



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

ESTUDIO DE LOS DIÁMETROS DE LAS LIMAS DEL
SISTEMA WAVE ONE GOLD Y PROTAPER NEXT CON SUS
RESPECTIVAS GUTAPERCHAS

Tesis presentada por:
KIMBERLY GIL BELTRÁN

En opción al Diploma de Especialización en:
ENDODONCIA

Directores:
DR. MARCO ANTONIO RAMÍREZ SALOMÓN
DRA. GLORIA YOLANDA CASTRO SALAZAR

Mérida, Yucatán, Julio 2020



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

ESTUDIO DE LOS DIÁMETROS DE LAS LIMAS DEL SISTEMA WAVE
ONE GOLD Y PROTAPER NEXT CON SUS RESPECTIVAS GUTAPERCHAS

Tesis presentada por:
KIMBERLY GIL BELTRÁN

En opción al Diploma de Especialización en:
ENDODONCIA

Directores:
DR. MARCO ANTONIO RAMÍREZ SALOMÓN
DRA. GLORIA YOLANDA CASTRO SALAZAR

Mérida, Yucatán, Julio 2020




Mérida, Yucatán, 1 de Julio de 2020

C. KIMBERLY GIL BELTRÁN


Con base en el dictamen emitido por sus Directores y revisores, le informo que la Tesis titulada **"Estudio de los diámetros de las limas del sistema wave one gold y protaper next con sus respectivas gutaperchas"**, presentada como cumplimiento a uno de los requisitos establecidos para optar al Diploma de la Especialización en Endodoncia, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.



Dr. José Rubén Herrera Atoche
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación




Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón
Director de Tesis


Dra. Gloria Yolanda Castro Salazar
Directora de Tesis


M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas
Revisor


Dra. María Eugenia López Villanueva
Revisora

Artículo 78 del reglamento interno de
la Facultad de Odontología de la
Universidad Autónoma de Yucatán

Aunque una tesis hubiera servido para el
examen profesional y hubiera sido
aprobada por el sínodo, solo su autor o
autores son responsables de las doctrinas en
ella emitidas.

Este trabajo fue realizado en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán, haciendo uso de sus instalaciones, material y equipos. Bajo la dirección del Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón. Esta tesis se origina del proyecto de investigación “Terapia endodóntica en dientes permanentes en diferentes estadios de formación radicular” registrado ante SISTPROY con la clave FODO-2017-0002.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón, Dra. Elma María Vega Lizama, Dra. María Eugenia López Villanueva y M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas, los cuatro fantásticos del Posgrado de Endodoncia de la Universidad Autónoma de Yucatán, por creer en mí, por todo lo enseñado estos dos años y por inspirarme a ser cada día mejor en lo que hago.

Quiero hacer un agradecimiento especial a mi director de tesis, el Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón, por hacerme de carácter fuerte con tanto bullying, gracias a usted no extrañe tanto el ambiente de mi hogar. Gracias por elegirme para formar parte de su posgrado, por creer en mí; le estoy agradecida. Lo quiero mucho.

A mis compañeros de posgrado, por formar una linda familia de doce, extrañare mucho todas esas platicas incómodas en el salón, recordare con amor todos los momentos que vivimos juntos, gracias por aguantarme en mis malos ratos. Los quiero mucho.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mi mamá, mis metas alcanzadas reflejan la dedicación y el amor que invertiste en mí. Gracias por tomar mis sueños y convertirlos en tuyos. Gracias a ti soy quien soy, eres mi mayor inspiración, te amo.

A mi hermana Estefany, por todo tu cariño y apoyo incondicional, gracias por ser siempre mi cómplice, por ser mi complemento perfecto.

A mis abuelos, Virgen y Pedro, por ser los pilares de la familia, gracias por todo ese amor infinito y estar presentes en mi vida.

A mi familia por ser un gran apoyo e influencia en mi vida, los amo y los admiro, gracias por todos esos boletos de sorteos comprados, por todas esas palabras de aliento, por todas las complacencias. En especial a mis tíos Ricardo, Rigoberto y Enrique, por ser esa figura paterna en mi vida. A mis tías Verónica, Cecilia y Mayra, porque después de mi mamá ustedes son un ejemplo de la mujer chingona que me gustaría llegar a ser.

