



AMPLITUD IDEAL DE LA CONFORMACIÓN APICAL EN ENDODONCIA
Estudio comparativo de dos métodos clínicos para la preparación del
tercio apical radicular

Trabajo de investigación
requisito para optar al título
de cirujano dentista

Alumnos: María Fernanda Marticorena Marticorena
Nayadeth Francisca Rojas Saavedra

Docente Guía: Dr. Fernando Bahamondes
Catedra de Endodoncia

Valparaíso, Chile
2015

Dedico este trabajo y mis 6 años de estudio a todas aquellas personas que fueron parte de este proceso.

A mis padres, por su incondicionalidad y apoyo infinito, por darme la oportunidad de estudiar y esforzarse para ello, por entregarme su confianza y permitirme tomar mis propias decisiones, alegrándose por mis logros, y sosteniéndome en mis fracasos.

A Gonzalo, por su paciencia eterna, por escucharme, acompañarme y entenderme siempre.

Gracias, de corazón, nada sería igual sin ustedes.

Nayadeth Rojas

Este trabajo de tesis se lo dedico a toda mi familia, amigos y cercanos que me apoyaron incondicionalmente durante estos largos 6 años de carrera. A los que estuvieron cada día dándome ánimo para terminar, acompañándome en cada momento malo o frustrante, empujándome para continuar y seguir adelante, además de por supuesto celebrar cada victoria como si fuera de cada uno de ellos.

Fernanda Marticorena

AGRADECIMIENTOS

A Dr. Fernando Bahamondes por ser nuestro guía de tesis y mostrarnos este interesante tema.

A Dr. Muñoz y Dra. Isis por su apoyo incondicional, por compartir sus experiencias, enseñarnos y guiarnos en todo el proceso.

A Dr. Wilfredo y Dr. Fuentes por su grata compañía y sugerencias en el trabajo en el laboratorio.

A nuestros compañeros por facilitarnos limas y dientes para el desarrollo de nuestra investigación.

A los funcionarios, Verito, Marco y Auxiliares, por estar siempre dispuestos a facilitarnos todas las cosas que necesitamos durante el proceso.

A María Pilar Barros por su apoyo y profesionalismo en la estadística de nuestra tesis.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
1. Historia	2
2. Limpieza y conformación de conductos	3
3. Limas Manuales NiTi Flex, Dentsply	7
4. Sistemas Rotatorios Ni Ti.....	9
5. Anatomía radicular	11
6. Constricción apical	15
7. Determinación del tamaño óptimo de preparación apical	16
8. Relación entre la irrigación, microbiología e instrumentación biomecánica.....	19
III. OBJETIVOS	22
IV. HIPÓTESIS	22
V. MATERIALES Y MÉTODOS	23
VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
VII. RESULTADOS	35
VIII. DISCUSIÓN	45
IX. LIMITACIONES Y SUGERENCIAS	48
X. CONCLUSIONES	49
XI. RESUMEN	50
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
XIII. ANEXOS	53

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la endodoncia se ha centrado en la forma ideal de instrumentar los conductos. Mientras que el diámetro al que se debe ampliar el conducto en su parte más apical es un parámetro que se ha documentado en muy pocos estudios. Esto es sorprendente, ya que los estudios de Kerekes y Tronstad demostraron que el diámetro apical de los conductos radiculares es más grande de lo que a menudo se supone (1).

En los dientes infectados, los microorganismos se pueden encontrar en los túbulos dentinarios adyacentes al conducto, por ello se recomienda eliminar la capa más infectada de dentina. De hecho se ha demostrado que el desbridamiento del conducto radicular es mejor con mayor instrumentación, aunque ninguna técnica de instrumentación garantiza la eliminación de todos los residuos y bacterias. En un estudio clínico reciente, sólo la instrumentación apical más grande de lo recomendado, dio lugar a un conducto radicular libre de bacterias (1).

Por desgracia, la determinación de la primera lima (lima apical inicial) que se une en la parte apical del conducto radicular no permite una predicción fiable del tamaño del instrumento final requerido para la ampliación apical completa. Esto es causado por las interferencias en el tercio coronal y medio del conducto radicular y puede ser solucionado por el preflaring. Además, muchos canales radiculares tienen apicalmente una forma ovalada o plana que hace que la medición del diámetro de los conductos radiculares sea difícil (1).

Para la realización de la preparación de conductos, cada año las distintas marcas ofrecen nuevos instrumentos. En el año 2011 Densply Mallefer lanza al mercado un sistema de preparación mecanizado, WaveOne, que posee una aleación mejorada de níquel titanio llamada M-Wire y trabaja con un movimiento de rotación recíproco, que permite en la mayoría de los casos, conformar completamente el conducto radicular con un solo instrumento. Sin embargo, ¿Conformará idealmente el tercio apical del conducto?

Por todo esto es que se hace necesario comparar el sistema rotatorio Wave One con un sistema manual, en este caso las limas de níquel titanio (NiTi Flex), para evaluar la eficacia real que presentan al preparar el tercio apical de un conducto radicular.

II. MARCO TEÓRICO

1. Historia

La endodoncia es una ciencia que comprende la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y de sus repercusiones en la zona periapical y por consiguiente en el organismo (2).

El objetivo más importante de la terapia endodóntica es reducir al mínimo el número de microorganismos y residuos patológicos en los sistemas de conductos radiculares para prevenir o tratar la periodontitis apical (3). Este proceso de desbridamiento químico-mecánico de canal radicular, se ha descrito como la eliminación de todo el contenido de los conductos antes y durante la conformación (2).

Respecto al tratamiento endodóntico, cuenta de las siguientes etapas:

1. Apertura cameral
2. Pulpectomía
3. Limpieza y conformación de conductos radiculares:
 - 3.1. Acceso Radicular
 - 3.2. Conductometría
 - 3.3. Preparación biomecánica del conducto (PBM)
4. Obturación del sistema de conductos radiculares limpios y remodelados (2).

La preparación del sistema de conductos radiculares ha sido reconocida como uno de los pasos más importantes del tratamiento endodóntico y además considera que la limpieza y conformación es la base para una terapia endodóntica exitosa (4). Esto incluye la remoción de tejido vital o necrótico, dentina infectada y en casos de retratamiento, la remoción de obstáculos metálicos y no metálicos (5).

La Preparación biomecánica, constituida por un conjunto de procedimientos mecánicos con el auxilio de productos químicos tiene por finalidad limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular. La instrumentación adecuada, combinada con una efectiva irrigación es necesaria para lograr una desinfección suficiente durante el tratamiento del conducto radicular (6).

A lo largo de la historia, ha sido controversial encontrar un parámetro para determinar la amplitud óptima que debe tener la preparación apical del conducto radicular, no solo porque alcanzar su diámetro ideal significa la eliminación de los agentes infecciosos, sino también, porque alcanzar una forma circular, permitirá un sellado apical al obturar el conducto radicular (5).

2. Limpieza y conformación de conductos

Preparación del tercio cervical

En continuidad con el acceso al conducto, se debe realizar la preparación del tercio cervical, que modificará su aspecto y sus dimensiones dándole forma de embudo. Lo que facilitará el acceso directo a los tercios medios y apical. Muchas escuelas recomiendan realizarla siempre, mientras que Soares prefiere realizarla conforme a las características de cada conducto. Así, en conductos rectos y amplios esta preparación podría obviarse, en cambio, en conductos estrechos y curvos, promueve una llegada menos tortuosa de la lima y los irrigantes al tercio apical, lo que permite que los instrumentos trabajen en el área con mayor facilidad (5).

Hay muchos instrumentos que se pueden utilizar para preparar el tercio cervical, entre ellos, las fresas Gates – Glidden. Son instrumentos rotatorios de tipo encaje, accionados a motor, fabricados por torneado a partir de vástagos de acero al carbono, de acero inoxidable o de níquel titanio. Presentan una parte activa cortante pequeña y el diseño es apropiado para velocidades bajas y medianas (5). (Figura 1)

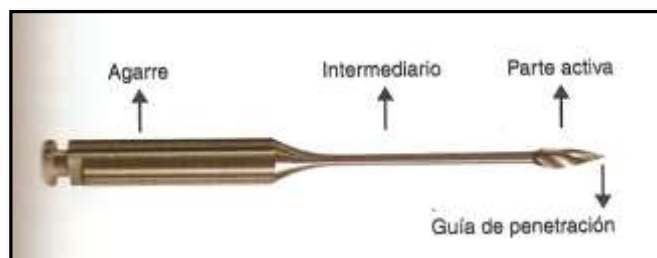


Figura 1. Fresa Gate Glidden

La técnica ***Acceso Radicular*** es una de las técnicas de preparación del tercio cervical que se realiza previo a la instrumentación del tercio apical. Fue presentada por Marshall y Pappin en 1983 y publicada tras su evaluación, por Morgan y Montgomery. Inicialmente se prepara usando un instrumento de mayor tamaño en la entrada del conducto, trabajando el conducto desde coronal a apical con instrumentos más pequeños progresivamente, resultando en una reducción en la extrusión de detritus apicalmente y una reducción de la rectificación (7).

Posterior a la preparación del tercio cervical, se realiza la Odontometría, que determinará la longitud de trabajo correspondiente al diente que se está trabajando. Con esta medida ya determinada, comienza la Preparación Biomecánica (5).

Preparación biomecánica (PBM)

La Conformación tiene por objetivo la creación de condiciones morfológicas y dimensionales para que el conducto pueda obturarse de manera correcta. Además, permite la correcta eliminación de bacterias encontradas en los túbulos dentinarios a través del desgaste de las paredes y de la llegada del irrigante a la zona. Al trabajar en el conducto anatómico, limpiándolo, ampliándolo y alisando sus paredes, el profesional conforma un conducto quirúrgico de acuerdo con sus conveniencias o necesidades, siempre en procura de respetar su forma y su conicidad original (5).

La investigación ha demostrado que la instrumentación mecánica reduce en gran medida el número de microorganismos que permanecen en el sistema de conductos radiculares. Incluso se ha demostrado que reduce el recuento bacteriano sin irrigantes o medicación (3).

- ***Normas para la adecuada Preparación Biomecánica (Técnica Convencional)***
 - 1. Acceso adecuado, directo y sin interferencias.
 - 2. La PBM se inicia con instrumentos de menor calibre y en secuencia progresiva de menor a mayor grosor. Si se utilizan los instrumentos antes de tiempo, se pueden formar escalones, separación de instrumentos o disminución de la longitud del conducto radicular (5).

Se debe preparar el conducto en forma uniforme y cónica divergente hacia coronal, respetando la forma original del conducto. El foramen apical debe conservar su relación espacial original, evitando la transportación, que puede causar fracasos en el tratamiento. La PBM debe ser realizada hasta encontrar dentina sana; Grossman (1973), recomienda preparar el conducto radicular por lo menos 3 números más, a partir del instrumento que comience a cortar la zona apical. Weine (1976), coincide con Grossman y recomienda que en conductos curvos, ensanchar 3 instrumentos más que la lima que ajustó en el ápice.

El grado de curvatura es un factor que influye en el grado de PBM, donde la instrumentación no debe ser excesiva, pues los riesgos son mayores que los beneficios, por lo tanto en conductos curvos se realiza con instrumentos de menor calibre que en los conductos rectos (8).

- ***Principios de la preparación biomecánica:***

Obtener acceso directo a las proximidades de la unión cemento-dentina-conducto o CDC, dar forma conoide al conducto, desinfección y acondicionamiento del sistema de conductos para la obturación hermética y tridimensional. En la práctica no es tan sencillo conseguir una preparación y limpieza óptima por: las dimensiones, forma, irregularidades y curvatura del conducto radicular (8).

- **Objetivos de la preparación biomecánica:**

Schilder describió principios biológicos y mecánicos:

Objetivos biológicos:

1. Limitar la instrumentación únicamente a la raíz
2. No extruir detritus a través del foramen
3. Remover todo el tejido del conducto radicular
4. Crear suficiente espacio para una eficiente irrigación, medicación y sellado (4).

Objetivos mecánicos:

1. Continuar conicidad en forma de embudo desde el ápice hasta la cavidad de acceso
2. El diámetro de sección transversal debiese ser más estrecho en cada punto más apical
3. La preparación del canal radicular debiese corresponderse con la forma original del canal
4. El foramen apical debiese mantener su forma original
5. El foramen apical debiese mantenerse lo más pequeño posible.

- **Selección adecuada de los instrumentos:**

La selección del tipo de instrumento y el calibre del primero de estos, es el punto inicial en cualquier técnica de conformación y su elección está relacionada en gran medida con las características morfológicas del conducto en tratamiento. Los instrumentos que se usan dependen de la forma del conducto, así en conductos rectos es posible utilizar limas tipo K y en conductos curvos, Flexofile. Con independencia del tipo de instrumento por utilizar, el movimiento preferido debe ser el de rotación, ya que con esto será posible:

- Mantener, en especial en el tercio apical, la forma original circular del conducto, lo que facilita la ejecución de una obturación de buena calidad
- Reducir la compactación de detritus en el tercio apical

El primer instrumento a usar en la conformación, no deberá ser exageradamente fino ni muy grueso en relación con el diámetro del conducto. La exploración y la limpieza (ya realizadas), ayudarán a realizar la elección correcta. Es conveniente que el instrumento quede ajustado, sin esfuerzo excesivo, al diámetro del conducto y en el límite apical de la preparación como se observa en la figura 2. Esta selección se facilita al preparar el tercio cervical del conducto, si no hay interferencia en el tercio cervical el ajuste del instrumento se producirá efectivamente en la porción apical. Para elegirlo, se comienza a probar a partir del #15 y determinar así el primer instrumento que más se aproxime a las dimensiones del conducto. La sensibilidad táctil es un factor decisivo en esta selección (5).

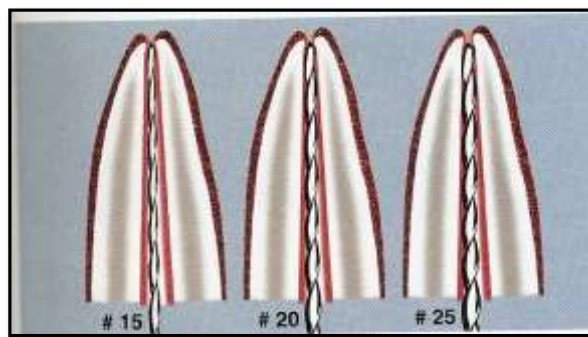


Figura 2. Elección incorrecta (#15 y #20) y correcta (#25) del primer instrumento

- ***Determinación y conservación de la longitud de trabajo para la conformación:***

La lateralidad del foramen, que no suele coincidir con el vértice radicular y las numerosas evaluaciones histológicas, demuestran la conveniencia de que el tratamiento quede confinado al conducto dentinario. Por lo tanto, se recomienda que la conformación se ejecute hasta un nivel que diste 1mm del vértice radiográfico. A esta altura, deberá conformarse el “stop apical” que, como protector de los tejidos apicales servirá como receptáculo para los materiales de obturación, manteniéndolos dentro de los límites adecuados (5).

- ***Conformación propiamente tal:***

Según el orden seguido para la preparación de los diferentes tercios del conducto radicular, las técnicas de instrumentación se pueden clasificar como apicocoronarias, coronoapicales y mixtas. En las técnicas apicocoronarias, después de la preparación del tercio apical la instrumentación retrocede en forma gradual hasta alcanzar el tercio cervical. En las coronoapicales, la conformación comienza por el tercio coronario y avanza gradualmente hasta la altura deseada en el tercio apical. En las técnicas mixtas, se hace primero la preparación del tercio cervical, y a continuación, la conformación de los tercios apical y medio, respectivamente. Durante muchos años, las técnicas apicoronarias de instrumentación prevalecieron en la preparación del conducto radicular. Actualmente, con las ventajas innegables de la preparación del tercio cervical antes de la preparación del tercio medio y apical, hay gran tendencia a que todas las técnicas de instrumentación del conducto comiencen por la preparación del tercio cervical. Por ello se sugiere la realización de preparaciones mixtas, donde previo a la técnica escalonada se realice la preparación cervical (9).

3. Limas Manuales NiTi Flex, Dentsply

Son limas tipo K hechas de vástago con sección triangular obtenidas por torneado a partir de un vástago de níquel titanio y una punta batt inactiva. Se comercializan de diámetros #15 al #60 con longitudes de 21 y 25mm (5) (figura 3).



Figura 3. Limas K-File NitiFlex, Dentsply

La mayoría de los instrumentos endodónticos de uso manual están hechos de acero inoxidable, que permite que sean flexibles, resistentes, con buena capacidad de corte, durabilidad aceptable y que no sufran alteraciones importantes al contacto con el hipoclorito o esterilización. La aleación de níquel titanio está compuesta sobre todo por níquel (56%) y titanio (44%); también conocido con el nombre de nitinol. Los instrumentos fabricados con vástagos de níquel titanio son torneados, ya que ese metal no acepta torsión. Poseen una resistencia considerable a la fatiga y por consiguiente son más duraderos que los de acero inoxidable (10).

