

鶴見大学大学院歯学研究科博士学位論文

内容の要旨および審査の結果の要旨

氏名 埜口五十雄
博士の専攻分野 博士(歯学)
学位記番号 乙第276号
学位授与年月日 令和5年3月14日
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当
学位論文題目 Development of Innovative Contra-angle Handpiece Device with Piston Movement for Root Canal Preparation
(根管治療に用いる高速上下運動コントラハンドピースの開発)
Journal of Endodontics doi: 10.1016/j.joen.2020.12.018.
論文審査委員 主査 教授 濱田良樹
副査 教授 小川匠 副査 教授 早川徹

内容の要旨

【緒言】

石灰化根管、狭窄根管あるいは湾曲根管における根管ネゴシエーションは、レッジの形成や穿孔あるいは根管偏位などを生じることがあり熟練した手技が求められる。一般的に安全な根管穿通は、リーミング(回転運動)よりファイリング(上下運動)が推奨されているが、非効率であり非常に時間を要する処置である。

臨床応用が増加しているNiTi製ファイルは、柔軟性に富み根管追従性に優れているが、ステンレス製ファイルに比べ切削能力が劣るため専用モーターを用いる必要がある。しかし損傷や金属疲労の視認は難しく、破折が容易に生じるため使用には細心の注意が求められる。根管切削器具の回転操作や根尖方向への圧力は、器具破折や根管壁穿孔のリスクに加え、根管への器具のねじ込みが歯根の亀裂や破折に大きく関与する。

根管切削器具を上下運動させる機器は数種が報告されているが、十分な効果が認められず臨床での普及には至っていない。本研究では、安全で迅速かつ信頼性の高い根管治療法を確立するために、根管切削器具を高速で上下運動するシステムを開発し臨床的な有効性を検討した。

【材料と方法】

開発した高速上下運動コントラアングルハンドピース(以下ハンドピース)は、歯科用ユニットに装着が可能で、カム駆動方式により回転運動を直線運動に変換するシステムである。ハンドピースのヘッド部分はオートクレーブに対応し、回転運動速度を4分の1に減速するシステムを取り入れた。

実験1

上下運動量ならびにハンドピースのヘッド部分の重量を決定するために、生理食塩水中に冷蔵保存したヒト単根抜去歯1,280本を被験歯とした。術者は8年以上の臨床経験を持つ歯科医師20名で、切削効率ならびに使用感から上下運動量とヘッド重量に関して評価した。

上下運動量の評価は、340本の被験歯を無作為に各術者に17本ずつ配布した。上下運動量は、0.10mm間隔で0.10～1.70mmの17通りに調整し、#15、20、25Hファイルを装着して根管拡大形成を行った。根管歯質の切削状況、術者が感じる振動、所要時間、使用感などから適した条件を評価した。さらに最終決定には、140本の抜去歯を用いて1.10～1.40mmにおいて0.05mm間隔で追加評価を行った。

ヘッド部分の重量は、上下運動による切削効率に大きく関与することから詳細に検討した。0.5g間隔で55.0～74.0gの40通りに調整し、800本の抜去歯を用いて上下運動量の評価と同様に総合的に評価した。なお上下運動は5,000回/分とし、

各術者は上下運動量ならびにヘッド重量を認知することなく評価した。

実験2

実験1で得た条件で最終試作ハンドピースを製作し、根管追従性ならびに根管拡大形成に要する時間を、手用ならびにNiTi製ロータリーファイルと比較した。被験根管には、30°の湾曲を有するエポキシ樹脂製透明根管模型を各15個使用した。作業長を16.0 mmに設定し、ハンドピース群にはステンレス製#25 Hファイルを着装し、手用群では#15, 20, 25 Kファイルにて規格形成法で行った。NiTiファイル群では、専用モーターにNiTiロータリーファイル(レシプロックR25)を着装しメーカーの指示に従って行った。

術者は歯内治療に6年以上の臨床経験を有する5名とし、各群#25まで拡大した。処置前後に透明根管模型の写真撮影を行い、根尖孔から1.0 mm間隔で10か所の根管中心の偏移を測定し、二元配置分散分析、Steel-Dwass法にて統計学的検索を行った。また所要時間は、根管内洗浄や器具交換の時間は除き、開始から完了までを測定した。

抜去歯の使用に関し、鶴見大学歯学部倫理審査委員会の承認(No.1743)を得た。

【結 果】

実験1

上下運動量が0.1～1.1 mmでは効率的な切削が不可能であり、1.50～1.70 mmでは強い跳ね返りを示し臨床応用には不適と評価された。術者の過半数は、1.20～1.40 mmが適切と評価し、すべての術者が1.35 mmが最適であると評価した。

ハンドピース重量は、すべての術者が1.35 mmの上下運動では59.5 g以下および64.0 g以上では不適と評価した。また、過半数が60.0～63.0 gが適切と評価し、すべての術者が61.0および61.5 gが最適と評価した。

実験2

ハンドピース群は、根尖孔から2.0 mmで 0.03 ± 0.02 mm外湾方向に偏移し、5.0～6.0 mmで 0.02 ± 0.02 mm内湾方向に偏移した。手用群は、根尖孔から2.0 mmで 0.08 ± 0.02 mm外湾方向に偏移し、5.0 mmで 0.05 ± 0.04 mm内湾方向に偏移した。NiTiファイル群では、根尖孔から2.0 mmまでの偏移はわずかで、5.0 mmで 0.04 ± 0.04 mm内湾方向に偏移した。根尖孔から2.0 mmでは、ハンドピース群ならびにNiTiファイル群と手用群間で有意差が認められたが、ハンドピース群とNiTiファイル群間には認められなかった。内湾方向への偏移は、すべての群で5.0 mmが最大であったが有意差は認められなかった。すべての群において、術者間に統計学的有意差は認められなかった。