ÍNDICE

RESUMEN	
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
JUSTIFICACIÓN	24
OBJETIVOS	25
MATERIAL Y MÉTODOS	26
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

TABLA DE VARIABLES	26
TABLA 1	29
TABLA 2	29
TABLA 3	31
TABLA 4	31
TABLA 5	31
TABLA 6	33

RESUMEN

Dentro de los objetivos principales del tratamiento endodóntico se considera minimizar la cantidad de bacterias y microorganismos patógenos presentes en el sistema de conductos radiculares. Esta eliminación se procura en conjunción de la instrumentación mecánica y limpieza química. Después de la limpieza y conformación, se debe proceder a la obturación de los conductos, esto se realiza con un material biocompatible, tratando de evitar espacios vacíos dentro del conducto. Desde los inicios de la endodoncia como especialidad, se observó la necesidad de estandarizar los calibres de las limas y de las gutaperchas, para tener un mejor control de los materiales endodónticos empleados en el tratamiento. Actualmente disponemos de varios sistemas de limas rotatorias que cuentan con su propio sistema de obturación, pero no hay disponibles suficientes investigaciones publicadas que demuestren la fiabilidad de estas estandarizaciones.

El objetivo de este estudio es establecer las diferencias entre diámetros de limas del sistema Wave One Gold y Protaper Next con sus respectivos conos de gutapercha. Se utilizaron 30 limas rotatorias de los calibres 25 y 35 del sistema Wave One Gold con sus conos de gutapercha de calibres 25 y 35, y los calibres 25 y 30 del sistema Protaper Next con sus conos de gutapercha de calibre 25 y 30. Se tomaron medidas con ayuda del microscopio estereoscópico Leica ® modelo EZ4E, Germany a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical. Se capturaron las medidas en Excel, se compararon las medidas y se realizó análisis estadístico. Se obtuvo como resultado que el promedio de los diámetros de cada lima con su respectivo cono de gutapercha, a todos los niveles, no coincidieron. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el promedio de los diámetros en cada medida. Se puede concluir que los promedios de los diámetros de las limas Wave One Gold y Protaper Next utilizadas en este estudio, así como sus conos de gutaperchas, demostraron tener diferencias significativas además de que no solo, no cumplieron con sus medidas establecidas, sino que la mayoría no respetó las tolerancias permitidas. Por lo tanto, se debe hacer énfasis en la práctica de ajustar manualmente las gutaperchas, previo a la obturación.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La limpieza y conformación de un conducto se realiza con la ayuda de instrumentos manuales llamados limas. Las limas endodónticas antiguamente eran fabricadas a mano por los clínicos, éstas les ayudaban a preparar biomecánicamente el conducto radicular lo mejor posible en esos tiempos, pero dadas las deficiencias que poseían estos instrumentos endodónticos fue bastante obvio la necesidad de evolucionar con nuevos instrumentos. Así fue como se introdujeron los sistemas rotatorios en el tratamiento endodóntico, dando muchas ventajas tanto para el paciente como para el clínico.

El endodoncista en su práctica clínica utiliza limas y gutaperchas calibradas, confiando en que el fabricante utiliza y cumple los estándares de ISO correspondientes, tratando de lograr una correcta obturación y sobre todo un óptimo sellado apical; pero realmente no hay muchos estudios que demuestren la fiabilidad de que se encuentran correctamente estandarizados, por ende, nos vemos en la necesidad clínicamente de adaptar las gutaperchas con calibradores cuando la ocasión lo amerita.

Entre el gigante mundo de sistemas de limas rotatorias endodónticas con los que contamos hoy en día, nos enfocaremos en los sistemas Wave One Gold (WOG) y Protaper Next (PN), ambos de la casa comercial Dentsply Maillefer, las cuales son elaboradas con níquel titanio, y cuentan con su propia línea de gutaperchas de obturación, prometiendo así una alineación en las dimensiones de la lima rotatoria a utilizar y del cono de gutapercha, logrando un óptimo sellado apical.