En condiciones normales de instrumentación, una lima de níquel titanio puede usarse unas 10 veces. Debido a las características de superelasticidad de esta aleación, las limas no pueden precurvarse como las de acero inoxidable. Tienen flexibilidad considerable (propiedad que poseen algunos cuerpos para doblarse con facilidad sin romperse). Asimismo, debido a su superelasticidad, el vástago de níquel titanio tiende a recuperar su posición original apenas deje de actuar la fuerza flexora. La fuerza de recuperación del metal es idéntica a la fuerza mínima que necesita para flexionarse (10).

En relación a su acción dentro del conducto radicular, cuando el instrumento se curva por las condiciones anatómicas genera una fuerza de recuperación muy baja, que no es suficiente para superar la resistencia de la pared dentinaria. Si la resistencia de las paredes del conducto radicular es mayor que la fuerza de recuperación del instrumento utilizado, el conducto no se deformará durante la instrumentación (10). Si se emplean con movimientos de limado, su alta flexibilidad impide ejercer una presión adecuada sobre las paredes del conducto radicular. Esto se percibe en especial con las limas de menor calibre, como las #15 y #20 (5).

Por sus características las limas de níquel titanio son más eficaces cuando se usan con movimientos de rotación y tracción, ya sea en sistemas manuales (en sentido horario/antihorario) o en los sistemas mecanizados, por ejemplo el Profile (10). También se pueden utilizar con la técnica de fuerzas balanceadas (5).

La Punta Batt (Figura 4) se caracteriza por ser inactiva, por lo que se minimiza el riesgo de perforación, hace que la deformación del conducto radicular sea casi imposible y que mejore la capacidad de corte de la lima (10).

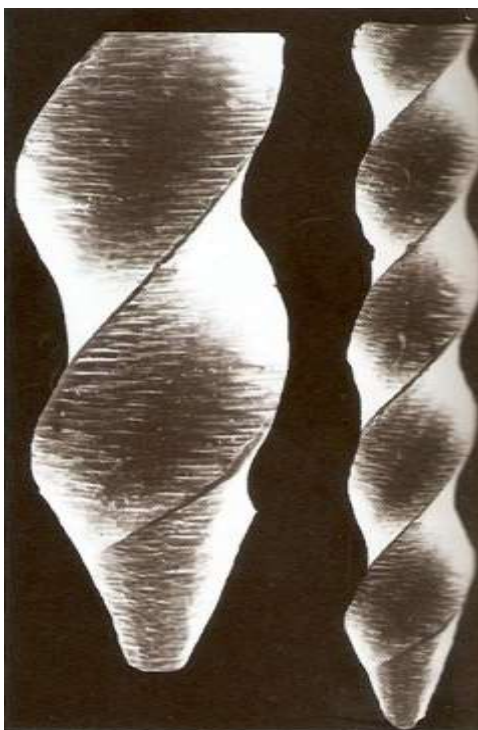


Figura 4. Punta inactiva batt de lima NitiFlex

Respecto a su sección transversal, su diseño varía progresivamente con el tamaño del instrumento para conservar la flexibilidad y resistencia torsional. Los diámetros más pequeños son más frágiles y con el núcleo triangular con lados convexos, lo que aumenta la masa de metal y así su resistencia. Los diámetros más grandes son más anchos y rígidos, por lo que el núcleo también es triangular pero con los lados cóncavos para otorgarle mayor flexibilidad (5).

4. Sistemas Rotatorios Ni Ti.

La utilización de sistemas rotatorios ha ido en aumento. En una encuesta realizada en Australia se reflejó que aunque la instrumentación manual sigue siendo la más popular, la mayoría de los endodoncistas (64%) y un número creciente de dentistas generales usan actualmente instrumentos NiTi rotatorios. Existen numerosos sistemas rotatorios, diferenciándose en la conicidad (constante, en aumento o en descenso); el ángulo de corte (la dirección de los bordes cortantes) que puede ser neutro, negativo o positivo; la geometría de la sección transversal (forma de S, triple hélice, triangular, asimétrica); configuración de la punta (no cortante redondeada, cortante); diseño de las hojas; ángulo helicoidal (ángulo entre el borde cortante y el eje axial de la lima) y el pitch (la distancia entre los bordes cortantes) (11).

En la preparación biomecánica realizada de manera manual tradicional, se han evidenciado varias desventajas, dentro de las cuales se encuentran la transportación del conducto de su eje original y el tiempo clínico empleado que se traduce en un agotamiento tanto para el operador como para el paciente. Es por esto que se han ido desarrollando nuevas técnicas e instrumentos de donde surgen los sistemas mecanizados para la preparación de conductos (5).

Dentro del instrumental mecanizado NiTi se encuentran aquellos que realizan un movimiento recíprocante, el cual es un movimiento repetitivo hacia adelante y atrás, el cual pretende imitar el movimiento manual y disminuir así los riesgos de rotación continua (mayor fatiga del instrumental). De estos se encuentran:

1. Sistema Reciproc (VDW)
2. Wave One (Dentsply Tulsa, Dentsply Maillefer) (5).

Sistema Rotatorio Wave One, Dentsply

Son instrumentos de níquel titanio de tipo M-Wire con dos secciones transversales diferentes (figura 5 y 6). De D0 a D8, tiene una forma triangulo convexa modificada a modo de hélice, en tanto de D8 a D16 es netamente triangulo convexa (12).

El sistema tiene limas de uso único, con tres calibres #21 0,06 (amarillo); #25 0,08 (rojo); #40 0,08 (negro), para ser utilizadas de acuerdo a la dimensión del conducto radicular. Se venden esterilizadas, con longitudes de 21, 25 y 31mm. Se las emplea en un motor con movimiento recíproco. El giro antihorario es tres veces más amplio que el horario. En antihorario el instrumento avanza, se adosa y corta la dentina, en tanto en el horario se desprende de la dentina. Tres ciclos recíprocantes completan una vuelta al conducto. No se pueden esterilizar y se deberán emplear una sola vez (12).

El sistema se completa con conos de papel, conos de gutapercha y obturadores tipo Thermafil del mismo calibre que los instrumentos. La mayor parte de las veces este sistema requiere de una lima manual seguida de una lima única rotaria del sistema Wave One. (12).

Actualmente este sistema consta de tres limas, disponibles en tamaños de 21, 25 y 31 mm (Figura 7):

1. Lima WaveOne Primary (amarilla) usada en canales finos. La punta tiene un ISO 21 continuando con un taper de 6% (12). En casi el 90% de los casos logrará una conformación óptima del conducto radicular. Sin embargo en conductos más largos, estrechos y/o curvos incluso cuando la lima K #10 se encuentre holgada, la Lima Primary será más adecuada para preparar el tercio apical del conducto (13).
2. Lima WaveOne Small (roja) usada en la mayoría de los canales. La punta tiene ISO 25 con un taper apical de 8% que se reduce hacia coronal (12).
3. Lima WaveOne Large (negra) usada en canales anchos. La punta tiene ISO 40 con un taper apical de 8% que se reduce hacia coronal (12). Es usada en canales que son generalmente rectos, como en incisivos superiores, molares con dos conductos radiculares y en dientes con conductos de mayor diámetro tanto superiores como inferiores (13).

Cabe destacar que el método utilizado para la confección de estas limas se basa en el tamaño del foramen apical, donde si el foramen es mayor a 0.25mm, se debe utilizar una lima Large (14).



Figura 5. Sección transversal triangular convexa modificada en la punta.



Figura 6. Sección transversal triangular en la porción coronal.



Figura 7. Limas del Sistema WaveOne

Dentro de las ventajas que posee el diseño de las limas WaveOne, es que provee la flexibilidad al instrumento, al ser un lima de sólo un uso evita las contaminaciones cruzadas y también evita errores por fatiga del instrumental (13).

Selección de la Lima única WaveOne:

1. Si una lima manual K 10 se resiste al movimiento dentro del conducto, se usará una lima Wave One Small
2. Si una lima manual K 10 se mueve dentro del conducto fácilmente a la longitud de trabajo, se usará una lima Wave One Primary
3. Si una lima manual K 20 llega a longitud de trabajo, se usará la lima Wave One Large (12).

La técnica de uso:

1. Acceso al conducto según los protocolos
2. Selección de la Lima Wave One a utilizar
3. Uso de la lima en la conformación del conducto
4. Irrigación copiosa con Hipoclorito de Sodio y EDTA antes, durante y después de la conformación (12).

Problemática:

Si bien últimamente se han hecho grandes avances para disminuir la cantidad de instrumentos a utilizar y así reducir el tiempo clínico, además de la fatiga del operador, Spanberg nota que el esfuerzo de reducir este número de instrumentos, limita la preparación apical a pequeños tamaños y no produce una preparación apical limpia en dientes a tratar (15).

En otro estudio de Tan y Messer se compararon limas manuales y rotatorias para el ensanchamiento de las preparaciones apicales. Sus resultados concluyeron que ni una de ambas técnicas es totalmente efectiva en la limpieza y conformación de conductos. También concluyeron que una instrumentación ensanchada beneficia más la reducción de detritus en el tercio apical del conducto (16).

5. Anatomía radicular

Cada tipo de diente en la arcada tiene una anatomía radicular particular y debe ser conocida para una correcta preparación e instrumentación de ellos. Para esto lo primero es clasificar según curvatura de las raíces (Figura 8), Schneider estandarizó éstas y desarrolló un sistema en el cual radiografió todas las raíces en sentido vestibulolingual y mesiodistal. Después traza una línea que va paralela al eje mayor del diente y otra línea que va desde el foramen apical hasta la intersección con la primera. El ángulo formado entre ambas es medido, dividiéndose en:

- 1) Dientes Rectos: 5° o menos
- 2) Curvatura moderada: 10° a 20°
- 3) Curvatura severa: 25° a 70° (17)

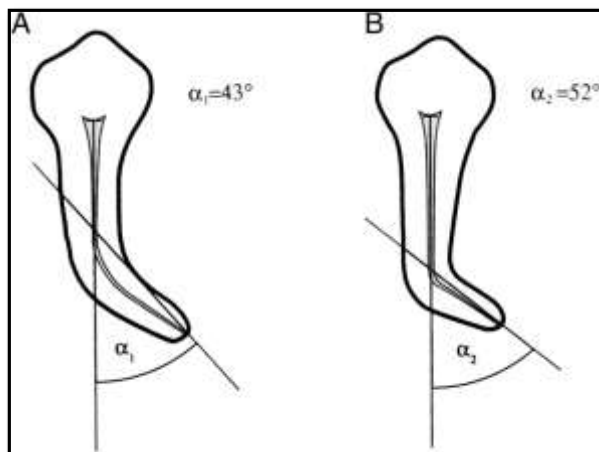


Figura 8. Grado de curvatura según Schneider

Los dientes seleccionados para este estudio deben contar con la primera división, conductos rectos y además deben ser amplios.

Primer Molar Inferior

El primer molar inferior (Figura 9) es el diente más voluminoso de la arcada dental humana. Su corona presenta cinco cúspides, tres vestibulares y dos linguales (9). Suele tener dos raíces (Figura 10), en ocasiones posee tres, con dos conductos en la raíz mesial y uno o dos en la raíz distal, aplanadas en sentido mesiodistal y amplias en sentido vestibulolingual (5). Skidmore y Bjorndal afirmaron que aproximadamente uno de cada tres primeros molares inferiores estudiados tenía cuatro conductos radiculares (9) (Tabla I).

El piso de la cámara pulpar es convexo y de forma trapezoidal, con la base mayor hacia mesial y la menor hacia distal. En los ángulos de ese trapecio, se localizan las entradas de los conductos, que la mayoría de las veces son tres, el mesiovestibular, el mesiolingual y el distal. En una cantidad significativa de casos, tiene cuatro conductos, dos en la raíz mesial y dos en la raíz distal. Muy rara vez puede presentar dos conductos, uno mesial y uno distal. También muy rara vez los primeros molares inferiores pueden tener cinco conductos, tres mesiales y dos distales (5).

Cuando se presentan tres conductos, el distal es amplio, de forma aproximadamente oval (con el eje mayor en sentido vestibulolingual) y con curvatura

suave, o a veces recto. Cuando tiene cuatro conductos, los dos distales son de dimensiones más reducidas que en los casos de conducto único. Cuando tiene dos conductos, estos en general son amplios, con forma oval en sentido vestibulolingual, acompañando la anatomía radicular (5)

La sección de los conductos presenta en el nivel apical, una forma aproximadamente circular, como ocurre con todos los demás dientes (9).

La raíz distal es recta normalmente, y muchas veces se pueden ver directamente el o los orificios. Los conductos de la raíz distal son más amplios que los de la raíz mesial. Un orificio de entrada al conducto ancho en sentido bucolingual indica la posibilidad de un segundo, o de uno acintado con cinchas complejas, que pueden complicar limpieza y remodelado.

Las raíces mesiales suelen ser curvas, siendo el más curvo el conducto mesiobucal. Puede existir una curva significativa en plano bucolingual que quizá no se aprecie radiográficamente. Los orificios de entrada suelen encontrarse bien separados en la cámara pulpar. El orificio mesiobucal se localiza con frecuencia bajo la cúspide mesiobucal (9).

En raras ocasiones existe una tercera raíz, más pequeña y más corta. Se encuentra en la parte distolingual y puede presentar forma de gancho apical agudo dirigido hacia bucal, no evidente radiográficamente (9).

El foramen apical se define como el borde circular o redondeado, como un embudo o cráter, que diferencia entre la terminación del conducto cementario y la superficie exterior de la raíz. Esta estructura anatómica es variable entre los distintos tipos de dientes y es muy importante considerarla, junto con la constricción apical, para la correcta preparación de un conducto radicular en un tratamiento endodóntico. En la Tabla II se muestran los tamaños de forámenes apicales promedio de cada diente (9).

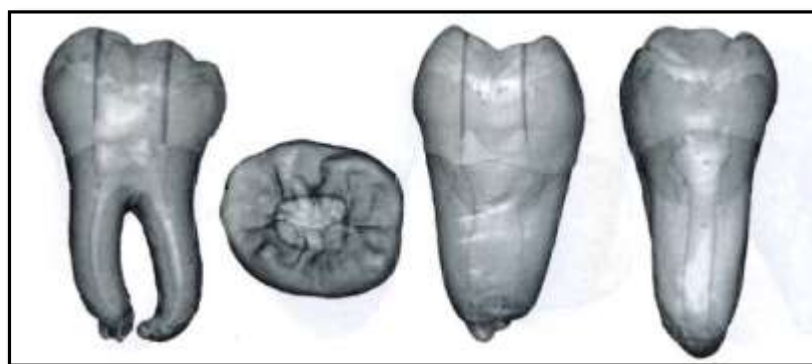


Figura 9. Anatomía radicular Primer Molar Inferior

<i>Longitud promedio</i>	<i>21.0mm</i>	
<i>Cantidad de raíces</i>	2	97,5%
	3	2,5%
<i>Cantidad de conductos</i>	2	8.2%
	3	56,0%
	4	36,0%

Tabla I: Cantidad de raíces y conductos según Probabilidad

<i>DIENTES</i>	<i>VALORES MEDIOS (u)</i>
<i>Incisivos superiores</i>	289,4
<i>Incisivos inferiores</i>	262,5
<i>Premolares superiores</i>	210
<i>Premolares inferiores</i>	268,25
<i>Molares superiores</i>	
- <i>Palatino</i>	298
- <i>Mesiovestibular</i>	235,05
- <i>Distovestibular</i>	232,2
<i>Molares inferiores</i>	
- <i>Mesial</i>	257,7
- <i>Distal</i>	392

Tabla II: Tamaño de los Forámenes apicales

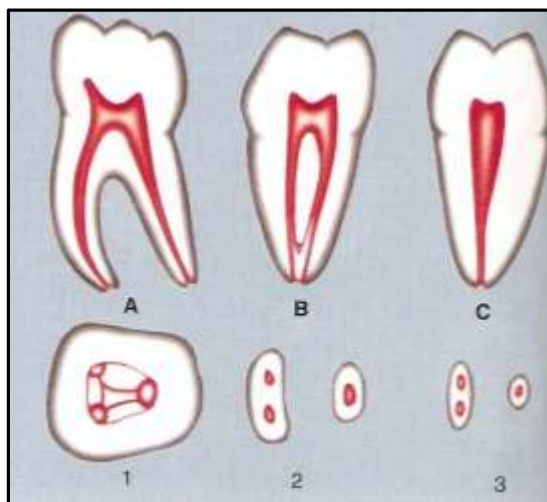


Figura 10. Primer molar inferior (A) vista mesiodistal; (B) vista vestibulolingual de la raíz mesial; (C) vista vestibulolingual de la raíz distal. Cortes transversales en el nivel de los tercios coronario (1), medio (2), y apical (3).

6. Constricción apical

La constricción apical (unión cementodentinal o CEJ) se ha defendido como el extremo terminal de la instrumentación y obturación. Es, en teoría, la parte más estrecha del canal y la ubicación en que la pulpa termina y comienza el periodonto. Ricucci abogó por la instrumentación de la constricción apical, porque las fuerzas fuera de esta unión pueden retrasar la cicatrización de heridas o causar efectos adversos en el resultado del tratamiento endodóntico. Materiales o medicamentos extruidos más allá de la constricción pueden promover la inflamación y una reacción de cuerpo extraño. Ricucci y Langeland demostraron que la instrumentación y obturación de la constricción apical dieron el mejor pronóstico. Se observó un peor pronóstico cuando al obturar el material se extendió más allá de la constricción apical. Una revisión de la literatura por Wu et al. estuvo de acuerdo con las principales conclusiones de Ricucci y Langeland, sin embargo, vale la pena señalar que la constricción apical no siempre puede estar presente o fácilmente identificable (3).

Es evidente a partir de la literatura que la constricción apical no es uniformemente redonda, en general es ovalada o irregular. Clínicamente esto significa que se debe tomar en consideración el diámetro mayor de la forma del canal para obtener resultados más predecibles (3).

7. Determinación del tamaño óptimo de preparación apical

La Instrumentación completa de la región apical durante mucho tiempo ha sido considerada como un componente esencial en el proceso de limpieza y conformación. Lo que se discutió como un paso crítico ya en 1931 por Groove. Simon reconoció la zona apical como la zona crítica para la instrumentación y otros autores concluyeron que los últimos milímetros, los que acercan del foramen apical, son fundamentales en el proceso de instrumentación (3).

Dado que los diámetros de los canales en apical varían mucho en todos los dientes no es aconsejable aplicar un tamaño estándar para la ampliación de esta zona. Un enfoque recomendado es agrandar el conducto radicular apical tres veces más grande que la primera lima de unión apical (Walton y Torabinejad 1996, Weine 1996) (16). El concepto detrás de este enfoque es que la primera lima refleja el diámetro del canal apical, donde mediante el uso de 3 limas sucesivamente más grandes a la misma longitud de trabajo, la capa de la dentina infectada debe ser removida de todas las regiones de la pared del canal apical (3). Pero para Wu et al. esta regla no es cierta puesto que muchos canales son ovales, por lo que es incierto que la eliminación de la dentina de la pared sea siempre posible. Al mismo tiempo, tampoco hay evidencia que la eliminación de una capa de dentina sea siempre necesaria para el desbridamiento y que esto signifique el éxito de la terapia endodóntica. Por lo tanto, el concepto de ensanchamiento del canal apical a tres tamaños más grandes que la primera lima no se basa en pruebas (18).

Otro propósito de este enfoque es crear un tope apical (matriz apical) que impide la extrusión de material. Por otro lado, teniendo limas sucesivamente más grandes a la misma longitud en un canal de la raíz curvada puede predisponer a laceraciones apicales o rebordeado (18).

Hay estudios que demuestran que cuando el diámetro apical se mide por una lima convencionalmente cónica, como se hace en algunos estudios experimentales, la preparación apical ideal debe ser al menos 6-8 tamaños de lima más grande que la lima apical inicial. Estas observaciones están muy en consonancia con las conclusiones de Tronstad y Senia (1).

Además la literatura muestra que el sistema de conductos radiculares necesita ser ensanchado lo suficiente como para remover detritus y permitir una apropiada irrigación del tercio apical (Figura 11). Un estudio refleja que los conductos necesitan ser ensanchados hasta al menos con una lima #35 para la adecuada irrigación del tercio apical (1).

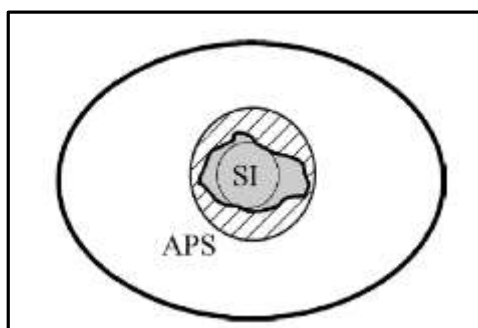


Figura 11.

- SI= instrumento apical inicial
- APS= Conformación apical ideal

La imagen esquematiza que SI no determina realmente APS

Ciertos autores han propuesto diámetros aconsejables para la preparación apical de conductos radiculares, esta dimensión recomendada es muy variable entre ellos, lo que sugiere una ausencia de consenso e investigaciones que certifiquen que estos diámetros planteados sean los más indicados. En las Tablas III y IV se presentan dos autores y sus dimensiones sugeridas según Tronstad (1991) y Gutmann (1997) (19).

	TRONSTAD 1991	GUTMANN 1997
CENTRALES	70-90	35-60
LATERALES	60-80	25-40
CANINOS	50-70	30-50
1° PREMOLAR	35-90	25-40
2° PREMOLAR	35-90	25-40
MOLARES		
RAÍZ MESIO VESTIBULAR	35-60	25-40
RAÍZ DISTO VESTIBULAR	35-60	25-40
RAÍZ PALATINA	80-100	25-40

Tabla III. Diámetros propuestos para maxilar superior

	TRONSTAD 1991	GUTMANN 1997
CENTRALES	35-70	25-40
LATERALES	35-70	25-40
CANINOS	50-70	30-50
1° PREMOLAR	35-70	30-50
2° PREMOLAR	35-70	30-50
MOLARES		
RAÍZ MESIAL	35-45	25-40
RAÍZ DISTAL	40-80	25-40

Tabla IV. Diámetros propuestos para maxilar inferior

Determinación de la anchura correcta para la preparación del conducto radicular según Weine

La prueba clásica para determinar la anchura correcta de cualquier preparación de conducto, consiste en buscar limaduras de dentina blanca y limpia en las estrías de las limas y ensanchadores. Aunque esta prueba es aparentemente objetiva y muy exacta, Weine considera que es poco correcta, ya que no indica necesariamente que se ha eliminado bien el tejido, los residuos y la dentina afectada; por otra parte, no permite confirmar que el conducto está liso para ser obturado, lo que es un requisito muy importante. Además muchos conductos tienen forma transversal ovalada o acintada, por lo que se puede obtener limaduras de dentina limpia y blanca procedentes de paredes muy próximas entre sí, pero las paredes más alejadas pueden quedar totalmente intactas a pesar de este signo (20).

También es incorrecto preparar todos los conductos de tamaño similar, ya que algunos conductos pueden quedar demasiado preparados y debilitados, mientras que otros no quedarán suficientemente limpios. En cada caso, es necesario calcular el ensanchamiento idóneo de cada conducto; no existe ninguna regla infalible e inmediata universalmente aceptada. No obstante, Weine recomienda un cálculo que se basa en el tamaño de la primera lima que encaja en la pared apical del conducto a longitud de trabajo. Una vez seleccionada esta lima, se procede a ensanchar el conducto hasta tres números mayor que la lima inicial empleando una técnica de limado circunferencial. La primera lima es llamada Lima Apical Inicial (LAI) y la última lima utilizada se denomina Lima Apical Maestra (LAM) (20).

Este ensanchamiento parece ser mínimo, pero incluso en conductos estrechos, aumenta el área cercana al apical hasta 6.5 veces y en segmentos más coronales será incluso mayor. En la tabla V, se puede observar la superficie de ensanchamiento que produce la técnica de Weine con las diferentes LAI (20).

LAI	Superficie a nivel Apical (mm²)	LAM	Superficie a nivel apical (mm²)
10	0,00785	25	0,0491
15	0,01766	30	0,0707
20	0,0314	35	0,0962
25	0,0491	40	0,1256
30	0,0707	45	0,1590
35	0,962	50	0,1963
40	0,1256	55	0,2375

Tabla V: Correlación de LAI y LAM con superficie instrumentada según Weine

8. Relación entre la irrigación, microbiología e instrumentación biomecánica

La literatura ha demostrado que los conductos radiculares necesitan ser ampliados lo suficiente como para eliminar los residuos y para permitir la irrigación adecuada para el tercio apical del canal. Ram concluyó que los canales necesitan ser ampliados a un tamaño de lima #40 de manera que el irrigante este en máximo contacto con los restos apical, cuando se utilizaron limas más pequeñas, los desechos no fueron alcanzados por la irrigación. Chow demostró que el sistema de canales tuvo que ser instrumentado a por lo menos la lima #40 para lograr irrigación adecuada. Shuping et al. y Siqueira et al. más tarde confirman las conclusiones de Chow diciendo que se necesitan limas de mayor tamaño para permitir que la solución de irrigación llegue al ápice (3).

Tamaños de instrumentación más grandes no sólo permiten la irrigación adecuada, sino también disminuyen significativamente las bacterias que permanecen en el sistema de canales. Orstavik et al. demostró que la instrumentación con limas #45 disminuyó el crecimiento bacteriano hasta 10 veces. Dalton et al. mostró también que con el aumento de tamaño de las limas, hubo una reducción cada vez mayor de bacterias. Opuesto a estos hallazgos, el estudio de Yared y Dagher, informó que una lima #25 era tan eficiente como una lima #40 para la reducción de microorganismos residuales (3).

La porción apical del sistema de conductos radiculares puede retener los microorganismos que podrían causar inflamación perirradicular y por lo tanto debe ser indicado intervenciones de tratamiento que maximizan la eliminación de patógenos. Nair et al. encontraron, que incluso después de terapia endodontica, la microflora apical pueden jugar un papel importante en los fracasos del tratamiento de endodoncia a largo

plazo. Entonces es necesario eliminar esta dentina muy infectada cuando se instrumenta el canal (3).

Las normas para la preparación apical fueron defendidas por Weine, quien abogó por la ampliación de la parte apical del conducto radicular a tres tamaños más grandes que en la primera lima adaptada en esta zona. Sin embargo, otros autores han concluido que es cuestionable que este sistema elimine adecuadamente dentina circunferencialmente en el conducto. Buchanan ha defendido la preparación apical mínima (por ejemplo, #20 o #25) en base a sus opiniones clínicas, sus técnicas se centran más en preparación mínima apical para la prevención de la instrumentación iatrogénica (3).

Wu y Wesselink mostraron que la instrumentación a un tamaño de lima #45 en molares redujo el número de bacterias restantes. Sequeira y Wu demostraron que aunque hubo reducción bacteriana durante la ampliación apical, el desbridamiento completo no era posible. Rollison et al. demostraron que limas de mayor tamaño a una #50 produjo una mayor reducción de las bacterias (21).

Tan y Messer llegaron a la conclusión de que la instrumentación entre más grande fuera, sería más beneficioso en la reducción de los residuos en el tercio apical del conducto (15). Recientemente, Usman et al. también mostraron que las limas de instrumentación más grandes limpian el tercio apical del conducto mejor que instrumento de tamaño más pequeño. Contrariamente a los estudios anteriores, Coldero et al. informaron que no había diferencia en la reducción bacteriana intracanal con y sin la ampliación apical. Sin embargo en su estudio, no hubo diferencia mínima en los tamaños de instrumentación apical entre los grupos (21).

Hoskinson informó a través de un estudio retrospectivo la evaluación de dos protocolos con tamaños similares finales de preparación apical (#20 y #30), pero diferentes técnicas de obturación. Los resultados indicaron tasas similares de éxito con ambos protocolos (3). Kerekes y Tronstad (22) estudiaron 333 pacientes que fueron tratados con una técnica estandarizada, su conclusión fue de que los tamaños de limas mayores no tuvieron mejores resultados que los tamaños de limas más pequeños (3).

Spangberg (23) señaló que el fuerte énfasis en la reducción del número de instrumentos y la limitación de las preparaciones apicales a los pequeños tamaños no produce preparaciones apicales limpias en dientes enfermos.

Finalmente lo que se busca es un sistema ya sea manual o rotatorio que pueda instrumentar de manera adecuada el sistema de conductos para así lograr una preparación apical óptima, sin detritus ni microorganismos que puedan causar el fracaso del tratamiento endodóntico. Para esto se ha buscado que durante la preparación e instrumentación del canal radicular la lima pueda ajustar perfectamente a todas las paredes de éste (Figura 12) (5).

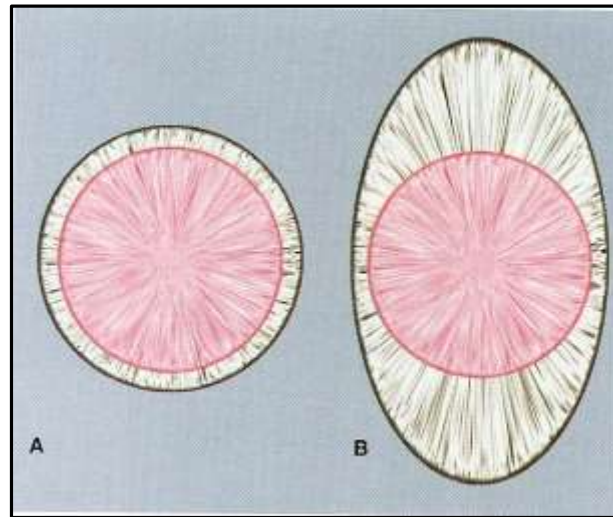


Figura 12. (A) esquema de la sección circular del conducto radicular en el tercio apical, que se corresponde con la sección del cono de gutapercha. (B) en otro conducto, la sección elíptica del tercio apical no se corresponde con la sección del cono. En (A) se produce ajuste y adaptación y en (B) hay ajuste pero no adaptación.

III. OBJETIVOS

Objetivo general: Comparar la efectividad de dos métodos clínicos que determinan la amplitud ideal de preparación en un conducto radicular amplio y recto.

Objetivos específicos:

- Determinar si en conductos radiculares amplios y rectos, el sistema rotatorio Wave One es efectivo para realizar una preparación apical óptima.
- Demostrar la efectividad del método clínico para determinar la amplitud ideal de preparación utilizando el sistema Wave One.
- Demostrar la efectividad del método clínico para determinar la amplitud ideal de preparación determinado por Weine, mediante limas manuales Nitiflex.
- Comparar la efectividad entre los sistemas manual y rotatorio, en diferentes formas anatómicas de conductos radiculares, ya sea ovals, irregulares y redondos.

IV. HIPÓTESIS

La determinación de la amplitud en la preparación del conducto radicular descrito por Weine, utilizando limas manuales Nitiflex, permite lograr una mejor conformación del tercio apical radicular que el método descrito por Ruddle, utilizado en el sistema rotatorio WaveOne.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio:

Estudio de tipo comparativo, in vitro, experimental y controlado.

Universo.

El universo se constituyó por un pool de dientes extraídos que cumplieran con los requisitos de inclusión, obtenidos de distintos centros odontológicos, ya sea consultas privadas, servicios de atención públicos y de las exodoncias realizadas en la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

2. Determinación del tamaño muestral.

Para la determinación del tamaño mínimo muestral, se consideró como variable, la idealidad de la preparación apical (cuantitativa), comparando las medias de la característica de interés entre 2 grupos independientes (WaveOne y Niti Flex Manual).

El tamaño muestral por grupo queda determinado a través de la siguiente fórmula:

$$n \geq \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 [\sigma_1^2 + \sigma_2^2]}{\delta^2}$$

Donde:

- α : es el nivel de significancia que se utilizó en el estudio.
- $Z_{1-\alpha/2}$: es un percentil teórico de la distribución de probabilidad normal estándar que acumula el $100 \cdot (1-\alpha/2)\%$, cuando $\alpha=0,05$ implica que $Z_{0,975}= 1,96$. Cuando $\alpha=0,01$ implica que $Z_{0,995}=2,575$. Cuando $\alpha=0,1$ implica que $Z_{0,95}=1,645$.
- σ_1^2 : es la varianza de la variable bajo estudio en el grupo 1.
- σ_2^2 : es la varianza de la variable bajo estudio en el grupo 2.
- δ : es el error de estimación de la diferencia de dos medias a nivel poblacional y muestral de los grupos de estudio 1 y 2.
- β : es el error tipo II que se utilizó en el estudio.
- $Z_{1-\beta}$: Es un valor teórico obtenido de la distribución normal estándar. (Percentil de la distribución que acumula el $100 \cdot (1-\beta)\%$ de la población). Cuando $\beta=0,05$ implica que $Z_{0,95}= 1,645$. Cuando $\beta=0,1$ implica que $Z_{0,9}=1,282$. Cuando $\beta=0,15$ implica que $Z_{0,85}=1,036$. Para finalizar, cuando $\beta=0,2$ implica que $Z_{0,8}=0,842$.

Se considera:

- Grupo 1 = Conductos tratados con sistema WaveOne.
- Grupo 2 = Conductos tratados con limas Niti Flex Manual

- Y según los resultados obtenidos en el estudio de Stern (24), se utilizaron como valores las varianzas poblacionales correspondientes a la capacidad de centrado en el tercio apical $\sigma_1^2 = (0,03)^2$ y $\sigma_2^2 = (0,03)^2$. Se consideró un error de estimación (error de muestreo) de a lo más 0,04 milímetros ($\delta = 0,04$), considerando un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$) y una potencia del test del 95% ($\beta = 0,05$), tenemos que el tamaño mínimo de muestra por cada grupo es de por lo menos 15 conductos.

3. Selección de la muestra.

Muestra

Del total de dientes extraídos se seleccionó un total de 30 dientes que cumplieran los criterios de inclusión. Finalmente fueron distribuidos por muestreo aleatorio simple.

