

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE
TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES
MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN;
WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA

PRESIDENTE

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

SINODAL

DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

M.C.S. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2021

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN; WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

PRESIDENTA

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN; WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE



M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

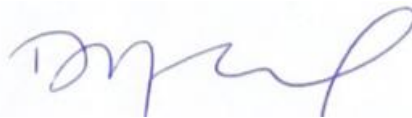
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN; WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS

SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, B.C. a 21 de Junio de 2021

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN; WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

A T E N T A M E N T E



M.C.S. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE CBCT DE TRANSPORTACIÓN APICAL EN PROTOTIPOS DE MOLARES MAXILARES CON SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN; WAVE ONE GOLD Y TF ADAPTIVE

PRESENTA

C.D. JOSÉ EDUARDO BOBADILLA VALDIVIA

PRESIDENTA

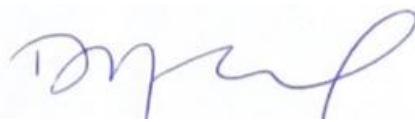


DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODALES



M.O SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ



DRA. DULCE YICEL MAGAÑA MANCILLAS



M.C.S. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California, 21 de Junio de 2021

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis fue elaborada en la Especialidad en Endodoncia, del Centro Universitario de Posgrado e Investigación en Salud, de la Universidad Autónoma de Baja California, de la cual, es coordinadora la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez.

Primeramente, quiero agradecer a Dios, por haberme guiado por el buen camino, por darme la vida, mi familia y las oportunidades de salir adelante.

Con profunda sinceridad agradezco a mi coordinadora, Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez por la confianza que depositó en mí, al brindarme la posibilidad de cumplir este anhelo que hoy se convierte en realidad, agradezco también las indicaciones, sus consejos y paciencia con la que me ha honrado al dirigir esta tesis. Reconozco su impecable excelencia como persona y ejemplar docente, por su entrega total en su labor diaria como formadora de ilustres especialistas con alto nivel de competitividad a nivel personal y profesional, gracias por ser esa guía imprescindible en este bello camino.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a la Dra. Dulce Yicel Magaña Mancillas. por su importante aporte y participación activa en esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que esta investigación fuera benéficamente tanto a nivel científico como personal.

Debo agradecer a si mismo, de manera especial y sincera al M.O. Salvador Olivares Rodríguez por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador. Gracias al M.C.S. Luis Hernán Carrillo Vázquez, por haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis, por su tiempo y disponibilidad en todo momento.

Un agradecimiento especial al Dr. Ricardo Vázquez, sin su apoyo la realización de esta investigación no hubiera sido posible, por su tiempo, interés en este estudio, recursos aportados y capacitación, gracias.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A la Universidad Autónoma de Baja California y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su beca otorgada Núm. 1008224.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, quienes por ellos soy lo que soy. A mi padre, mi primer maestro y amigo, por tener siempre una lección que enseñarme, una palabra de ánimo, quien me enseñó a trabajar por mis sueños y quien tuvo fe en mí siempre. Quien desde allá arriba cuida de mí e ilumina el camino que debo seguir y aunque ya no está en este plano, su amor seguirá conmigo todos los días de mi vida.

Mi más sincero reconocimiento a quien me dio la vida; por su gran amor por su apoyo incondicional en todas y cada una de mis decisiones, por inculcarme los valores que le dan sentido a la vida, por enseñarme a luchar con tenacidad para alcanzar mis metas, por demostrarme que el deseo de superación permite salir adelante a pesar de los obstáculos que se presenten, por brindarme la oportunidad de tener una formación integra y por confiar en mí hasta el final, Mamá, te dedico con mucho cariño mis logros y mi trabajo como muestra de mi eterna gratitud y admiración.

A mis tías Rebeca, Ernestina y Raquel, a quienes considero como mi segunda madre, por su cariño, confianza y comprensión; por enseñarme que la unión y el amor de la familia constituyen la base de la felicidad. Por su apoyo desinteresado y por tener siempre la palabra precisa en el momento indicado.

A ti, German, por demostrarme todos los días tu gran amor, tu apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, por los ánimos semestre a semestre, por acompañarme durante todo este proceso, esperar pacientemente y por nunca dudar que lo lograría.

A mis hermanos, Alejandra y Paco, por estar presentes en cada momento importante en mi vida. Por su apoyo para seguir cumpliendo mis metas, las porras y ánimos durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos, por estar siempre a mi lado y formar parte importante de mí. Especialmente a Areli, por siempre motivarme a superarme, brindarme su apoyo y confianza, por extender su mano en momentos difíciles y por la amistad brindada.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES	ii
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN	2
2.1. ENFERMEDADES BUCALES.....	2
2.2. MICROBIOTA DEL CONDUCTO RADICULAR	2
2.3. ENDODONCIA	3
2.4. TRIADA ENDODÓNTICA.....	5
2.5. CAVIDAD DE ACCESO	5
2.6. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.....	6
<u>2.6.1. CONSERVACIÓN DE LA ANATOMÍA.....</u>	<u>7</u>
<u>2.6.2. CONSERVACIÓN DEL CONDUCTO</u>	<u>8</u>
<u>2.6.3. MANIOBRA DE PERMEABILIDAD.....</u>	<u>8</u>
<u>2.6.4. TRANSPORTE APICAL</u>	<u>9</u>
<u>2.6.5. LIMAS MANUALES.....</u>	<u>10</u>
<u>2.6.6. LIMAS ROTATORIAS.....</u>	<u>11</u>
2.6.6.1. SISTEMA WAVE ONE GOLD	11
2.6.6.2. SISTEMA TF ADAPTIVE	12
2.7. IRRIGACIÓN	12
2.8. OBTURACIÓN DEL CONDUCTO.....	13
2.9. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM	14

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
IV. JUSTIFICACIÓN.....	19
V. HIPÓTESIS.....	20
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	20
5.2. HIPÓTESIS NULA.....	20
5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	20
VI. OBJETIVOS.....	21
6.1. OBJETIVO GENERAL	21
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
VII. VARIABLES	22
7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	22
7.2. VARIABLE DEPENDIENTE	22
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES	22
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	23
8.1. TIPO DE ESTUDIO	23
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	23
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL.....	23
8.4. METODOLOGÍA.....	24
8.4.1. Preparación para la instrumentación.....	24
8.4.2 Grupo A Wave One Gold	25
8.4.3 Grupo B. TF Adaptive.....	26
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
IX. RESULTADOS	29
9.1 SISTEMA WAVE ONE GOLD	29
9.2 SISTEMA TF ADAPTIVE	30

9.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
X. DISCUSIÓN	35
XI. CONCLUSIONES.....	39
XII. RECOMENDACIONES.....	40
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

- Imagen 1.** *A. Prototipo dental (Truetooth maxillary molar 3-001, Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, CA). B. C. Prototipos montados en silicona Spedeex).*
- Imagen 2.** Acceso oclusal.
- Imagen 3.** Establecimiento de longitud de trabajo a 1 mm del apice.
- Imagen 4.** Limas de Niti Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).
- Imagen 5.** Motor endodóntico X-Smart IQ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).
- Imagen 6.** Operador instrumentando grupo A.
- Imagen 7.** Limas de Niti TF Adaptive (Sybron-Endo, Orange, CA).
- Imagen 8.** Motor endodóntico Elements (Sybron-Endo, Orange, CA).
- Imagen 9.** Operador instrumentando grupo B.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	Asociación Americana de Endodoncia
CBCT	Tomografía computarizada Cone Beam
NiTi	Níquel titanio
OMS	Organización Mundial de la Salud
WOG	Wave One Gold

I. RESUMEN

Objetivo: Comparar el transporte apical producido por dos sistemas de instrumentación, uno reciprocante y otro rotativo/reciprocante, en prototipos molares maxilares. **Metodología:** Se seleccionaron veinte conductos mesiobucal prototipo de los primeros molares maxilares y se dividieron al azar en dos grupos: Wave One Gold (grupo A) y TF Adaptive (grupo B). Los dientes seleccionados se escanearon mediante CBCT antes y después de la preparación del conducto radicular para evaluar la centralización y el transporte apical a 3, 6, y 9 mm medidos desde apical a coronal. **Resultados:** No hubo diferencias significativas en la variación de volumen o el transporte del conducto radicular ($p > 0.05$). Hubo una diferencia significativa en la centralización del conducto radicular a 6 mm del foramen ($p < 0.05$). **Conclusión:** Los instrumentos Wave One Gold y TF Adaptive presentaron resultados similares con respecto al aumento y transporte del volumen del conducto radicular. TF Adaptive provocó una mayor descentralización a 6 mm de apical.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENFERMEDADES BUCALES

Las enfermedades bucales simbolizan una gran cantidad de padecimientos que directa o indirectamente perjudican tanto los tejidos duros como blandos, de los dientes en boca, que generalmente son enfermedades crónicas y progresivas; ejemplo de estas son principalmente la caries dental y la periodontitis apical, entre otras. Aunque estas enfermedades son fáciles de prevenir, en la actualidad existe un alto índice a nivel mundial, que las enfermedades bucales representan los principales problemas de salud en general, de la población.

Como una enfermedad bucal inflamatoria, la periodontitis apical se desarrolla característicamente posterior a la exposición de tejido pulpar vital a diversos microorganismos, por consecuencia de una caries dental, alguna iatrogenia o traumatismo. La sobrepoblación de microorganismos dirige al tejido pulpar a la muerte, es decir, a la necrosis pulpar y al desarrollo de infecciones a nivel apical. La activación posterior del sistema inmune del huésped se manifiesta por medio de una inflamación local, aguda o crónica, pudiendo presentar reabsorciones, lesiones y pérdida de tejido óseo a nivel apical.(1)

2.2. MICROBIOTA DEL CONDUCTO RADICULAR

La microbiota de los conductos radiculares con lesión periapical, es polimicrobiana, con una población muy diversa de microorganismos, tanto anaerobios, como cocos y bacilos Gram-positivos, como Gram-negativos, facultativos y estrictos, todos en un mismo ambiente, relacionándose unos con otros. Este hábitat microbiano puede cambiar, dependiendo cual fue el acceso por el que el microorganismo llegó a este sitio y los signos y síntomas clínicos que se lleguen a presentar. El origen principal de la periodontitis apical es la contaminación e infección de los conductos radiculares dada por bacterias y sus factores de virulencia. Cuando algún conducto radicular llega a

infectarse, generalmente es por la omisión del mismo, permitiendo que el microorganismo llegue y se reproduzca en el tejido pulpar y limite su función. Cuando se presenta una infección secundaria en los conductos radiculares, generalmente se debe a una periodontitis apical post-tratamiento, lo que nos hace saber que durante nuestro tratamiento previo endodóntico existió alguna deficiencia.

Los microorganismos que principalmente conforman la microbiota de una infección endodóntica primaria son Gram-negativos, mientras que la microbiota en una infección endodóntica secundaria se encuentran más microorganismos Gram-positivos.(2)

La inflamación aguda del tejido dentario pulpar posterior a la invasión de microorganismos es una frecuente causa por la que generalmente se recurre a un tratamiento endodóntico de manera emergente. Cuando esto llega a suceder, la mayoría de las veces se presenta un cuadro clínico con dolor muy intenso, afectando de manera negativa la salud y la calidad de vida. Un diagnóstico oportuno y el tratamiento endodóntico ofrece un alivio notorio y se mantiene el órgano dentario en boca.(3)

2.3. ENDODONCIA

La odontología tiene como objetivos; aliviar el dolor, curar la enfermedad y actualmente se considera de manera importante promover la prevención, para así, concientizar a las personas a mantener una mejor salud oral. La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la salud bucodental como “un estado exento de dolor bucodental o facial crónico, cáncer de la cavidad bucal o garganta, infección oral y anginas, periodontopatías, caries dental, pérdida de dientes y otras enfermedades y trastornos que limitan la capacidad de una persona para morder, masticar, sonreír y hablar, así como su bienestar psicosocial”. Es importante conocer el estado sano del sistema estomatognático, para poder identificar las diversas patologías que pueden manifestarse en boca, esto nos simplificará realizar un buen diagnóstico diferencial y llegar al diagnóstico correcto, para poder ofrecer un tratamiento que ayude recobrar la salud oral y sistémica de los pacientes.

El diagnóstico tiene como objetivo identificar cual es el problema del paciente y por que motivo lo padece. Según la OMS, entre el 60% y el 90% de los niños en edad escolar y casi el 100% de los adultos en todo el mundo tienen caries dental que provocan dolor e incomodidad. La mayoría de las caries se producen en el esmalte y la dentina, que es la región entre el esmalte y la región interna del diente que contiene las terminaciones nerviosas, es decir, la pulpa. La pulpa dental es un tejido altamente especializado que conserva los dientes.

La endodoncia, es definida por la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) como una rama de la odontología que se encarga del estudio de la estructura, morfología y fisiología de las cavidades dentarias coronal y radicular, que contienen la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares.(4)

Esta disciplina es la encargada, por así decirlo, de salvar los órganos dentarios y mantenerlos sanos en boca, ya que cuando una lesión cariosa llega a tejido pulpar, los microorganismos penetran este tejido y se dirigen apicalmente para causar una periodontitis apical, por lo tanto, el tratamiento de conductos elimina la mayor cantidad posible de estos microorganismos, evitando la extracción inmediata del órgano dentario.

El tratamiento de conductos radiculares esta diseñado para eliminar las bacterias del conducto radicular infectado, prevenir la reinfección del diente y salvar el diente natural. Dentro del diente, debajo del esmalte y la dentina, hay un tejido blando llamado pulpa. Este tejido contiene vasos sanguíneos, nervios y tejido conectivo, que ayudan a crecer la raíz del órgano dentario durante su desarrollo.(5)

La dentina es una estructura orgánica muy compleja. Esta estructura está compuesta por 70% de material inorgánico, 18% de matriz orgánica y 12% de agua en peso. El esmalte tiene un alto módulo elástico en comparación con la dentina. La matriz de colágeno contribuye a un módulo elástico más bajo en comparación con el esmalte.(6)

Cuando se somete a un tratamiento de conductos, se extrae la pulpa inflamada o infectada del interior del diente, se limpia y se desinfecta cuidadosamente, luego se llena y se sella. El éxito del tratamiento se basa en la tríada endodóntica; preparación biomecánica, control microbiano y la obturación completa del conducto. Por lo tanto, uno de los pasos más importantes es la preparación biomecánica, que es la etapa clave del tratamiento endodóntico con un factor de éxito predictivo si se realiza correctamente.(7)

Las fallas del tratamiento de endodoncia generalmente se relacionan con una desinfección insuficiente del conducto radicular, conductos radiculares sin relleno o con relleno insuficiente y restauraciones coronales inadecuadas.(8)

2.4. TRIADA ENDODÓNTICA

El éxito del tratamiento se basa en la tríada endodóntica; preparación biomecánica, control microbiano y la obturación completa del conducto. Por lo tanto, uno de los pasos más importantes es la preparación biomecánica, que es la etapa clave del tratamiento endodóntico con un factor de éxito predictivo si se realiza correctamente.(9)

Esta tríada endodóntica tiene por objeto realizar una conformación cónica del conducto, sin que llegue a una eliminación excesiva de dentina para evitar la fractura del diente. Al lograr una conformación cónica la nueva anatomía del conducto permite que nuestro agente irrigante pueda llegar hasta nuestra longitud de trabajo, logrando así, una mejor limpieza del conducto y una mayor eliminación de microorganismos. Posteriormente y no menos importante, nuestro conducto ya desinfectado puede ser obturado por un material estéril, que selle de manera hermética nuestro ápice para impedir el paso de microorganismos de nuevo al interior del conducto. Cabe mencionar que cada paso es importante en la manera que se requiera, es decir, la preparación biomecánica es igual de importante que la limpieza y/o la obturación, ya que esta etapa del tratamiento debe llevarse bien a cabo para acondicionar el conducto radicular y que finalmente en la obturación se encuentre el conducto en las mejores condiciones para poder ser sellado y cese el dolor.

2.5. CAVIDAD DE ACCESO

Aunque la mayoría de las personas piensan que la preparación biomecánica, irrigación, etc., son la etapa más importante del tratamiento de conductos, olvidando así, que la cavidad de acceso es un momento sumamente importante para el éxito del tratamiento. Ya que el objetivo de la preparación de la cavidad de acceso endodóntica es permitir acceder a cada espacio de la cámara pulpar, para poder lograr una buena

instrumentación, irrigación y obturación pero, sobre todo, una excelente vista del campo operatorio, evitando la eliminación excesiva de tejido dentario sano.(10)

Tradicionalmente, los endodoncistas buscaban garantizar la detección y el manejo exitosos de todos los conductos radiculares sin errores de procedimiento o con mínimos. Esto se logró mediante la preparación de diseños de cavidades de acceso orientados a la conveniencia que garantizarían el logro de vías rectas en todos los conductos radiculares. Dichos diseños comprometieron la integridad de la estructura del diente, ya que implicó el destechado completo de la cámara pulpar junto con cualquier estructura alrededor de los orificios del conducto, contribuyendo así a una falla potencial bajo dos fuerzas oclusales y la posible pérdida de dientes.

La endodoncia mínimamente invasiva y las tendencias bio-minimalistas, con el objetivo de preservar la mayor parte posible de la estructura del diente, son conceptualmente lógicas, ya que preservar el tejido existente de forma natural siempre ha sido uno de los principales objetivos de cualquier tratamiento. Con la ayuda de imágenes de tomografía computarizada de haz cónico y microscopía de operación dental, algunos médicos comenzaron a adoptar algunos diseños de cavidades de acceso contraídas durante el tratamiento de endodoncia. Estudios in vitro anteriores informaron que tales diseños mejoraron la resistencia a la fractura bajo una carga continua. Sin embargo, otros estudios no han mostrado diferencias aparentes entre los diseños tradicionales y contratados para mantener la resistencia a la fractura.(11)

Varios autores han investigado la importancia que tiene el diseño de la cavidad de acceso; para la simplificación en la búsqueda de conductos, un mejor manejo de los instrumentos durante la preparación biomecánica, la conformación final del conducto y la resistencia que presentan estos dientes previamente tratados, a la fractura.

2.6. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La preparación biomecánica tiene como objetivo lograr la eliminación completa del tejido vital o necrótico para crear suficiente espacio para la irrigación. Además, la conformación tiende a preservar la integridad y la ubicación del conducto y la anatomía apical en preparación para una obturación adecuada.(7) Se utilizan instrumentos con

mayor diámetro en la porción coronal, disminuyendo hacia el ápice, logrando una forma cónica. Sin embargo, el agrandamiento apical también puede aumentar el transporte del conducto radicular debido a la flexibilidad reducida de los instrumentos con mayor diámetro. Además, la extracción excesiva de dentina puede disminuir la resistencia del diente. El colágeno dentinario contribuye de manera considerable a las propiedades mecánicas de la dentina. Los cambios en estos enlaces cruzados de fibrillas de colágeno pueden contribuir a la llamada "fragilidad" de los dientes tratados con endodoncia.(4) La pérdida de vitalidad pulpar también influye en el contenido de humedad de la dentina y los factores iatrogénicos asociados con varios procedimientos quirúrgicos pueden contribuir a la fractura de los dientes tratados endodónticamente, aunque la mayoría de estos riesgos son controlables. Se ha reconocido que los sistemas rotativos de níquel-titanio reducen el tiempo requerido para la preparación biomecánica, además de disminuir las fallas relacionadas con la instrumentación.(12)

2.6.1. CONSERVACIÓN DE LA ANATOMÍA

Un conducto radicular podría tener mayor curvatura que la raíz del mismo, siempre es necesario tener presente que debemos conservar la mayor cantidad posible de dentina a lo largo del conducto, especialmente en la parte más cervical del orificio y en zona de furca, para evitar una perforación.

Así podríamos decir que la conformación del conducto radicular permite una armonía entre lograr un conducto cónico muy bien trabajado e irrigado y con una obturación tridimensional, donde evitamos la excesiva eliminación de dentina, conservando la mayor cantidad posible.

La conicidad se describe como la cantidad de aumento de diámetro de la lima por milímetro a lo largo de la superficie de trabajo desde la punta hacia el mango de la lima. En el pasado, como un estándar de la Organización Internacional para la Estandarización, una lima manual se estría y se afila a un 2% constante para 16 mm. Las nuevas limas giratorias incorporan una amplia variación de conicidades constantes o variables en diferentes longitudes de superficie de trabajo. El diseño de la punta del instrumento se ha descrito como cortante, no cortante o parcialmente cortante. Los estudios han demostrado que el diseño de la punta ayuda a que la lima se mantenga

centrada dentro del conducto y afecta la forma del sistema del conducto radicular. Las estrías son ranuras en la superficie de trabajo para recoger y eliminar los residuos de las paredes dentinarias. La parte plana directamente detrás de los bordes cortantes se llama tierra radial y reducen el transporte del conducto y la tendencia a "atornillarse", limitando la profundidad del corte.(13)

2.6.2. CONSERVACIÓN DEL CONDUCTO

Podemos definir como neoforamen, a la formación secundaria del foramen original, es decir el cambio de foramen en otra posición donde no había, aumentando la probabilidad del fracaso del tratamiento.

Es importante utilizar un instrumento de pequeño diámetro, como instrumento de patencia, para evitar el traslado del foramen a otra posición y/o que se acumule barrillo dentinario y nos dificulte poder llegar a nuestra longitud de trabajo deseada. Recordemos que un ensanchamiento conservador del foramen es una indicación obligatoria y que debemos mantener presente al momento de realizar nuestro tratamiento de conductos radiculares.

También es importante tener en cuenta un foramen pequeño para que nuestra obturación sea correcta y el material que utilicemos quede bien compactado sin espacios, para que no exista posibilidad de que más adelante llegue haber filtración y el tratamiento fracase.

2.6.3. MANIOBRA DE PERMEABILIDAD

La maniobra de permeabilidad consiste en penetrar un instrumento compatible en tamaño con la longitud real del diente con el objetivo de liberar todo el conducto radicular durante la instrumentación. Independientemente del tipo de instrumento empleado (limas tipo K manuales de acero inoxidable o instrumentos rotativos de níquel titanio), la maniobra de permeabilidad puede producir diferentes grados de deformación del conducto radicular.(14)

La técnica tradicional de tratamiento endodóntico se realizó mediante instrumentación manual. Inicialmente las limas endodónticas se fabricaron de acero-carbono que era susceptible a fracturas, manchas y corrosión, por lo que se introdujeron

limas de acero inoxidable. Pronto las limas de níquel-titanio (NiTi) se hicieron populares. Típicamente, el acero inoxidable tenía 2% de conicidad y las limas NiTi tienen hasta 12% de conicidad.

Los sistemas alternativos, que pueden realizar la preparación biomecánica con un solo instrumento, son las últimas innovaciones. Debido al número reducido de limas que se utilizan para la preparación del conducto radicular, se debe crear una ruta de deslizamiento antes de la instrumentación para garantizar el avance libre continuo de los instrumentos a lo largo de toda la longitud de trabajo.(15)

2.6.4. TRANSPORTE APICAL

Dar forma al sistema del conducto radicular es una parte fundamental de la terapia del conducto radicular y un componente esencial para el éxito del conducto radicular, incluida la irrigación, la obturación y el resultado del tratamiento en sí. Los errores de procedimiento tales como escalones, perforaciones y transporte del conducto radicular pueden asociarse con la conformación del conducto radicular, y los conductos curvos son más susceptibles al transporte.(16)

La definición de transporte apical según el Glosario de términos de endodoncia de la AAE es; "La eliminación de la estructura de la pared del conducto en la curva exterior en la mitad apical del conducto debido a la tendencia de las limas a restablecerse a su forma original lineal durante la preparación del conducto".(4)

Al crear una transportación apical podemos disminuir el éxito del tratamiento de conductos ya que podemos formar escalones y muy posiblemente hasta una perforación de las paredes del conducto, llevándonos al fracaso terapéutico. En caso de una transportación, es probable que se haya utilizado un instrumento de acero inoxidable de manera errónea y que el diente a tratar tenga una anatomía complicada, por ejemplo, curvaturas muy pronunciadas de los conductos radiculares. En estos casos tenemos que tomar en cuenta que los instrumentos anteriormente mencionados no presentan flexibilidad como una de sus características. Por su falta de flexibilidad, es decir su rigidez, los instrumentos de acero inoxidable no son capaces de mantenerse en el centro del conducto radicular, ya que la memoria del instrumento lo devuelve a su posición original.

Las capacidades de conformación de instrumentos específicos y el transporte apical se han estudiado extensamente en la literatura endodóntica. Se han discutido muchos factores como contribuyentes a este error de procedimiento, como la compleja anatomía del conducto, la falta de acceso en línea recta, el diseño del instrumento, la secuencia de instrumentación, la experiencia del operador, velocidad de rotación y el uso inadecuado de un irrigante o lubricante. Además de la anatomía del conducto, el diseño del instrumento se ha identificado como un factor potencial para un buen resultado de la instrumentación. Muchos fabricantes de limas rotativas han incorporado diferentes diseños en sus sistemas de limas para minimizar el transporte apical mientras logran una preparación del conducto más rápida y predecible.(13)

Un instrumento muy rígido, predispone que durante el tratamiento ocurra una transportación apical, por el aumento de fuerza que se aplica en la pared de dentina genera un desgaste en diferentes partes del conducto radicular. A comparación de los instrumentos de acero inoxidable, los instrumentos rotatorios; de NiTi, se utilizan para conformar los conductos radiculares, de manera más segura. Los instrumentos de níquel-titanio hacen que las preparaciones de conductos radiculares sean seguras y eficaces. Los instrumentos de Niti hacen que las preparaciones de conductos radiculares sean seguras y eficaces.(16)

No existe un estándar para medir el transporte apical y se utilizan varios métodos para este propósito. La evaluación del transporte apical mediante una técnica de radiografía digital doble, aplicada por primera vez por Iqbal y colaboradores, es simple y económico, y detecta con precisión el transporte del conducto.(13)

2.6.5. LIMAS MANUALES

Históricamente, las limas manuales de acero inoxidable se han utilizado para dar forma al conducto. Sin embargo, estas limas son rígidas y están asociadas con una mayor fatiga del operador, y cuando se usan en la preparación de conductos radiculares curvos, las fuerzas restauradoras de las limas tienden a devolver la lima a su forma original, lo que resulta en el transporte del conducto.

El tratamiento endodóntico es responsable de varios cambios micro estructurales de la dentina y alteraciones de las propiedades mecánicas. Los estudios han demostrado

que pueden producirse fracturas de dientes después de un tratamiento endodóntico debido a la pérdida de dentina causada durante la instrumentación del conducto radicular. Para eliminar el tejido infectado, incluido el tejido pulpar y la dentina del conducto radicular, las fuerzas mecánicas son obligatorias durante el uso de los instrumentos.(5) Estas fuerzas mecánicas por las limas siempre tienen algunas fuerzas de reacción a la dentina y a la estructura radicular.

Los diferentes sistemas de instrumentos pueden tener diferentes fuerzas y el consiguiente riesgo o incidencia para inducir daño a la dentina o microgrietas apicales según las geometrías, tamaños o aleación del instrumento. Se ha informado que los procedimientos de preparación del conducto radicular aumentan el riesgo de fractura radicular y formación de grietas al reducir la integridad de la dentina radicular o crear defectos dentro de los conductos radiculares que pueden actuar como concentraciones de estrés o sitios de inicio de grietas. Los numerosos contactos momentáneos por la velocidad de movimiento rápido a más de 300 rpm entre el instrumento y la pared del conducto crean concentraciones de estrés en la dentina y pueden inducir defectos dentales y microgrietas.(5) La preparación del conducto radicular puede debilitar significativamente las raíces, especialmente cuando la longitud de trabajo es más larga que la óptima y puede crear grietas en el tercio apical.

2.6.6. LIMAS ROTATORIAS

Hoy en día, las limas NiTi se utilizan ampliamente para dar forma a los conductos radiculares debido a su mayor flexibilidad, preparación rápida y centrada del conducto, preparación más segura de conductos radiculares curvos, mejor eficiencia de corte y mejor resultado del tratamiento.(17)

2.6.6.1. SISTEMA WAVE ONE GOLD

El sistema rotatorio Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) presenta movimiento reciprocante. Dispone de conicidad variable en su proporción activa para mejorar la flexibilidad y permitir una preparación más conservadora del sistema de conductos radiculares en la zona coronal. La aleación “Gold” mejora la facilidad con que

el instrumento llega a longitud de trabajo, reduce la fuerza del instrumento contra la pared del conducto, minimizando el transporte radicular.(18)

Las limas WOG Glider están recomendadas para su uso en tratamientos endodónticos para expandir la vía de deslizamiento protegida en preparación del sistema de limas mecanizado reciproco WOG.

Las limas de conformación WOG se utilizan en tratamientos endodónticos para la limpieza y conformación del sistema del conducto radicular.

2.6.6.2. SISTEMA TF ADAPTIVE

Las limas rotatorias TF Adaptive de Kerr incluye tecnología adaptive motion para que la lima se ajuste a las fuerzas torsionales internas del conducto según la cantidad de presión aplicada en la lima, son válidas tanto para movimientos rotativos como reciprocantes para adaptarse a las necesidades de cada tratamiento clínico.(19)

La trayectoria de deslizamiento endodóntico se define como un túnel liso desde el acceso de un conducto radicular hasta el término fisiológico de una raíz que permite una limpieza y forma predecible a seguir. Una trayectoria de deslizamiento exitosa reduce el estrés torsional, aumenta la vida útil de los instrumentos de modelado y reduce los errores de procedimiento, como la formación de salientes, transportación del conducto y la perforación.

Las ventajas de usar limas K manuales de acero inoxidable incluyen una mejor sensación táctil y apreciación de las curvaturas. Las desventajas incluyen, mayor tiempo de agrandamiento, riesgo de iatrogenias del conducto con el uso de limas de mayor calibre y un mayor cambio en la anatomía del conducto original, y una mayor extrusión apical de los desechos.(20)

2.7. IRRIGACIÓN

El tratamiento endodóntico previene el desarrollo de infecciones radiculares, causado por diversos microorganismos. Ya que se realiza una conformación, desinfección y finalmente, la obturación y sellado del conducto radicular. La cicatrización

periapical se lleva a cabo por la regeneración del periodonto adyacente, posterior a controlar las bacterias que habitan dentro del órgano dentario.

Algo que se tiene en común, es que todas las etapas que conforman el tratamiento endodóntico, es que tienen como objetivo eliminar la mayor cantidad posible de microorganismos, y así la posterior eliminación de la infección apical, mediante una secuencia aséptica. La limpieza otorgada por la preparación biomecánica y conformación del conducto tiene un gran efecto en la eliminación de bacterias y sus subproductos. El éxito a largo plazo del tratamiento de conductos radiculares depende en gran medida del desbridamiento y desinfección completo de todo el espacio donde anteriormente se encontraba el tejido pulpar. Sin embargo, las irregularidades de la diversa morfología radicular dependen del tejido pulpar residual, lodillo dentinario y bacterias, inclusive después de una preparación biomecánica muy minuciosa.(21)

Los agentes irrigantes del conducto radicular son utilizables desde la preparación y conformación del conducto para mantener la permeabilidad, y al finalizar la misma, con el propósito de eliminar el tejido pulpar; ya sea vital o necrótico y, la eliminación de microorganismos y los subproductos que estos produzcan dentro del conducto radicular, además de la eliminación del barrillo dentinario.

Actualmente se recomienda potencializar el agente irrigante con diferentes técnicas que concretamente aceleran la penetración de estas soluciones en los conductos radiculares. Al potencializar estos agentes, pueden llegar incluso a lugares donde el instrumento ya sea, manual o rotatorio, no alcanzo a llegar y exista un contacto de la solución irrigante y la pared de conducto, desinfectando y eliminando la mayor cantidad posible de tejido.(22)

2.8. OBTURACIÓN DEL CONDUCTO

La obturación tridimensional del sistema apical es la fase final de la tríada endodóntica que consiste en dar forma, limpiar y rellenar. En general, se ha reconocido como la fase más crítica del tratamiento endodóntico con el objetivo final de sellar el ápice y evitar cualquier orificio residual en el espacio del conducto trabajado. Se han utilizado diversos materiales para este procedimiento, pero entre todos los rellenos

convencionales, la gutapercha se ha establecido como el estándar en la obturación apical. En concreto, se caracteriza por su plasticidad en frío y térmica, alta estabilidad tras la polimerización, inerte y biocompatible y baja conductividad térmica. Aunque los materiales de obturación utilizados en la obturación apical, como la mencionada gutapercha, presentan importantes propiedades de sellado, se reconoce que tienen características adhesivas más bajas con respecto a los materiales de restauración utilizados en la región coronal del conducto radicular. Por esta razón, un sistema de material de obturación convencional a menudo consiste en gutapercha asociada a un sellador endodóntico (cemento líquido).(23)

El sellador sirve como lubricante al insertar el cono de gutapercha, como material de obturación para rellenar las irregularidades de la preparación, y como componente adhesivo entre dentina y gutapercha. Por lo tanto, para mejorar las prestaciones de adhesión, un sellador endodóntico se suele esparcir en el sistema del conducto radicular antes del sellado, a pesar de su toxicidad y mutagenicidad. Debido a su importancia en la obturación tridimensional, en los últimos años se han realizado numerosos esfuerzos para mejorar la biocompatibilidad de los selladores de vanguardia, como los selladores a base de biocerámicos. A pesar de esta característica, varios problemas como la solubilidad continúan persistiendo, sin cumplir con los requisitos de un sellador de conductos radiculares ideal.(23)

2.9. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM

Un diagnóstico preciso que conduzca a un plan de tratamiento preciso es crucial para una terapia endodóntica exitosa y se basa en datos clínicos y radiográficos. Desde 1895, las imágenes radiográficas se han convertido en un complemento cada vez más importante para ayudar a diagnosticar la patología y planificar los tratamientos adecuados.(24)

La radiografía es esencial para el diagnóstico exitoso de patosis odontogénica y no odontogénica, el tratamiento de los sistemas de conductos radiculares de un diente comprometido, la instrumentación biomecánica, la evaluación de la obturación final del conducto y la valoración de la cicatrización.(25)

Hasta hace poco, las evaluaciones radiográficas en el tratamiento de endodoncia se limitaban a radiografías intraorales y panorámicas. Estas tecnologías radiográficas proporcionan representaciones bidimensionales de estructuras anatómicas tridimensionales. Si algún elemento de la configuración geométrica se ve comprometido, la imagen puede mostrar errores. En casos más complejos, las proyecciones radiográficas con diferentes angulaciones del haz pueden permitir la localización del paralaje. Sin embargo, la anatomía compleja y las estructuras circundantes pueden dificultar la interpretación de las imágenes planas. En su estudio, Bender y Seltzer encontraron que las lesiones periapicales no se muestran en una radiografía periapical hasta que alcanzan el hueso cortical adyacente al diente afectado.(24)

La llegada de la tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) ha permitido visualizar la dentición, el esqueleto maxilofacial y la relación de las estructuras anatómicas en tres dimensiones. La CBCT, como con cualquier tecnología, tiene limitaciones conocidas, incluida una posible dosis de radiación más alta para el paciente. Otras limitaciones incluyen la posibilidad de generación de artefactos, altos niveles de dispersión y ruido y variaciones en la distribución de dosis dentro de un volumen de interés.

Yi y colaboradores realizaron una revisión sistemática para comparar la precisión diagnóstica de las imágenes CBCT y la radiografía periapical digital para detectar la reabsorción radicular externa. Los resultados indicaron que las imágenes CBCT eran significativamente más sensibles que las radiografías periapicales digitales, lo que las convierte en un método confiable para detectar la presencia de reabsorción radicular externa.

Un estudio de Schloss y colaboradores mostraron que las imágenes CBCT evaluaban las lesiones periapicales y la curación después de la microcirugía endodóntica con mayor precisión que la radiografía periapical digital. Sin embargo, Kruse y colaboradores demostraron que el 42% de las lesiones detectadas por CBCT no presentaban inflamación periapical sino simplemente tejido cicatricial, como confirmaron los estudios histológicos de las lesiones adquiridas durante la reintervención.

El diagnóstico de endodoncia depende de una evaluación exhaustiva de la queja principal del paciente, la historia y el examen clínico y radiográfico. Las radiografías

preoperatorias son una parte esencial de la fase de diagnóstico de la terapia endodóntica. Las imágenes de diagnóstico precisas respaldan el diagnóstico clínico

La CBCT representa un avance importante en la obtención de imágenes de la región dental y maxilofacial. Por lo tanto, no es sorprendente que todas las especialidades dentales hayan explorado su uso para la obtención de imágenes de problemas dentales, incluida la endodoncia. Se han destacado las limitaciones de la radiografía intraoral convencional en la práctica endodóntica, en relación con la CBCT; Las imágenes bidimensionales están limitadas en términos de rendimiento diagnóstico por superposiciones y distorsiones anatómicas, así como por errores de exposición y procesamiento. Por otro lado, las radiografías intraorales convencionales son baratas, tienen una baja dosis de radiación, tienen una resolución más alta que las imágenes CBCT y, a menudo, pueden ser suficientes para el diagnóstico. La CBCT es cara, invariablemente da una dosis de radiación más alta que las radiografías convencionales. Además, CBCT es un término colectivo para un gran número de sistemas de imagen que difieren mucho en la calidad de la imagen, la dosis de radiación y el potencial diagnóstico, y las generalizaciones sobre su valor clínico no son válidas.

Existe evidencia de que algunos sistemas CBCT pueden tener un mayor rendimiento diagnóstico que las radiografías intraorales convencionales para diversas tareas relevantes para la endodoncia, en particular la identificación de sistemas de conductos radiculares, resorciones, fracturas radiculares y patosis periapical. eficacia diagnóstica es extremadamente limitada.

La CBCT se ha convertido cada vez más en una herramienta de imagen valiosa tanto para diagnóstico y planificación del tratamiento en la endodoncia clínica. El CBCT ayuda considerablemente a diagnóstico preciso de lesiones de origen odontogénico o no odontogénico. También contribuye a la evaluación preoperatoria de la anatomía compleja del conducto radicular y a la evaluación de procedimientos de eventos iatrogénicos, defectos de resorción externos e internos o fracturas radiculares incompletas. Conservando el beneficios del uso de CBCT en la planificación del tratamiento, la obtención de información incluye principalmente la decisión de una intervención quirúrgica, un retratamiento convencional o incluso una extracción dentaria.(26)

En el pasado, una limitación importante de las imágenes CBCT, era que los materiales radiopacos como las obturaciones del conducto radicular y los postes metálicos a menudo creaban artefactos que pueden comprometer el diagnóstico preciso de una condición clínica y radiográfica determinada. La evolución de los sistemas de imagen CBCT de nuevo diseño ha minimizado este importante inconveniente permitiendo la evaluación adecuada de los casos en los que se debe decidir un retratamiento convencional o una intervención quirúrgica.(27)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la preparación biomecánica pueden ocurrir accidentes que nos lleven a la formación de un escalón, perforación o transportación apical, debido al instrumento que utilizemos. Por ello el objetivo de esta investigación, es conocer el desgaste de dentina producido por dos sistemas de instrumentación de níquel titanio, uno reciprocante; Wave One Gold y otro rotativo/reciprocante; TF Adaptive, mediante CBCT. Por lo que nos planteamos las siguiente preguntas:

- ¿Cuál instrumento tendra mayor transportación del apice?
- ¿Que instrumento eliminara mayor espesor de dentina?.

IV. JUSTIFICACIÓN

Este estudio determinará el transporte apical de conductos radiculares, durante el tratamiento endodóntico utilizando dos sistemas rotatorios; TF Adaptive y Wave One Gold. Debido a que el sistema WOG es nuevo en el mercado, no existe evidencia de como trabaja el instrumento en comparación a otros sistemas de instrumentación, es importante conocer su índice de transportación apical ya que actualmente los endodoncistas lo utilizan mucho durante su practica privada.

La presencia de esta desviación impide una adecuada limpieza y conformación del conducto radicular, ya que deja una zona de restos orgánicos y una zona con desgaste excesivo, pudiendo causar la persistencia de una lesión apical y; con ello comprometer el pronóstico.

Mediante este estudio se pretende aportar al campo de la endodoncia mayor seguridad del tratamiento, utilizando instrumentos rotatorios que no ocasionen una transportación apical.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

No existe diferencia significativa en la centralidad de los conductos radiculares utilizando el sistema de instrumentación Wave One Gold y el sistema de instrumentación TF Adaptive.

5.2. HIPÓTESIS NULA

El sistema de instrumentación Wave One Gold produjo menor transportación apical que el sistema TF Adaptive.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

El sistema de instrumentación TF Adaptive produjo menor transportación apical que el sistema Wave One Gold.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar el transporte apical producido por dos sistemas de instrumentación, uno reciprocante; Wave One Gold y otro rotativo/reciprocante; TF Adaptive, mediante tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) en raíces mesiales de prototipos molares maxilares.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el espesor de dentina a nivel cervical de las raíces mesiales de prototipos molares maxilares.
- Determinar el espesor de dentina a nivel medio de las raíces mesiales de prototipos molares maxilares.
- Determinar el espesor de dentina a nivel apical de las raíces mesiales de prototipos molares maxilares.
- Comparar el porcentaje de transportación entre el sistema Wave One Gold y TF Adaptive, en caso de que presenten.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Los sistemas de instrumentación; Wave One Gold y TF Adaptive.

7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Desgaste de dentina y centrado del conducto, producido por el sistema de instrumentación.

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Se realizará un CBCT a un prototipo sin instrumentar, posteriormente se realizará de nuevo una tomografía a todos los modelos después del trabajo biomecánico. Finalmente se comparará el tercio apical, tercio medio y tercio cervical en una imagen de corte axial.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental.

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

20 prototipos dentales (Truetooth maxillary molar 3-001, Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, CA), que se dividirán en dos grupos experimentales aleatoriamente:

Grupo A: instrumentos Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

Grupo B: instrumentos TF Adaptive (Sybron-Endo, Orange, CA)

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

20 modelos dentales (Truetooth maxillary molar 3-001, Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, CA), 20 limas manuales tipo k; #10, #15, #20 y #25 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), 10 limas rotatorias Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), 10 limas rotatorias TF Adaptive (Sybron-Endo, Orange, CA), 1 motor X-Smart IQ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), 1 motor Elements (Sybron-Endo, Orange, CA), silicona de impresión Spedeex, 10 fresas de bola; #2 y #4, 10 fresas EndoZeta (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Alcohol isopropílico al 70%, tomógrafo computarizado, 20 agujas para irrigar, Endo-Anillo (Sybron-Endo, Orange, CA), cámara fotográfica, pieza de alta velocidad, gasas, campos desechables, pluma.

8.4. METODOLOGÍA

Se utilizaron 20 modelos de molares maxilares polímeros transparentes a escala real 1:1 estandarizados (Truetooth maxillary molar 3-001, Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, CA). El estudio se realizó sobre estos modelos para estandarizar la anatomía a desgastar por los sistemas rotatorios. Un modelo maxilar fue escaneado mediante un CBCT, antes de ser instrumentado, posteriormente, tras la instrumentación todos los modelos maxilares fueron escaneados mediante CBCT. Se observó mediante un corte axial el tercio apical (a 3 mm del ápice), tercio medio (a 6 mm del ápice) y el tercio cervical (a 9 mm del ápice). Finalmente se comparó las medidas obtenidas mediante una tabla para simplificar los resultados.

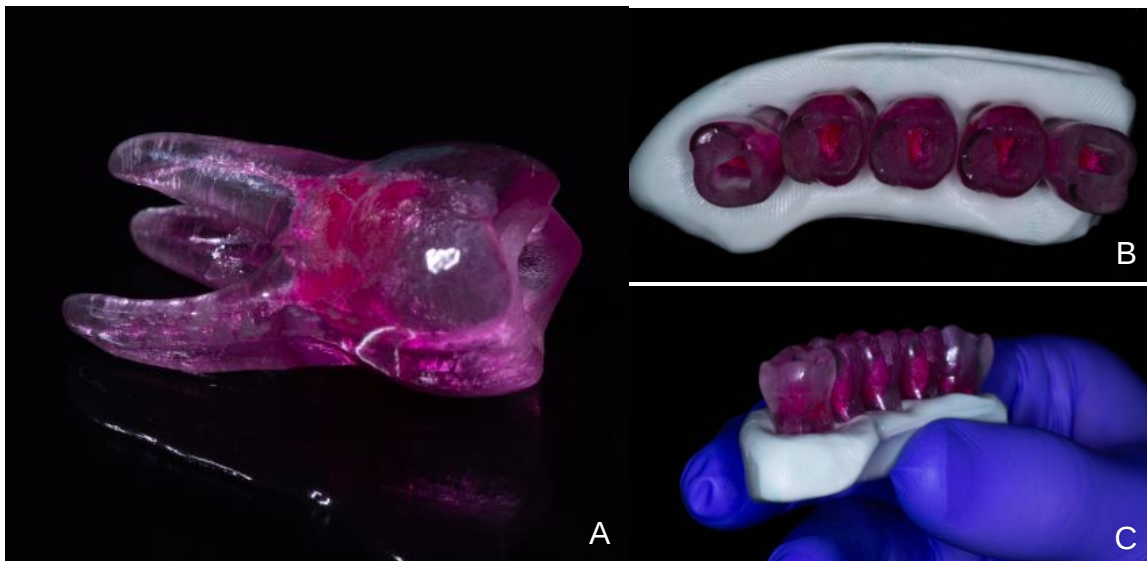


Imagen 1. A. Prototipo dental (Truetooth maxillary molar 3-001, Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, CA). B. C. Prototipos montados en silicona Spedeex.)

8.4.1. Preparación para la instrumentación

Se realizó el acceso a los 20 modelos maxilares con una fresa bola #2 y #4 de carburo, posteriormente se conformó la cavidad con una Endo Zeta y se irrigó con alcohol isopropílico al 70%. La conductometría se realizó en los conductos mesiales mediante una lima tipo k #10 y se estableció la longitud de trabajo a 1 mm antes del ápice. Se prosiguió a instrumentar con limas tipo k #15, #20 y #25 a longitud de trabajo, irrigando

con alcohol isopropílico al 70% entre lima y lima. Finalmente se separaron en dos grupos; 10 modelos maxilares para el grupo A y 10 modelos maxilares para el grupo B, aleatoriamente.



Imagen 2. Acceso oclusal.



Imagen 3. Establecimiento de longitud de trabajo a 1 mm del apice.

8.4.2 Grupo A Wave One Gold

Se siguieron las indicaciones del fabricante utilizando una lima nueva para cada modelo maxilar. Los conductos mesiales de cada modelo de esta muestra fueron instrumentados con una lima primary (25/ 0.07) con un motor X-Smart IQ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Cada lima rotatoria fue introducida y activada dentro del conducto radicular de 3 a 5 segundos, posteriormente los modelos fueron montados en masilla Spedeex para poder ser escaneados mediante CBCT. La instrumentación fue realizada por el mismo operador.



Imagen 4. Limas de Niti Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues Switzerland).



Imagen 5. Motor endodóntico X-Smart IQ (Dentsply Maillefer, Ballaigues Switzerland).



Imagen 6. Operador instrumentando grupo A.

8.4.3 Grupo B. TF Adaptive

Se siguieron las indicaciones del fabricante utilizando una lima nueva para cada modelo maxilar. Los conductos mesiales de cada modelo de esta muestra fueron instrumentados con una lima SM2 (25/ 0.06) con un motor Elements (Sybron-Endo,

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Orange, CA). Cada lima rotatoria fue introducida y activada dentro del conducto radicular de 3 a 5 segundos, posteriormente los modelos fueron montados en masilla Spedeex para poder ser escaneados mediante CBCT. La instrumentación fue realizada por el mismo operador.



Imagen 7. Limas Niti TF Adaptive (Sybron-Endo, Orange, CA).



Imagen 8. Motor endodóntico Elements (Sybron-Endo Orange, CA).



Imagen 9. Operador instrumentando grupo B.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las imágenes obtenidas se observarán mediante un software. Para estandarizar el procesamiento de las imágenes se colocará el eje axial para que pase por el ápice de la raíz mesial, posteriormente el eje sagital se ajustará para que aparezca en el centro de la raíz mesial.

El análisis de datos se hizo mediante el test estadístico de Tukey, obteniendo así la comparación entre las diferencias de desgastes de las paredes en cada sistema de instrumentación. Para la comparación de la diferencia de desgaste de todas las paredes entre sí por sistema de instrumentación, así como para la comparación de la transportación entre los sistemas rotatorios se utilizó el test ANOVA para medidas repetidas con un intervalo de confianza del 95%. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $P \leq 0,05$. Los datos obtenidos fueron tabulados en el programa Excel para Microsoft 365.



Imagen 10. Estudio de Tomografía Computarizada Cone Beam a prototipos sin instrumentar. A. Tomógrafo Computarizado PAX-Duo 3D de VATECH System Co. B. Prototipos dentales montados en silicona Spedeex en forma de hemi arcada para facilitar la obtención de imágenes tridimensionales.

IX. RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron de los dos grupos; A y B, por cada grupo se realizaron tres tablas, dependiendo la distancia de referencia apical; 3 mm, 6 mm y 9 mm.

9.1 SISTEMA WAVE ONE GOLD

Muestra	GRUPO A 3 mm				GRUPO A 6 mm				GRUPO A 9 mm			
	M	D	B	P	M	D	B	P	M	D	B	P
1	1.3	1.2	2.4	1.8	1.4	1.3	2.6	1.7	1.4	1.2	2.5	1.9
2	1.3	1.4	2.7	2.1	1.3	1.7	3	1.4	1.4	1.6	3.3	1.6
3	1	1.3	2.5	1.8	1.2	1.3	2.8	1.8	1.2	1.1	2.8	1.4
4	0.7	1.5	2.4	2	1	1.4	2.8	1.5	1.1	1.1	2.7	1.3
5	1.4	1.5	2.4	2.3	1.5	1.9	2.9	2.6	1.4	1.8	2.6	2.4
6	1.2	1	2.4	1.7	1.3	1.6	2.8	1.5	1.3	1.8	3	2.1
7	0.8	1.3	2.5	1.1	1.1	1.4	2.9	1.9	1.1	1.3	2.9	1.3
8	0.8	1.3	2.3	1.8	1.3	1.4	3	1.4	1.4	1.6	3.1	1.7
9	0.7	1.4	2.4	1.9	1.4	1.4	3	2.1	1.4	1.3	2.9	1.7
10	1.3	1.3	2.7	1.9	1.5	1.2	2	2.1	1.5	1.4	2.4	2.3

Muestra: Prototipos molares maxilares.

Pared M: Pared mesial.

Pared D: Pared distal.

Pared B: Pared bucal.

Pared P: Pared palatina.

Media de modificación del conducto con sistema Wave One Gold:

- 3 mm del ápice: 0.24 mm.
- 6 mm del ápice: 0.17 mm.
- 9 mm del ápice: 0.24 mm.

9.2 SISTEMA TF ADAPTIVE

Muestra	GRUPO B 3 mm				GRUPO B 6 mm				GRUPO B 9 mm			
	M	D	B	P	M	D	B	P	M	D	B	P
1	1.3	0.8	2	2.3	1.3	2.4	2.3	1.1	1.5	2.2	2.4	1.6
2	1.3	1.1	2	1.9	1.2	1	2.6	1.5	1.6	2.1	2.6	1.8
3	1	1.2	2.5	1.8	1	1.2	2.6	1.4	1	1.6	2.5	1.6
4	0.8	1.1	2.4	1.8	1.1	0.9	2.5	0.8	1.2	1.6	2.2	1.1
5	1.4	1.5	2.6	1.6	1.5	1.7	2.8	1.8	1.1	2	2.1	1.6
6	1	1.3	1.3	1.4	1	1.2	2.2	1.5	1.5	2.3	2.3	1.8
7	0.8	1	1.8	1.3	1	1	2.7	1.3	1.6	2	2.6	1.5
8	0.7	0.9	1.8	0.9	1	1	2.5	1.8	1.3	1	2.2	1.7
9	0.6	1.2	1.4	1.6	0.8	1.1	2.4	1.8	1.1	1.4	2.4	1.3
10	1.3	0.9	1.9	1.8	1.4	1.4	2.4	1.8	1.4	1.5	2.3	1.1

Muestra: Prototipos molares maxilares.

Pared M: Pared mesial.

Pared D: Pared distal.

Pared B: Pared bucal.

Pared P: Pared palatina.

Media de modificación del conducto con sistema TF Adaptive:

- 3 mm del ápice: *0.10 mm.*
- 6 mm del ápice: *0.48 mm.*
- 9 mm del ápice: *0.29 mm.*

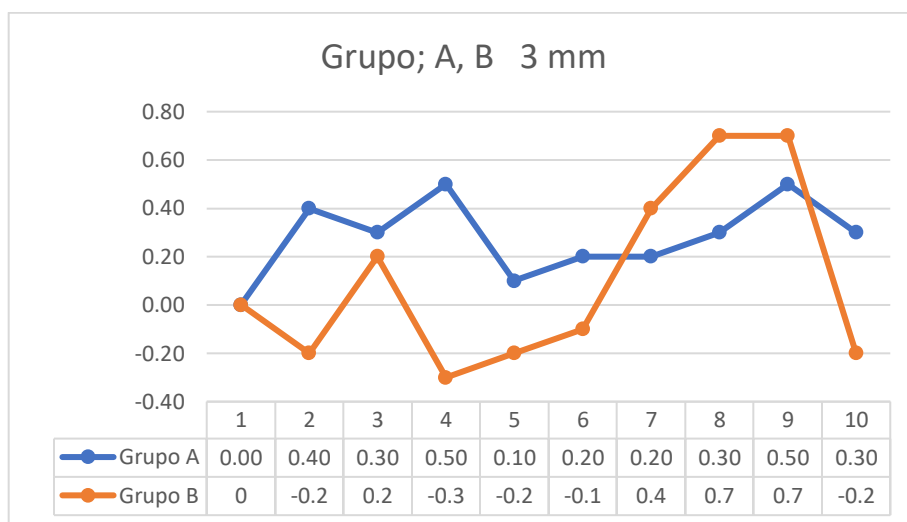
9.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante análisis de Tukey se obtuvieron las medias de transportación de los resultados obtenidos en las medidas M, D, B y P con los sistemas Wave One Gold y TF Adaptive.

Transportación a 3 mm apical

Muestra	GRUPO A 3 mm				(A-a) - (B-b)	Muestra	GRUPO B 3 mm				(A-a) - (B-b)
	M	D	B	P			M	D	B	P	
1	1.3	1.2	2.4	1.8	0	1	1.3	0.8	2	2.3	0
2	1.3	1.4	2.7	2.1	0.4	2	1.3	1.1	2	1.9	-0.2
3	1	1.3	2.5	1.8	0.3	3	1	1.2	2.5	1.8	0.2
4	0.7	1.5	2.4	2	0.5	4	0.8	1.1	2.4	1.8	-0.3
5	1.4	1.5	2.4	2.3	0.1	5	1.4	1.5	2.6	1.6	-0.2
6	1.2	1	2.4	1.7	0.2	6	1	1.3	1.3	1.4	-0.1
7	0.8	1.3	2.5	1.1	-0.2	7	0.8	1	1.8	1.3	0.4
8	0.8	1.3	2.3	1.8	0.3	8	0.7	0.9	1.8	0.9	0.7
9	0.7	1.4	2.4	1.9	0.5	9	0.6	1.2	1.4	1.6	0.7
10	1.3	1.3	2.7	1.9	0.3	10	1.3	0.9	1.9	1.8	-0.2

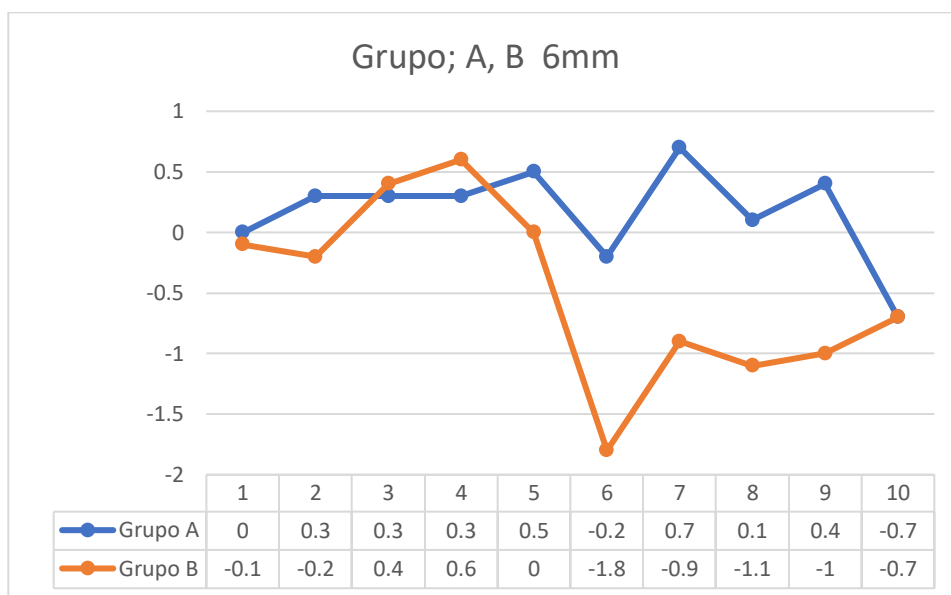
Gráficos de las medias



No existe diferencia significativa en la media de transportación del conducto M a 3 mm del apice con los instrumentos Wave One Gold y TF Adaptive.

Transportación a 6 mm apical

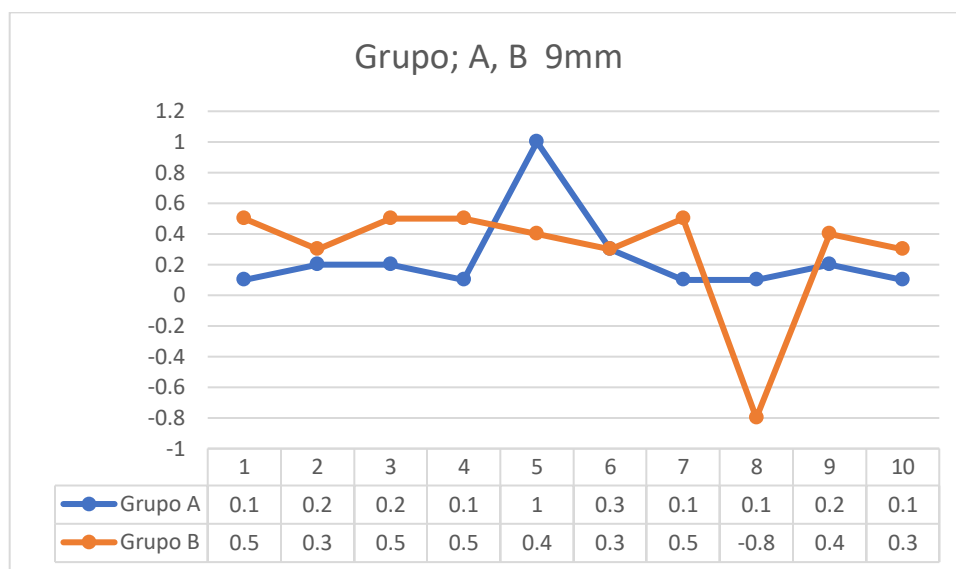
Muestra	GRUPO A 6 mm				(A-a) - (B-b)	Muestra	GRUPO B 6 mm				(A-a) - (B-b)
	M	D	B	P			M	D	B	P	
1	1.4	1.3	2.6	1.7	0	1	1.3	2.4	2.3	1.1	-0.1
2	1.3	1.7	3	1.4	0.3	2	1.2	1	2.6	1.5	-0.2
3	1.2	1.3	2.8	1.8	0.3	3	1	1.2	2.6	1.4	0.4
4	1	1.4	2.8	1.5	0.3	4	1.1	0.9	2.5	0.8	0.6
5	1.5	1.9	2.9	2.6	0.5	5	1.5	1.7	2.8	1.8	0
6	1.3	1.6	2.8	1.5	-0.2	6	1	1.2	2.2	1.5	-1.8
7	1.1	1.4	2.9	1.9	0.7	7	1	1	2.7	1.3	-0.9
8	1.3	1.4	3	1.4	0.1	8	1	1	2.5	1.8	-1.1
9	1.4	1.4	3	2.1	0.4	9	0.8	1.1	2.4	1.8	-1
10	1.5	2	2	2.1	-0.7	10	1.4	1.4	2.4	1.8	-0.7

Gráficos de las medias

En la figura 2, podemos observar que, al comparar la diferencia de desgaste de todas las paredes entre sí, por sistema de instrumentación, a través del test ANOVA el mayor desgaste lo produce el sistema TF Adaptive a los 6 mm apical.

Transportación a 9 mm apical

Muestra	GRUPO A 9 mm				(A-a) - (B-b)	Muestra	GRUPO B 9 mm				(A-a) - (B-b)
	M	D	B	P			M	D	B	P	
1	1.4	1.2	2.5	1.9	0.1	1	1.5	2.2	2.4	1.6	0.5
2	1.4	1.6	3.3	1.6	0.2	2	1.6	2.1	2.6	1.8	0.3
3	1.2	1.1	2.8	1.4	0.2	3	1	1.6	2.5	1.6	0.5
4	1.1	1.1	2.7	1.3	0.1	4	1.2	1.6	2.2	1.1	0.5
5	1.4	1.8	2.6	2.4	1	5	1.1	2	2.1	1.6	0.4
6	1.3	1.8	3	2.1	0.3	6	1.5	2.3	2.3	1.8	0.3
7	1.1	1.3	2.9	1.3	0.1	7	1.6	2	2.6	1.5	0.5
8	1.4	1.6	3.1	1.7	0.1	8	1.3	1	2.2	1.7	-0.8
9	1.4	1.3	2.9	1.7	0.2	9	1.1	1.4	2.4	1.3	0.4
10	1.5	1.4	2.4	2.3	0.1	10	1.4	1.5	2.3	1.1	0.3

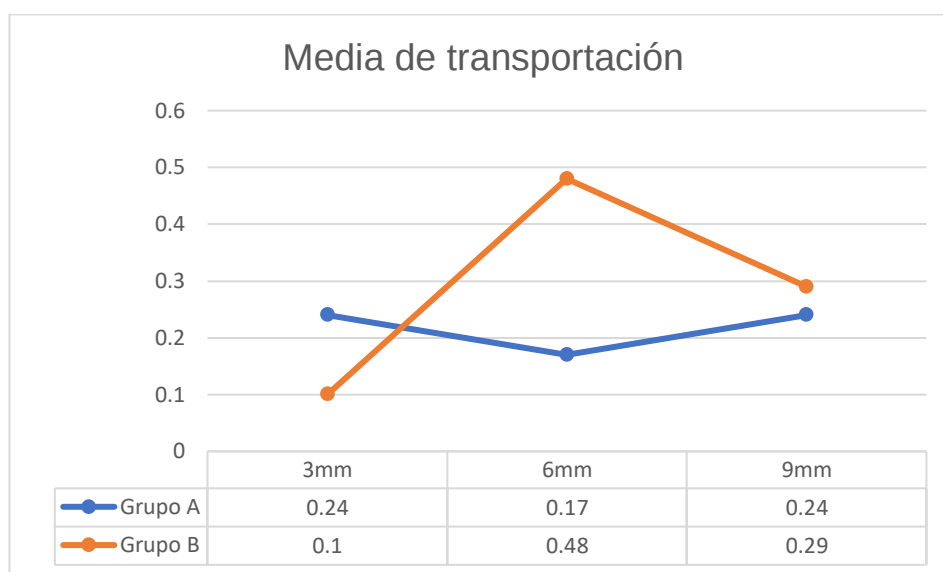
Gráficos de las medias

Podemos observar en la figura 3, a 9 mm de instrumentación gran cantidad de desgaste por el sistema TF Adaptive en la muestra 8, en comparación con las demás muestras.

Media de modificación del conducto por tercios

Se realizó el análisis de las medias de transportación en cada sistema individualmente, tomando en cuenta las medidas en sentido mesio/distal y buco/palatino en los puntos de referencia apical; 3 mm, 6 mm y 9 mm.

Sistema	3mm	6mm	9mm
Wave One Gold	0.24	0.17	0.24
TF Adaptive	0.1	0.48	0.29

Gráficos de las medias

Finalmente, al contrastar las diferencias de desgaste de los dos sistemas rotatorios a los distintos niveles de medición utilizando el índice de Gambill, se puede observar que el sistema TF Adaptive produce desgaste significativamente mayor que el sistema Wave One Gold a los 6 mm. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas.

X. DISCUSIÓN

Hay estudios limitados en la literatura que comparan sistemas de instrumentación, como Wave One Gold y el TF Adaptive; por lo tanto, se necesita más investigación. Nuestro estudio evaluó la variación de volumen y la capacidad de mantenimiento de la posición del conducto radicular cuando se utilizan los instrumentos Wave One Gold y TF Adaptive para la preparación radicular. La principal diferencia entre estos instrumentos es la aleación de NiTi utilizada.

En este estudio, se eligieron tres niveles para el análisis del transporte y centralización del conducto radicular; 3, 6, y 9 mm de apical. Estas medidas representan los tercios apical, medio y coronal, que por lo general tienen curvaturas que resultan en una alta vulnerabilidad a accidentes iatrogénicos.

Se encontraron diferencias significativas a los 6 mm del conducto radicular medido desde ápice hasta coronal para el sistema TF Adaptive, representando desplazamiento del conducto hacia la cara buco/palatina a los 6 mm; estos resultados son semejantes a los encontrados por Alcota y colaboradores en el estudio publicado en 2011, donde observaron que el sistema rotatorio ProTaper Universal produjo mayor desgaste a los 6 mm de instrumentación en la pared de la curvatura radicular.

Este comportamiento se puede explicar por la presencia de mayor rigidez de estos instrumentos y además de presentar taper variable, lo cual hace difícil el manejo selectivo de los instrumentos según las características anatómicas de los conductos radiculares. Se ha demostrado que la transportación encontrada fue producida por el instrumento TF Adaptive, por lo que su uso debe ser moderado al momento de la preparación de conductos curvos.

Los resultados anteriormente expuestos coinciden con el estudio de Bergmans y colaboradores de 2003 que muestran mayor desgaste por parte del sistema TF Adaptive, en especial a nivel del tercio coronal, del mismo modo en el estudio de Yang y colaboradores, los resultados indican mayor desgaste del sistema TF Adaptive a nivel del tercio medio y coronal del conducto radicular en comparación con otro sistema.

Por esto, diferentes estudios sugieren el uso de TF Adaptive en combinación con sistemas más flexibles, como Wave One Gold, en la preparación de conductos curvos, ya que el uso de TF Adaptive por sí solo produce transportación del tercio medio del conducto radicular. Así también se recomienda disminuir la conicidad de los instrumentos. Por ejemplo, un instrumento No. 30 de conicidad al 2% es más flexible que un instrumento No. 30 con conicidad al 4 o 6%, así, para poder hacer el ensanchamiento apical es necesario utilizar instrumentos con conicidad al 2%.

En contraste con lo anterior, existen estudios que demuestran que TF Adaptive mantiene la curvatura original de conductos radiculares en comparación con otros sistemas rotatorios, sin mostrar diferencias significativas y también que es un instrumento seguro de utilizar. Sin embargo, promueve mayor desgaste de dentina a nivel del tercio coronal del conducto, aunque manteniendo la regularidad del diámetro del conducto a nivel de los tres tercios del conducto radicular. Así mismo, Mothanna y colaboradores. publicaron un estudio que demostró que TF Adaptive removi6 significativamente más dentina que el sistema ProTaper Next y OneShape, sin embargo, ProTaper Next mostr6 transportaci6n estadísticamente significativa del conducto a nivel del tercio coronal.

Ordinola Zapata y colaboradores (2014) publicaron un estudio donde comparaban dos sistemas de instrumentaci6n; Reciproc y TF Adaptive, en el cual se evalu6 la capacidad de mantener la posici6n original del conducto y transportaci6n de este. Como conclusi6n, se determin6 que los dos sistemas preservan la estructura dentinaria, pero Reciproc mostr6 significativamente mayor transportaci6n. Esto último puede diferenciarse con los resultados mostrados por TF Adaptive en nuestro estudio donde se observ6 la tendencia a la transportaci6n del conducto a 6 mm de instrumentaci6n, sin ser esta diferencia significativa. Sin embargo, al comparar TF Adaptive y Reciproc en el estudio de Ordinola Zapata encontramos que los conductos preparados con TF Adaptive conservan y mantienen mejor la centricidad y curvatura original del conducto; y aunque al utilizar TF Adaptive a diámetros mayores de los usuales la transportaci6n es mínima se sigue manteniendo la centricidad adecuada del conducto en contraste con Reciproc que tiende a transportar el conducto hacia la zona externa de la curvatura.

Según nuestros resultados, Wave One Gold mostró ser el más conservador en la remoción de dentina de los conductos radiculares, sin producir transportación del conducto; al igual que en un estudio del 2020 publicado por Behne Miro y colaboradores, donde se determinó que WOG otorga seguridad en la preparación apical del conducto, con una pequeña desviación, pero sin producir transportación significativa del conducto.

Del test ANOVA rescatamos la existencia de desgaste significativamente mayor en la pared vestibular de los conductos radiculares instrumentados con el sistema TF Adaptive a nivel del tercio medio del conducto, específicamente a los 6 mm de medición (figura 2), confirmando que es el instrumento el que provoca transportación de los conductos radiculares.

Los instrumentos examinados tienen diámetro y conicidades similares; sin embargo, las diferencias en las propiedades de la aleación utilizada y la sección transversal no dieron como resultado diferencias en la capacidad de eliminación de dentina.

Finalmente, la evaluación de la transportación de la región apical, media y coronal del conducto radicular después de la preparación biomecánica puede ser hecha con diferentes metodologías, por ejemplo, plataformas radiográficas superponiendo imágenes pre- y posinstrumentación, sistema de muflas y tomografías computarizadas, siendo esta última una de las más utilizadas en la actualidad en este tipo de imágenes ya que ha demostrado ser un buen método en la medición de la transportación. Özer usó CBCT para medir la transportación radicular entre ProTaper Universal, Hero 642 y Flexmaster, no encontró diferencias significativas entre estos sistemas. El mismo resultado obtuvo Oliveira y colaboradores al comparar diferentes sistemas de instrumentación rotatoria con movimiento recíproco, entre ellos RaCe y K3. Ozgur y colaboradores compararon el grado de remoción dentinaria y transportación a través de tomografía computarizada de los sistemas ProTaper Universal, RaCe y Hero Shaper encontraron que el sistema ProTaper removió significativamente más dentina y que RaCe transportó a nivel coronario.

A pesar de que el uso de tecnología Cone beam está ampliamente avalada, en este trabajo con la utilización de este método surgieron inconvenientes en la técnica que pueden haber afectado el resultado de la investigación. La resolución de la imagen para

hacer la medición de las paredes de los conductos hace que esta se vuelva subjetiva, debido a que no existe límite definido en la imagen que nos permita reconocer el borde del conducto, tanto interno como externo, sino que se muestra una imagen pixelada que puede inducir errores al momento de las mediciones de pre- y posinstrumentación. A pesar de esta limitación nuestros resultados son coherentes con los encontrados en investigaciones similares, pero utilizando otros análisis imagenológicos, lo que da solidez a lo obtenido en este estudio.

XI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- I. En este estudio in vitro demostramos que los dos sistemas rotativos evaluados son seguros y útiles para la instrumentación en conductos, y sus características específicas preservan la forma original del conducto radicular, fundamental para evitar el transporte apical.
- II. Los datos actuales sugieren que los dientes de resina de prototipo rápido basados en microCT pueden ser un valioso complemento del entrenamiento endodóntico.
- III. Los sistemas de instrumentación analizados no presentaron diferencias en cuanto a su capacidad para mantener la anatomía sin producir transporte apical.
- IV. Al comparar instrumentos rotatorios a los distintos tercios, TF Adaptive produce transportación significativamente mayor del conducto a nivel del tercio medio, específicamente a los 6 mm medidos desde apical hacia coronal.
- V. El sistema TF Adaptive mostró mayor tendencia a desgastar la pared del conducto radicular a los 9 mm, sin embargo, esta diferencia no es significativa.
- VI. El sistema Wave One Gold fue el que mostró menor transportación del tercio apical, medio y coronal del conducto radicular, produciendo un desgaste conservador de las paredes, siendo el sistema que mejor se comporta desde el punto de vista de la conservación de la geometría del conducto radicular.

XII. RECOMENDACIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio se recomienda lo siguiente:

- I. Se recomienda utilizar un mayor número de muestras para la sustentabilidad de dicho estudio.
- II. Analizar los instrumentos más utilizados actualmente en el mercado para conocer la repercusión que presentan en el tratamiento de conductos.
- III. Seguir las recomendaciones del fabricante para evitar defectos iatrogénicos como lo es la transportación apical.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Jakovljevic Aleksandar, Nikolic Nadja, Jacimovic Jelena PO. Prevalence of Apical Periodontitis and Conventional Nonsurgical Root Canal Treatment in General Adult Population: An Updated Systematic Review and Metanalysis of Cross-sectional Studies Published between 2012-2020. *J Endod.* 2020;35(7):A2.
2. Gomes BPFA, Louzada LM, Almeida-Gomes RF, Pinheiro ET, Sousa ELR, Jacinto RC, et al. Investigation of Filifactor alocis in primary and in secondary endodontic infections: A molecular study. *Arch Oral Biol.* 2020;118(May).
3. Dhyani VK, Chhabra S, Sharma VK, Dhyani A. A randomized controlled trial to evaluate the incidence of postoperative pain and flare-ups in single and multiple visits root canal treatment. *Med J Armed Forces India.* 2020;(xxxx).
4. Glossary of Endodontic Terms. American Association of Endodontists [Internet]. Ninth Edit. Chicago, IL; 2019. 50 p. Available from: www.aae.org
5. Guide to Clinical Endodontics. American Association of Endodontists [Internet]. Sixth Edit. 2016. 40 p. Available from: www.aae.org
6. Nidhi Rathi Chaudhary, Deepti Jawa Singh, Rani Somani and SJ. Comparative Evaluation of Efficiency of Different File Systems in Terms of Remaining Dentin Thickness Using Cone-Beam Computed Tomography: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(September):11–9.
7. Labbaf H, Shakeri L, Orduie R, Bastami F. Apical extrusion of debris after canal preparation with handfiles used manually or installed on reciprocating air-driven handpiece in straight and curved canals. *Iran Endod J.* 2018;13(3):351–5.
8. Kırıcı D, Demirbuga S, Karataş E. Micro-computed Tomographic Assessment of the Residual Filling Volume, Apical Transportation, and Crack Formation after Retreatment with Reciproc and Reciproc Blue Systems in Curved Root Canals. *J Endod.* 2020;46(2):238–43.
9. Warley Luciano Fonseca Tavares, Marcus Vinícius Lucas Ferreira, Vinícius de Carvalho Machado, Tiago Braga, Rodrigo Rodrigues Amaral SC. Antimicrobial Photodynamic Therapy and Guided Endodontics: A Case Report. *Photodiagnosis*

- Photodyn Ther [Internet]. 2020;(Iii):124658. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124658>
10. Isufi Almira, Plotino Gianluca TL. Standardization of endodontic access cavities based on 3-dimensional quantitative analysis of dentine and enamel removed. *J Endod.* 2020;35(7):A2.
 11. Saber SM, Hayaty DM, Nawar NN, Kim HC. The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. *J Endod.* 2020;
 12. Câmara AC, Aguiar CM, de Figueiredo JAP. Assessment of the Deviation after Biomechanical Preparation of the Coronal, Middle, and Apical Thirds of Root Canals Instrumented with Three HERO Rotary Systems. *J Endod.* 2007;33(12):1460–3.
 13. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A Comparison of Apical Transportation and Length Control between EndoSequence and Guidance Rotary Instruments. *J Endod.* 2010;36(1):123–5.
 14. Alfadley A, Alrajhi A, Alissa H, Alzeghaibi F, Hamadah L, Alfouzan K, et al. Shaping Ability of XP Endo Shaper File in Curved Root Canal Models. *Int J Dent.* 2020;1–6.
 15. De Carvalho GM, Sponchiado Junior EC, Garrido ADB, Lia RCC, Roberti Garcia LDF, Franco Marques AA. Apical Transportation, Centering Ability, and Cleaning Effectiveness of Reciprocating Single-file System Associated with Different Glide Path Techniques. *J Endod.* 2015;41(12):2045–9.
 16. Alrahabi M, Alkady A. Comparison of root canal apical transportation associated with Wave One, ProTaper Next, TF, and OneShape nickel–titanium instruments in curved canals of extracted teeth: A radiographic evaluation. *Saudi J Dent Res.* 2017;8(1–2):1–4.
 17. Dentsply Sirona [Internet]. 2020. Available from: www.dentsplysirona.com
 18. Kerr [Internet]. 2020. Available from: www.kerrdental.com
 19. Paleker F, Van Der Vyver PJ. Comparison of canal transportation and centering ability of K-files, ProGlider file, and G-files: A micro-computed tomography study

- of curved root canals. *J Endod.* 2016;42(7):1105–9.
20. SHEN Y. Endodontic Instruments. *Endod Top.* 2013;29:1–2.
 21. Albahiti MH. Knowledge and practices of decontamination during root canal treatment by dentists in Jeddah. *Saudi Dent J.* 2020;32(4):213–8.
 22. Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Estrela C, Pulikkotil SJ, Nagendrababu V. Machine-assisted Agitation Reduces Postoperative Pain during Root Canal Treatment: A Systematic Review and Meta-analysis from Randomized Clinical Trials. *J Endod.* 2019;45(4):387-393.e2.
 23. Bisag A, Manzini M, Simoncelli E, Stancampiano A, Tonini R, Gherardi M, et al. Cold atmospheric pressure plasma treatment to assist the restoration of the apical region of a root canal in endodontic procedures. *Clin Plasma Med.* 2020;19–20(May).
 24. Chogle S, Zuaitar M, Sarkis R, Saadoun M, Mecham A, Zhao Y. The Recommendation of Cone-beam Computed Tomography and Its Effect on Endodontic Diagnosis and Treatment Planning. *J Endod.* 2020;46(2):162–8.
 25. Madhu K. Nair, Mohamed I. Fayed EB. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Updates: Position paper of The American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology/ American Association of Endodontists. *Atmos Environ* [Internet]. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.04.011>
 26. Al-Salehi SK, Horner K. Impact of cone beam computed tomography (CBCT) on diagnostic thinking in endodontics of posterior teeth: A before- after study. *J Dent.* 2016;53:57–63.
 27. Kakavetsos VD, Markou ME, Tzanetakis GN. Assessment of Cone-beam Computed Tomographic Referral Reasons and the Impact of Cone-beam Computed Tomographic Evaluation on Decision Treatment Planning Procedure in Endodontics. *J Endod.* 2020;46(10):1414–9.