Entre sus características tenemos que el sistema rotatorio Wave One Gold es de aleación níquel titanio, cuenta con un tratamiento térmico posterior llamado Gold; el cual le confiere gran flexibilidad, presenta una sección de paralelogramo con aristas de 85°, es de conicidad variable, cuenta con sus propios conos de gutapercha, entre otros.

Mientras que las limas rotatorias de Protaper Next tienen varias similitudes con Wave One Gold, el sistema también es de aleación de níquel titanio, tiene conicidad

variable, cuenta con sus propios conos de gutaperchas y tiene una sección rectangular descentrada, eso por mencionar algunas características.

Este estudio intenta encontrar la posibilidad de discrepancias entre el diámetro de ambas limas con sus gutaperchas correspondientes según su sistema, y poder así confirmar si cumplen o no con las calibraciones que prometen. Se obtendrían las medidas de los diámetros de las limas mediante el análisis y medición con microscopio de 30 limas Wave One Gold de calibre 25 y 35, 30 limas Protaper Next de calibre 25 y 30, junto con 30 puntas de gutapercha del sistema Wave One Gold de calibres 25 y 35; y 30 puntas de gutapercha del sistema Protaper Next, de los calibres 25 y 30.

Por lo que se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Coincidirán los diámetros de las limas rotatorias Wave One Gold y Protaper Next con los de su cono gutapercha correspondiente?

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Salud oral significa mucho más que buenos dientes; está ligada estrechamente a la salud en general y es esencial para el bienestar humano. Esta implica la ausencia de dolor crónico oro-facial, oral y faríngeo, lesiones en tejidos orales, defectos de nacimiento como labio y paladar hendido, y otras que afectan los tejidos dentales, orales y craneofaciales (1).

La calidad de vida de una persona también está relacionada con su salud oral, ya que el complejo craneofacial nos permite muchas funciones básicas como lo son: hablar, sonreír, oler, probar, comer, besar, tocar, deglutir y llorar. Tener alguna enfermedad oral restringe a la persona de ciertas actividades de la vida diaria, además de tener un impacto psicoemocional negativo lo cual disminuye la calidad de vida (1)

1. ENDODONCIA

La endodoncia es rama de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y las patologías de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares, prevé y da tratamiento a las alteraciones pulpares y a las posibles repercusiones que estas puedan tener sobre los demás tejidos orales (2,3).

Ya una vez entendiendo esto, comprendemos que un tratamiento endodóntico se realiza cuando la pulpa dental así lo amerite, cuando el paciente acuda a nosotros con alguna patología pulpar, como pulpitis, necrosis pulpar, traumatismo dental e incluso tratamientos protésicos que comprometan la pulpa dental, lo más importante es poder diagnosticar claramente la patología, para poder tener un mejor pronóstico del tratamiento (4).

2. TEJIDO PULPAR

No podemos hablar de endodoncia sin comprender que es el tejido pulpar, la American Association of Endodontists (AAE) lo define como un tejido conectivo especializado altamente vascularizado e innervado, que se encuentra situado dentro del

diente rodeado de dentina, este tiene funciones tales como sensoriales y protectoras por mencionar algunas (3).

La dentina, esmalte y cemento ofrecen a la pulpa dental un soporte mecánico y de protección a diversos microorganismos presentes en la cavidad oral, por lo tanto, si alguno de estos pierde su integridad estructural, ya sea por caries, fracturas, fisuras y restauraciones mal ajustadas; la pulpa estará sometida a estímulos adversos negativos, como por ejemplo agentes patógenos, tales como microorganismos y toxinas. La respuesta pulpar ante estos estímulos irritantes es la inflamación, y de no ser atendida se puede desarrollar una necrosis pulpar (5).

La capacidad protectora se debe a que la pulpa cuenta con los componentes necesarios para el reconocimiento inicial y el procesamiento de antígenos y provocar así una reacción de defensa inmune. La pulpa también es un órgano sensorial, es decir, puede responder a estímulos; ya sean térmicos, deformación mecánica, o trauma, esto es importante ya que el registro de dolor, forma parte del mecanismo de defensa (5).

Los dientes con pulpas en estado normal, no presentan molestias de manera espontánea; aunque podría responder a pruebas complementarias de manera leve y transitoria. Radiográficamente no se observa reabsorción, caries extensa o exposición pulpar, estos dientes no ameritan la realización de algún tratamiento endodóntico (4).

La American Association of Endodontists intentó estandarizar la terminología de las clasificaciones de las enfermedades pulpares y periapicales en el año 2008. Implementando términos para describir presentaciones clínicas como; agudo y crónico, sintomático y asintomático, reversible e irreversible, no vital y necrótico, y apical, perirradicular y periapical (4).

El término pulpitis es definido por el glosario de la American Association of Endodontists, como un término clínico histológico que hace referencia a la inflamación de la pulpa dental humana, clínicamente se divide en reversible o irreversible e histológicamente se divide en agudo, crónico e hiperplásico (3).

La American Board of Endodontics (ABE) en 2007 propuso la siguiente terminología y clasificación de enfermedades pulpares:

- A) Pulpitis Reversible: cuando la pulpa esta inflamada y/o irritada, esta puede dar una respuesta de dolor o incomodidad al producirle un estímulo, el término reversible aplica en los casos en que la respuesta incómoda desaparece o se revierte rápidamente una vez retirado el estímulo (4).
- B) Pulpitis Irreversible: la afección pulpar evoluciona y crea una pulpitis irreversible, esta se divide en sintomática y asintomática, ambas tienen características muy específicas y diferentes entre sí. En la pulpitis irreversible sintomática, como su nombre lo indica, se mostrarán síntomas como dolor intermitente o espontáneo al estímulo frío especialmente, se podrán mostrar episodios de dolor prolongados e incluso estos episodios pueden seguir aún retirado el estímulo térmico (4).

La pulpitis irreversible asintomática indica que la pulpa inflamada vital es incapaz de reparar, esta no dará lugar a ningún síntoma, aunque clínicamente encontremos una caries extensa, que tenga ya contacto pulpar; de no tratarse estos casos pueden terminar en necrosis pulpar o incluso convertirse en una pulpitis irreversible sintomática y causar dolor intenso (3,4)

- C) Necrosis Pulpar: diagnóstico clínico referente a muerte pulpar, el diente no responderá a estímulos eléctricos ni térmicos, sin embargo, se puede tener respuesta ante el estímulo térmico caliente. El diente suele estar asintomático, pero se presentan síntomas cuando la enfermedad se extiende hasta los tejidos perirradiculares. Esta afección puede ser parcial o completa, esto significa que en un diente multirradicular puede estar afectada solo una o varias raíces, por esta razón el diente puede responder y dar síntomas confusos, incluso el diente puede mostrar síntomas de pulpitis irreversible (3,4)

3. TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES

El cuerpo humano es capaz de eliminar infecciones oportunistas, gracias al sistema de defensa del huésped, a veces ayudado por una terapia antibiótica. En lo que se refiere

a la eliminación de infecciones endodónticas, ésta es diferente a la mayoría de los sitios del cuerpo humano. Las medidas del huésped que son suficientes para eliminar los organismos infecciosos, en otros sitios no son suficientes para la eliminación completa de las infecciones endodónticas, principalmente debido a la anatomía y fisiología especiales del diente y el conducto radicular (6).

Cuando un paciente acuda a una consulta endodóntica, ya sea que cuente con un diagnóstico previo o nosotros debamos emitir un diagnóstico, se debe explicar al paciente en que consiste el tratamiento a realizar, los riesgos y las indicaciones postoperatorias. El tratamiento de conductos radiculares, consiste en extirpar la pulpa dental afectada o enferma en su totalidad, este tratamiento es de duración variada se puede realizar en una cita o varias citas, dependiendo del caso a tratar (4).

El procedimiento implica el uso de un tratamiento químico y mecánico, biocompatible del sistema de conductos radicular, para promover la curación y reparación de los tejidos radiculares. Una vez ya aplicada la anestesia local y colocar dique de hule para un aislamiento absoluto, se realiza un acceso apropiado, el cual es determinado por el tamaño y forma de la cámara pulpar y de la entrada de conductos, así como también la posición del diente en la arcada. Una vez dentro de la cámara pulpar se procede a eliminar todo el tejido pulpar, con ayuda de instrumentos endodónticos llamados limas y en conjunto con soluciones irrigadoras se procede a dar limpieza química mecánica de los conductos; los conductos son ensanchados y conformados para su futura obturación con materiales biocompatibles no reabsorbibles para prevenir una futura contaminación (en caso de no ser terminada en una cita se debe colocar medicación intraconducto), y por último se debe colocar una restauración permanente que selle coronalmente el tratamiento (4,6,7).