Criterios de inclusión:

- Primeros molares inferiores
- Dientes con raíz íntegra
- Presencia de sólo un conducto en la raíz distal
- Conducto de raíz distal amplio y recto.
- Dientes con conducto distal permeable con una lima K20
- Dientes sin alteraciones de forma, ni de estructura.
- Dientes que no hayan sido tratados endodónticamente.

Criterios de exclusión:

- Primeros molares inferiores sin integridad estructural radicular
- Conductos estrechos y/o curvos
- Conductos con anomalías de forma
- Conductos con endo o exorizálisis
- Conductos tratados endodónticamente
- Raíz distal con más de un conducto radicular
- Conductos no permeables o calcificados

Criterios para considerar amplitud de conducto radicular:

- Conducto amplio: Lima #20 queda holgada dentro del conducto radicular a longitud de trabajo.
- Conducto medio: Lima #20 queda ajustada dentro del conducto radicular a longitud de trabajo o lima #15 queda holgada dentro del conducto radicular a longitud de trabajo
- Conducto Estrecho: Lima #15 queda ajustada dentro del conducto radicular a longitud de trabajo o no alcanza la longitud de trabajo.

4. Variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Instrumentación	Hacer las operaciones necesarias para obtener un producto	Preparación biomecánica realizada con limas endodónticas	Independiente Cualitativa Nominal	- PBM con limas rotatorias Wave One - PBM con limas manual Niti Flex
Área inicial (1) <i>Area_1</i>	Superficie comprendida dentro de un perímetro	Superficie del conducto en un corte transversal sin instrumentar	Independiente Cuantitativa Continua	En milímetros [1 - ∞[
Área instrumentada final (2) <i>Area_2</i>		Superficie del conducto en un corte transversal posterior a la instrumentación	Dependiendo Cuantitativa Continua	
Área de lima (3) <i>Area_3</i>		Superficie que ocupa la lima durante el corte	Independiente Cuantitativa Continua	
Diferencia entre (2) y (1) <i>Area_4</i>	Resultado de la operación de restar	Área comprendida entre (2) y (1)	Dependiente Cuantitativa Continua	
Diferencia entre (2) y (3) <i>Area_5</i>		Área comprendida entre (2) y (3)	Dependiente Cuantitativa Continua	
Forma del conducto	Configuración externa de algo	Configuración externa del conducto radicular distal del primer molar inferior en un corte transversal	Independiente Cualitativa Nominal	Redondo Irregular Oval

5. Duración del estudio y solicitudes

En su totalidad, el estudio se extendió por 9 meses:

- Los primeros 4 meses fueron dedicados al protocolo de investigación
- Luego, en los siguientes 3 meses se realizó la prueba piloto y la fase experimental in vitro como tal
- Los dos últimos meses se dedicaron al análisis estadístico, resultados, discusiones y conclusiones del estudio

Cabe mencionar que para el desarrollo del estudio fue necesario realizar los siguientes trámites administrativos:

- Solicitud al comité de bioética
- Solicitud al comité de bioseguridad
- Solicitud de uso del laboratorio de investigación a cargo del Dr. Miguel Muñoz

Requerimientos para el uso del laboratorio de investigación:

- Inscripción vía plataforma virtual de los días de uso del equipo requerido
- Entrenamiento del uso de los equipos requeridos, guiado por el Dr. Miguel Muñoz
- Cumplir con las normas de seguridad, tales como uso lentes de protección, delantal blanco y gorro.

6. Prueba Piloto:

Para determinar la metodología a utilizar para realizar la fase experimental in vitro, se realizó un piloto con 3 primeros molares, determinando la mejor forma de montarlos para que el ISOMET realizara los cortes correctamente.

Los dientes fueron probados en los distintos tipos de montaje, cortados en el tercio apical a 1.5mm del ápice, observados en la lupa estereoscópica, fotografiados e instrumentados, tal como se realizaría la investigación posteriormente.

El objetivo principal de la prueba piloto, fue lograr la estandarización tanto de las muestras como las fotografías.

7. Desarrollo del estudio:

La fase experimental in vitro constó de los siguientes pasos:

1. Muestreo aleatorio simple a través del programa Epidat 4.0, determinando que para el estudio se necesitaban 15 conductos para el grupo "Wave One" y 15 conductos para el grupo "Niti Flex".

2. Se mandó a confeccionar tubos de PVC de 1 cm de alto y 2 cm de diámetro. Como se muestra en la figura 13. Estos fueron cortados por un torno, que permite que la superficie sea paralela al plano horizontal. Pudiendo así, estandarizar las muestras para los cortes que se realizarían posteriormente.



Figura 13. Tubos de PVC para montaje de muestras

3. Se dejaron los primeros molares inferiores en una solución de agua destilada, con el fin de mantener los dientes hidratados.
4. Montaje de las muestras en los tubos de PVC, fijado a través deacrílico de autocurado transparente. Se apoyó la raíz distal (a investigar) en loseta de vidrio de manera perpendicular al plano a través de un cubo pequeño de cera rosada, como se muestra en la figura 14. Una vez posicionado, se acomodó el tubo de PVC y se procedió a vaciaracrílico para la fijación final. La corona clínica quedó asomada por un extremo del tubo, lo que permite su posterior corte.



Figura 14. Montaje de diente, dejando perpendicular la raíz distal

5. Eliminación de la corona clínica a nivel del límite amelocementario (figura 15), mediante el disco de corte montado (figura 16) en el equipo ISOMET (figura 17). El paralelismo entregado por el tubo de PVC y lo perpendicular del disco de corte, permitió que todas las muestras quedaran paralelas al piso e iguales entre sí.



Figura 15. Corte de corona para acceso a conducto distal



Figura 16. Disco de corte



Figura 17. ISOMET

6. Una vez eliminada la corona clínica, se procedió a verificar la permeabilidad del conducto con una lima K20. Luego de esto se determinó la Lima Apical Inicial (LAI) que se usará en el tratamiento con limas manuales Niti Flex (en 15 de las muestras). La LAI se determinó a través del método manual – táctil usado por la cathedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología, donde

esta lima estará representada por la primera que se retenga u oponga resistencia a nivel apical a longitud de trabajo.

7. Se realiza un corte transversal de raíz distal del primer molar inferior con el equipo Isomet a 1.2mm del disco, que, sumado al grosor del disco (0.3 mm), sumó un grosor de corte de 1.5 mm del ápice (figura 18).



Figura 18. Corte transversal a 1.5mm. Vista del tercio apical

8. Se procedió a la limpieza, acabado y pulido de la superficie transversal del diente recién cortado, a través de profilaxis con escobilla blanda, lijado con lijas al agua de grosores 320, 360 y 400 secuencialmente.
9. Luego se verificó nuevamente la permeabilidad de los conductos a través de una lima K20 y se observó en una lupa estereoscópica (Figura 19) que el conducto del diente no tuviera Smear Layer ni impurezas propias del proceso de corte.



Figura 19. Lupa Esteroscópica

10. Al tener los dientes cortados apicalmente, se realizó una placa de silicona pesada que quedaba unida a la superficie de la lupa estereoscópica, para así estandarizar las muestras en las fotografías tanto iniciales como finales.
11. Con la base de silicona, se posicionaron las muestras para conseguir la fotografía inicial en la lupa estereoscópica mediante un aumento de 6.3X. También se estandarizaron las mediciones del conducto en la fotografía a través de una sonda periodontal de tipo Fox Williams, para así tener referencias de las medidas y poder proyectarlas en el análisis de imágenes posterior. Las fotografías fueron tomadas por una cámara digital compacta Panasonic Lumix, modelo DMC-F5PU-K DE 14 mp.
12. Se determinó la Longitud de Trabajo (LT) a la cual se instrumentaron las muestras, midiendo a través de una lima K15 y una regla endodóntica la totalidad del conducto obtenido en la muestra, es decir, desde el límite

amelocementario hasta la parte más apical de la muestra. A ésta se le sumó 1 mm para determinar finalmente LT debido al corte de ápice que se eliminó.

13. Preparación biomecánica de acuerdo a 2 grupos de estudio:
 - a. GRUPO 1: Preparación del tercio apical con instrumental rotatorio Wave One Lima Large.
 - b. GRUPO 2: Preparación del tercio apical con instrumental manual Niti Flex.

La Preparación de los conductos se realizó según protocolos de Ruddle, para Wave One y Weine, para Niti Flex. El tercio coronal de ambos grupos, tanto “Wave One” como “Niti Flex” fue instrumentado a través de Fresas Gates Glidden (GG), calibradas a 1/3 de LT. El movimiento realizado fue tipo pumping con una ligera presión apical. La secuencia de instrumentación fue:

- Fresa GG N°1
- Fresa GG N°3
- Fresa GG N°2
- Fresa GG N°1

Protocolo de preparación biomecánica con instrumental rotatorio “Wave One”

- El instrumento seleccionado (En este caso, se utilizaron en las 15 muestras para limas Large Wave One) se utiliza con movimientos progresivos de arriba y abajo con movimientos recíprocos, que se asemejan a la preparación manual realizada con la técnica de fuerzas balanceadas de Roane. Esto se repite de 3 a 4 veces para completar una vuelta. La fuerza requerida es mínima, para evitar transportación del instrumento
- Luego de las 3 – 4 vueltas, quitar el instrumento de conducto, irrigar y limpiar la lima del smear layer.

Protocolo de preparación biomecánica con instrumental manual “NitiFlex” con Técnica de fuerzas balanceadas de Roane

- Insertar pasivamente un instrumento fino para verificar la permeabilidad de los conductos.
- Se introduce la primera lima K, calibrada a LT, rotándola en sentido horario de 90°, hasta un máximo de 180°, dependiendo de la resistencia.
- Girar la lima en sentido antihorario no mayor de 120° con presión apical (para evitar el desenroscamiento de la lima fuera del conducto) a LT, con lo cual se produce el corte dentinario.
- Girar la lima en sentido horario para retirar el instrumento y limpiar, dos veces por cada lima.
- Irrigación abundante con Suero Fisiológico.
- Repetir esta secuencia hasta que la lima pierda su acción de corte.
- Recapitular con lima tipo K # 15.
- Cambiar a la lima de diámetro inmediatamente superior, repitiendo esta secuencia hasta llegar a la MAF.

14. Cementación de las Limas Apicales Finales (MAF) dentro de los conductos con cemento de resina RelyX Ultimate, 3M ESPE., a Longitud de Trabajo. (Figura 20 y 21)



Figura 20. Cemento de resina dual RelyX Ultimate

Figura 21. Cementación de lima en conducto distal

15. A través de discos carborundum se realizó el corte de la Lima cementada sobrante a nivel apical del conducto (correspondiente a un 1mm). También se cortó la porción coronal de la lima cementada para lograr la estandarización de la fotografía final, como se muestra en la Figura 22 y 23.



Figura 22. Muestra con lima cementada y cortada en su parte coronal



Figura 23. Muestra con lima cementada y cortada en su parte apical

16. Se procedió a la limpieza, acabado y pulido de la superficie transversal del diente recién cortado, a través de profilaxis con escobilla blanda, lijado con lijas de grosor 320, 360 y 400 secuencialmente.
17. Se realizó la fotografía final a través de la lupa estereoscópica, con aumento de 6.3X, manteniendo la estandarización de la foto inicial y posicionando la sonda tipo William Fox para la referencia milimetrada
18. Finalizada la fase experimental, se realizó el procesamiento y análisis de las imágenes iniciales y finales obtenidas, a través del programa computacional ImageTools 3. Con el fin de obtener la base de datos (Ver anexo 3).



Figura 24. Área Inicial



Figura 25. Área Final Instrumentada

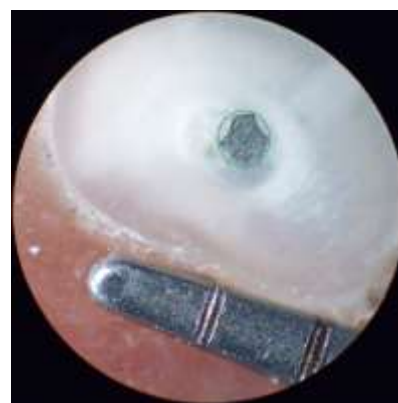


Figura 26. Área de instrumentación de la lima

Para obtener las mediciones de cada variable, se determinó el área como se ilustra en las fotografías.

- Área inicial (*área_1*): Espacio comprendido dentro de la línea negra (Figura 24).
- Área Final instrumentada (*Area_2*): Espacio comprendido dentro de la línea roja (Figura 25).
- Área de instrumentación de la lima (*Area_4*): Espacio comprendido dentro de la línea verde (Figura 26).

8. Calibración

- La instrumentación se lleva a cabo por un solo operador para cada sistema, quienes fueron instruidos y calibrados en el uso de los sistemas rotatorios y manuales por un especialista en endodoncia.
- Las preparaciones son realizadas en horario diurno, en un período no mayor a 90 minutos para evitar la fatiga del operador.

VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Primero corresponde verificar si se cumple el supuesto de normalidad en las variables a comparar para poder aplicar el test t de comparación de medias. En los casos en que el supuesto de normalidad sea rechazado, se optará por realizar el test no paramétrico Mann-Whitney que recomiendan Hollander & Wolfe (1998) y que permite realizar la comparación de medianas. En el caso que las variables a comparar no cumplan el supuesto de normalidad y se utilizará Kruskal-Wallis en los casos que la variable a comparar tenga más de grupos de categorías.

Los análisis estadísticos y los gráficos han sido desarrollados en el software estadístico Epidat 3.0

VII. RESULTADOS

Para obtener los resultados, se analizaron las variables, comparando las áreas obtenidas con la forma transversal del conducto y el tratamiento recibido

1. Área Inicial

Se observa en la Tabla VI que el promedio del área inicial para los dientes en los que se utilizó el tratamiento con lima única "Wave One" es levemente mayor que aquellos en los que se utilizó el tratamiento con lima "Niti Flex". El promedio general de todas las áreas iniciales de los dientes fue de 0,2811 con una desviación estándar de 0,1103.

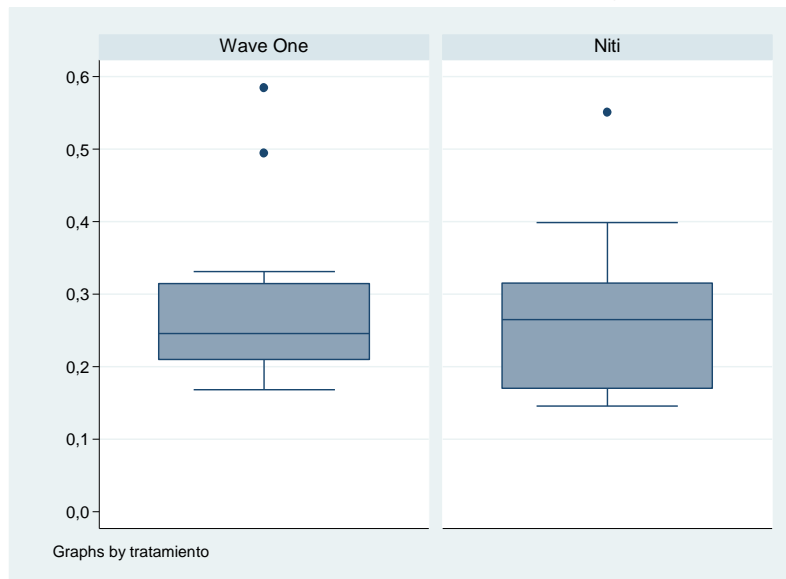
Por otro lado, al analizar las áreas iniciales de los dientes tratados, se observa que en el total, el área que tiene mayor superficie son los con forma oval, mientras que el intermedio tiene un área menor, y el que tiene un área más pequeña son aquellos con forma redonda.

Tabla VI. Estadísticas del área inicial según tratamiento y forma.

Área Inicial	Wave One		Niti Flex	
	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.
	0,2847	0,1151	0,2774	0,1093
Forma				
Redondo	0,2000	0,0273	0,2474	0,0793
Intermedio	0,2957	0,0950	0,2607	0,1292
Oval	0,4003	0,1602	0,3620	0,0468

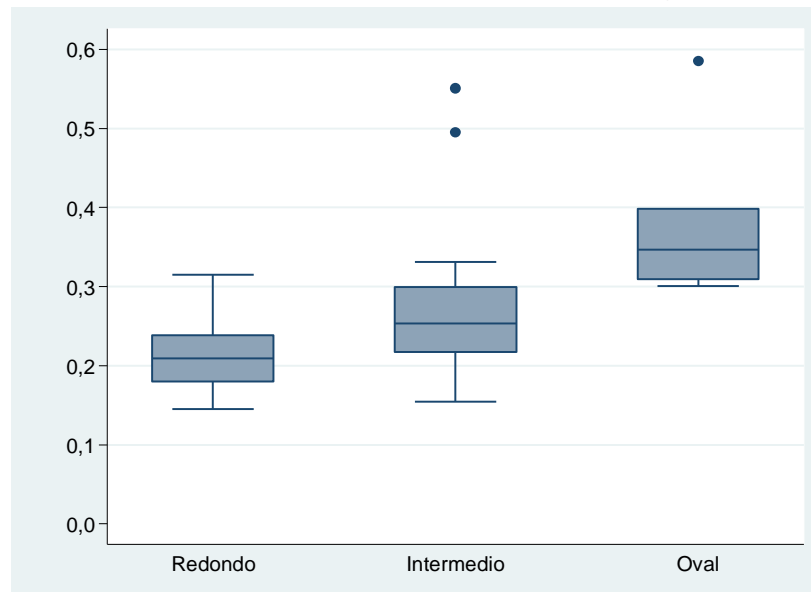
El Gráfico 1, no muestra una diferencia de las áreas entre ambos tratamientos, cabe mencionar que las áreas de los dientes en los que se utilizó el tratamiento con limas Niti Flex tiene un rango más amplio que los dientes en los que se utilizó el sistema rotatorio Wave One.

