然に破断する』ことが大きな問題とされている。ところが、NiTi ファイルの破折片除去に関する研究は、極めて少ない。

(2) 申請者のこれまでの研究から、10%次亜塩素酸ナトリウムに 19%塩化ナトリウムを加えた溶液(以下 NCN)および 2%フッ化ナトリウムにリン酸を加えて pH4.5 に調整した溶液(以下 APF)は 3~24 時間の浸漬によって破折ファイルを腐食溶解すること、およびこれらの作用時間では根管象牙質に対する侵襲は、極めて限局的であることが示されている。また、NiTi ファイル破折片の腐食溶解に要する時間は、溶液温度の上昇・溶液への通電で短縮すること、間欠的な浸漬でも腐食溶解が認められ、臨床における 1 回の治療時間を考慮した場合でも、ファイル破折片の腐食溶解が可能であることが明らかとなっている。

2. 研究の目的

(1) NiTi ファイル破折片を溶液の応用により腐食することで、健全な根管象牙質の削除量を抑えつつ、根管内から破折片を容易に除去する方法の確立・臨床応用を目的とする。

(2) 臨床応用するためには、効果的な腐食をして、腐食に要する時間を更に短縮する必要がある。そのため、NCN および APF を相互的に作用して NiTi ファイルの腐食に要する時間を短縮することを目的とする。加えて、これらの溶液を使用して、近年臨床に应用されている熱処理工程を工夫し金属格子の相の異なった NiTi ファイルの腐食が可能であるかを検索し、更なる腐食メカニズムの検討を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 腐食に要する時間の短縮に関する研究 -NCN と APF をハイブリッドに相互作用させることが腐食に及ぼす影響-

実験には NiTi ファイルとして、未使用の ProTaper® #25/F2 (Dentsply Maillefer、以下 PT)を使用した。浸漬溶液には NCN と APF を用いた。PT の先端から 5mm 部位において回転して破断させたものを試料とした。浸漬溶液の NCN と APF は 37 に設定し、1 試料当たり 5ml 用いた。NCN に 1.5 時間浸漬し NCN を新しくしてさらに 1.5 時間浸漬する群(N 群)、APF に 1.5 時間浸漬し APF を新しくしてさらに 1.5 時間浸漬する群(A 群)、NCN に 1.5 時間浸漬後 APF に 1.5 時間浸漬する群(NA 群)そして APF に 1.5 時間浸漬後 NCN に 1.5 時間浸漬する群(AN 群)を準備して、浸漬前後の重

量を測定した。

(2) NiTi ファイルの腐食メカニズムの検討-金属格子の相の異なった NiTi ファイルの腐食に及ぼす影響-

実験には NiTi ファイルとして、未使用の ProTaper UNIVERSAL(Dentsply Maillefer、以下 UNI)および ProTaper NEXT (Dentsply Maillefer、以下 NEX)を使用した。浸漬溶液には NCN と APF を用いた。各 NiTi ファイルの先端から 5mm 部位において回転して破断させたものを試料とした。浸漬溶液の NCN と APF は 37 に設定し、1 試料当たり 5ml 用いた。(1)の研究と同様に N 群、A 群、AN 群を準備して、UNI および NEX を浸漬し、浸漬前後の重量を測定した。

4. 研究成果

(1) 腐食に要する時間の短縮に関する研究 -NCN と APF をハイブリッドに相互作用させることが腐食に及ぼす影響-

すべての実験群で NiTi ファイルの重量の減少が認められ、AN 群、N 群、NA 群、A 群の順に重量の減少が多かった。特に AN 群では他の実験群と比較して重量減少が著しく、有意水準 1% で有意差が認められた(図 1)。

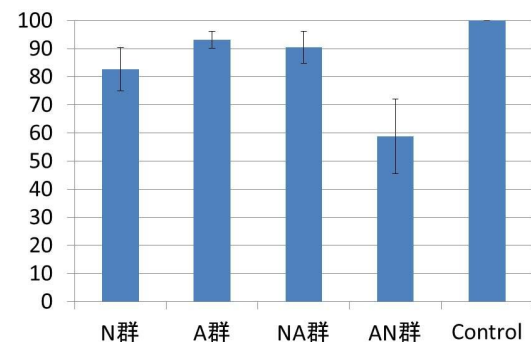


図1 薬液を相互作用させた時の重量変化率(%)

N 群は 82.6% に、A 群は 93.1% に、NA 群は 90.5% に、AN 群は 58.7% に重量が減少した。N 群では破折ファイル断面からの崩壊性の腐食が認められ、A 群ではファイル全体における孔食が認められた。AN 群では初めに浸漬した APF によるファイル全体からの孔食部位に対して、その後の NCN による崩壊性の腐食が生じた。

以上より APF の後に NCN を作用させることで、より効率的な NiTi ファイルの腐食が可能であり、腐食に要する時間が短縮されることが明らかとなった。

(2) NiTi ファイルの腐食メカニズムの検討-金属格子の相の異なった NiTi ファイルの腐食に及ぼす影響-

UNI ではすべての実験群でファイル重量の減少が認められ(表 1)、AN 群、N 群、A 群の順に減少量が多かった(図 2)。NEX では、N 群

で腐食溶解するものとししないものが認められた(表 1)。しかし、AN 群、A 群は UNI と同様に腐食が認められ、この順で重量減少が多かった。特に AN 群では有意水準 1% で有意差が認められた(図 2)。

