

## WaveOne Gold の根管切削特性に関する研究

—G-wire と M-wire 素材ファイルによる根管切削の比較—

上 田 剛 史    平 嶺 倫 子    下 島 かおり  
渡 邊 亮一郎    佐 藤 生 野    武 藤 徳 子  
石 井 信 之

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯髄生物学講座

### 抄録

目的：Ni-Ti ロータリーファイルシステムは M-wire 素材（以後、M-wire）によって破折抵抗性が向上し、さらに改良を加えた G-wire 素材（以後、G-wire）によって、複雑湾曲根管の根管形成が容易になった。本研究は、G-wire により改良された WaveOne Gold による根管形成を評価することを目的とし、根管切削時間と根管壁変位量との関係を WaveOne と比較検討した。

材料と方法：実験には J 型エポキシレジン製透明湾曲根管模型各 70 本を使用した。各実験群は、ProGlider によるグライドパス形成後に WaveOne Gold および WaveOne による根管形成を行った。切削効率の比較は WaveOne Gold の Small, Primary, Medium & Large ファイル群の 3 群に分類し、各群において WaveOne の同名ファイル (Small, Primary, Large) を対照として比較した。切削効率の測定は、根管形成前後の透明湾曲根管模型を重ね合わせ、その差異を実体顕微鏡 Olympus SZX16 およびデジタルカメラ DP71 を用いて撮影し、さらに計測用ソフト WinRoof を使用して計測を行い根管壁変位量とした。さらに、根管形成所要時間についても比較した。

結果：WaveOne Gold と WaveOne の根管壁切削量を湾曲根管内湾側と外湾側で測定した結果、Small, Primary 両ファイル群で有意差が認められなかった。さらに、WaveOne Gold Medium, Large と WaveOne Large ファイルとを比較した結果においても有意差が認められなかった。WaveOne Gold の根管形成時間は WaveOne Gold よりも短縮され Small で 20%減少、Primary で 40%減少、Medium および Large で 30%減少することが示された。

結論：G-wire を用いた Ni-Ti シングルファイル WaveOne Gold による根管形成は、M-wire の WaveOne と比較して迅速で正確な根管形成が可能であることが示された。

キーワード：WaveOne Gold, WaveOne, グライドパス, トランスポーターション

責任著者連絡先：石井信之

〒 238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科歯髄生物学講座

TEL : 046-822-9527, FAX : 046-822-8856, E-mail : n.ishii@kdu.ac.jp

受付：平成 27 年 11 月 15 日/受理：平成 27 年 12 月 28 日

DOI : 10.11471/shikahozon.59.111

## 緒 言

Ni-Ti ロータリーファイルシステム<sup>1-4)</sup>は、2007年に開発された M-wire 素材 (以後、M-wire)<sup>5)</sup>により柔軟性と破折抵抗性を向上させた。さらに、往復運動機能モーターを開発することによってファイルの回転数と切削トルクを制御することに加えて手指の動きを再現した往復運動を実現させることで、ついに1本ファイル (以後、シングルファイル) で正確・迅速な根管形成を可能にして歯内療法の効率化と治療成績を向上させた。

シングルファイルシステム Reciproc (VDW, Germany) と WaveOne (Dentsply Maillefer, Switzerland) は、従来のマルチファイルシステム ProTaper (Dentsply Maillefer) と同様に適切なグライドパスを行うことで、根管形成時間の短縮と正確な根管形成が可能であることが報告された<sup>6)</sup>。著者らは、WaveOne および ProTaper による根管形成前後の湾曲根管における根管壁変位量を測定した結果、内外湾側変位量に有意差がないことを報告した。さらに、湾曲根管角度が 10°, 20° および 30° の根管模型による根管壁変位量を測定した結果においても、シングルファイルとマルチファイルともに湾曲角度の相違にかかわらず、本来の根管形態を維持した根管形成が可能であることを報告した<sup>7)</sup>。

一方、シングルファイル使用はグライドパスが不十分な根管において、根管壁にファイル刃部が食い込み、ファイルが根尖方向に推進するスクリー効果が生じやすいことが指摘されている<sup>8,9)</sup>。また、ファイルが根管壁に食い込んだ後に、さらなる回転操作でファイル破折が生じやすいことも危惧されている<sup>10-13)</sup>。ファイルによるスクリー効果を防止するためには、根管上部のフレア形成とグライドパス形成が重要であり、両操作はすべての Ni-Ti ファイル使用時に必須のステップとして提唱されている<sup>14,15)</sup>。さらに、Ni-Ti ファイル自身が改良されて断面形状やファイル自身の金属特性が向上し、スクリー効果減少とファイル破折防止が期待されている<sup>7)</sup>。

一般的に形状記憶合金である Ni-Ti ファイルは、金属組成の変化や熱処理工程によって金属相の変態挙動が変化することが報告されている<sup>16,17)</sup>。これらの変化によって金属疲労や弾力性などの金属特性が変化するため、現在もさまざまな改良が加えられている。Ni-Ti 合金は熱処理によってオーステナイト相、マルテンサイト相、および両相の中間層に位置する R 相に変化する<sup>18)</sup>。M-wire<sup>5)</sup>によって加工された WaveOne は、マルテンサイト相の比率増加によって、柔軟性と繰り返し疲労特性が向上した<sup>19)</sup>。また、Ni-Ti 合金の Ni 含有量を変化させることで R 相を安定させ、R 相が混在することで機械的

性を向上させた。

本研究の解析対象とした WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) は、2段階の熱処理工程を経由して M-wire から G-wire 素材 (以後、G-wire) に結晶構造を変化させて金属特性をさらに改良させた<sup>20)</sup>。WaveOne Gold は G-wire で作製された ProTaper Gold と同様に2段階の熱処理工程によって作製されたファイルで、第一段階の M-wire 処理によってオーステナイト相、R 相、マルテンサイト相が混在し、第二段階の G-wire 処理によってオーステナイトマトリックス中に  $Ti_3Ni_4$  が析出し、さらに  $Ti_3Ni_4$  はマルテンサイト相の過形成を抑制し R 相形成に有利に作用することが示された<sup>19)</sup>。また、WaveOne Gold は Ni-Ti ファイルの金属特性改良に向けて多数の研究開発が進み、熱処理過程の改良や Ni-Ti 合金の Ni 含有量を変化させること、さらに Ni, Ti に加えて Nb などのレアメタルを加えて金属特性を向上させた<sup>19)</sup>。

WaveOne Gold は金属特性の改良だけでなく、ファイル断面形態を平行四辺形にすることで短辺側の柔軟性を増加させ、ファイルテーパの改良も加えられた結果、根管壁への食い込みと刃部負荷が減少したことで、WaveOne 使用時に生じたスクリー効果の減少が期待されている。

本研究は、G-wire によって金属特性を改良した WaveOne Gold を使用して湾曲根管における根管壁変位量の解析と根管形成所要時間を WaveOne と比較検討し、改良型シングルファイルの切削特性を評価することを目的とした。

## 材料および方法

### 1. 術者および供試根管模型

術者は、Ni-Ti ロータリーファイル使用経験7年以上の歯科医師1名とした。実験には、根尖部湾曲が J 型エポキシレジン製透明湾曲根管模型 (湾曲度 30°, 根尖口径 #15, 根管テーパ 02, 根管長 19 mm : Plastic training Block) 70 本を使用した。

### 2. 供試 Ni-Ti ファイル

研究対象の WaveOne Gold は WaveOne の金属特性とファイル断面を改良したシングル Ni-Ti ロータリーファイルであり、Small (ファイル先端直径 #21/テーパ 0.07 : 21/07), Primary (25/07), Medium (35/06), Large (45/05) ファイルの4種類から構成されている。対照群の WaveOne は、Small (ISO#21/06), Primary (25/08), Large (40/08) ファイルの3種類から構成されたシステムである。WaveOne Large (40/08) ファイルは、WaveOne Gold への改良時に Medium (35/06) と Large (45/05) の2種類に分類された。

### 3. 根管形成

実験にはファイル改良前後の切削特性を比較検討するために1群: WaveOne Gold Small ファイル (n=10), 2群: Primary ファイル (n=10), 3群: Medium & Large ファイル (Medium n=10 & Large n=10) に分類し, 各実験群に対する WaveOne の同名ファイル (Small (n=10), Primary (n=10), Large (n=10)) を対照群として比較した. 同名ファイルが存在しない WaveOne Gold Medium ファイルは, WaveOne Large ファイルと比較した.

すべての根管模型に対して, 根管形成時にステンレススチール製手用 #15 K ファイルで根尖まで穿通確認と作業長確認後に, ProGlider (Dentsply Maillefer) によるグライドパス (根管口から根尖孔までのスムーズな誘導路) を形成した.

すべての Ni-Ti ファイルは, 専用エンジンである X Smart Plus (Dentsply Maillefer) を使用し, 2%NaOCl 溶液で洗浄, および Ni-Ti ファイルにゲル状 EDTA 溶液 Glide (Dentsply Maillefer) を 1 ml 付着させて同一術者が根管形成を行った.

根管形成は以下の術式で行い, ファイル交換は5根管形成終了ごとに行った.

#### 1) 1群 WaveOne Gold Small 根管形成術式

作業長まで, WaveOne Gold Small (以下, WaveOne Gold S) ファイル1本を使用して, X Smart Plus エンジンの WaveOne モードで往復運動 (時計回りに 30°, 反時計回りに 150°) を行ってシングルファイル独自の根管形成 (3回の上下動操作を1サイクルとして3サイクルで作業長に到達. 1サイクル終了時に根管洗浄: 以後, 根管形成と略) を終了した.

対照群を WaveOne Small (以下, WaveOne S) ファイルとして同様に根管形成を終了した.

#### 2) 2群 WaveOne Gold Primary 根管形成術式

作業長まで, WaveOne Gold S で根管形成後, WaveOne Gold Primary (以下, WaveOne Gold P) ファイルの順に2本を使用して, WaveOne Gold P で根管形成を終了した.

対照群を WaveOne Primary (WaveOne P) ファイルとして WaveOne S で根管形成後, WaveOne P の順に2本を使用して, 根管形成を終了した.

#### 3) 3群 WaveOne Gold Medium & Large 根管形成術式

##### (1) Medium

作業長まで, WaveOne Gold S, WaveOne Gold P で根管形成後, WaveOne Gold Medium (以後, WaveOne Gold M) の順に3本を使用して WaveOne Gold M で根管形成を終了した.

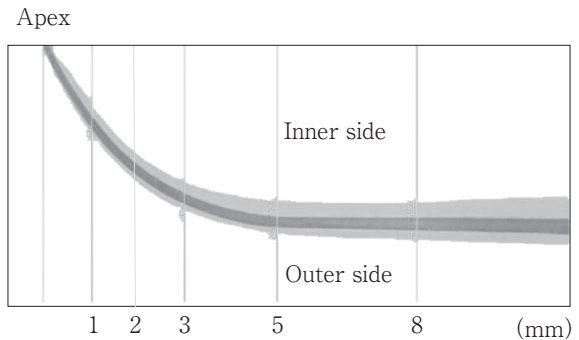


Fig. 1

Pre-instrumentation and post-instrumentation images were superimposed and the difference between the canal configuration before and after instrumentation were measured in each one of the 5 traced levels.

#### (2) Large

作業長まで, WaveOne Gold S, WaveOne Gold P, で根管形成後, WaveOne Gold Large (以後, WaveOne Gold L) の順に3本を使用して WaveOne Gold L で根管形成を終了した.

(1), (2) ともに対照群を WaveOne Large (WaveOne L) ファイルとして WaveOne S, WaveOne P で根管形成後, WaveOne L の順に3本を使用して, 根管形成を終了した.

### 4. 根管形態の評価

根管形態の解析は, 根管湾曲部の外湾部と内湾部で根管壁切削量を測定し, 各測定部位における WaveOne と WaveOne Gold を比較検討した. 測定には実体顕微鏡 Olympus SZX16 (オリンパス) およびデジタルカメラ DP71 (オリンパス) を使用し, 根管形成前後の透明根管模型をデジタル画像で重ね合わせ, 得られた画像データを PC に取り込み計測用ソフト WinRoof (三谷商事) を使用して計測を行った. 透明根管模型は根尖側2点, 歯冠側2点, 合計4カ所の基準点を設定し, 根管形成前後の模型位置を規格化して重ね合わせを行った.

根管壁切削量の計測部位は, 根尖から 1, 2, 3, 5, 8 mm の位置を設定し, 外湾側・内湾側それぞれの根管半径増加量 (形成前の根管壁から形成後の根管壁までの距離) を計測し (Fig. 1), 統計処理を行った.

### 5. 根管形成所要時間

WaveOne Gold 各ファイルの根管形成所要時間は, ストップウォッチを使用して計測した. 計測には, 根管洗浄とファイル交換に要した時間を削除し, 根管形成開始から終了までの総所要時間を計測値とした. 対照群として WaveOne ファイルの同名ファイルと比較した.

## 6. 統計処理

根管壁切削量の測定値は、Mann-Whitney *U* 検定による2群間比較検定、一元配置分散分析および Bonferroni Dunn による多重比較検定を用い、危険率5%で統計処理を行った。根管形成所要時間の測定値は、Wilcoxon *t*-test による比較検定を用い、危険率5%で統計処理を行った。

## 結 果

### 1. 根管形態の評価

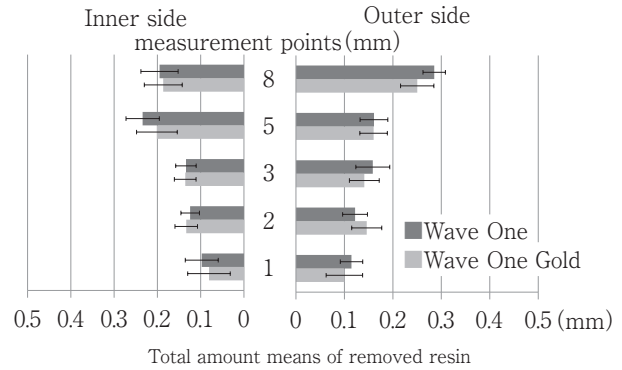
根管切削量は、各測定部位（根尖から1, 2, 3, 5, 8 mm）の根管形成前後の内湾側および外湾側根管壁切削量の変化によって評価した。WaveOne Gold による根管形成後の根管形態は、対照群の WaveOne と比較した。すべての実験群における、根管壁切削量の測定値を図に示す (Fig. 2~4)。

Small ファイルの根管壁切削量を解析した結果、内湾部1~8 mm で WaveOne が  $0.10 \pm 0.04$  mm から  $0.23 \pm 0.04$  mm の範囲に対して、WaveOne Gold は  $0.08 \pm 0.05$  mm から  $0.20 \pm 0.05$  mm の範囲で、各測定部位において有意差が認められなかった。外湾部1~8 mm で WaveOne が  $0.11 \pm 0.02$  mm から  $0.28 \pm 0.02$  mm の範囲に対して、WaveOne Gold は  $0.10 \pm 0.04$  mm から  $0.25 \pm 0.03$  mm の範囲で、各測定部位において有意差が認められなかった。

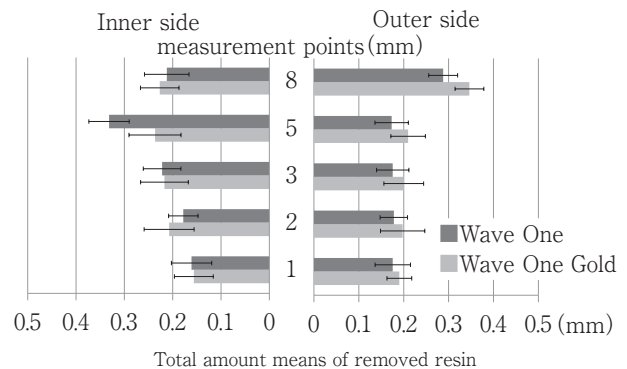
Primary ファイルの根管壁切削量を解析した結果、内湾部1~8 mm で WaveOne が  $0.16 \pm 0.04$  mm から  $0.33 \pm 0.04$  mm の範囲に対して、WaveOne Gold は  $0.15 \pm 0.054$  mm から  $0.24 \pm 0.04$  mm の範囲で、各測定部位において有意差が認められなかった。外湾部1~8 mm で WaveOne が  $0.17 \pm 0.04$  mm から  $0.28 \pm 0.03$  mm の範囲に対して、WaveOne Gold は  $0.19 \pm 0.03$  mm から  $0.34 \pm 0.03$  mm の範囲で各測定部位において有意差が認められなかった。

Medium および Large ファイル根管壁切削量の解析は、WaveOne Gold M, WaveOne Gold L ファイル, WaveOne L ファイルの3種類間で比較した。その結果、内湾部1~8 mm で WaveOne Gold M が  $0.23 \pm 0.02$  mm から  $0.30 \pm 0.04$  mm, WaveOne Gold L は  $0.24 \pm 0.04$  mm から  $0.38 \pm 0.05$  mm に対して、WaveOne L は  $0.22 \pm 0.06$  mm から  $0.37 \pm 0.05$  mm の範囲で、各測定部位において3種類のファイル間に有意差が認められなかった。外湾部1~8 mm で WaveOne Gold M が  $0.20 \pm 0.01$  mm から  $0.34 \pm 0.04$  mm, WaveOne Gold L は  $0.18 \pm 0.02$  mm から  $0.35 \pm 0.05$  mm に対して、WaveOne L は  $0.15 \pm 0.04$  mm から  $0.32 \pm 0.05$  mm の範囲で、各測定部位において3種類のファイル間に有意差が認められなかった。

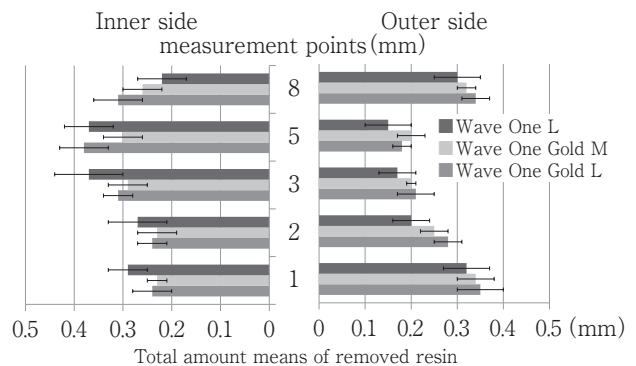
以上の結果は、WaveOne Gold および対照の



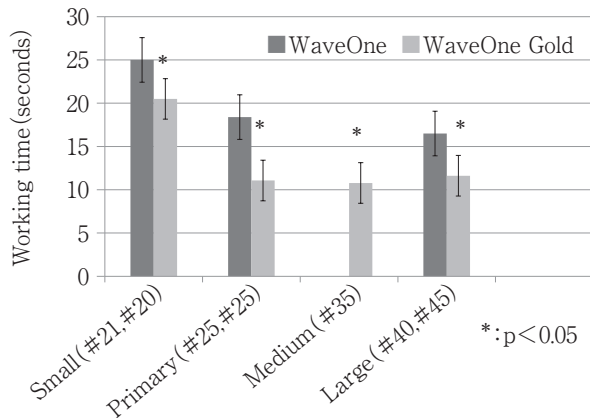
**Fig. 2** Total amount means of removed resin at the different levels after root canal preparation for curved root canals by WaveOne Small and WaveOne Gold Small (Mean+SD)



**Fig. 3** Total amount means of removed resin at the different levels after root canal preparation for curved root canals by WaveOne Primary and WaveOne Gold Primary (Mean+SD)



**Fig. 4** Total amount means of removed resin (mm) at the different levels after root canal preparation for curved root canals by WaveOne Large, WaveOne Gold Medium and WaveOne Gold Large (Mean+SD)



**Fig. 5** Total working time for root canal preparation by WaveOne and WaveOne Gold

WaveOne ファイルともに内湾側および外湾側のいずれの測定部位においても両ファイルによる根管壁変位量に有意差はなく、本来の根管形態を維持していることが示された。

## 2. 根管形成所要時間

WaveOne および WaveOne Gold による根管形成所要時間を測定した結果、Small ファイルは WaveOne Gold が  $20.5 \pm 3.2$  秒、WaveOne が  $25.0 \pm 4.2$  秒を示した。Primary ファイルは WaveOne Gold が  $11.1 \pm 2.9$  秒、WaveOne が  $18.4 \pm 3.9$  秒を示した。WaveOne Gold Medium ファイルは  $10.8 \pm 2.4$  秒、Large ファイルは WaveOne Gold が  $11.6 \pm 2.9$  秒、WaveOne が  $16.5 \pm 3.6$  秒を示した。WaveOne Gold、WaveOne ファイルともに根管形成時間は短縮され、30 秒以内で根管形成が終了するが、WaveOne Gold の根管形成時間は WaveOne よりも短縮され Small で 20% 減少、Primary で 40% 減少、Medium および Large で 30% 減少することが示された。

## 考 察

Reciproc と WaveOne は、1 本のファイルで根管形成を完了させた初めてのファイルシステムで、従来の歯内療法を飛躍的に効率化させた<sup>6)</sup>。一方、Reciproc や WaveOne の使用にはガイドパスが必須であり、不用意なファイル使用は根尖方向へのスクリー効果が生じファイル破折や根管へのクラック発生が危惧された<sup>7)</sup>。WaveOne Gold は WaveOne に改良を加えたことで超弾性特性が向上し、金属疲労耐久性が 50% 増加、柔軟性が 80% 増加、および形成時間が 19% 減少したと報告された<sup>20)</sup>。その結果、WaveOne Gold はスクリー効果の減少とファイル破折防止が期待されている。また、本研究で解析した WaveOne Gold と同じ G-wire で作製された

ProTaper Gold のファイル特性は、すでに種々の報告<sup>21-23)</sup>がある。Elnaghy ら<sup>21)</sup>によって、ProTaper Gold は ProTaper に比較して破折抵抗性が 3 倍増強され、曲げ試験とねじり試験値がおのおの 23, 35% 減少したことから、周期疲労耐性と弾力性に優れることが報告された。Gagliardi ら<sup>22)</sup>は ProTaper Gold の湾曲根管における切削特性を解析した結果、根管壁の変位が少なくトランスポートの減少効果があることを示した。さらに、Karataş ら<sup>23)</sup>は、根管象牙質の亀裂について解析した結果、ProTaper Gold は ProTaper に比較して象牙質亀裂発生が減少していることを報告し、G-wire のファイル特性が根管形成に有用であることが示された。

本研究では G-wire で作製された WaveOne Gold の根管切削特性について解析した結果、根管形成後の根管形態は WaveOne、WaveOne Gold とともに本来の根管形態を維持した形状を示し、両ファイルの金属特性が反映した結果が示された。特に Small および Primary について両ファイル間で比較した結果、湾曲根管の内湾側および外湾側のすべての測定部位で切削量が同程度で両ファイル間に有意差がないことが示された。WaveOne と WaveOne Gold のファイル断面形態とファイルテーパーは、前者がカットポイント 3 点の三角形で 6% テーパー (Small)、8% テーパー (Primary) に対して、後者はカットポイント 1 点もしくは 2 点の平行四辺形状で 7% テーパー (Small, Primary) である。通常、ファイル切削特性はファイル断面形態とファイルテーパーが影響する<sup>24,25)</sup>ことが報告されている。今回の結果において Small および Primary 両ファイルの切削特性に有意差が認められなかったことにより、ファイルの超弾性特性が切削特性に重要であることが示唆された。一方、Small および Primary の両ファイル間の切削時間の測定結果は、WaveOne Gold が WaveOne と比較して 20% から 40% 短縮することが明らかになった。WaveOne Gold は WaveOne による根管形成時に頻発したスクリー効果が消失し、ファイル制御が容易になったことが根管形成時間短縮の要因であると考えられた。