El debridamiento del sistema de conductos por la instrumentación e irrigación es considerado el factor más importante en la prevención y tratamiento en las enfermedades endodónticas. En la práctica clínica, la instrumentación de los conductos del diente a tratar es el elemento que demanda más tiempo, en la duración del tratamiento. El éxito del tratamiento será juzgado por la radiografía postoperatoria y se basa en la instrumentación (6).

Como principios endodónticos básicos de un tratamiento exitoso de conductos, tenemos a la instrumentación mecánica e irrigación. Investigaciones han demostrado que la instrumentación manual, reduce en gran parte el número de microorganismos remanentes en el sistema de conductos radiculares, aun sin emplear soluciones irrigantes o medicaciones intraconducto. Si se combinan la instrumentación mecánica e irrigación (químico-mecánico), los microorganismos en el conducto se reducen a una mayor escala, que va de cien a mil veces menos microorganismos (8).

El objetivo más importante del tratamiento de conductos es minimizar el número de microorganismos y debris patológico en el sistema de conductos radiculares, para prevenir o tratar la periodontitis apical. Este proceso de debridamiento quimiomecánico, se ha descrito como la remoción de todos los contenidos del sistema antes y durante la instrumentación (8).

4. INSTRUMENTACIÓN

A lo largo de los años, se han adjudicado muchas maneras para la preparación mecánica ideal del sistema de conductos radiculares, basándose en gran parte en la filosofía de obturación. La literatura nos muestra que los conductos radiculares deben ser lo suficientemente ensanchados para remover el debris y permitir una buena irrigación al tercio apical. Las técnicas actuales de preparación junto con desinfectantes o medicamentos pueden alterar el ambiente microbiano de los conductos (8,9).

La instrumentación de la región apical, se ha considerado un componente esencial en el proceso de limpieza y conformación del conducto. Algunos autores concluyeron que los últimos milímetros cerca de la zona del foramen apical son críticos en el proceso de instrumentación (8).

La constricción apical es adjudicada como la parte terminal de la instrumentación y obturación. Es en teoría la parte más estrecha del conducto, donde la pulpa y el tejido periodontal empiezan. Ricucci y Langeland mostraron que la instrumentación y obturación a nivel de la constricción apical, da un mejor pronóstico del tratamiento. Un pronóstico reservado del tratamiento se observa cuando el material de obturación se extiende más allá de la constricción apical (8).

5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Regresando al pasado, encontramos que los instrumentos endodónticos solo eran utilizados para remover el tejido pulpar, de los conductos radiculares, para que posteriormente el conducto, sin obturar, fuera utilizado para una restauración con poste. Antes los instrumentos eran usualmente hechos a mano, Fauchard en 1746 describió instrumentos endodónticos elaborados con alambre de piano, templado, cortado en longitudes adecuadas y montado en asas (10).

Posteriormente en 1838, Edwin Maynard, de Washington D.C., usó resortes de reloj como brochas de conducto radicular. Mientras que en 1852 Robert Arthur de Baltimore describió la elaboración de “brochas de púas” conocidos como tiranervios para la remoción de tejido pulpar de los conductos radiculares. La literatura de finales de 1800 y principios de 1900 muestra que los instrumentos desarrollados, se usaron principalmente para limpiar conductos de debris y rara vez se usaron para agrandar y suavizar los conductos radiculares para su obturación (10).

Los instrumentos eran elaborados a mano por los mismos dentistas, hasta que en 1875 manufactureros dentales empezaron a suplir los instrumentos endodónticos. En 1911, la Teoría de la infección focal de Hunter eclipsó temporalmente, los postes con coronas y la terapia radicular de la práctica respetable de los dentistas, esto condujo a la comprensión de la importante relación entre la morfología pulpar, la instrumentación correcta y la necesidad de un sellado apical adecuado (10).

La instrumentación mecánica ideal basada en la filosofía de obturación, conllevó a muchos puntos de vista diferentes. En 1932, Jasper recomendó una reducción gradual del conducto para la colocación de puntas de plata, ya que creía que las puntas de gutapercha, podrían fácilmente extruirse fuera del conducto radicular, años más tarde, en los 50s, Berg rechazó las preparaciones de gran calibre y abogó por las de una calibración menor (8,11).

En 1956, se describió una técnica de instrumentación que crea conductos cónicos redondos con una abertura mínima en el ápice por Seidler. Después Schilder describió su proceso de instrumentación, para la preparación ideal para una obturación

termoplastificada, él creía que el conducto debería tener un diámetro mayor, en la porción coronal con una reducción gradual hacia la constricción apical. Este diámetro mayor era necesario para utilizar su técnica de obturación vertical (8).

Buchanan abogó por instrumentar el conducto de tal manera que éste quedara mínimamente cónico, de esta manera se evitaba la instrumentación apical agresiva. Él creía que de conformar el conducto así, al momento de la obturación, el cono de gutapercha se desplazaría apicalmente, creando así un sellado; incluso que esto podría reducir el riesgo de la extrusión apical de material de obturación (8).

Sin embargo, estas solo eran opiniones de cada autor, ya que no se respaldaron por investigaciones experimentales. Estas técnicas de instrumentación se diseñaron y enfocaron, más en la fase de obturación del sistema de conductos radicular y no en un debridamiento químico-mecánico adecuado de los conductos radiculares infectados (8).

La gutapercha fue introducida como una curiosidad exótica en Reino Unido, antes de su uso exclusivo dental, ésta fue utilizada para diversos fines como fabricación de corcho, hilos, revestimientos para barcos, carpas, paraguas e incluso llegó a reemplazar al papel. También durante el siglo diecinueve se utilizó para aislar los cables telegráficos, ya que este material era inalterable en presencia de agua fría, especialmente de la salada. En la actualidad la gutapercha no se utiliza para ninguno de estos propósitos, ya que se probó que la vulcanización del caucho natural, es mucho mejor que la vulcanización de la gutapercha (12).

5.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE ESTADARIZACIÓN EN LA ENDODONCIA

La primera referencia de “instrumentos estandarizados y conos de oro” ocurre en 1930, cuando Grove diseñó unos instrumentos para preparar el conducto a un tamaño y conicidad definidos. Él utilizó conos de oro de la misma medida para obturar el conducto radicular. Años más tarde en 1933, Jasper introduciría los conos de plata al dar a conocer las limitaciones del oro (10).

Sin embargo, no había un sistema uniforme de medición en tamaño y conicidad. Los instrumentos variaban mucho en su diámetro y conicidad, incluso los que eran producidos por el mismo fabricante y no había correlación entre los instrumentos producidos por diferentes fabricantes. Además solo había relación en el tamaño y conicidad de manera accidental entre los instrumentos y los materiales de obturación (10).

Mientras los endodoncistas le atribuían el éxito del tratamiento a la calidad de los instrumentos manuales, fue John Ingle quien en 1955 formuló los requerimientos para los instrumentos manuales ideales. Gracias a su estudio, sugirió que los instrumentos y materiales de obturación empleados en endodoncia, deberían estandarizarse de manera que un cono de gutapercha, tenga las mismas medidas que el último instrumento utilizado para la conformación del conducto, así las paredes del conducto y el cono de gutapercha, tendrían una proximidad más estrecha (10,13,14).

En 1958 en la Segunda Conferencia Internacional de Endodoncia se aprobó una fórmula, sugerida por Ingle y Le Vine, para la estandarización de los instrumentos endodónticos y los materiales de obturación. Estas sugerencias fueron avaladas en 1962 por la American Association of Endodontists (10).

Dado que se reportó una falta de estandarización de los instrumentos endodónticos así como también de los conos de gutapercha, en 1975 la International Organization for Standardization (ISO) creó la especificación 3630-1 para instrumentos endodónticos, el cual actualizó su última versión en 2008 (15).

Posteriormente en enero de 1976 la Asociación Dental Americana publica la especificación No.28 de limas endodónticas y escariadores, esta especificación solo es para instrumentos endodónticos de uso manual, utilizados en la práctica clínica; además de establecer requisitos para el diámetro, longitud, resistencia a la fractura, rigidez y resistencia a la corrosión (16).

Casi 20 años después, se tomaron cartas en el asunto en cuestión de la estandarización de los conos de obturación. Existen dos normas actuales de estandarización para los conos de obturación, la ISO 6877, publicada en 1995, y la especificación No.78 por la ANSI/ADA, publicada en el 2000 (15).

5.1.1 NORMAS DE ESTANDARIZACIÓN

La International Standards Organization (ISO) es una institución no gubernamental la cual tiene como objetivo principal el desarrollo de estándares internacionales, la TC106 Odontología, es la encargada de la estandarización de términos, pruebas y especificaciones para materiales e instrumentos dentales, accesorios y equipo dental (3).

La especificación No.28 de la Asociación Dental Americana, regula las especificaciones de limas endodónticas y escariadores, tiene entre sus indicaciones más importantes, la tolerancia de los diámetros de las limas y escariadores endodónticos, esta se especifica como una tolerancia de ± 0.02 milímetros para todos los diámetros. En cuestión de conicidad de las limas endodónticas, especifica que la sección de corte en espiral de la lima o fresa debe ser de 0.02 mm por milímetro de longitud del eje, esto significa que un instrumento de calibre ISO 25 sigue cumpliendo la norma si su medida varía de 23-27 en la punta (16).

La norma ISO 3630-1 proporciona requisitos específicos para diversos instrumentos de endodoncia como lo son ensanchadores, compactadores, instrumentos auxiliares, instrumentos de modelado y limpieza, puntas ultrasónicas e incluso también su sistema de codificación numérica. Esta norma nos define como instrumento endodóntico estandarizado, aquel que tiene una conicidad uniforme de 0.02 mm por milímetro de longitud de la parte de trabajo (la sección del instrumento que tendrá una superficie cortante) en todo el rango de tamaños disponibles (17).

En la norma ISO 6877 proporciona requisitos específicos para los conos de obturación con gutapercha, se especifica que los conos en base de polímeros deben tener un color y composición uniformes en toda su longitud, debe tener una superficie lisa sin grietas y libre de materiales extraños, a menos que el fabricante indique lo contrario; la longitud total no debe ser inferior a 28 milímetros (17).

Si se indica otra medida de longitud, los conos de obturación deben estar dentro de una tolerancia de ± 2 milímetros de la longitud indicada. En cuestión de las tolerancias en las medidas de los diámetros tenemos una tolerancia de ± 0.05 milímetros en la

medida del diámetro de los conos de gutapercha en los calibres que van de 10 a 25, y una tolerancia de +/- 0.07 milímetros para los conos que van de los calibres 30 a 140. Se especifica que el cono de gutapercha tiene que tener una conicidad uniforme mínimo de 16 milímetros a la punta. Las medidas de los conos de obturación especificadas en el ISO 6877 deben estar alineadas con las medidas correspondientes para los instrumentos endodónticos especificados en la norma ISO 3630 (14,17).

6. INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS

El clínico que lleva a cabo el tratamiento de conductos, asume que el diseño y las propiedades de los instrumentos le ayudarán a llegar a los objetivos, de una correcta limpieza y conformación del sistema de conductos radicular. Las características físicas de estos instrumentos son importantes y uno de los factores principales de lograr estos objetivos es la habilidad de corte de estos instrumentos (18).

Green en 1957, enlistó las cualidades que los clínicos buscan en los instrumentos endodónticos como, por ejemplo que deben de tener un balance adecuado entre flexibilidad y rigidez, deben ser resistentes a la fractura, sus bordes cortantes deben de ser afilados, el instrumento debe ser libre de imperfecciones de fabricación, la reducción del instrumento de un calibre al próximo debe ser uniforme, el aumento de tamaño del instrumento de un calibre al siguiente debe ser gradual, la anchura de la porción cortante de los instrumentos debe poseer una uniformidad, por mencionar algunas cualidades (19).

Se le denominó lima a los instrumentos metálicos de acción manual que nos ayudan en la conformación y limpieza de los conductos, ensanchando paredes del conducto radicular con movimientos de inserción y retirada en un sentido incisal/oclusal hacia apical (4).