Gráfico 1.- Distribución del Área Inicial, según tratamiento



En relación a las formas de las áreas se observa gráficamente que las áreas redondas abarcan menor superficie que las formas intermedias y las ovaladas. (Gráfico 2)

Gráfico 2.- Distribución del Área Inicial, según forma



Al realizar el análisis de comparación se obtuvo que al comparar las áreas iniciales con ambos tratamientos no se presentó diferencias significativas, ya que el valor-p es igual a 0,9835 y por lo tanto no se rechaza la hipótesis de igualdad. Al

comparar las áreas por las formas si presentó diferencia significativas, ya que el valor-p fue igual a 0,008.

Al comparar las áreas iniciales de las muestras para ambos tratamiento, pero para cada una de las formas por separado, se obtuvo que para las tres formas la diferencia no fue significativa, es decir, las áreas iniciales de las muestras de ambos tratamientos fueron iguales para cada tipo de forma.

2. Área Instrumentada Total

Se observa en la Tabla VII el promedio del área instrumentada para los dientes en el que se utilizó el tratamiento mecanizado con limas Wave One, donde éste es mayor que aquellos en los que se utilizó el tratamiento con limas Niti Flex.

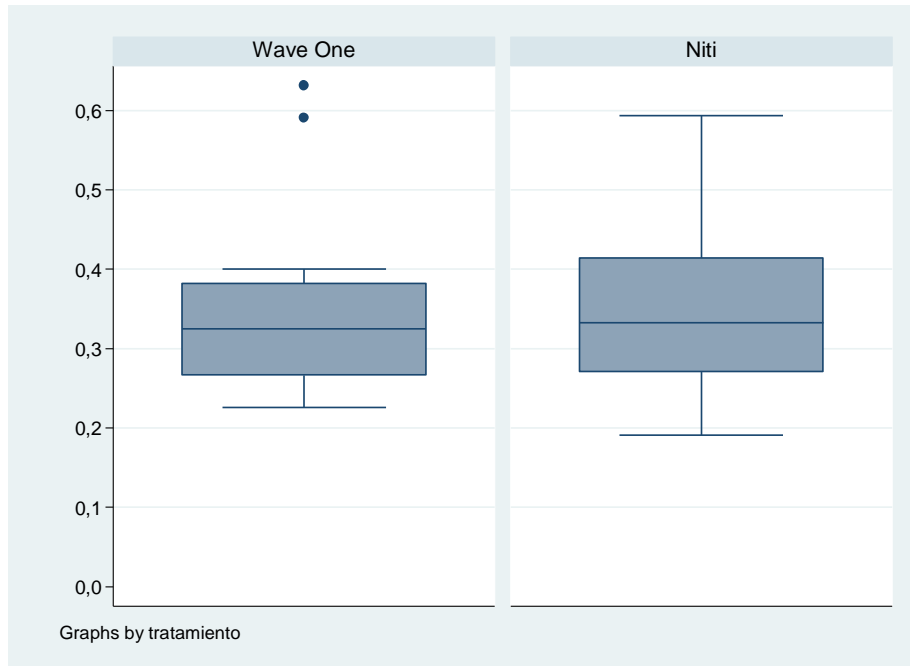
Al analizar las áreas instrumentadas de los dientes tratados por las formas de las superficies, se observa que en el total, el área que tiene mayor superficie instrumentada son los con forma intermedia, mientras que los ovalados tienen un área menor, y el que tiene un área más pequeña son aquellos con forma redonda.

Tabla VII. Estadísticas del área instrumentada según tratamiento y forma.

Área Instrumentada Total	Wave One		Niti	
	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.
	0,3551	0,1168	0,3431	0,1026
Forma				
Redondo	0,2936	0,0395	0,2950	0,0836
Intermedio	0,3500	0,1203	0,3436	0,1207
Oval	0,4694	0,1410	0,4058	0,0407

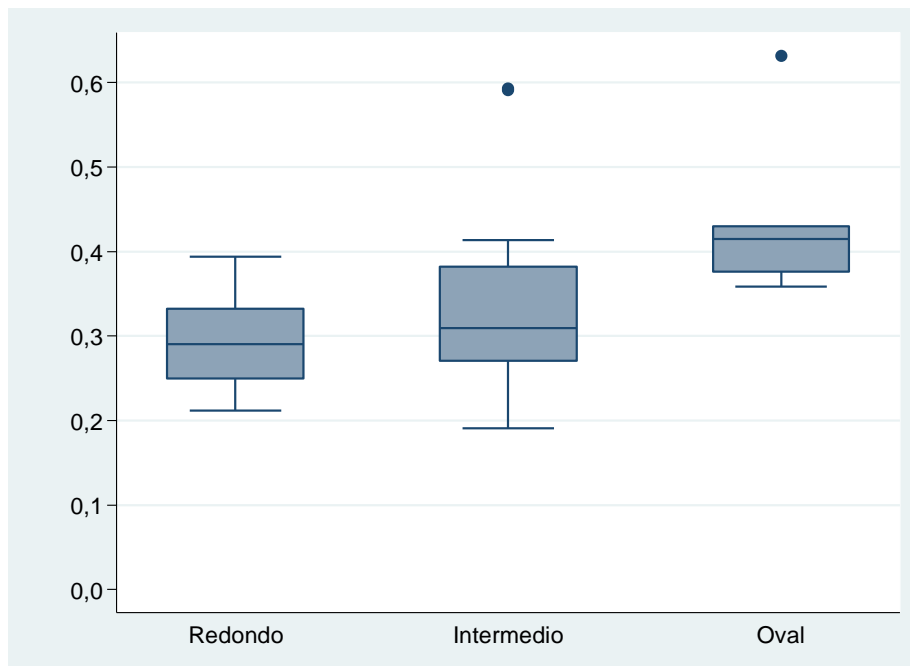
El Gráfico 3, no muestra una diferencia de las áreas entre ambos tratamientos, cabe mencionar que las áreas de los dientes en los que se utilizó el tratamiento con Limas Niti Flex tiene un rango más amplio que los dientes en los que se utilizó sistema Wave One

Gráfico 3.- Distribución del Área Instrumentada, según tratamiento



En relación a las formas de las áreas se observa gráficamente que las áreas redondas abarcan menor superficie que las formas intermedias y las ovaladas (Gráfico 4).

Gráfico 4.- Distribución del Área Instrumentada, según forma



Al realizar el análisis de comparación se obtuvo que al comparar las áreas finales con ambos tratamientos no presentó diferencias significativas, ya que el valor-p es igual a 0,9835 y por lo tanto no se rechaza la hipótesis de igualdad.

Al comparar los resultados de ambos tratamientos pero para cada una de las formas por separado, se obtuvo que para los tres tipos de forma la diferencia no fue significativa, es decir, las áreas instrumentadas totales de ambos tratamientos fueron iguales.

3. Diferencia entre Área Inicial y Área Instrumentada

Se observa en la Tabla VIII que el promedio de la diferencias de las áreas para los dientes que se utilizó el tratamiento mecanizado Wave One es levemente mayor que en los dientes que se utilizó el tratamiento con limas Niti Flex.

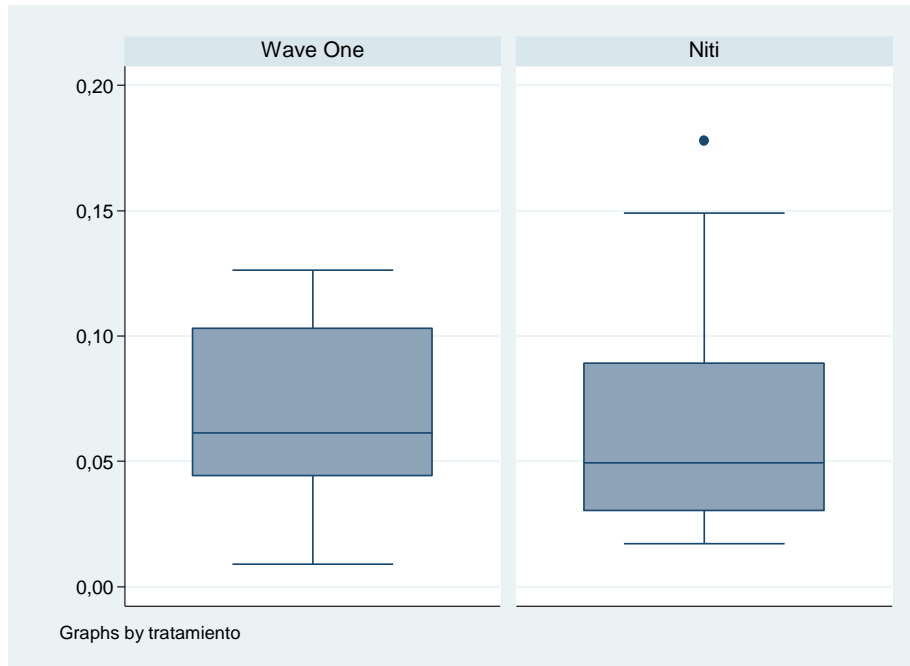
Al analizar las diferencias de las áreas de los dientes tratados por las distintas formas de los conductos, se observa que en el total, el área que tiene mayor superficie son los con forma intermedia, mientras que los redondos tienen un área menor, y el que tiene un área más pequeña son aquellos con forma ovalada.

Tabla VIII. Estadísticas de la diferencia entre el área inicial y la instrumentada según tratamiento y forma.

Diferencia entre área Inicial y Área Instrumentada	Wave One		Niti	
	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.
	0,0703	0,0380	0,0657	0,0505
Forma				
Redondo	0,0936	0,0287	0,0476	0,0360
Intermedio	0,0543	0,0426	0,0829	0,0614
Oval	0,0691	0,0272	0,0438	0,0117

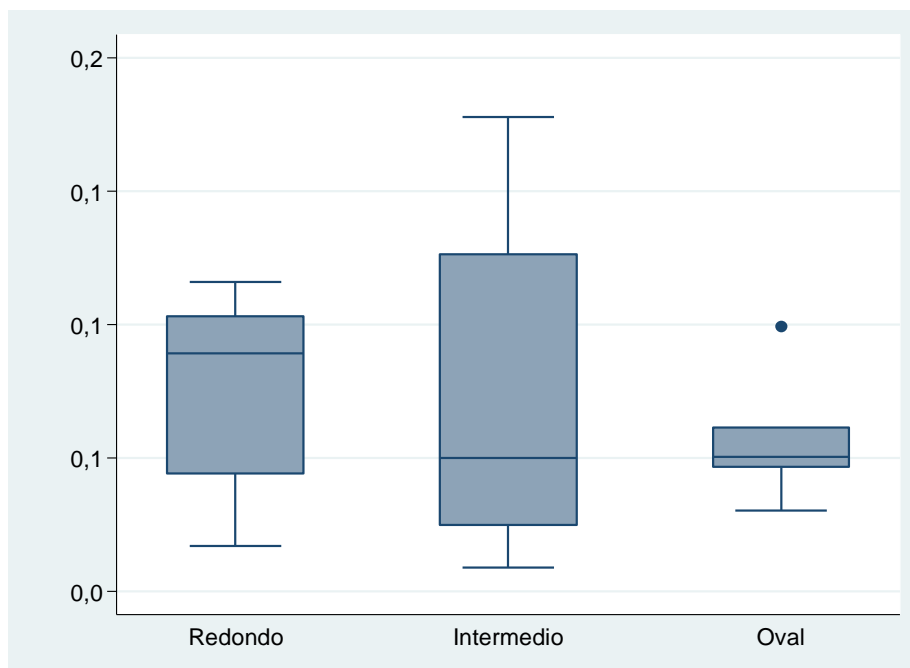
El Gráfico 5, no muestra una diferencia de las áreas entre ambos tratamientos, cabe mencionar que las áreas de los dientes en los que se utilizó el tratamiento Niti tiene un rango más amplio que los dientes en los que se utilizó "Wave One"

Gráfico 5.- Distribución de las diferencias de las áreas, según tratamiento



En relación a las formas de las áreas se observa gráficamente que las áreas redondas tienen en promedio mayor diferencia entre área inicial y final que las formas intermedias y las ovaladas (Gráfico 6)

Gráfico 6.- Distribución las diferencias de las áreas, según forma



Al realizar el análisis de comparación se obtuvo que al comparar la diferencia entre las áreas iniciales y finales de ambos tratamientos no presentó diferencias significativas, ya que el valor-p es igual a 0,4937 y por lo tanto no se rechaza la hipótesis de igualdad. Al comparar la diferencia de las áreas con las formas tampoco presentó diferencias significativas, ya que el valor-p fue igual a 0,8879.

Al comparar los resultados de ambas diferencias entre áreas pero para cada una de las formas por separado, se obtuvo que para aquellas formas que eran redondas, los tratamientos si presentaron diferencias significativas, siendo más amplia la diferencia entre las áreas iniciales y finales en el tratamiento Mecanizado Wave One. Mientras que para las otras dos formas no hubo diferencias significativas.

4. Diferencia entre Área Instrumentada y Área de la Lima

Se observa en la Tabla IX que la diferencia de las áreas de la lima con el total instrumentado para los dientes que se utilizó el tratamiento mecanizado Wave One es mayor que en los dientes que se utilizó el tratamiento con limas Niti Flex.

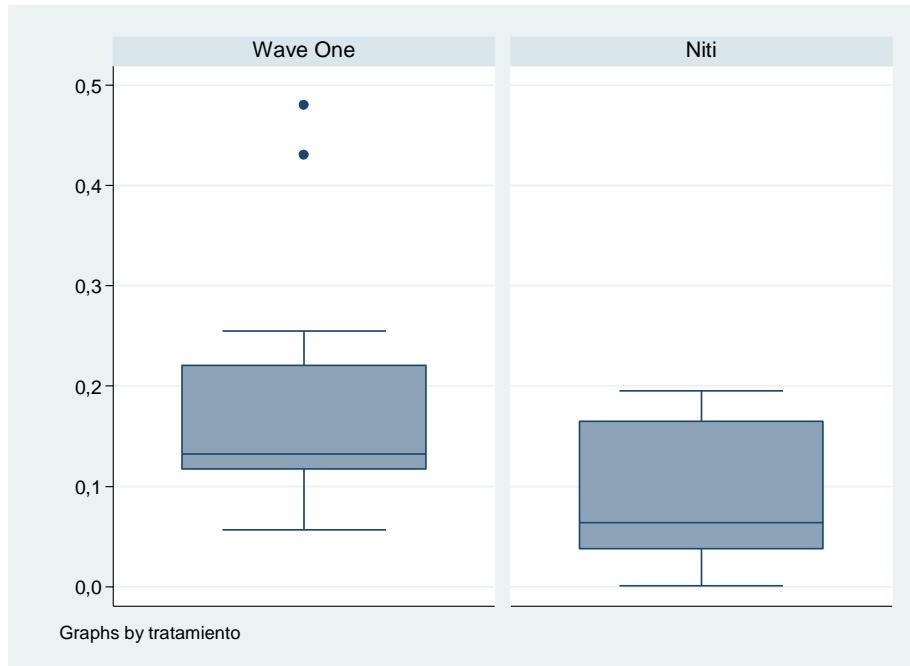
Al analizar las diferencias de las áreas en los dientes tratados por las distintas formas de las superficies, se observa que en el total, el área que tiene mayor superficie son los con forma ovalada, mientras que los intermedios tienen un área menor, y el que tiene un área más pequeña son aquellos con forma redonda.

Tabla IX. Estadísticas de las diferencias de las áreas instrumentadas y de la lima según tratamiento y forma.

Diferencia entre Área Instrumentada y Área de la Lima	Wave One		Niti	
	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.
	0,1841	0,1218	0,0882	0,0686
Forma				
Redondo	0,1160	0,0324	0,0313	0,0359
Intermedio	0,1820	0,1209	0,0827	0,0581
Oval	0,3025	0,1592	0,1789	0,0153

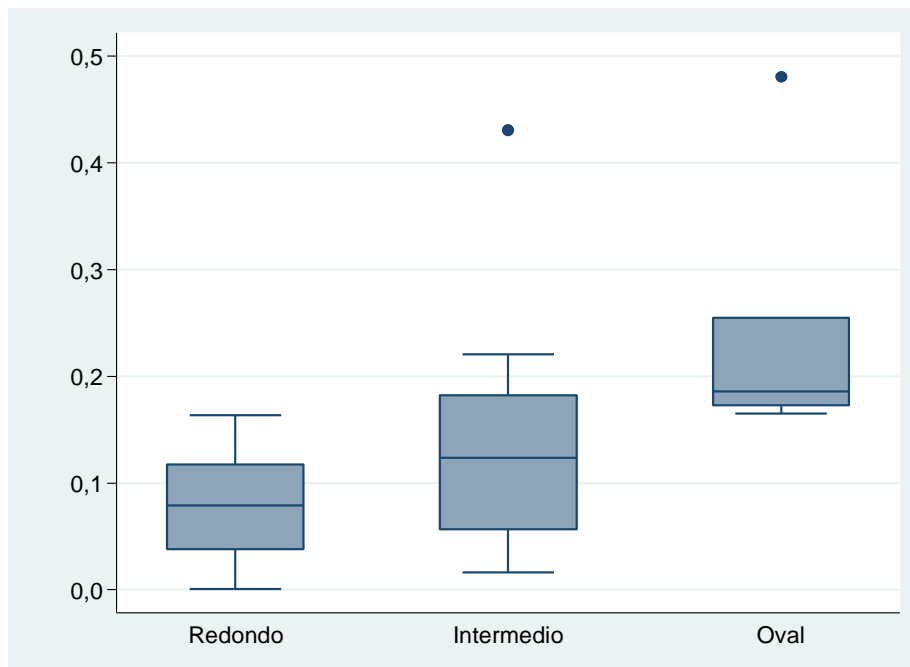
El Gráfico 7, muestra una diferencia de las áreas entre ambos tratamientos. Cabe mencionar que las diferencias entre áreas de los dientes en los que se utilizó el tratamiento con limas NitiFlex tiene un rango más amplio que los dientes en los que se utilizó tratamiento mecanizado Wave One.

Gráfico 7.- Distribución la diferencias de áreas, según tratamiento



En relación a las formas, se observa gráficamente que las formas ovaladas tienen en promedio mayor diferencia de área que las formas redondas y las intermedias (gráfico 8).

Gráfico 8.- Distribución la diferencia de área, según forma



Al realizar el análisis de comparación se obtuvo que al comparar las diferencias entre área instrumentada final con el área de la lima en ambos tratamientos, presentó diferencias significativas, ya que el valor-p es igual a 0,0171 y por lo tanto no se rechaza la hipótesis de igualdad. Al comparar la diferencia de las áreas según las formas también presentó diferencias significativas, ya que el valor-p fue igual a 0,0051.

Al comparar la diferencia de áreas entre ambos tratamientos, pero para cada una de las formas por separado, se obtuvo que para aquellas formas que eran redondas, los tratamientos presentaron diferencias significativas, mientras que para las otras dos formas no hubo diferencias.

Fotografías de los resultados más relevantes para cada tratamiento (Figura 27 y Figura 28).

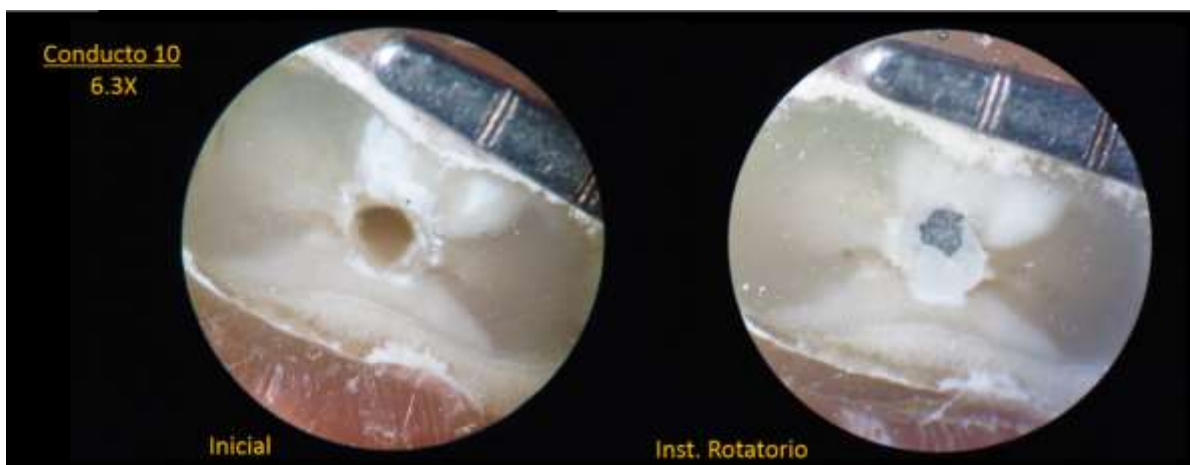


Figura 27. Resultado relevante y representativo para tratamiento con Sistema Wave One

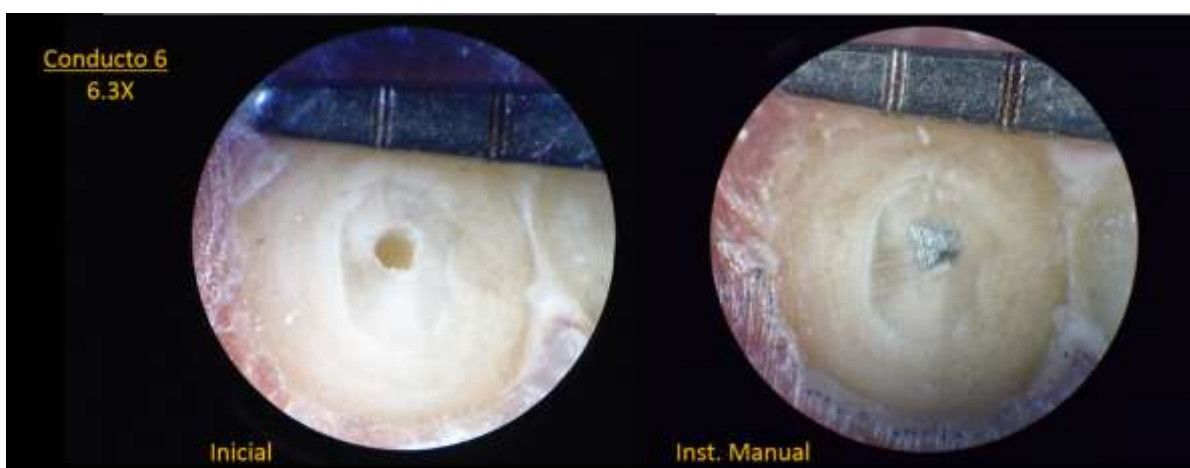


Figura 28. Resultado relevante y representativo para tratamiento con Sistema Manual Niti flex

Donde se puede observar que, para el instrumental rotatorio, la lima única no se adapta a las paredes del conducto y en el caso del instrumental manual, la lima de instrumentación final se adapta a las paredes del conducto.

Para ver las fotografías de cada muestra, Ver Anexo 1 y 2. Para ver las mediciones de cada variable a través de la base de datos, ver Anexo 3.

VIII. DISCUSIÓN

Para este trabajo de investigación se compararon dos sistemas de instrumentación endodóntica para evaluar la capacidad de preparación apical de ellos. Uno manual con limas Niti Flex y otro rotatorio de lima única con el sistema de limas Wave One. Para esto se escogieron conductos amplios y rectos, que fueran lo más similares entre sí, seleccionando la raíz distal del primer molar inferior.

Este estudio fue realizado con muestras *in vitro* y los tratamientos ejecutados fueron en base a los protocolos de preparación biomecánica existentes para cada uno. Para instrumentación manual se decidió usar el protocolo de Weine (1976), donde se recomienda preparar el conducto radicular hasta 3 números más a partir de la lima con la que se comienza a trabajar apicalmente, ya que es la técnica usada por la Cátedra de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso.

La hipótesis de trabajo es aceptada ya que al analizar los resultados obtenidos, la técnica descrita por Weine con instrumentación manual a través de limas Niti Flex, es efectiva y estadísticamente significativa en conductos radiculares redondos, amplios y rectos, sin embargo es evidente que los conductos ovales e irregulares están muy distantes de lograr una preparación apical ideal, con la lima adaptando en todas sus paredes. Es por esto que se propone, para la práctica clínica, usar protocolos donde el número de limas utilizadas para ampliar el conducto radicular sea mayor, para lograr una preparación apical redonda, donde la lima toque todas las paredes del conducto radicular (19).

Por otra parte en el sistema mecanizado de lima única Wave One, se puede observar que a pesar de instrumentar los conductos redondos significativamente más que con instrumentación manual, la lima no se adapta a sus paredes, por lo que se propone cambiar el criterio de selección de lima y además que puedan proporcionar diámetros mayores de lima a los ya existentes. Ya que claramente la lima de mayor diámetro, Wave One Large, cuyo criterio de selección es que una lima manual K #20 llegue a longitud de trabajo, no proporcionará una instrumentación apical óptima en la mayor cantidad de los casos.

Los resultados obtenidos responden a una buena aleatorización, ya que al comparar las áreas iniciales de los dientes de ambos grupos para cada tratamiento, no se muestra una diferencia significativa en el promedio del total de estas áreas. Es decir, los tratamientos a realizar ya sean manuales o mecanizados, no se verán influenciados por las superficies de áreas más grandes o pequeñas al encontrarse proporcionados en ambos grupos de estudio. Además, al comparar las formas transversales de cada conducto, tampoco se observaron diferencias significativas en los dos grupos de tratamiento, por lo que también la aleatorización de conductos redondos, ovales o irregulares fue óptima al encontrarse de manera homogénea y proporcionada cada una de estas formas en los dos grupos de muestras.

Al comparar ambas técnicas de instrumentación, existe una diferencia significativa en la relación entre el área de la lima y área instrumentada. En donde en el sistema

Manual con Limas Niti Flex, las diferencias entre estas áreas es menor, lo que quiere decir que en este grupo las limas se adaptaron e instrumentaron mejor la porción apical del conducto radicular. En cambio, el grupo instrumentado con Sistema Wave One presenta una diferencia mayor entre el área de la lima y el área instrumentada, por lo que este sistema de limas únicas no logra una adaptación al conducto radicular y por ende tampoco una instrumentación adecuada. Lo que se confirma en un estudio realizado el 2012 (25) donde demuestra que la eficacia de eliminación de residuos, dentina infectada y extrusión de detritus, sobre todo en el tercio apical con limas de acción manual es mayor que limas rotatorias.

Sin embargo al comparar estos resultados según la forma de los conductos, se observa que lo que marca esta diferencia significativa de áreas entre ambos grupos son los conductos radiculares de forma transversal redonda. Es decir, en donde realmente podemos notar la eficacia de una instrumentación manual por sobre la mecanizada es en conductos redondos. Mientras que en conductos de formas ovales o irregulares no se ven diferencias significativas.

Este último punto trae una problemática, ya que conductos radiculares de forma oval e irregular no habría un sistema de preferencia para una preparación apical óptima, ya que no se logra adaptar e instrumentar en todas las paredes del conducto tanto en las limas manuales como rotatorias. De hecho un estudio en donde comparan distintos sistemas de instrumentación rotatorios, al preparar conductos ovales, llegó a la conclusión de que ninguna técnica de instrumentación es capaz de preparar un conducto radicular de manera circunferencial. Sin embargo los instrumentos que fueron levemente más eficientes, tienen la desventaja de instrumentar a expensas de paredes dentinarias, las cuales quedan muy debilitadas aumentando el riesgo de fractura (26).

La preparación del sistema de conductos radiculares ha sido reconocida como uno de los pasos más importantes del tratamiento de conductos y además considera que la limpieza y conformación es la base para una terapia endodóntica exitosa (4). Sin embargo como se expuso anteriormente, en conductos ovales e irregulares preparados con ambas técnicas; mecánica y rotatoria, no logran instrumentar todas las paredes del conducto y la terapia endodóntica podría fracasar por falta de limpieza de las paredes dentinarias infectadas. Es por esto que en este tipo de conductos es fundamental una irrigación constante y abundante durante la instrumentación con Hipoclorito de Sodio para mantener su capacidad antibacteriana, independiente de la concentración de éste (27).

La limpieza y obturación óptima de los conductos radiculares es esencial para el éxito a largo plazo de un tratamiento de conducto radicular. Se ha demostrado que un desbridamiento minucioso y completo del sistema de conductos, además de la eliminación de todas las irregularidades anatómicas es casi imposible con los métodos actuales de instrumentación manual o mecánicamente impulsada (28-29). Lo que concuerda con nuestro estudio, en donde en la mayoría de los conductos instrumentados (a excepción de los redondos), habían grandes diferencias entre el área de la lima y el área instrumentada.

Si bien la preparación apical utilizando tanto limas manuales como rotatorias no fue óptima en conductos amplios y rectos con sección transversal oval e irregular, es importante recalcar la importancia que esto conlleva en la obturación. En conductos ovoides, este procedimiento posee un desafío particular al momento de crear el sellado por lo que las técnicas de condensación vertical termoplásticas generan una mejor adaptación de la gutapercha que en técnicas de condensación lateral en frío (29). Es por esto que el Sistema de obturación Wave One es inadecuado para los casos en donde hay conductos ovalados o irregulares ya que los conos de gutapercha de este sistema (comercializados en Chile) son rígidos y de sección transversal circular, los que no lograría adaptar, ni sellar la porción apical de conductos ovalados o irregulares.

Por otra parte en conductos redondos, el sistema Wave One tampoco fue completamente efectivo ya que la lima no logró adaptar en las paredes, por lo que el cono único de obturación del sistema Wave One, aun siendo de sección transversal circular, tampoco se adaptará a las paredes dentinarias dejando paso a infecciones bacterianas por infiltración.

Respecto a otras variables que pueden influir en los resultados, cabe mencionar que ambas limas, tanto manuales como rotatorias, están fabricadas con el mismo material, Níquel Titanio (5), por lo que no afectaría a la instrumentación de los conductos. Si nos referimos a la sección transversal de las limas, éstas presentan diferencias, teniendo las limas manuales Niti Flex una sección triangular y las limas Wave One una doble forma, triangular y triangular convexa. Sin embargo esta modificación de forma en las limas rotatorias, no es para mejorar el corte, sino más bien para evitar la transportación del conducto y aumentar la velocidad de instrumentación (30). Por lo que la forma no influencia en la adaptación de la lima al conducto ni en la cantidad de instrumentación.

IX. LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

Existen pocos estudios sobre la adaptación de la lima en el tercio apical del conducto radicular y su posterior ensanchamiento con la preparación biomecánica. Este estudio comparó dos métodos comúnmente utilizados, pero se redujo la muestra a conductos amplios y rectos, donde solo se evaluó la preparación del tercio apical en un solo punto, y desde el punto de vista físico, sin considerar la microbiología, por lo que se proponen los siguientes temas de investigación:

- Estudios sobre limas Wave One Small y Primary: Este estudio abarcó sólo conductos que se adaptaran al criterio de selección de la lima Large Wave One, por lo que se requiere estudiar si las otras dos limas del sistema, Small y Primary, realizan una correcta instrumentación del tercio apical.
- Estudios que agreguen otro sistema de ampliación de conductos con un sistema de limas manual: Existen muchos autores que han determinado cuál es la ampliación ideal de los conductos durante la preparación biomecánica. Todas estas técnicas tienen detractores y seguidores, por lo que se hace necesario estudiar estos métodos en diferentes amplitudes de conductos iniciales, para determinar el mejor método de selección de la lima apical de instrumentación final (MAF).
- Estudios de instrumentación de la lima Wave One en el tercio medio: En nuestro estudio, se concluyó que las limas Wave One Large en el conducto de la raíz distal del primer molar inferior, amplio y recto, no se adaptan bien a las paredes. Por lo que queda abierta la posibilidad que en el tercio medio no instrumente, no desinfectando correctamente las paredes del conducto e impidiendo la entrada del irrigante a los conductillos dentinarios para eliminar las bacterias.
- Estudios microbiológicos de análisis de irrigación e instrumentación de conductos ovals: En nuestro estudio, se concluyó que en conductos ovals, ninguno de los dos sistemas, determinó una correcta selección de la MAF y que es imposible que al ampliar el conducto, quede totalmente redondo sin debilitar las paredes. Por lo que se propone estudiar la desinfección mediante irrigantes del tercio apical.
- Estudios de adaptación de cono de gutapercha en apical posterior a la instrumentación biomecánica: La MAF seleccionada en la preparación biomecánica, se relaciona con el cono de gutapercha maestro que se cementará en el conducto, por lo que si la MAF no se adapta a las paredes, el cono de gutapercha tampoco lo hará. Se propone estudiar obturación termoplástica sobre todo en conductos ovals donde se hace imposible una preparación apical ideal.

X. CONCLUSIONES

Se puede concluir que existen diferencias significativas en conductos, rectos, amplios y con sección transversal redonda que son instrumentados con limas rotatorias “Wave One” y limas manuales “Niti Flex”. Donde, en éste último se obtiene una Lima Apical Final (MAF) adaptada a las paredes del conducto, mientras con la lima única del sistema “Wave One”, la lima de instrumentación única no se adapta a las paredes.