表1 UNIおよびNEXに薬液を相互作用させた時の腐食の有無

n = 20	UNI			NEX		
	N群	A群	AN群	N群	A群	AN群
腐食あり	15	20	20	20	20	20
腐食なし	5	0	0	0	0	0

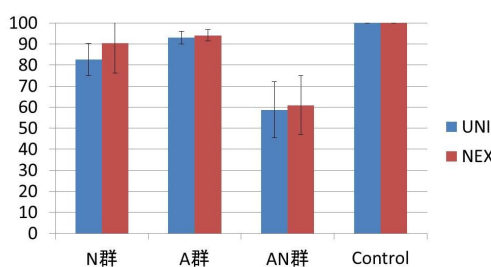


図2 UNIおよびNEXに薬液を相互作用させた時の重量変化率(%)

UNI の N 群は 82.6% に、A 群は 93.1% に、AN 群は 58.7% に重量が減少した。一方、NEX の N 群は 90.3% に、A 群は 94.1% に、AN 群は 60.9% に重量が減少した。N 群では破折ファイル断面からの崩壊性の腐食が認められたが、UNI においてはいずれの場所からも腐食を生じないものがいくつか存在した。A 群では UNI、NEX いずれにおいてもファイル全体における孔食が認められた。AN 群ではいずれのファイルにおいても、初めに浸漬した APF によるファイル全体からの孔食部位に対して、その後の NCN による崩壊性の腐食が生じた。

以上より、NCN による腐食の開始には NiTi ファイルの金属格子の相の違いによる破断面の状態の違いに影響を受ける可能性が示された。また、APF を初めに作用させた場合には、金属相の違いによる影響を受けにくいことが示唆された。そして、APF を初めに作用させることで金属格子の相の異なった NiTi ファイルの確実な腐食が可能であることが明らかとなった。

(3) これまで、根管内で破折した器具に対しては、超音波振動や小さなピンセットを用いて機械的に除去する方法などが検討されているが、健全象牙質の削除量が多く、根管壁が薄くなることで perforation や歯根破折を招きやすいことが問題であった。本研究では、NiTi ファイルの破折片に溶液を作用させ、脆弱させることで除去する方法を考案している。これは、テクニカルな方法によるものでなく、容易で再現性の高い方法であり、しかも破折片を容易に脆弱させることができるという点で、学術的な特色・独創性を有して

いると考えている。

技術的に容易であり、健全象牙質の侵襲も少ないと考えられるこの方法が臨床応用されるならば、これまで破折片の除去が困難なために治療が行えなかったような症例の治療が行える可能性が高いと推察される。このことは、歯の life span を高めることにつながり、臨床的な価値は極めて高いと思われる。さらに、除去法の確立は根管内で突然破断するという NiTi ファイルの機械的性質による弱点を補うものとなりうるため、NiTi ファイルの普及率向上にもつながる可能性があり、NiTi ファイルを使用した根管治療による患者・術者の身体的・時間的・精神的な負担が軽減し、その治療を受ける患者の利益は多大であるといっても良い。

そして本研究によって、APF 作用後に NCN を作用させることで腐食溶解に要する時間の大幅な短縮が可能であることが明らかとなった。また、近年臨床応用されている金属格子の相の異なった NiTi ファイルの確実な腐食が可能であることが明らかとなった。根管内で破折した NiTi ファイルを腐食させることで除去を容易にする方法を確立し臨床応用するためには、腐食に要する時間の短縮、臨床応用に適した条件の設定、さまざまな金属相を持った NiTi ファイルへの適応が不可欠であり、本研究(1)(2)の成果は極めて重要である。また本研究(2)の成果は、腐食メカニズムの解明・理解を行ううえで、大変重要である。

今後、臨床応用を実現するには、本研究までに得た成果によって明らかとなった効果的な腐食の条件を用いて、根管内に折れ込んだモデル(模型、抜去歯)において実験し、より実践的な除去法として検討していく必要があると考えている。

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 1 件)

高橋哲哉、以下 7 名(1 番目)、吸収性ガッタパーチャを移植したラット脛骨の組織学的観察、日本歯科保存学雑誌、査読有、58 巻、2015、157-163

DOI:10.11471/shikahozon.58.157

〔学会発表〕(計 8 件)

高橋哲哉、薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究 - 腐食溶解時間の短縮についての検討 -、日本歯科保存学会 2013 年秋季学術大会(第 139 回)、2013 年 10 月 17 日、秋田県総合生活文化会館(秋田)

Tetsuya Takahashi, A basic investigation of electrochemical dissolution of fragments of nickel-titanium endodontic files, 16th

BIENNIAL CONGRES of the EUROPEAN SOCIETY
of ENDODONTOLOGY, 2013年9月14日, Lisbon
Congress(Lisbon, Portugal)

高橋哲哉、薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究 - 通電がファイルの腐食に及ぼす影響 -、日本歯科保存学会 2013 年春季学術大会(第 138 回)、2013 年 6 月 27 日、福岡国際会議場(福岡)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

高橋 哲哉 (TAKAHASHI TETSUYA)

明海大学・歯学部・助教

研究者番号：40547478

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし