

Evaluación de presencia de microcracks en dientes de único conducto utilizando 2 tipos de instrumentación rotatoria. Estudio ex vivo

Angela Sofia Arredondo Galezo y Laura Alejandra Ardila Jerez

Trabajo de grado para optar el título de Odontólogo

Director

María Alejandra Manosalva Estrada

Especialista en endodoncia

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División Ciencias de la salud

Facultad de Odontología

2025

Dedicatoria

Primero y sobre todas las cosas a Dios por habernos permitido cursar esta parte fundamental como lo es nuestro pregrado para así ir construyendo poco a poco nuestro proyecto de vida en cuanto lo profesional como también lo personal y de su mano brindándonos sabiduría día a día.

A nuestro Padres Olga, Heriberto, Sandra y Especialmente a Jesús porque sin él planearlo su hija hoy por hoy cumple un sueño que siempre quiso para él (ser odontólogo). Dedicarles nuestros logros es un acto de amor y agradecimiento porque sin ellos nada de esto sería posible también es por esto que les agradecemos profundamente por ser nuestro pilar más importante, por enseñarnos desde el amor, por su sacrificio y dedicación para con sus hijas.

Contenido

1. Introducción.....	10
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.3.3 Hipótesis	16
2. Marco teórico.....	16
2.1 Endodoncia.....	16
2.2 Microcracks.....	16
2.3 Instrumentación.....	18
2.3.1 Instrumental de trepanación.....	19
2.3.2 Instrumental para preparación biomecánica	20
2.3.3 Instrumental de obturación vertical	23
2.4 Limas.....	23
2.5 Sistema rotatorio motorizado	24
2.5.1 Wave One Gold	25
2.5.2 Pro-Taper Next	27
3. Método	29
3.1 Tipo de estudio	29

3.2 Población.....	29
3.2.1 Tamaño de la muestra.....	29
3.3 Criterios de selección	29
3.3.1 Criterios de inclusión.....	29
3.3.2 Criterios de exclusión	30
3.4 Variables.....	30
3.5 Instrumento.....	30
3.6 Procedimiento.....	31
3.6.1 Selección de la muestra	31
3.6.2 División de la muestra	33
3.6.3 Fabricación del modelo de trabajo.....	33
3.6.4 Aperturas camerales y longitud de trabajo	35
3.6.5 Preparación mecánica de la muestra.....	37
3.6.6 Fotografía final	40
3.7 Plan de prueba piloto.....	41
3.8 Plan de análisis estadístico	41
3.8.1 Plan de análisis estadístico bivariado	42
3.9 Consideraciones éticas	42
4. Resultados	43
5. Discusión	45
6. Conclusiones.....	47

7. Recomendaciones	48
Referencias.....	49
Apéndices.....	53

Lista de figuras

Figura 1. <i>Limas del Sistema Wave One Gold</i>	25
Figura 2. <i>Conicidad del sistema Wave One Gold</i>	26
Figura 3. <i>Limas del Sistema ProTaper Next</i>	27
Figura 4. <i>Conicidad de las limas ProTaper Next</i>	28
Figura 5. <i>Limpieza de los dientes</i>	31
Figura 6. <i>Software LAZ EZ</i>	32
Figura 7. <i>Grupos de estudio</i>	33
Figura 8. <i>Modelo de trabajo</i>	34
Figura 9. <i>Elementos para la realización</i>	35
Figura 10. <i>Aperturas camerales</i>	35
Figura 11. <i>Toma de longitud tentativa</i>	36
Figura 12. <i>Instrumentación ProTaper Next e irrigación</i>	38
Figura 13. <i>Instrumentación Wave One Gold e irrigación</i>	40
Figura 14. <i>Aplicación de azul de metileno</i>	40
Figura 15. <i>Fotografía de superficies</i>	41
Figura 16. <i>Presencia de microcracks</i>	44
Figura 17. <i>Presencia de microcracks según anatomía del diente</i>	44
Figura 18. <i>Presencia de microcracks según operador</i>	45

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Operacionalización de variables</i>	53
Apéndice B. <i>Instrumento de toma de muestra</i>	54
Apéndice C. <i>Plan de análisis resultados univariado</i>	55

Resumen

Problema: Aunque la formación de microcracks es un fenómeno frecuente que puede comprometer la integridad dental y aumentar el riesgo de fracturas verticales, no existe consenso en la literatura sobre los factores predisponentes ni cuál sistema es más seguro. **Objetivo:** evaluar la formación de microcracks durante la instrumentación endodóntica en dientes unirradiculares, comparando los sistemas rotatorios ProTaper Next y Wave One Gold. La hipótesis es que la elección del sistema de instrumentación influye significativamente en la formación de microcracks. **Método:** se utilizaron 43 dientes unirradiculares, divididos en tres grupos: Wave One Gold, ProTaper Next y un grupo control. Tras la instrumentación, se evaluó la presencia de microcracks mediante inspección microscópica. Las variables analizadas incluyeron el sistema de instrumentación, la anatomía dental y el operador. **Resultados:** se demostró que el 62.79% de los dientes no presentaron microcracks. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el sistema de instrumentación y la formación de microcracks ($p = 0.021$), siendo el grupo control libre de microcracks. Además, no se observaron asociaciones significativas con la anatomía dental o el operador. **Conclusión:** la formación de microcracks no es inevitable, pero está influenciada por el sistema de instrumentación utilizado. Los sistemas de instrumentación evaluados demostraron diferencias significativas, con relación a la incidencia de microcracks. Se determinó mayor presencia de estos fenómenos con el sistema Wave One Gold. Es importante que el clínico seleccione sistemas que minimicen el daño dentinario y preserven la integridad estructural del diente durante el tratamiento endodóntico.

Palabras claves: microcracks, instrumentación rotatoria, ProTaper Next, Wave One Gold, Endodoncia

Abstract

Problem: Although microcrack formation is a frequent phenomenon that can compromise dental integrity and increase the risk of vertical fractures, there is no consensus in the literature on the predisposing factors or which system is safer. **Objective:** To evaluate the formation of microcracks during endodontic instrumentation in uniradicular teeth, comparing the ProTaper Next and Wave One Gold rotary systems. The hypothesis is that the choice of instrumentation system significantly influences microcrack formation. **Methods:** 43 uniradicular teeth were used, divided into three groups: Wave One Gold, ProTaper Next and a control group. After instrumentation, the presence of microcracks was evaluated by microscopic inspection. The variables analyzed included the instrumentation system, dental anatomy and the operator. **Results:** It was demonstrated that 62.79% of the teeth did not present microcracks. A statistically significant association was found between the instrumentation system and microcrack formation ($p = 0.021$), with the control group being free of microcracks. In addition, no significant associations were observed with dental anatomy or operator. **Conclusion:** Microcrack formation is not inevitable, but is influenced by the instrumentation system used. The instrumentation systems evaluated showed significant differences in relation to the incidence of microcracks. A greater presence of these phenomena was determined with the Wave One Gold system. It is important for the clinician to select systems that minimize dentin damage and preserve the structural integrity of the tooth during endodontic treatment.

Keywords: microcracks, rotary instrumentation, proTaper Next, Wave One Gold, Endodontics.

1. Introducción

El conocimiento sobre la incidencia de microcracks durante la instrumentación rotatoria en la preparación del conducto radicular aún presenta vacíos. Aunque numerosos estudios con el de (Monga, et ál., 2015). han examinado este tema, la literatura científica no ofrece conclusiones definitivas debido a la variabilidad en los métodos de investigación, los tipos de instrumentos utilizados y lastécnicas de evaluación empleadas.

Hay controversias sobre los sistemas de instrumentación en endodoncia y la formación de microcracks. En cuanto a la instrumentación rotatoria, algunos estudios han sugerido que este método puede generar microcracks debido a la fricción y la vibración generadas durante la preparación del conducto radicular, (Peters, et ál., 2001). Sin embargo, Paqué y colaboradores en 2009 han argumentado que la instrumentación rotatoria puede reducir los microcracks, en comparación a otro tipo de instrumentaciones, ya que tiende a ser más eficiente y menos traumática para el diente.

Para abordar esta brecha en el conocimiento, se requieren estudios prospectivos y controlados que comparen directamente la incidencia de microcracks comparando la instrumentación rotatoria y utilizando métodos de evaluación estandarizados, como la microscopía electrónica de barrido o la tomografía computarizada de haz cónico. Además, es crucial considerar factores como el diseño del instrumento, la técnica de preparación utilizada y las características del diente, como la anatomía radicular y la densidad del tejido dentinario.

Este estudio busca identificar diferencias en la incidencia y la severidad de microcracks, al utilizar dos métodos de instrumentación rotatoria; además, busca analizar los factores asociados

como la anatomía radicular, la técnica de preparación utilizada y las características del tejido dentinario.

Los resultados obtenidos proporcionaron información relevante para mejorar las prácticas clínicas de odontólogos generales y endodoncistas y contribuirán al desarrollo de estrategias que minimicen el riesgo de formación de microcracks durante los procedimientos endodónticos.

1.1 Planteamiento del problema

La odontología constantemente ha innovado con la aparición de nuevas técnicas y diseños en endodoncia, especialmente para la preparación del conducto radicular. Las características como diseño, diámetro, aleación, forma transversal, ángulo de corte, y estrías pueden diferir al comportamiento de la lima al momento de instrumentar.

Diferentes estudios muestran que hay discrepancia en la aparición de grietas en la porción apical de dientes premolares debido a la instrumentación durante el tratamiento de conducto; Adorno en 2011 quien documentó la relación entre la aparición de micro fisuras y los sistemas rotatorios continuos como Profile, K3 y endowave, donde en los resultados se observó un total de fisuras a –1mm de la longitud de trabajo en los 3 sistemas, 20 a nivel del foramen, y 21 fisuras que sobrepasó el foramen apical a 1mm.

Karatas y Colaboradores demuestran que tanto lo manual como lo rotatorio llegan a generar microcracks ya que según su estudio; un grupo de 15 dientes con lima Wave, el 40% de los dientes presentó fisuras en los últimos 3mm y TF Adaptative siendo el aspecto manual, fue apenas del 6%.

Por otro lado, este tipo de instrumentos son necesarios para dar forma al conducto radicular. Algunos de ellos poseen consigo ventajas que incluyen una mayor sensibilidad táctil y control

durante el procedimiento, lo que permite adaptarse mejor a la anatomía del canal radicular y minimizar el riesgo de sobre instrumentación.

El porcentaje de presencia de microcracks en la instrumentación rotatoria varía según los estudios, pero en general se ha encontrado que la instrumentación rotatoria puede tener un generar mayor número de microcracks, además, las limas rotatorias tienden a acumular residuos de dentina en su superficie que también puede contribuir a la formación de microcracks (Schäfer, et ál., 2004)

A pesar de estas consideraciones, varios estudios han demostrado que la instrumentación rotatoria puede ser una opción segura y efectiva para evitar micro fisuras en la dentina cuando se utiliza correctamente y se siguen las técnicas adecuadas de irrigación y refrigeración. Por ejemplo, un estudio de metaanálisis realizado por (Sathorn, et ál., 2018). Evaluó la incidencia de micro fisuras inducidas durante la instrumentación rotatoria y encontró que los dichos instrumentos estaban asociados con una menor incidencia de microcracks, por esto, difiere considerar que la instrumentación rotatoria conlleva riesgos potenciales, como la generación de calor durante el procedimiento, que podría afectar la salud de la dentina circundante si no se maneja adecuadamente.

Así mismo, (Yoldas, et ál., 2004) encontraron que la incidencia de microcracks fue del 28.3% con instrumentación rotatoria y esto puede ser debido a la mayor velocidad y la acción de torsión de las limas rotatorias, que pueden ejercer fuerzas más significativas sobre la dentina.

Además, (Capar, et ál., 2014) reportaron una incidencia del 40% con instrumentación rotatoria, en la que se concluye una mayor probabilidad de formación de microcracks causados por dicha instrumentación.

Por lo tanto, (Sathorn, et ál., 2018) nos indica que, aunque la instrumentación rotatoria puede ofrecer ventajas, es esencial que los profesionales evalúen cuidadosamente los factores de riesgo y utilicen técnicas apropiadas para garantizar resultados óptimos y la seguridad del paciente.

Hasta la fecha, los estudios resultantes del uso del sistema rotatorios vienen generando un gran área de desconocimiento tanto para el profesional como el estudiante, por eso, ese estudio plantea el problema para el conocimiento preciso de técnica e instrumentación idónea para la preparación del conducto en el momento del tratamiento endodóntico, es por esto que surge la pregunta ¿con cuál de los siguientes sistemas Protaper Next o Wave One Gold hay más probabilidad de generar microcracks durante la preparación del conducto radicular?. De esta manera lograr llenar un poco el vacío en el conocimiento tanto de los profesionales y estudiantes.

1.2 Justificación

Durante la práctica clínica, los endodoncistas pueden encontrarse con una serie de obstáculos no deseados anatómicos como los microcracks, teniendo en cuenta que el objetivo de un tratamiento endodóntico es la excelente preparación del conducto radicular, a través de la preparación bioquímico-mecánica de los canales radiculares.

En los últimos años se han introducido al manejo endodóntico instrumentos rotatorios y reciprocantes con los que se busca mejorar la práctica endodóntica. Con el paso del tiempo se ha buscado mejorar en el diseño y la conformación de las limas, las aleaciones NITI han sido una de las principales mejoras en el momento de la práctica clínica mejorando el manejo del tiempo y precisión exactos al instante de instrumentar ya que aportan mayor corte, flexibilidad y la conformación anatómica del conducto

Sin embargo, al entrar en contacto con la dentina, los instrumentos endodónticos pueden generar defectos como perforaciones, formación de microcracks y debilitamiento de las paredes dentinarias, aspectos que están asociados con el tipo de instrumento utilizado (Castaño, 2016). La generación de microcracks es particularmente preocupante, ya que puede comprometer la integridad estructural del diente y aumentar el riesgo de fracturas verticales.

Las fracturas verticales son una complicación grave en odontología, particularmente en tratamientos endodónticos. Se definen como fisuras que se extienden desde la superficie del diente hacia la raíz, comprometiendo la integridad estructural del diente. Estas fracturas pueden ser el resultado de múltiples factores, incluyendo el uso de instrumentos endodónticos que generan microcracks durante la preparación del conducto radicular.

Una de las principales causas de las fracturas verticales es el debilitamiento de la dentina causado por el uso excesivo de instrumentos rotatorios o reciprocantes. Cuando se producen microcracks, la resistencia de la estructura dental se ve comprometida, aumentando el riesgo de fracturas bajo condiciones de carga masticatoria. Además, las fracturas verticales son difíciles de diagnosticar en sus etapas iniciales, lo que puede llevar a un tratamiento tardío y a un pronóstico desfavorable.

Diferentes autores han asociado la presencia de microcracks con el uso de sistemas rotatorios y reciprocantes. Por esto, es necesaria la reevaluación en técnicas y el conocimiento de la conformación y diseño de los instrumentos, ya que este conocimiento podría mejorar la elección clínica y el trabajo tanto del profesional como del odontólogo en formación, siendo este el valor agregado de la investigación para los estudiantes (Ardila, et ál., 2009).

Ante la falta de información específica en la que pueda evidenciar el comportamiento de los sistemas reciprocantes en su contacto con la dentina, la producción de estrés entre instrumentos en relación con tejidos circundantes dentales. Por lo tanto, se propone realizar un estudio ex vivo comparativo entre sistemas rotatorios ProTaper Next y Wave One Gold existentes en el mercado para evitar la evolución de los microcracks se conviertan en fractura vertical provocando pérdida y exodoncia de la pieza dental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Comparar la presencia de microcracks entre el uso de *ProTaper Next* vs *Wave One Gold* mediante un estudio experimental ex vivo en dientes unirradiculares del banco de dientes de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga en 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- Estimar la incidencia de microcracks en los conductos radiculares de los dientes mencionados comparando *ProTaper Next* vs *Wave One Gold* mediante inspección microscópica de las muestras.
- Comparar la frecuencia de aparición de las microcracks generadas por la instrumentación rotatoria en los conductos radiculares en los dientes seleccionados.

1.3.3 Hipótesis

El sistema de instrumentación ProTaper Next resulta siendo más propenso a la aparición de Microcracks comparado con el sistema Wave One Gold

2. Marco teórico

2.1 Endodoncia

Es el tratamiento realizado para mantener o recuperar la salud dental y de sus tejidos circundantes mediante diferentes formas de instrumentación e irrigación. En estos procedimientos son importantes todos los parámetros como material, insumos y/o técnica utilizada.

Para que el tratamiento endodóntico sea exitoso requiere una apertura e instrumentación en línea recta que si se lleva a cabo de una manera entusiasta y sin medida lleva a un debilitamiento de la dentina radicular lo que produce la formación de micro fisuras, adelgazamiento de la pared dentinalo defectos incurables que traen como consecuencia la imposibilidad de restaurar el diente (Kumaret, ál., 2022).

2.2 Microcracks

Estos se encuentran en la literatura también como Micro fisuras y microgrietas. En la dentina radicular es un problema clínico al momento de diagnosticar y tratar. Según Herrera Mercado (2017) esta es una de las razones más comunes para la extracción del diente.

Las fisuras por iatrogenia en las piezas dentales son causadas por la excesiva fuerza que se concentra entre el instrumento y las paredes de la dentina, este tratamiento en dientes puede causar una pérdida notoria de esmalte y el aumento de la fractura por pérdida de humedad en la dentina.

Este proceso de estrés puede inducir como defectos y microgrietas (microcracks) unos más notorios y significativos dependiendo el tipo de instrumentación o sistemas quienes difieren uno del otro dependiendo de aspectos como; configuración de corte, punto o conicidad (Carrillo & Renteira, 2016).

Luego de proponer (Walton, et ál., 1984) diferentes causas de fracturas no se ha podido definir el motivo o etiología de la destrucción tisular precisa, sin embargo, este tema ha sido de bastante interés en el campo de la endodoncia ya que para el clínico puede ser difícil el reconocimiento de este fenómeno exigiendo una excelente precisión en la interpretación radiográfica e indagación por parte del profesional, esto para definir si los factores como trauma oclusal o hábitos como el bruxismo podrían inducir a la creación de los microcracks.

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) en 2006 logró definir 5 tipos de fracturas longitudinales; *Líneas de moda, cúspide fracturada, diente agrietado, diente partido y fractura de raíz vertical*. Aportando una gran ayuda al identificar el tipo de defecto y tratamiento.

Los microcracks tienden a presentar signos y síntomas que pueden llegar a ser confusos para el profesional. Consiguen variar según su ubicación, extensión o dirección de la grieta. El paciente puede presentar dolor al masticar, exposición al frío o calor, respuesta nula frente a la palpación. Una vez que la fractura se ha extendido a pulpa puede presentarse sintomatología de pulpitis irreversible o absceso apical agudo o crónico de presentarse necrosis (Rivera & Walton, 2008).

Para la preparación de conductos hay que priorizar la anatomía radicular de cada raíz teniendo en cuenta que los conductos varían según el tipo de diente con uno o dos conductos. Una acertada elección de instrumentos buscando la manera de no debilitar para evitar la formación de microcracks en las paredes radiculares, se recomienda evaluar ciertos parámetros del diente tales como tamaño, longitud y configuración de la raíz (Torabinejad, 2009).

En un estudio realizado por Herrera Mercado en 2016 refiere que la instrumentación es el aspecto más importante ya que si no se realiza de una manera adecuada el patrón de distribución de tensión hacia la zona apical desarrolla debilitamiento con una formación de microcracks.

2.3 Instrumentación

Fuentes y colaboradores en 2006 afirman que los materiales utilizados en esta área se dividen en las siguientes categorías:

- a) *instrumental de trepanación*
- b) *preparación biomecánica*
- c) *obturación radicular*

Este conjunto de instrumentos nos facilita una preparación radicular más eficiente para el tiempo de trabajo creando un beneficio tanto para el profesional como para el paciente.

Para la elección correcta de esto hay que determinar muy bien los aspectos ergonómicos que faciliten la ejecución de la instrumentación y fácil mantenimiento financiera de ellos (Fuentes & Corsini, 2006).

2.3.1 Instrumental de trepanación

Este proceso es el cual se realiza la ubicación y eliminación del tejido pulpar a través de la debridación con limas e irrigante dependiendo el diagnóstico pulpar que se presente en el momento del tratamiento, Para Fuentes y Corsini la intervención no puede ser igual para todos los dientes, razón principal por la que debe haber instrumentación idónea para acceder a cada cámara pulpar.

Son usados distintos elementos como:

- *Fresas*. En esta categoría encontramos diferentes tipos de ellas con uso específico al momento de realizar el tratamiento endodóntico. Estas son:
 - a) *Fresas Gates*. Realizan un pre-ensanchado del conducto utilizando el orden (1-3-2-1) o (1-3-1).
 - b) *Endo Z*. Mejora el acceso y elimina de una forma exitosa los cuernos pulpares
 - *Tira nervios*. Recibe el nombre de sonda barbada y ayuda al retiro exitoso de la pulpa. Posee falencias en cuanto a fragilidad y afectación del ligamento periodontal.
 - *Ensanchadores*. Usados para crear dimensión y acceso para futura obturación.

Esta categoría se divide en:

- a) *Escareadores*. Aquellos que se maniobran con $\frac{1}{4}$ de vuelta de circunferencia a punto de inicio. Se recomienda para conductos rectos y no muy angostos.
- b) *Limas K*. Requiere técnica de impulsión y tracción, con flexibilidad, lo que puede indicarse para conductos curvos y estrechos.
- c) *Limas H*. Técnica de impulsión y tracción, en sus características más importante encontramos una fragilidad y rugosidad significativamente alta.

- d) *Limas K Flex*. Es la variante con más flexibilidad de la *Lima K* permitiendo una leve rotación en la preparación de conductos estrechos y curvos.
- e) *Limas Níquel titanio*. Estas permiten una muy buena adaptación en él por parte del profesional ya que en sus características está el manejo por movimientos de impulsión-tracción. Rotación, etc. Obteniendo así un uso para conductos de difícil acceso extremadamente curvos y sinuosos.

Para la Trepanación existen 3 técnicas (PD en anterosuperiores- PD en anteroinferiores y PD en posteriores) y puede cambiar de acuerdo con la vitalidad del diente.

2.3.2 Instrumental para preparación biomecánica

En su estudio Fuentes y Corsini en 2006 difieren que las limas mencionadas anteriormente (*Limas K, Limas H, Limas K Flex y Limas Níquel titanio*) pertenecen a esta categoría.

Para la eficaz preparación biomecánica se han estudiado tres técnicas (*Técnica convencional, técnica crown down modificada o técnica combinada y técnica stepback*) quienes han demostrado en múltiples estudios han podido definir que brindan un mejor acceso, visión, irrigación, medicación intra radicular y obturación final. A continuación, se explicarán cada técnica.

Técnica convencional. En esta técnica una vez estando en pulpa con buen acceso y visión se extrae la pulpa. Posterior a este se realiza los siguientes pasos:

- Tomar la conductometría.
- Instrumentar con espaciadores con espaciadores tipo k que sustituyen las limas k por su incapacidad de alterar la anatomía del conducto.

- Instrumentar a la longitud de trabajo que se determina restando 1 mm a la longitud total obtenida mediante rx. Aumentando de orden creciente sin evitarnúmero alguno. todo esto hasta que no haya rastro de barrillo dentinario. Ejemplo: si la 20 sale sin barrillo dentinario se debe llevar hasta la 30.

- Siempre trabajar a la longitud final sin dejar de administrar la irrigación

Técnica Crown down modificada ou técnica combinada. en esta se unifican la stepback, crown down, y la convencional. Para esto se realizan los siguientes pasos

- Apertura correspondiente al diente tratado, anestesia y aislamiento absoluto.

Inspeccionar el conducto con sonda recta ya se haya expuesto la entrada de los conductos.

Para esta técnica se requiere las fresas Gates Glidden en la numeración 1-3- 2-1. Es importante la irrigación con el uso de estas fresas dentro del conducto.

Toma conductometría con la longitud previa dada por radiografía.

Instrumentación propiamente dicha empezando con la lima de menor a mayor, con irrigación presente hasta que no haya barrillo dentinario.