Para el sistema rotatorio Wave One, la lima Large, que posee el diámetro mayor de ellas, no logró instrumentar de manera adecuada ninguna de las tres formas propuestas de conductos radiculares (redondos, ovals e irregulares). No logrando adaptar en ningún momento todas las paredes dentinarias del tercio apical del conducto, por lo que los métodos clínicos en los que se basa su elección no son adecuados. Además se debe considerar que es imposible obturar un conducto de estas características, ya que si la lima nunca adaptó a las paredes, el cono de obturación de sección transversal redonda (propio del sistema WaveOne), tampoco lo hará, impidiendo el correcto sellado del tratamiento endodóntico.

Respecto al sistema de ampliación del tercio apical determinado por Weine y usado actualmente por la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, se sugiere que se aumente la cantidad de limas desde la Lima Apical Inicial (LAI) a la MAF, para que en los conductos irregulares y ovals con diámetro más amplio, la lima se pueda adaptar a las paredes y conseguir una preparación apical ideal.

XI. RESUMEN

Objetivo. Comparar la efectividad de dos métodos clínicos que determinan la amplitud ideal de preparación en un conducto radicular amplio y recto.

Materiales y métodos. Se trabajó con muestra de 30 primeros molares inferiores que tuvieran la raíz distal amplia, recta y permeable. Se dividieron en dos grupos: Instrumentados mediante técnica manual con limas “Niti Flex” e instrumentados mediante sistema de lima rotatoria única “Wave One”. A ambos grupos de dientes montados, se les realizó un corte transversal a 1.5mm del ápice y luego fueron instrumentados mediante los sistemas mencionados. Se tomaron fotografías a través de una lupa estereoscopia antes y después de la instrumentación evaluando la capacidad de adaptación de cada sistema de limas con un software ImageTools. Los resultados fueron analizados con los test Mann-Whitney y el Kruskal-Wallis empleando el software Epidat 3.0 y fijándose un nivel de significancia de p 0.05.

Resultados. La técnica descrita por Weine con instrumentación manual a través de limas Niti Flex, es efectiva y estadísticamente significativa en conductos radiculares redondos, amplios y rectos, sin embargo es evidente que los conductos ovoides e irregulares están muy distantes de lograr una preparación apical ideal, con la lima adaptando en todas sus paredes.

Conclusión. El sistema Wave One no logró instrumentar de manera adecuada ninguna de las tres formas propuestas de conductos radiculares en el tercio apical.

PALABRAS CLAVE: WaveOne, Niti Flex, preparación biomecánica, adaptación de limas, selección de limas.

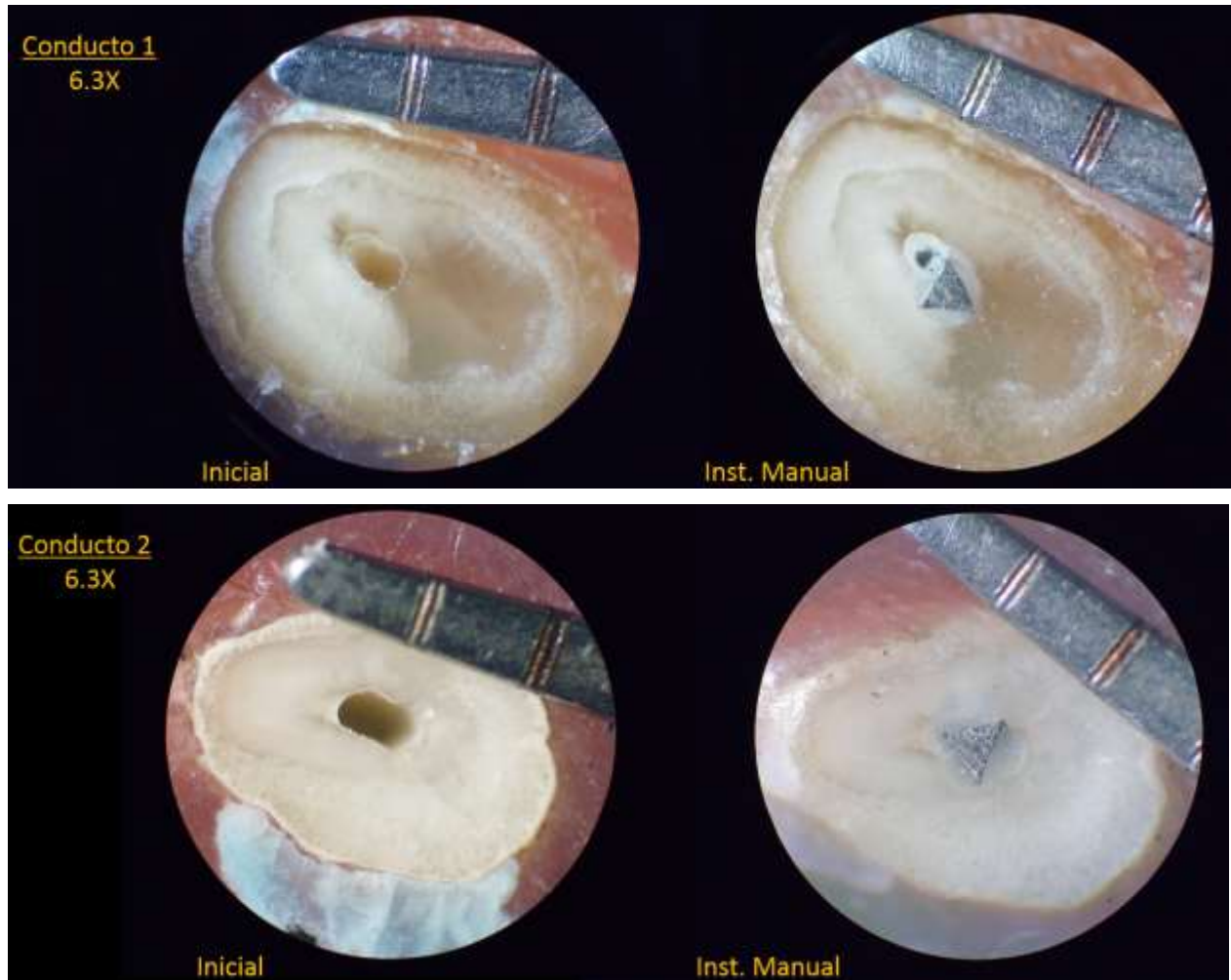
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, Löst C. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part I. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Nov;102(5):686-91.
2. Leonardo MR, Endodoncia: tratamiento de conductos radiculares. 2° ed, Sao Pablo: Editorial Artes Médicas Latinoamericanas; c2005.
3. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. J Endod. 2005 May;31(5):333-40.
4. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am. 1974 Apr;18(2):269-96
5. Soares, Goldenberg. Endodoncia, Técnicas y Fundamentos. 2° ed. Argentina: Panamericana; c2003
6. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. Int Endod J. 1985 Jan;18(1):35-40.
7. Canalda C, Brau E. Endodoncia -Técnicas y Bases científicas. 2° ed. Barcelona: Elsevier; c2006. 166-169,187 p.
8. Villena M.H. Terapia Pulpar en Endodoncia. 2° ed. Universidad Peruana Cayetano Heredia: Ripano; c2012.
9. Cohen S, Burns R. Vías de la Pulpa. 9° ed. España: elsevier; c2008.
10. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. Aust Dent J. 2007 Mar;52(1 Suppl):S52-63.
11. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. J Endod. 2004 Oct;30(10):722-5
12. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle CJ, West JD: The WaveOne single-file reciprocating system, Roots 2011, 1:28-33.
13. Ruddle CJ. Endodontic Canal Preparation: Wave One Single-File Technique. Dentistry Today, January; 2012.
14. Ruddle CJ. Canal preparation: single-file shaping technique. Dent Today. 2012 Jan;31(1):124, 126-9.
15. Spångberg L. The wonderful world of rotary root canal preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001 Nov;92(5):479.
16. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. J Endod. 2002 Sep;28(9):658-64.
17. Schneider K, Korkmaz Y, Addicks K, Lang H, Raab WH. Prion protein (PrP) in human teeth: an unprecedented pointer to PrP's function. J Endod. 2007 Feb;33(2):110-3.
18. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? Int Endod J. 2002 Mar;35(3):264-7.

19. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod*. 2005 May;31(5):333-40.
20. Weine FS. *Endodontic therapy*, 5rd ed St. Louis: C.V. Mosby, 1997. Cap 6-7
21. Siqueira JF, Araujo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 1997 Aug;23(8):499-02.
22. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of Endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979 Mar;5(3):83-90.
23. Spangberg L. The wonderful world of rotary root canal preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radio Endod* 2001;92:479.
24. Stern, E.; Stame, N.; Mayne, J.; Forss, K.; Davies, R.; Befani. Broadening the range of designs and methods for impact evaluations. *DFID* 2012; 38
25. Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J*. 2008 Dec;41(12):1088-92. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01475.x.
26. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*. 2000 Jun;26(6):331-4.
27. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004 Aug;30(8):559-67.
28. Versümer J, Hülsmann M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using Profile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2002 Jan;35(1):37-46.
29. Iqbal MK, Ku J. Instrumentation and obturation of the apical third of root canals: addressing the forgotten dimension. *Compend Contin Educ Dent*. 2007 Jun;28(6):314-20; quiz 321, 332.
30. Dhingra A, Ruhai N, Miglani A. Evaluation of Single File Systems Reciproc, Oneshape, and WaveOne using Cone Beam Computed Tomography -An In Vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2015 Apr;9(4):ZC30-4.

XIII. ANEXOS

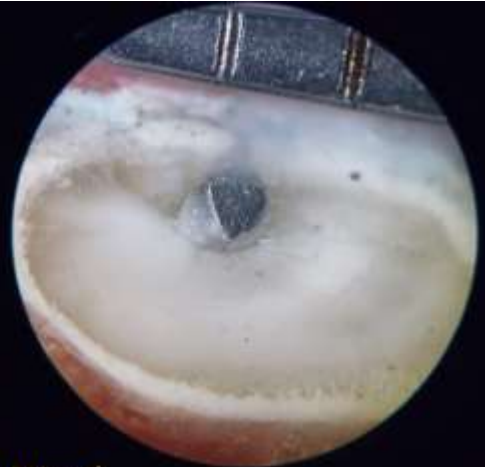
Anexo 1: Fotografías dientes previo y post tratamiento con sistema Niti Flex