Large ファイルは、WaveOne では尖端直径 #40、8% テーパーであったが、WaveOne Gold では尖端直径 #45、5% テーパーに変化し、さらに Medium ファイルとして尖端直径 #35、6% テーパーが加わった。本研究では Large ファイルとともに Medium ファイルとの比較も行った。その結果、比較した 3 種類のファイルの根管切削量にはすべての測定部位で有意差が認められなかった。これらのファイルはすべて尖端直径もテーパーも異なったファイルであるが、WaveOne Gold の柔軟性増加とテーパー減少のファイル設計が適切な根管形成が得られた要因と考えられる。Large ファイルは Ni-Ti 金属と

しては、先端直径が #40, #45 と大きい湾曲根管の直線化や外湾側へのレッジが起きやすいファイルである。本研究結果でも外湾側 1 mm, 内湾側 3, 4 mm の切削量が他の測定部位よりも高く直線化とレッジ傾向がわずかに認められ、Large ファイル使用においては細心の注意を要する。Large および Medium ファイル間の切削時間は、WaveOne Gold が WaveOne と比較して 30% 減少し有意に短縮することが示された。

湾曲根管の根管形成は、常に湾曲管内湾部の直線化が問題視されており、根管変位や根管穿孔などの偶発事故発生を未然に防止することが重要である。Ni-Ti ファイルによる根管形成はファイルの弾力性によって湾曲根管の正確な根管形成が期待されているが、ファイルテーパの増加によって湾曲管内湾部の切削量は外湾部切削量より増加傾向にある。本研究では、WaveOne Gold の切削特性を WaveOne と比較することが目的であり、両ファイル間の切削特性は同等であることが示された。一方、各測定位置による内湾部と外湾部切削量を比較すると、ファイルテーパが増加した Primary, Medium, および Large ファイルは湾曲根管の起始部 (5 mm) と最大湾曲部 (3 mm) で内湾切削量が増加傾向 (Fig 3, 4) を示した。一方、同部位の外湾側切削量は Small ファイルと同等であることから、形成後の根管は内湾側に変位傾向があることが示された。これらの所見より、Medium および Large ファイルによる根管内湾部切削は正確なファイル操作が必須で、不用意な器具操作は根管の偶発事故を引き起こす可能性があるため、内湾形成時に細心の配慮が必要であると考えられた。

G-wire で作製された WaveOne Gold は WaveOne と同様に適切な根管形成が可能で、根管形成時間は WaveOne より短縮することが示された。根管形成時間の短縮は、ファイル自身の破折抵抗性と弾力性の増加、および根管壁への食い込み減少に起因することが示唆された。

## 結 論

G-wire 素材により改良された WaveOne Gold による根管形成を評価するために、根管切削時間と根管壁変位量との関係を WaveOne と比較検討した結果、以下の結論が得られた。

1. WaveOne Gold と WaveOne はともに本来の根管形態を正確に維持することが示された。
2. WaveOne Gold の根管形成時間は WaveOne より短縮された。

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研

究 (B) (課題番号 25293378) の助成によって行われた。本論文に関して、開示すべき利益相反関係にある企業を以下に示す。

講演料：デンツプライ三金株式会社

## 文 献

- 1) Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988; 14: 346-351.
- 2) Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 500-506.
- 3) Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 715-718.
- 4) Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2000; 36: 199-207.
- 5) Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod* 2008; 34: 1406-1409.
- 6) 武藤徳子, 川島栄里子, 下島かおり, 石井信之. 往復運動機能によるシングル Ni-Ti ロータリーファイルの根管切削評価. —WaveOne と Reciproc の切削特性—. *日歯保存誌* 2013; 56: 610-616.
- 7) 田中美香, 武藤徳子, 下島かおり, 富永尚弘, 石井信之. シングル Ni-Ti ロータリーファイルによる湾曲根管形成の評価. *日歯保存誌* 2014; 57: 502-509.
- 8) Zanette F, Graziotin-Soares R, Flores ME, Camargo Fontanella VR, Gavini G, Barletta FB. Apical root canal transportation and remaining dentin thickness associated with ProTaper Universal with and without Path-File. *J Endod* 2014; 40: 688-693.
- 9) Türker SA, Uzunoglu E. Apical root canal transportation of different pathfinding systems and their effects on shaping ability of ProTaper Next. *J Clin Exp Dent* 2015; 7: 392-395.
- 10) 青柳佳伸, 武藤徳子, 石井信之. Ni-Ti ロータリーファイルによる歯根破折発生防止に関する研究—シングルファイルシステム根管形成時の象牙質亀裂解析—. *日歯保存誌* 2014; 57: 352-357.
- 11) Shemesh H, Bier CA, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Weselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J* 2009; 42: 208-213.