. Se avanza con 2 números más a la longitud dada por la conductometría.

Se emplea la lima maestra quien será nuestro último instrumento, está para realizar repasos y evitar escalones. Posterior a la fase de ascenso.

Esta fase consiste en llevar la lima maestra a 1 mm menos de nuestra conductometría y cada vez que avancemos en lima se irá descontando hasta que no haya agarre por parte de la lima. por ejemplo: “Si la lima maestra fue 45 a 21 mm. seguirá con la lima 50 a 20mm y así progresivamente hasta entre cada instrumento y otro.

Verificar los conductos, sin irregularidades (Fuentes & Corsini, 2006).

Técnica stepback. indicada para conductos ligeramente curvos y rectos. Nos brinda una terminación cónica del conducto brindando una serie de ventajas como:

Evita irritación de tejidos periapicales

Menos pérdida de dentina en la región apical.

El procedimiento endodóntico bajo esta técnica según Fuentes y colaboradores en el 2006 tomando de ejemplo una pieza dental de longitud de trabajo de 21 mm es la siguiente:

1. Anestesia y aislamiento del campo operatorio.
2. Lima nº 15 (o menor), a longitud de trabajo.
3. Conductometría
4. Ajuste de la lima nº 15 (o menor) a la longitud de trabajo exacta (21 mm)
5. Irrigar y aspirar
6. Lima nº 20 (21 mm)
7. recapitular con la lima nº 15
8. Lavado del conducto
9. Lima nº 25 (21 mm), recapitular con lima nº 20 (Así hasta la lima 50)
10. Lavado del conducto
11. Secado del conducto con puntas de papel estéril
12. Medicación
13. Obturación temporal

2.3.3 Instrumental de obturación vertical

En esta fase las limas vuelven a jugar un papel importante, pero, esta vez acompañadas de nuevos instrumentos como lo son:

Espaciadores. Existen manuales y digitales en los números 30-40-50-60.

Instrumentos capaces de obtener espacio en el conducto durante la obturación y poder posicionar conos accesorios y como resultado final una obliteración total del conducto.

Condensadores. Utilizados para el corte de los conos accesorios al momento de obturar.

2.4 Limas

Morales, (2017) afirma que los sistemas de limas pueden ofrecer una gran versatilidad al momento de realizar algún procedimiento endodóntico, esto dependiendo de la anatomía radicular de cada conducto ya que si se requiere más taper (aumento de diámetro en los instrumentos por cada milímetro de longitud), por lo que se necesita una elección correcta de acuerdo con las necesidades. Estas comparten ciertos componentes fundamentales:

Taper y conicidad: Corresponde a la conicidad que le damos a la hora de preparar el conducto. Un mayor taper no brinda una buena entrada de solución irrigante y por consiguiente una excelente desinfección.

Sección del instrumento: Puede ser birradial o trirradial y referencia la interacción del instrumento con las paredes dentinarias.

Ángulo de corte: Hay corte negativo como Profile con el que se obtiene más desgaste que corte o corte activo como ProTaper o Mtwo que poseen más corte en menos tiempo.

Técnica de instrumentación. Suele tratarse de una técnica corono apical o el sistema Mtwo la que es considerada la más apropiada ya que obtenemos una desinfección y menor estrés.

Cuerpo de la lima: Proporciona mayor o menor robustez según la cantidad de material ensamblado.

Este instrumento juega un papel importante; anteriormente se pudo dar un abrebocas sobre este instrumento en cuanto técnica de uso, dependiendo de este se ha buscado comparar la cantidad de microcracks al momento de entrar al contacto con las paredes dentinarias dando campo a los sistemas manuales y rotatorios o motorizados (Moradas, 2017).

2.5 Sistema rotatorio motorizado

Recibe este nombre por su conformación que se realiza con herramientas capaces de rotar 360 al interior del conducto (limas y fresas) inducida por una fuerza de energía de baja revolución logrando limpieza, conformación de paredes cavitarias y el tratamiento con tasa de éxito segura (Mustafa, et ál., 2022).

Este tipo de sistema ha sido más útil al momento de la endodoncia por sus ventajas en cuanto al manejo del tiempo, costo y fatiga cíclica. Teniendo presente que el mundo de la odontología continúa con la inserción de nuevas tecnologías, y aunque se han expuesto el uso de materiales como el NiTi y el acero inoxidable (Mustafa, et ál., 2022).

Hay que destacar que Jhon McSpadden dio a conocer el primer sistema rotatorio de NiTi, que tienen la característica de conicidad de 0,02 y transformó el paradigma de la norma ISO al incorporar conos de diámetro 0,04 y 0,06 mm. Fue en este momento en el que se aplicó el método multicono con varios sistemas (Mustafa, et ál., 2022).

En relación con los sistemas rotatorios es posible mencionar los siguientes:

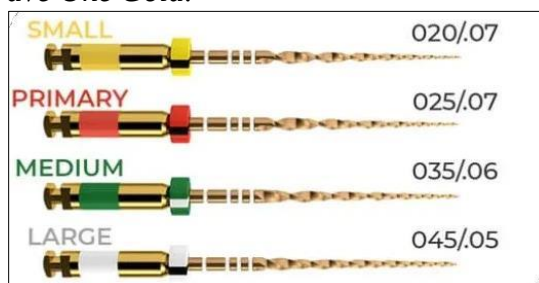
Protaper Next, Profile, K3, Hero 642, Lightspeed, Sistema GT, Quantec, PowerR, Flexmaster, RaCe, S-Apex, Endosequence, EndoEZE 8AET), Mtwo, EndoWave, Wave One Gold, Endo- Express, Navyflex, Liberator, Lightspeedextra, NITI-Tee, Endomagic, PadoWave.” (Estrada M, 2017).

2.5.1 Wave One Gold

Wave One Gold (Maillefer, Ballaigues, Suiza). es un sistema de limas mecanizado tipo reciprocante, El sistema consta de 4 diferentes tipos instrumentos:

- a) Small, 21/0.06, propuesta para conductos estrechos ya que tiene una inclinación fija de 6% sobre su porción activa
- b) Primary 25/0.08 para la mayoría de los conductos
- c) Medium 035/.06
- d) Large 30/0.08 para conductos amplios

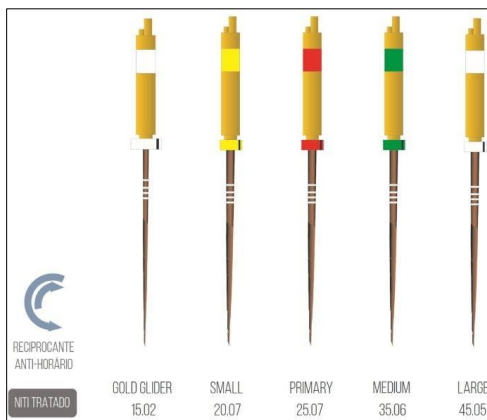
Figura 1. Limas del Sistema Wave One Gold.



Tomado de (Google, 2024).

Las limas primarias 25/08 y la grande 40/08Wave fijado con conicidades de 8% a partir de D1-D3, desde D4-D16, que tiene un único diseño cónico que disminuye progresivamente (Brito et al., 2016).

Figura 2. Conicidad del sistema Wave One Gold.



Tomado de (Google, 2024).

Esto logra mejorar la flexibilidad y conservación de la dentina coronal en los dos tercios de la preparación. Su configuración transversal es triangular convexa, con un taper variable, es por esto que Bacca y colaboradores sugieren el uso de un único instrumento para alcanzar un tamaño adecuado de conducto radicular, evitando la fatiga del instrumento y una posible contaminación cruzada.

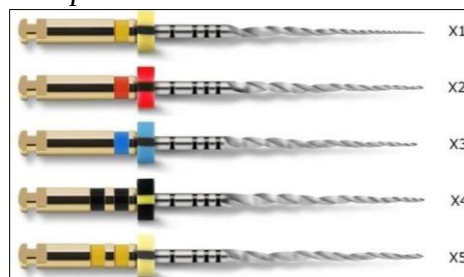
Este sistema se maneja con movimientos de picoteo (entrada y salida) sin ejercer presión. De hecho, se ha demostrado que una técnica de conformación de vaivén de un solo instrumento manipulado en sentido de las manecillas del reloj y contrario a ellas, es más seguro y rápido que el uso de múltiples instrumentos rotatorios para lograr la misma conformación final (Pacheco, 2014).