Conducto 3
6.3X

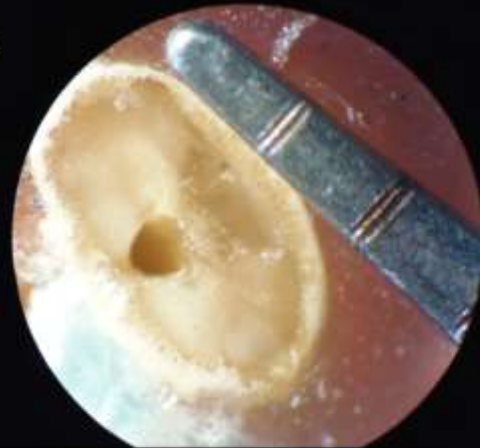


Inicial

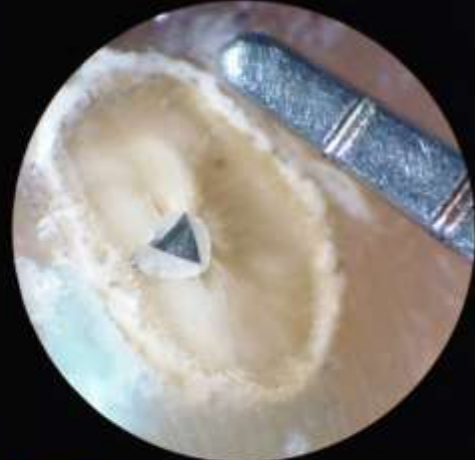


Inst. Manual

Conducto 4
6.3X



Inicial



Inst. Manual

Conducto 5
6.3X

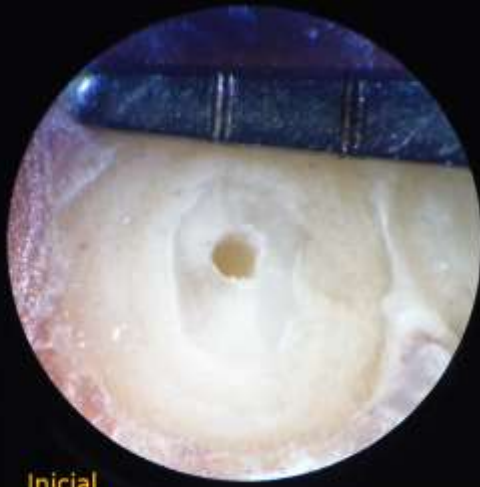


Inicial

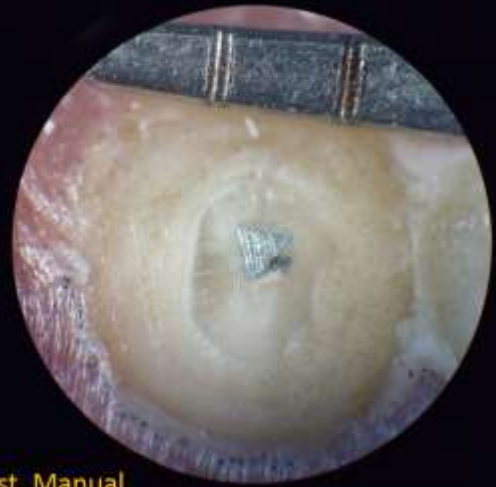


Inst. Manual

Conducto 6
6.3X

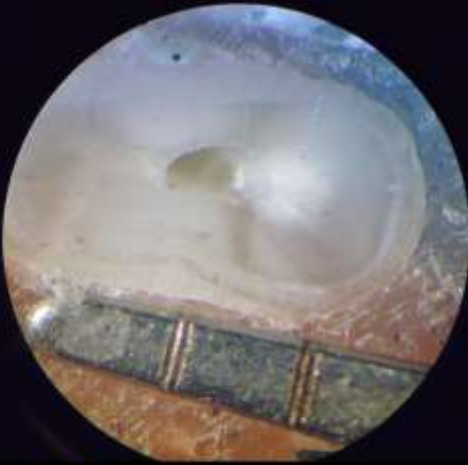


Inicial

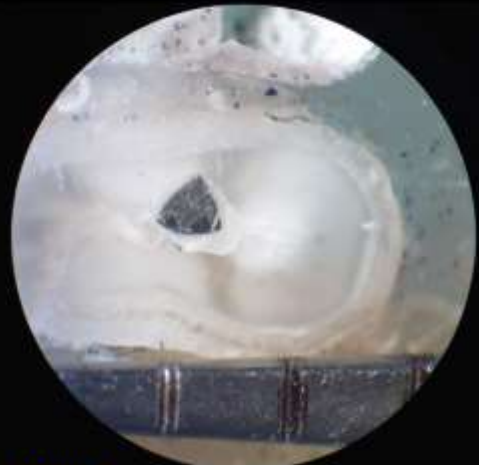


Inst. Manual

Conducto 7
6.3X



Inicial

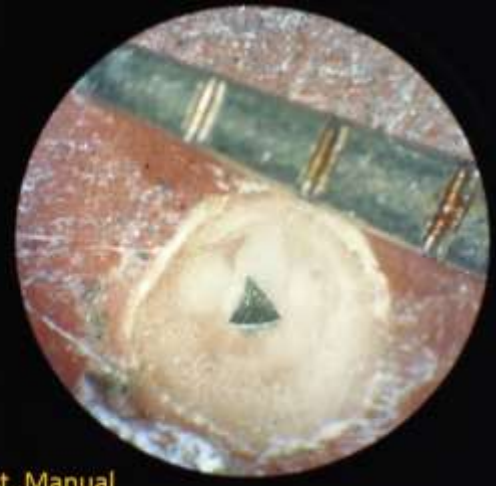


Inst. Manual

Conducto 8
6.3X



Inicial



Inst. Manual

Conducto 9
6.3X

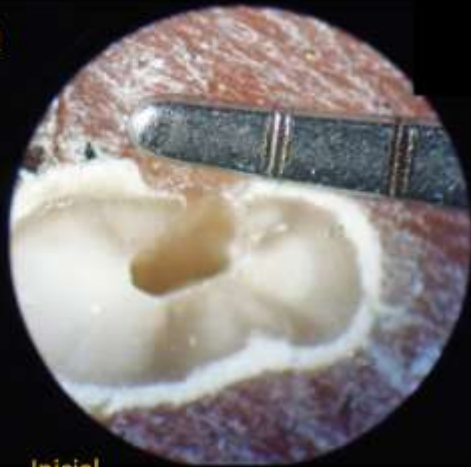


Inicial



Inst. Manual

Conducto 10
6.3X



Inicial

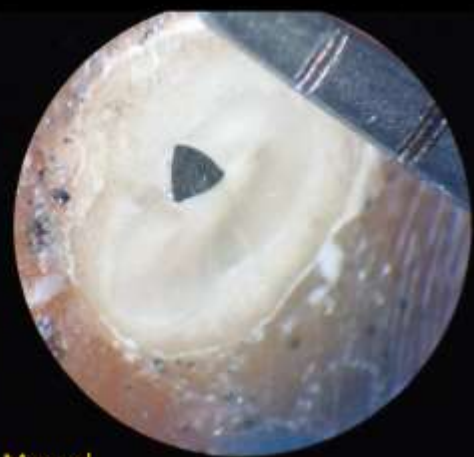


Inst. Manual

Conducto 11
6.3X



Inicial



Inst. Manual

Conducto 12
6.3X



Inicial



Inst. Manual

Conducto 13
6.3X



Inicial

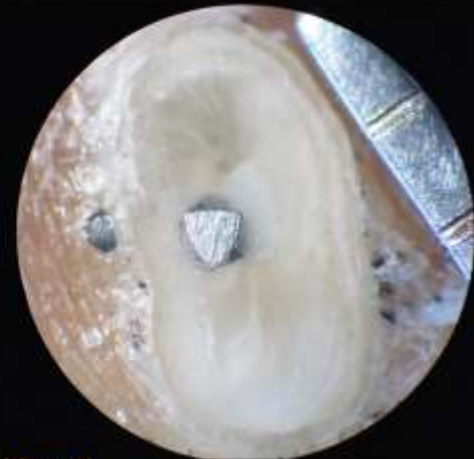


Inst. Manual

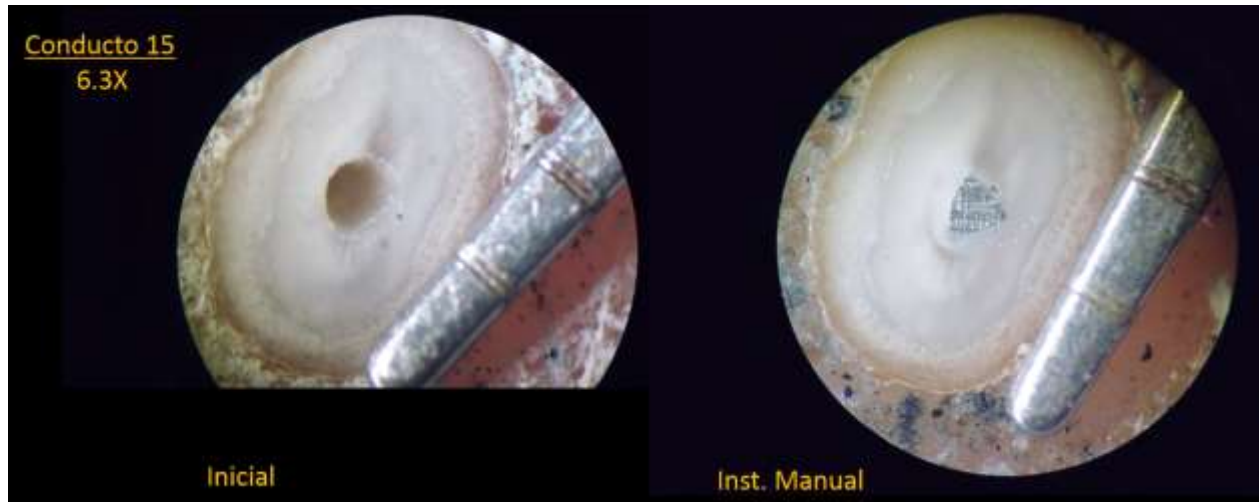
Conducto 14
6.3X



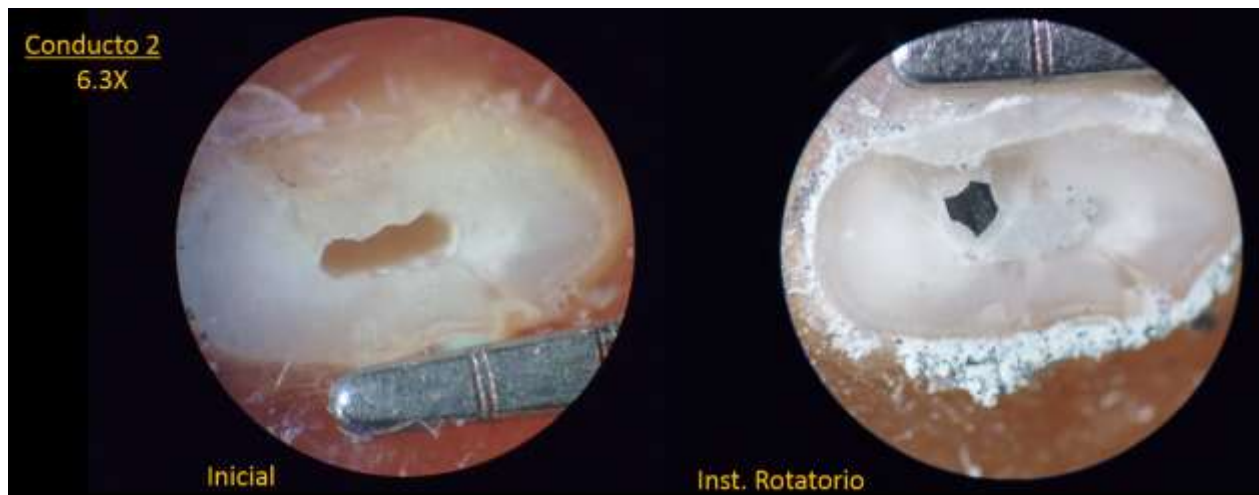
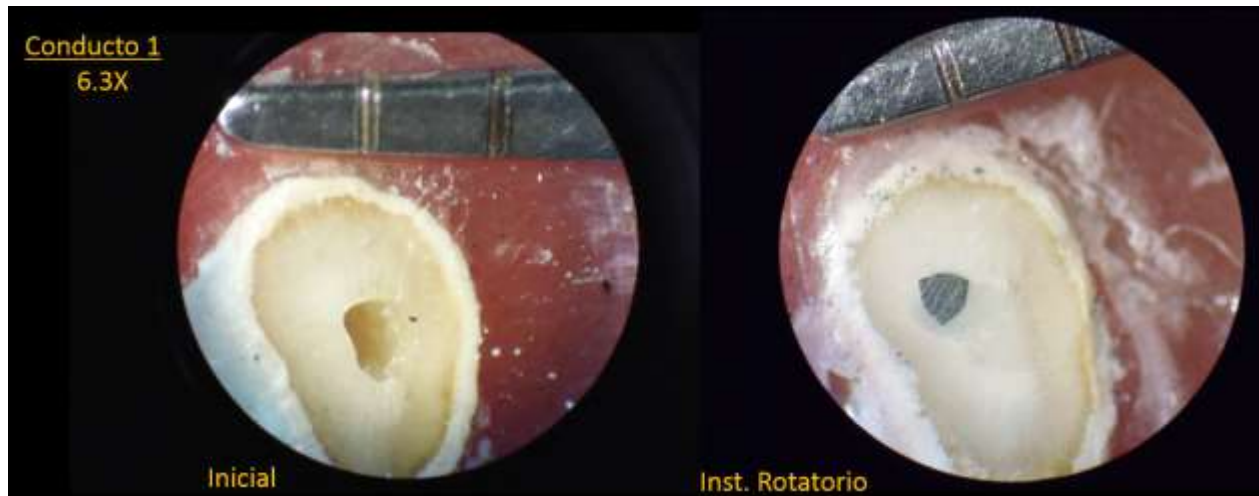
Inicial



Inst. Manual



Anexo 2: Fotografías dientes previo y post tratamiento con sistema Wave One



Conducto 3
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 4
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 5
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 6
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 7
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 8
6.3X

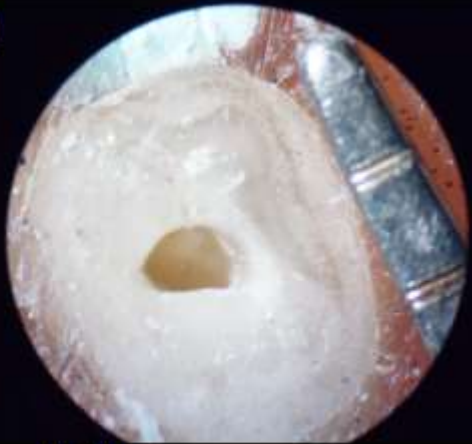


Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 9
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Conducto 10
6.3X

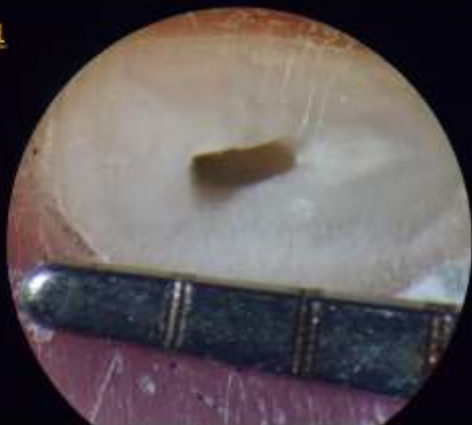


Inicial

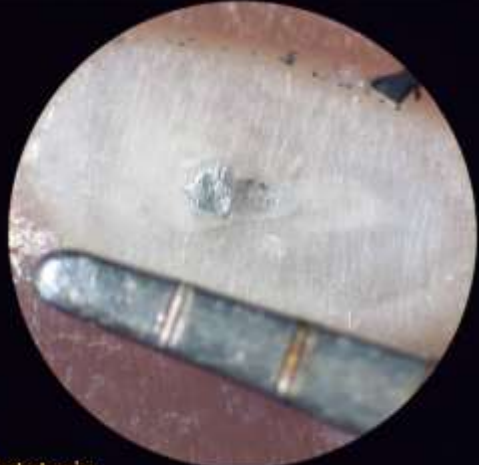


Inst. Rotatorio

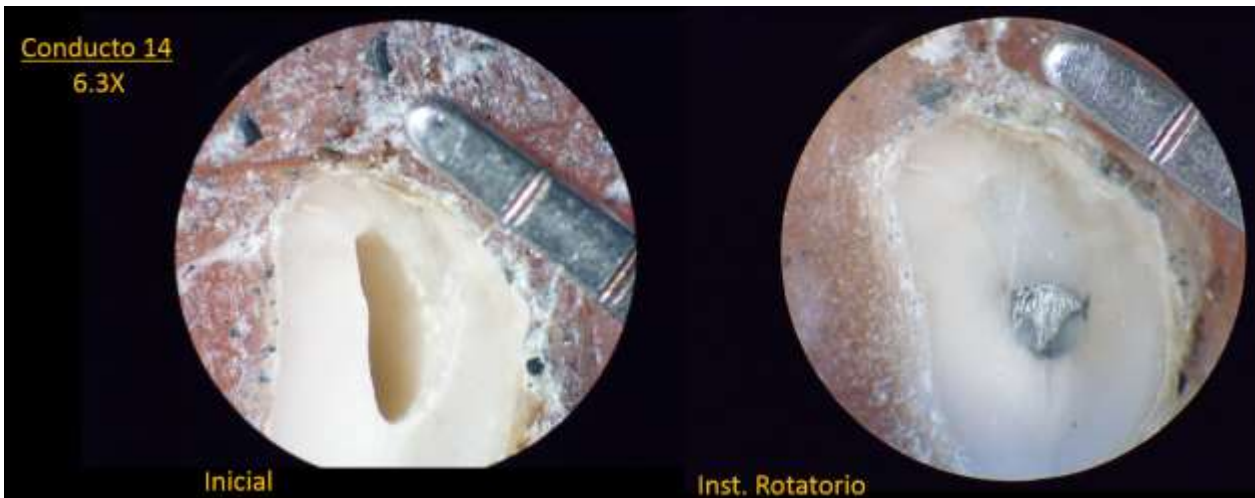
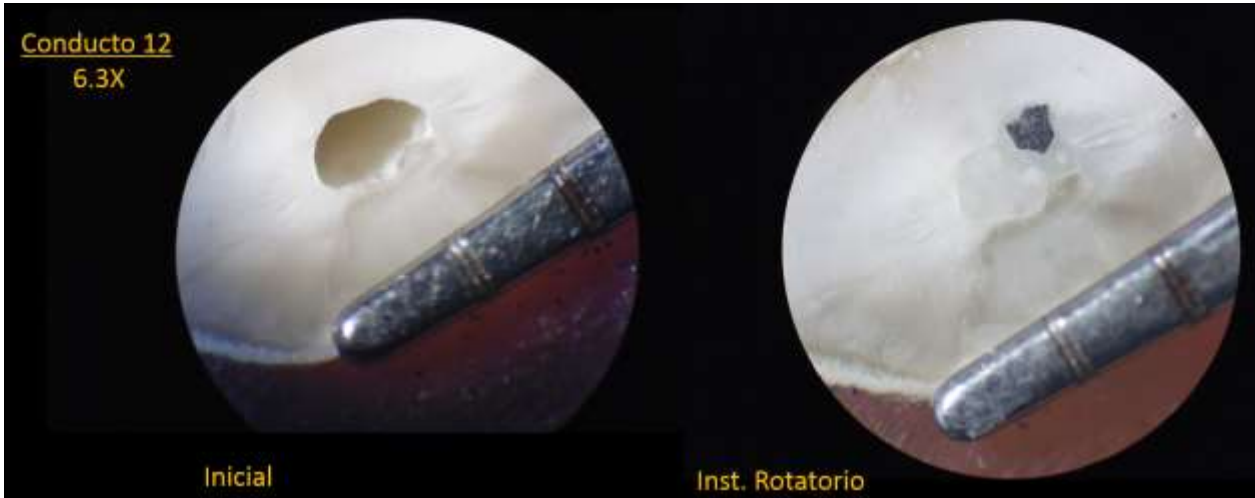
Conducto 11
6.3X



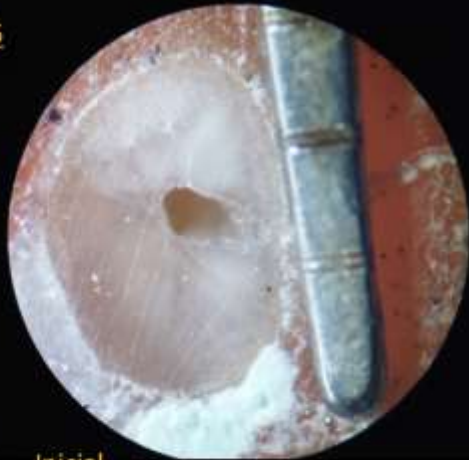
Inicial



Inst. Rotatorio



Conducto 15
6.3X



Inicial



Inst. Rotatorio

Anexo 3: Base de datos. Donde las áreas están representadas en milímetros

Diente	Tratamiento	Area_1	Area_2	Area_3	Area_4	Area_5	Forma
1	1	0,285	0,310	0,025	0,177	0,133	2
2	1	0,301	0,400	0,099	0,145	0,255	3
3	1	0,243	0,266	0,023	0,143	0,123	2
4	1	0,168	0,263	0,094	0,156	0,106	1
5	1	0,180	0,290	0,110	0,170	0,120	1
6	1	0,253	0,380	0,126	0,159	0,220	2
7	1	0,209	0,325	0,116	0,208	0,117	1
8	1	0,331	0,382	0,050	0,199	0,182	2
9	1	0,246	0,296	0,050	0,167	0,128	2
10	1	0,238	0,341	0,103	0,178	0,163	1
11	1	0,315	0,376	0,061	0,204	0,173	3
12	1	0,495	0,591	0,096	0,161	0,430	2
13	1	0,205	0,249	0,044	0,176	0,073	1
14	1	0,585	0,632	0,047	0,152	0,480	3
15	1	0,217	0,226	0,009	0,170	0,056	2
16	2	0,154	0,332	0,178	0,274	0,058	2
17	2	0,265	0,414	0,149	0,398	0,016	2
18	2	0,305	0,394	0,089	0,315	0,079	1
19	2	0,169	0,191	0,022	0,145	0,046	2
20	2	0,236	0,271	0,035	0,224	0,047	2
21	2	0,146	0,212	0,066	0,211	0,001	1
22	2	0,299	0,366	0,066	0,302	0,064	2
23	2	0,253	0,289	0,035	0,195	0,094	2
24	2	0,309	0,359	0,049	0,182	0,177	3
25	2	0,551	0,593	0,042	0,405	0,188	2
26	2	0,224	0,242	0,018	0,235	0,007	1
27	2	0,157	0,293	0,135	0,144	0,149	2
28	2	0,399	0,429	0,030	0,234	0,195	3
29	2	0,378	0,430	0,052	0,265	0,165	3
30	2	0,315	0,332	0,017	0,294	0,038	1

Variable	Criterio
Tratamiento	1 Instrumentación rotatoria "wave One"
	2 Instrumentación manual "Niti Flex"
Area_1	Área inicial del conducto expresada en mm
Area_2	Área total instrumentada expresada en mm
Area_3	Diferencia entre Area_1 y Area_2
Area_4	Área de la lima expresada en mm
Area_5	diferencia entre Area_4 y Área_2
Forma	1 Redonda
	2 Irregular
	3 Oval