- 12) Shemesh H, Roeleveld AC, Wesselink PR, Wu MK. Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endod* 2011; 37: 63-66.
- 13) Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009; 35: 236-238.
- 14) Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu MK, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod* 2013; 39: 1054-1056.
- 15) Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod* 2013; 39: 501-504.
- 16) Park SY, Cheung GS, Yum J, Hur B, Park JK, Kim HC. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 1200-1204.
- 17) Xu X, Eng M, Zheng Y, Eng D. Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *J Endod* 2006; 32: 372-375.
- 18) Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang ZJ, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *J Endod* 2015; 41: 1134-1138.
- 19) Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ni-Ti-based shape memory alloys. *Progress in Materials Science* 2005; 50: 511-678.
- 20) Dentsply. WaveOne Gold Brochure. <http://www.dentsply.co.uk/uploads/files/dentsply-waveone-gold-brochure..pdf#search='WaveOne+Gold'> 2015
- 21) Elnaghy AM, Elsaka SE. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2015 Oct 1. 1-6. doi: 10.1111/iej. 12557.
- 22) Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *J Endod* 2015; 41: 1718-1724.
- 23) Karataş E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H. Incidence of dentinal cracks after root canal preparation with ProTaper Gold, Profile Vortex, F360, Reciproc and ProTaper Universal instruments. *Int Endod J* 2015; Sep 3.1-6.
- 24) 松田浩一郎, 新井恭子, 北島佳代子, 五十嵐 勝. シングルファイル法とマルチファイル法による湾曲根管に対する切削特性に関する研究. *日歯保存誌* 2013; 56: 526-536.
- 25) 秋山勝彦, 下島かおり, 佐藤生野, 渡邊亮一郎, 武藤徳子, 石井信之. ProGlider のグライドパスがNi-Ti ファイルによる根管形成に及ぼす影響に関する研究. *日歯保存誌* 2015; 58: 265-272.

## The Study of Shaping Ability using WaveOne Gold

—Evaluation of Shaping between G-wire and M-wire Nickel-titanium File—

UEDA Takeshi, HIRAMINE Michiko, SHIMOJIMA Kaori,  
WATANABE Ryoichiro, SATO Ikuya, MUTO Noriko  
and TANI-ISHII Nobuyuki

Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

### Abstract

**Purpose:** The files are manufactured using M-wire and G-wire technology, improving strength and resistance to cyclic fatigue in comparison with other rotary Ni-Ti files. The enhancement of flexibility made with WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Switzerland) by G-wire makes quality endodontics available in curved root canals. The purpose of this study was to analyze the shaping ability and working time in root canal shaping by the WaveOne Gold and WaveOne (Dentsply Maillefer) after glide path.

**Methods:** Seventy Endo-Training block canals (Dentsply Maillefer) were used, divided according to WaveOne Gold (Small, Primary, Medium & Large) and WaveOne (Small, Primary, Large) Ni-Ti rotary system used in canal shaping into 3 groups. Canal transportations were assessed by comparing the pre-instrumentation and post-instrumentation images under an Olympus SZX16 with digital Camera DP71, and the superimposed images were analyzed by the WinRoof, and the working times for root canal shaping were measured. Data were statistically analyzed, and the significance level was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** WaveOne Gold and WaveOne exhibited a lower mean of canal transportation, and there was no significant difference between WaveOne Gold and WaveOne after glide path confirmation in canal transportation ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** This study confirmed the ability of WaveOne Gold to better perform with fewer aberrations and shorter working period when compared with WaveOne.

**Key words:** WaveOne Gold, WaveOne, glide path, canal transportation