2.5.2 *Pro-Taper Next*

Pro Taper Next Dentsply (Maillefer, Ballaigues, Suiza). Es un sistema de movimiento rotatorio continuo hecho de una aleación de níquel-titanio (Ni-Ti) y alambre M, fabricado mediante un proceso de tratamiento térmico. El sistema posee 5 limas para conformar los conductos:

- a) X1 (17/0.04)
- b) X2 (25/0.06)
- c) X3 (30/0.07)
- d) X4 (40/0.06)
- e) X5 (50/0.06).

Figura 3. *Limas del Sistema ProTaper Next.*



Tomado de (Google,2024).

Este sistema incorpora un diseño cónico progresivo y regresivo, con un diseño rectangular descentrado, mejora la resistencia y la flexibilidad a lo largo de la parte activa de los instrumentos (Çırakoglu, et ál., 2021).

La rotación de una sección descentrada crea un espacio aumentado para alojar el tejido de deshecho. Mejora la conformación del conducto gracias a este efecto "serpenteante". Según el fabricante, este diseño da como resultado un movimiento rotatorio asimétrico destinado a disminuir el efecto de atornillado y acoplamiento entre el instrumento y la pared dentinaria.

Además, poseen una conicidad variable, lo cual le confiere un grado de flexibilidad alto y mayor resistencia a la fractura cíclica del instrumento, informado una mayor vida útil, una baja cantidad de extrusión de residuos y una buena capacidad de modelado progresivamente (Brito, et ál., 2016).

Figura 4. Conicidad de las limas ProTaper Next.



Tomado de (Google, 2024).

El movimiento para su utilización es de cepillado, tiene un movimiento de "serpenteo" el cual reduce el tiempo de trabajo y causa menor transporte del conducto y foramen apical (Bacca, 2016).

3. Método

3.1 Tipo de estudio

Este es un estudio experimental ex vivo el cual busca evaluar la presencia de microcracks en dientes de único conducto encontrados en el banco de dientes de la universidad Santo Tomás, usando 2 tipos instrumentación rotatoria *ProTaper Next* vs *Wave One Gold* al momento de preparar el conducto radicular.

3.2 Población

Dientes unirradiculares con único conducto del Banco de dientes de la Clínica de la Universidad Santo Tomas Sede Floridablanca.

3.2.1 Tamaño de la muestra

Se requieren 80 dientes unirradiculares con único conducto asumiendo una población total de 100 dientes presentes en el Banco de dientes de la Universidad Santo Tomás Sede Floridablanca; para el cálculo del tamaño requerido, fue considerada una proporción esperada de microcracks de 46,6% conforme a los resultados reportados por (Kumar, et ál, 2022).

3.3 Criterios de selección

3.3.1 Criterios de inclusión

Las muestras seleccionadas para este estudio fueron dientes humanos unirradiculares de único conducto, ya que presentan una anatomía y condición óptima para el estudio de interés.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Dientes fracturados, obturados (amalgama/materiales estéticos)
- Que presenten dilaceraciones de la raíz
- Formación radicular incompleta
- Extraídos por antecedentes de caries o enfermedad periodontal
- Dientes con fisuras radiculares

3.4 Variables

Se tuvo como variable dependiente la presencia de microcracks. Como variables independientes se consideraron: método de instrumentación, operador, anatomía del diente (Ver apéndice A).

3.5 Instrumento

Este instrumento pretende facilitar el registro de las informaciones obtenidas del estudio experimental. Su contenido enfocó la identificación de la técnica (ProTaper Next y Wave One Gold) además del operador que realiza la instrumentación, el número de diente analizado, la longitud en la que se realizará la preparación mecánica y finalmente, la presencia de microcracks. Esto datos obtenidos serán digitados en programa Excel y llevados impresos al laboratorio para evitar el sesgo de información (Ver apéndice B).

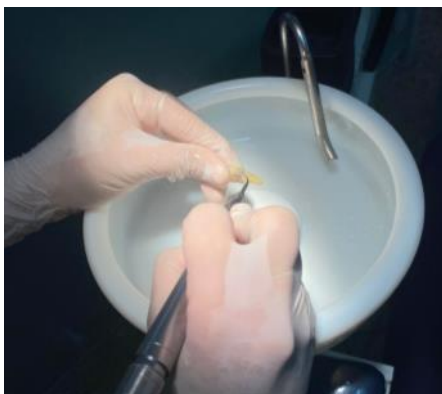
3.6 Procedimiento

3.6.1 Selección de la muestra

Los dientes fueron seleccionados del banco de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás. Cada investigador evaluó los criterios de inclusión y exclusión, y se realizaron radiografías periapicales para asegurar que cumplieran con requisitos específicos antes de ser incluidos. Estos se almacenaron en dos recipientes plásticos que contenían 500 ml de solución salina (Corpaul Farmacéutica) a temperatura ambiente durante un periodo de dos meses. Se hizo un recambio de solución salina cada dos días para mantener hidratada la muestra y evitar su contaminación.

La limpieza de los dientes se realizó en las preclínicas de la Universidad Santo Tomás con suero fisiológico (Corpaul Farmacéutica), curetas (Hu-Friedey), scaler (NSK AS2000) y un cepillo de dientes (Colgate). Una vez eliminados los restos de tejido, se cambió la solución salina (MARCA) y se llevaron nuevamente los dientes a inmersión.

Figura 5. *Limpieza de los dientes.*



Los dientes fueron marcados de manera individual en una escala de 1-80 y llevados a observación por medio de un estereomicroscopio marca Leica S modelo S9 con cámara integrada y base LED 2500, conectado por medio de cable HDMI al computador de mano marca Panasonic SKU TOUGHBOOK, utilizando el software LAS EZ (Leica Application Suite).

Figura 6. *Software LAZ EZ.*



Para este proceso, los dientes fueron teñidos con azul de metileno (drogam), el cual se aplicó con un microbrush y se esparció de manera homogénea por las superficies del diente. Posterior a esto, los dientes se sumergieron durante 1 minuto en suero fisiológico (Corpaul Farmacéutica). Después de un minuto, se realizó el lavado de la muestra con solución salina (Corpaul Farmacéutica) de manera profusa.

Cada una de las investigadoras realizó una observación individual de cada uno de los dientes. La muestra fue evaluada en las superficies vestibular, mesial, palatina, distal y apical.

Se diseñó un instrumento impreso de evaluación que se llevó al laboratorio, donde cada investigador consignó lo observado en el estereomicroscopio. En este se registró la presencia o ausencia de fisuras. Se asignaron valores de 0 (cero) para la ausencia de fisuras y 1 (uno) para la

presencia de fisuras. Si los investigadores coincidieron en la no presenciade fisuras, esos dientes fueron incluidos en el estudio; si los dos investigadores coincidieron en la presencia de fisuras, los dientes fueron excluidos de la muestra.

3.6.2 División de la muestra

Los dientes fueron divididos en 3 grupos, ya que al momentode analizar la muestra se determinó que 30 dientes no cumplían con los criterios de inclusión.

Figura 7. Grupos de estudio.



Grupo 1: 20 dientes instrumentada con sistema Wave One Gold

Grupo 2: 20 dientes instrumentados con sistema ProTaper Next

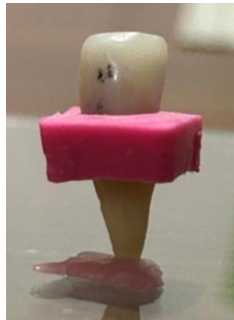
Grupo 3: 10 dientes control

3.6.3 Fabricación del modelo de trabajo

Se diseñaron cubos de silicona liviana de 1x1 para facilitar la manipulación de la muestra. Estos fueron marcados con las siglas correspondientes a la cara del diente:

- Vestibular (V)
- Palatino (P)
- Mesial (M)
- Distal (D)

Figura 8. *Modelo de trabajo.*



La silicona fue dispensada en cubos plásticos y, posterior a su polimerización, se cortaron los cubos correspondientes a cada diente según las medidas establecidas. Luego, se realizó un agujero en el centro con una perforadora, lo que permitió el desplazamiento del cubo a lo largo de toda la longitud del diente. Este diseño del cubo permitió que fueran retirados las veces necesarias durante el proceso de aperturas camerales y preparación de los dientes.

Figura 9. *Elementos para la realización.*

3.6.4 Aperturas camerales y longitud de trabajo

Las aperturas fueron realizadas por uno de los investigadores, quien previamente fue calibrado para lograr la estandarización de la muestra. Estas se realizaron con una pieza de alta velocidad (Apple Dental) y suficiente refrigeración. Con una fresa redonda mediana se hizo el primer acceso de esmalte-dentina y, para el acceso a la cámara pulpar, se utilizó una fresa redonda pequeña.

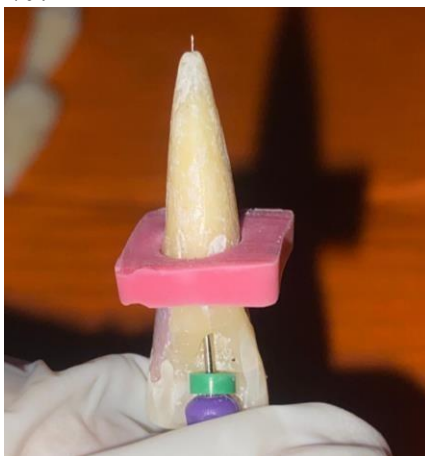
Figura 10. *Aperturas camerales.*

Con una fresa troncocónica se retiró el techo de la cámara pulpar, y con una fresa EndoZ se regularizaron las paredes de la cavidad.

Después de realizar las aperturas, se efectuó la patencia del conducto radicular con una lima preserie de 0.08 mm y 25 mm de longitud, llevada a una longitud tentativa para determinar la longitud de trabajo.

Se llevó una lima de 10 mm a 1 mm fuera del ápice; se ajustó el tope de la lima a la cúspide o reborde de referencia, se midió en el mini endoblock (Dentsply Sirona) y se llevó al estereomicroscopio con cámara integrada y base LED 2500 marca Leica S modelo S9 para descartar el paso del instrumento fuera del ápice. Se tomó la imagen y se registró como conductimetría inicial.

Figura 11. *Toma de longitud tentativa.*



Posteriormente, se restó 1 mm a la longitud establecida para dejarla a tope del foramen mayor. Este procedimiento se realizó bajo el estereomicroscopio con cámara integrada y base LED

2500 marca Leica S modelo S9. Se tomó nuevamente la imagen y se registró como conductimetría final.

La muestra fue sumergida en solución salina inmediatamente después de ser preparada, para mantenerla hidratada.

3.6.5 Preparación mecánica de la muestra

3.6.5.1 Sistema Protaper Next. La instrumentación se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Se realizó la permeabilización con una lima de 10 mm hasta la longitud de trabajo.
2. Se irrigó con suero fisiológico.
3. Se dejó suero fisiológico en la cámara pulpar.
4. Se colocó la lima X1 en el motor y se programó con el sistema ProTaper Next.
5. Se realizó una nueva irrigación con suero fisiológico.
6. Se dejó la cavidad de acceso invadida con suero fisiológico.
7. Se colocó la lima X2 en el motor y se ajustó el programa correspondiente.
8. Los instrumentos se desplazaron con movimientos lentos de picoteo, de adentro hacia afuera del conducto, utilizando las limas mencionadas anteriormente. Los conductos alcanzaron una amplitud de 3 mm.
9. Inicialmente, se realizaron movimientos de picoteo de entrada y salida para retirar el barrillo dentinario, seguidos de tres movimientos adicionales con el mismo patrón.
10. Se irrigó nuevamente con suero fisiológico.

11. Se utilizó una lima de 10 mm para verificar que no existiera taponamiento en el conducto posterior a la preparación.
12. Se continuó con la instrumentación hasta que la lima alcanzó la longitud de trabajo. Tan pronto como se logró esta longitud, el instrumento fue retirado del conducto.
13. Se realizó una toma de conometría con un cono X2 para verificar que el diente había sido preparado a la longitud exacta.

Figura 12. Instrumentación ProTaper Next e irrigación.



3.6.5.2 Sistema Wave One Gold. La instrumentación se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Se realizó la permeabilización con una lima de 10 mm hasta la longitud de trabajo.
2. Se irrigó con suero fisiológico.
3. Se dejó suero fisiológico en la cámara pulpar.

4. Se colocó la lima Small en el motor y se programó con el sistema Wave One Gold.
5. Se dejó la cavidad de acceso invadida con suero fisiológico.
6. Se colocó la lima Primary en el motor y se ajustó el programa correspondiente
7. Se irrigó nuevamente con suero fisiológico.
8. Se realizó una nueva irrigación con suero fisiológico.
9. La instrumentación con cada lima se realizó de la siguiente manera: los instrumentos
10. se desplazaron con movimientos lentos de picoteo, de adentro hacia afuera del conducto, utilizando las limas mencionadas anteriormente. Los conductos alcanzaron una amplitud de 3 mm.
11. Inicialmente se realizaron movimientos de picoteo de entrada y salida para retirar el barrillodentinario, seguidos de tres movimientos adicionales con el mismo patrón.
12. Se realizó una nueva irrigación con suero fisiológico.
13. Se utilizó una lima de 10 mm para verificar que no existiera taponamiento en el conducto posterior a la preparación.
14. Se continuó con la instrumentación hasta que la lima alcanzó la longitud de trabajo. Tan pronto como se logró esta longitud, el instrumento fue retirado del conducto.
15. Se realizó una toma de cronometría con un cono Primary para verificar que el diente había sido preparado a la longitud exacta.

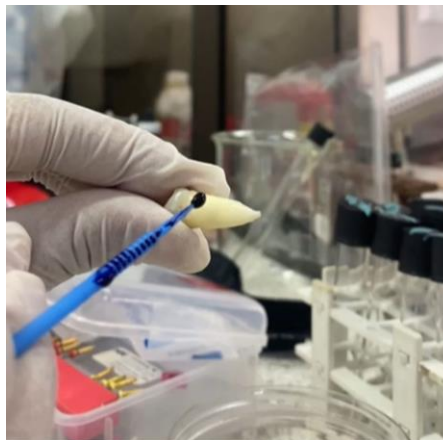
Figura 13. *Instrumentación Wave One Gold e irrigación.*



3.6.6 Fotografía final

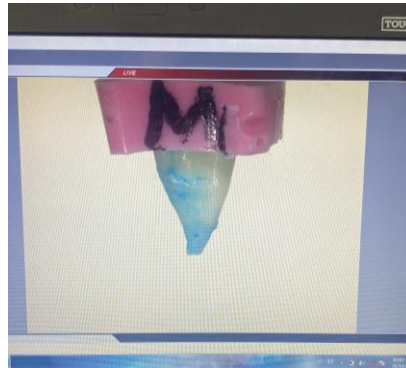
Posterior a la preparación de la muestra, se estableció el cubo de silicona sobre la marca. Se aplicó azul de metileno con un microbrush sobre la superficie del diente y luego fueron sumergidos durante 1 minuto en suero fisiológico. Pasado el minuto, los dientes fueron lavados con abundante solución.

Figura 14. *Aplicación de azul de metileno.*



Los dientes se llevaron al estereomicroscopio a una distancia de 25 cm, y se tomaron 5 fotos de todas las superficies del diente a un aumento de 25x que permitió observar los 3 mm apicales. Las fotos fueron guardadas en las carpetas asignadas a cada grupo y según la numeración establecida.

Figura 15. *Fotografía de superficies.*



3.7 Plan de prueba piloto

Se realizó la prueba piloto con el 10% de la población de dientes los cuales cumplieron con los criterios de inclusión cumpliendo la metodología anteriormente descrita los cuales corresponden a 8 dientes divididos en los 3 grupos definidos.

3.8 Plan de análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado para calcular las frecuencias absolutas y los porcentajes de las variables cualitativas: presencia de microcracks y técnica de instrumentación. Para las

variables cuantitativas, como el número de microcracks, se calcularon el promedio, la desviación estándar, la mediana y el rango intercuartílico, de acuerdo con la distribución de los datos evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

3.8.1 Plan de análisis estadístico bivariado

Se utilizó la prueba Chi cuadrado /test exacto de Fisher para analizar las asociaciones entre variables cualitativas. De acuerdo con los resultados de la prueba Shapiro Wilk, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis o ANOVA. Para las variables cuantitativas, se realizó la prueba t de Student. Se consideró significancia estadística si el valor de p fue $\leq 0,05$. Teniendo en cuenta que cada estudiante realizó una observación individual para evaluar la presencia de microcracks, se aplicó la prueba Kappa para conocer la reproducibilidad entre los observadores. Este análisis estadístico se realizó en el software Stata 14 (Ver apéndice C).

3.9 Consideraciones éticas

Como se trató de un estudio ex vivo, según la Resolución 08430 de 1993, que establece las normas para la investigación en salud, este tipo de estudio se clasificó como "Investigación sin riesgo", ya que no se realizaron intervenciones o cambios en las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas que participaron en el estudio.

En este estudio se trabajó con dientes donados por parte del banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás en Bucaramanga, acogiéndose a la Resolución 2287 del 13 de enero de 2023, que establece las normativas sobre investigación en biobanco en Colombia.

En este estudio, los dientes donados por el banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás en Bucaramanga, cuya actividad no tuvo ánimo de lucro, fueron entregados sin que se establecieran gastos administrativos, logísticos, de mantenimiento o transporte para la cesión de las muestras. El trabajo de grado acogió los lineamientos de la Resolución 2287 del 13 de enero de 2023, que establece las normativas sobre el funcionamiento de biobancos en Colombia con fines de investigación biomédica. En este sentido, los dientes utilizados en el presente proyecto pasaron por el proceso de anonimizarían, en el que no fue posible establecer el nexo entre la muestra y la información sobre la identidad del sujeto fuente. Las muestras de dientes no fueron utilizadas para otras investigaciones diferentes a la solicitada.

4. Resultados

Este estudio buscó evaluar la presencia de microcracks en dientes unirradiculares al momento de prepararlos endodónticamente y teniendo en cuenta las variables de interés como el tipo de instrumentación ya sea; Wave One Gold o Protaper Next, la anatomía del diente de único conducto o el operador el cual se encarga de la preparación del conducto.

Para la presencia de microcracks se determinó la subdivisión en 3 grupos, siendo Protaper Next el grupo 1, Wave One Gold grupo 2 y el 3 como grupo control. Del total de la muestra 27 dientes equivalente al 62.79% de la totalidad de la muestra no presentaron microcracks después de la instrumentación rotatoria, mientras que en 16 dientes equivalentes al 37.21% si desarrollaron microcracks. Los resultados se describen en la figura 14.

Figura 16. *Presencia de microcracks.*

PRESENCIA DE MICROCRACKS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PRESENCIA	27	62.79
AUSENCIA	16	37.21
TOTAL	43	100%

Para la presencia de microcracks dependiendo la instrumentación se determinó que el grupo 3 tuvo mayores resultados con ningún caso de microcracks ya que corresponde al grupo control. Los sistemas 1 y 2 ya muestran unos resultados más equilibrados. Hay una asociación estadísticamente significativa entre el sistema de instrumentación y la formación de microcracks siendo $p=0.021$

Figura 17. *Presencia de microcracks según anatomía del diente.*

PRESENCIA DE MICROCRACKS	ANATOMÍA DEL DIENTE			TOTAL
	Incisivo	Canino	Premolares	
AUSENCIA	5	5	7	17
PRESENCIA	9	3	9	16
	9	8	16	33

La anatomía y la formación de microcracks no reveló asociación significativa ($\chi^2(2) = 7.7456$, $p = 0.021$).

En cuanto el factor operador no se encontró una asociación significativa entre el operador y la presencia de microcracks ($\chi^2(1) = 0.0467$, $p = 0.829$), lo que indica que la técnica de instrumentación está bien estandarizada entre los operadores y que la formación de microcracks está más relacionada con el sistema utilizado que con la variable operador.

Figura 18. *Presencia de microcracks según operador.*

PRESENCIA DE MICROCRACKS	OPERADOR		TOTAL
AUSENCIA PRESENCIA	Angela	Laura	
	10	7	17
	10	6	16
	20	13	33

5. Discusión

En esta investigación, se identificó que el 62.79% de los dientes no mostraron microcracks tras la instrumentación rotatoria, mientras que el 37.21% sí presentó. Estos hallazgos indican que, aunque la aparición de microcracks está vinculada a la instrumentación rotatoria, es un resultado inherente a la instrumentación endodóntica. Esta idea está en línea con investigaciones anteriores que han encontrado que la formación de microcracks es un proceso multifactorial, influenciado por aspectos como el tipo de instrumentación, la anatomía dental y la técnica empleada (Arias, et ál., 2018). En el presente trabajo de grado no se observó una asociación estadísticamente significativa entre estas variables y la formación de microcracks, lo que sugiere que este fenómeno no puede ser atribuido a un solo factor.

Por otra parte, (Kim, et ál., 2019) exploraron si la estructura de los instrumentos rotatorios endodónticos, como la aleación de níquel-titanio (NiTi), podría relacionarse con la presión ejercida sobre la dentina, con el propósito de identificar la causa definitiva de la aparición de microcracks. Este estudio coincide con los resultados presentados en este trabajo de grado, ya que concluyó que, a pesar de analizar diversos factores, no existe uno que pueda considerarse el principal responsable de las microfracturas. Igualmente, esta afirmación es concordante con los hallazgos reportados por Arias et al. (2018), quienes analizaron dos sistemas de instrumentación hechos de aleación NiTi y

observaron una frecuencia de microcracks que oscilaba entre el 20% y 40% tras la preparación del conducto.

Arias y colaboradores en el 2018 sugieren que el número de microcracks se podría relacionar con el número de contactos entre la lima y la dentina, pues esta maniobra puede llegar a causar más presión y calor ante la dentina convirtiendo al diente más propenso a la formación de microcracks que, aunque no es un fenómeno inevitable si se puede reducir con la elección adecuada del sistema de preparación; en este caso Gündoğar y colaboradores en el 2017 establecen que Wave One Gold posee mayor resistencia a la fatiga cíclica que el sistema ProTaper Next.

Por otro lado, en la presente investigación se registró la ausencia de asociación significativa entre formación de microcracks y la anatomía dental como un resultado relevante ya que se puede realizar una preparación endodóntica de manera confiable sin eximir de la tarea de un buen examen clínico y radiográfico como también un diagnóstico preciso, especialmente si se está hablando de características morfológicas dentales como lo pueden ser los conductos curvos, en los cuales se podría encontrar un nivel 20-25% de microcracks luego de instrumentar con Wave One Gold tal como lo expresó Özyürek y compañía. Por esta razón, el daño estructural mayor se puede encontrar en conductos curvos como lo reportó Bürklein en su estudio en el 2014 obteniendo la presencia de aproximadamente el 35% de microcracks en los dientes preparados y con estas características.

Aunque, Liu y colaboradores en el 2019 hallaron la presencia de microcracks en el 25% de los dientes unirradiculares sugiriendo que, aunque la anatomía no es un factor influyente áreas específicas de la pieza dental como el tercio apical puede llegar a presentar mayor formación de estos fenómenos.

En cuanto al factor operador al obtener una asociación significativamente nula a la formación de los microcracks en este estudio ex vivo, se registró que; el factor humano tiene un papel limitado en cuanto a la formación de este fenómeno estudiado.

De esta manera, logramos definir que la ausencia de microcracks en una proporción significativa de la muestra esto refuerza la idea de que la instrumentación rotatoria puede ser segura si se utilizan los sistemas y técnicas adecuados.

Ya que no todos los sistemas rotatorios presentes en los mercados son totalmente seguros, a su vez, podemos decir que, implementando una selección de sistema rotatorio y técnica adecuada conseguimos disminuir la presencia de microcracks, que a su vez, es crucial para entender que no son totalmente seguros en cuanto a la preservación de la integridad dentinaria como lo respalda (De-Deus et al., 2017) en su estudios reforzando la idea de que la selección del sistema de instrumentación es clave para minimizar el riesgo de microcracks en cual en base a sus resultados determina que; WaveOne Gold y al ser más seguro, es una mejor opción para preservar la integridad dentinaria.