根管拡大形成に要した時間は、ハンドピース群で約36秒、手用群で約161秒、NiTiファイル群で約62秒であった。ハンドピース群ならびにNiTiファイル群と手用群間に有意差が認められたが、ハンドピース群とNiTiファイル群間には認められなかった。また手用群では術者間に有意差が認められた。

【考 察】

安全かつ効率的な根管歯質の切削には、ファイル先端に適切な力を付与する必要がある。ハンドピースの重量、把持位置ならびにファイルの固定法などが関与する。本ハンドピースの上下運動部分は、12,000回/分に対応する表面加工を施したが、術者の感覚や患者への衝撃を考慮して5,000回/分に設定した。

実験1では、3種類のHファイル(#15, 20, 25)を使用した。#25 Hファイルが優れた穿通性を示したため、実験2では#25 Hファイルのみを使用した。根管模型においても#25 Hファイルの優れた特徴から、根管拡大形成に要する時間は大幅に短縮された。本ハンドピースと#25 Hファイルの組み合わせは、その柔軟性から健全歯質の切削はほとんど生じず、感染象牙質を選択的かつ効率的に切削することが可能であり、健全歯質に対しては切削音が変化することで認識できる。ファイル先端が歯質に直角に突く力は約250 gであり、健全歯質に接触した場合には、ファイル自体が撓みあるいは屈曲することで穿孔などの事故が回避できる。狭窄根管では、ファイル先端が石灰化の弱い部分やわずかな隙間へ侵入し、根尖部根管まで穿通する状況がしばしば見受けられた。また、ファイル装着部分は135°の範囲で受動的に回転する機構を備えており、複雑な根管形態に対しても切削効率が低下せず、ファイルや歯質に加わる負担も軽減する。

湾曲根管における根管偏移は、湾曲率、ファイルの太さや形状ならびに材質に影響を受ける。本研究では、ハンドピース群はステンレス製Hファイル、手用群はステンレス製KファイルおよびNiTiファイル群はM-Wire製ファイルを使用した。ハンドピース群は根管中心の偏移が、手用群より明らかに少なく、NiTiファイル群と同等な結果であったことは、#25 Hファイルの金属部分の断面積が#20 Kファイルより少なく、さらに刃部の形状から、柔軟性が高く根管追従性に優れているためと考えられる。またHファイルの根管壁への接触面積は、KファイルやNiTi製ファイルに比べ小さく、高速での上下運動切削でも歯質の温度上昇はほとんど認められなかった。所要時間に関し手用群で術者間に大きな差を生じたが、これは回転量や

トルクが各術者で異なるためと思われる。

【結 論】

新しく開発した上下運動コントラングルハンドピースは、#25 H ファイルを装着することで安全で効率的な根管拡大形成が認められたことから、臨床における有用性が示唆された。

審査の結果の要旨

根管治療において、石灰化根管や狭窄根管あるいは湾曲根管における根管ネゴシエーションはレジの形成や穿孔あるいは根管偏位などを生じることがあり、熟練した手技が必要である。また確実な根管拡大形成には全周フィリングが不可欠であるが、手技では効率に問題があり、治療には長時間を要するのが現状である。本研究では、安全で迅速かつ信頼性の高い根管治療法を確立するために、根管切削器具を高速で上下運動するシステムを開発し臨床的な有効性を検討した。なお、器具破折の発生や歯質への損傷を最小限にすることを考慮してステンレススチール製 H ファイル（以下ステンレスファイル）を用いた。

開発した高速上下運動コントラングルハンドピース（以下ハンドピース）は、歯科用ユニットに装着が可能で、カム駆動方式により回転運動を直線運動に変換するシステムである。ハンドピースのヘッド部分はオートクレーブ滅菌が可能であり、回転運動速度を4分の1に減速するシステムを取り入れた。ステンレスファイルを装着して、ヒト単根抜去歯を被験歯として、上下運動量ならびにハンドピースのヘッド部分の重量を決定した。その結果、すべての術者が上下運動量 1.35 mm、ハンドピース重量 61.0 および 61.5 g が最適と評価した。この結果を基に、最終試作ハンドピースを製作し、根管追従性ならびに根管拡大形成に要する時間を手用ならびに NiTi 製ロータリーファイルと比較した。被験根管には、30°の湾曲を有するエポキシ樹脂製透明根管模型を使用した。根尖孔から 2.0 mm ではハンドピース群ならびに NiTi ファイル群と手用群間で有意差が認められたが、ハンドピース群と NiTi ファイル群間には有意差は認められなかった。内湾方向への偏位は、すべての群で 5.0 mm が最大であったが有意差は認められなかった。根管拡大形成に要した時間を比較すると、ハンドピース群ならびに NiTi ファイル群と手用群間に有意差が認められたが、ハンドピース群と NiTi ファイル群間には有意差は認められなかった。

以上、本研究で開発した上下運動コントラングルハンドピースにステンレスファイルを装着することで、安全でかつ効率的な根管拡大形成が認められ、本システムの有用性が示唆され、今後の歯内療法学の臨床に大いに寄与するものと考えられる。よって、本論文は博士（歯学）の学位請求論文として十分な価値を有すると判定した。