6. Conclusiones

La formación de microcracks está directamente asociado al sistema de instrumentación que se pueda llegar a utilizar en el momento de realizar el tratamiento endodóntico. Este estudio ex vivo demostró que el sistema Wave One Gold presentó al momento de observar por medio del estereomicroscopio una mayor incidencia de microcracks a comparación de estos fenómenos después de la instrumentación con el sistema Protaper Next lo que nos puede dar una idea de que ambos sistemas sugieren tener diferencias en eficacia y seguridad.

Sin embargo, la instrumentación rotatoria independiente a su referencia o casa comercial genera estos defectos en el tejido dentinario, son inevitables. Se encontró que en el 62.79% de la población estudiada no presentó microcracks, lo cual puede determinar que si nos basamos en la elección de instrumentación y elección de técnica correcta puede mitigar la aparición de estos fenómenos.

En Cuanto las variables como anatomía y operador no se encontró una asociación significativa lo que refuerza la conclusión anterior de que; la aparición de los microcracks depende mas de la elección de sistema rotatorio mas que los factores morfológicos o humanos.

7. Recomendaciones

Tanto a los clínicos y estudiantes sugiere una excelente técnica de uso de cada instrumentación y el uso del sistema Protaper Next, ya que su incidencia de microcracks fue menor frente a la del sistema Wave One Gold.

Así mismo, cerciorarse de realizar un correcto examen clínico y radiográfico para poder tener un adecuado abordaje de las posibles complicaciones como anatomías complejas. También, fomentar la capacitación continua de tanto odontólogos como estudiantes que les permita entender la importancia de una correcta elección de instrumentación y técnica para lograr una mayor preservación de la integridad dentinaria.

Finalmente, se recomienda una investigación más detallada, grupos de estudio más grandes y métodos de evaluación mucha más avanzada y eficaz que permita identificar la profundidad y extensión que pueden llegar a alcanzar estos fenómenos.

Referencias

- About El Nasr, H. M., & Abd El Kader, K. G. (2014). Dentinal damage and fracture resistance of oval roots prepared with single-file systems using different kinematics. *Journal of endodontics*, 40(6), 849-851.
- Arias, A., Pérez-Higueras, J. J., & de la Macorra, J. C. (2018). Differences in the incidence of dentinal microcracks after root canal preparation with different NiTi systems. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1084-1088.
- Arslan H, Karatas E, Capar ID, et al. Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex coronal flaring instruments, and Gates Glidden drills on crack formation. *J Endod* 2014;40:1681–3.
- Adl, A., Sedigh-Shams, M., & Majd, M. (2015). The effect of using RC Prep during root canal preparation on the incidence of dentinal defects. *Journal of Endodontics*, 41(3), 376-379.
- Bürklein, S., Tsotsis, P., & Schäfer, E. (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: Reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39(4), 501– 504.
- Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu M-K. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod*. 2009;35(2):236-238.

- Capar, ID, Arslan, H., Akcay, M., y Uysal, B. (2014). Efectos de los instrumentos ProTaper universal, ProTaper next y HyFlex en la formación de grietas en la dentina. *Journal of Endodontics*, 40 (9), 1482–1484.
- De-Deus G, Silva, Emmanuel João Nogueira Leal, Marins J, Souza E, Neves AdA, Gonçalves Belladonna F, et al. Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *J Endod* 2014;40(9):1447-1450.
- De-Deus, G., Silva, E. J. N. L., Vieira, V. T. L., et al. (2017). Dentinal microcrack development after canal preparation: a longitudinal in situ micro-computed tomography study using a cadaver model. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1553-1
- De Brito, PRR, Mayer Lima, P., Leal Silva, EJN, Rivera Fidel, S., Sérgio Fidel, RA, & MouraSassone, L. (2016). Eficacia de los sistemas ProTaper Next, ProTaper Universal y WaveOne en la reducción de la carga bacteriana intraconducto. *Endodontic Practice Today*, 10 (3).
- Elnaghy, A. M. (2014). Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *International endodontic journal*, 47(11), 1034-1039.
- Gagliardi, J., Versiani, M. A., de Sousa-Neto, M. D., Plazas-Garzón, A., & Basrani, B. (2015). Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *Journal of endodontics*, 41(10), 1718-1724..
- Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of Dentinal Damage during Canal Preparation Using Reciprocating and Rotary Files. *J Endod* 2014;40(9):1443-144

- Karataş E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H, Topçu MÇ, Yeter KY. Dentinal Crack Formation during Root Canal Preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne Instruments. *J Endod* 2015;41(2):261-264.
- Liu, R., Hou, B. X., Wesselink, P. R., Wu, M. K., & Shemesh, H. (2013). The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *Journal of endodontics*, 39(8), 1054-1056.
- Liu, R., Kaiwar, A., Shemesh, H., et al. (2019). Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. *Journal of Endodontics*, 45(5), 615-620.
- Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*. 2009;35(7):1056-1059.
- Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001;34(3):221-230.
- Peters O. A., Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001;34(3):221-230.
- Peters, O. A., & Paqué, F. (2010). Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence International*, 41(6), 479-488.
- Soros, C., Zinelis, S., Lambrianidis, T., & Palaghias, G. (2008). Spreader load required for vertical root fracture during lateral compaction ex vivo: evaluation of periodontal simulation and fracture load information. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 106(2), e64–e70.

- Schindler, W. G., & Plotino, G. (2015). The effect of root canal preparation on dentin microcrack formation: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 41(7), 1103-1110.
- Üstün, Y., Aslan, T., & Şekerci, A. E. (2016). The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formation during root canal preparation. *European Journal of Dentistry*, 10(1), 82-86.
- Versiani, M. A., Pécora, J. D., & de Sousa-Neto, M. D. (2013). Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *International Endodontic Journal*, 46(9), 800-807.
- Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod*. 2012;38(2):232-235.
- Yılmaz Çırakoglu, N., & Özbay, Y. (2021). Apically extruded debris associated with ProTaper Next, ProTaper Gold and TruNatomy systems: An in vitro study. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 15(1), 30–34.

Apéndices

Apéndice A. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operativa	Naturaleza	Escala de medición	Valores que asume la variable
Método de instrumentación.	Técnica utilizada para la preparación del conducto radicular durante el procedimiento endodóntico.	Clasificación del procedimiento según el tipo de técnica utilizada, ya sea rotatoria o manual.	Cualitativa dicotómica	Nominal	ProTaper Next(1) Wave One Gold(2)
Operador	Persona encargada de realizar la instrumentación, cuyas habilidades y experiencia pueden influir en los resultados del procedimiento.	Identificación de los operadores (diferentes personas) que realizan la instrumentación en el estudio.	Cualitativa politómica	Nominal	Operador 1, Operador 2, Operador 3, etc.
Anatomía del diente	Características morfológicas del diente que pueden afectar el proceso de instrumentación, incluyendo el tipo de diente y la curvatura del conducto radicular.	Clasificación del diente por tipo (incisivo, canino, premolar) y grado de la curvatura del conducto radicular (medida en grados).	Cualitativa politómica	Nominal/ordinal	Tipo de diente: Incisivo, Canino, Premolar; Curvatura: Leve, Moderada, Severa
Presencia de microcracks	Frecuencia con la que aparece los microcracks en las superficies radiculares evaluadas	Establecer la presencia de microcracks	Cualitativa	Dicotómica	Presencia No (1) Si

Apéndice B. *Instrumento de toma de muestra*

Evaluación de presencia de microcracks en premolares utilizando 2 tipos de instrumentación. Estudio ex vivo					
Operador	No. Diente	Sistema	Long. Radicular	Presencia de microcracks	
				SI	NO

Apéndice C. *Plan de análisis resultados univariado*

Objetivo	Variable para tratar	Naturaleza	Prueba estadística
Comparar la presencia de microcracks entre el uso de instrumentación 2 tipos de instrumentación rotatoria mediante un estudio experimental ex vivo en dientes unirradiculares del banco de dientes de la Universidad Santo Tomás sección Bucaramanga en 2024	Presencia de microcracks	Nominal	Frecuencia absoluta y porcentaje