La American Association of Endodontists define como lima a un instrumento de metal cónico y puntiagudo con bordes cortantes, utilizado para ensanchar los conductos radiculares mediante movimientos de rotación o limado; que se clasifica según su método de acción, aleación metálica, cortes transversales, conicidad, diseño de la punta y longitud de su aflautado (3).

Una de las funciones más importantes de un instrumento endodóntico adecuado es ser altamente efectivo en eliminar el debris dentinario producido por la instrumentación, además de ser controlable. Las limas endodónticas son utilizadas no solo para explorar los conductos radiculares, si no para posterior a esta exploración conformar el conducto radicular al calibre óptimo necesario (20).

Por muchos años se realizaron algunos cambios a los diseños de las limas, de cualquier manera, se introdujeron diversas innovaciones en el diseño de éstas. Tradicionalmente, las limas se hacían con un corte transversal cuadrado, el cual limitaba su flexibilidad. Hoy en día se cuenta con una gran variedad de cortes transversales, diferentes conicidades, aleaciones metálicas, tratamientos térmicos, por mencionar algunos; que le confieren a la lima más cualidades que ayuden a la buena conformación de los conductos (21).

Antiguamente las limas se fabricaban de acero carbono, para posteriormente ser mejoradas utilizando acero inoxidable; y recientemente se introdujo el níquel titanio (NiTi). La evolución de los instrumentos endodónticos fue tal, que se introdujeron las limas rotatorias, las cuales son accionadas gracias a un motor. Estas se han utilizado por más de un siglo, empezando primero con limas rotatorias de acero inoxidable (4).

El principal problema de los instrumentos rotatorios de acero inoxidable, fue la transportación del foramen apical y la fractura del instrumento, fue así como se vio la necesidad de emplear otro tipo de metal, por lo que en los años noventa se introdujo el níquel titanio en la elaboración de instrumentos rotatorios (4).

6.1 INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS DE NÍQUEL TITANIO

El desarrollo de instrumentos rotatorios de níquel titanio, dio como resultado una mejora y facilitación en la limpieza, así como también en la calidad de la preparación apical de los conductos radiculares, obteniendo una desinfección más efectiva y una adecuada obturación de los mismos. Son de gran popularidad debido a su aparente facilidad de uso y reducción del número de instrumentos que se deben emplear para completar un tratamiento endodóntico, por lo tanto, promete una reducción en el tiempo de trabajo. Actualmente se cuenta con una amplia variedad de sistemas rotatorios, los

cuales difieren enormemente en cuestiones de diseños, aleaciones metálicas y movimiento de corte (4,8,15,22).

La aleación de Níquel-Titanio (NiTi), se desarrolló por Naval Ordnance Laboratory en Estados Unidos de América. Se le llamo Nitinol, un acrónimo para níquel (ni), titanio (ti) y Naval Ordnance Laboratory (nol). Los instrumentos endodónticos de NiTi contienen aproximadamente 56% de níquel y 44% de titanio resultando cerca de una relación atómica uno a uno. Esta relación atómica en la aleación de Niti existen en dos estructuras cristalinas dependientes de las temperaturas llamadas austenita y martensita, las cuales poseen características de super elasticidad y memoria de forma (23).

Se ha reportado que los instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio (NiTi) poseen de dos a tres veces la flexibilidad elástica de las limas de acero inoxidable, así como también una resistencia mayor a la fractura en torsión, en sentido horario y antihorario. Si bien las aleaciones de níquel titanio ofrecen ciertas ventajas, éstas también cuentan con ciertas desventajas, tal como la alta incidencia de fracturas por fatiga cíclica, relacionados con conductos con curvas altamente pronunciadas y/o estrechos. Los sistemas rotatorios de lima única con movimientos reciprocantes son recomendados para prevenir estas fracturas (23–25).

Las aleaciones de níquel titanio poseen varias ventajas como lo son la resistencia a la corrosión, memoria de forma y ser biocompatibles, además de como ya se mencionó poseer propiedades super elásticas. El tener super elasticidad y memoria de forma, significa que, al aplicarles alguna fuerza al instrumento de esta aleación, éste tiende a volver a su forma original una vez eliminado el estímulo. El acero inoxidable por el contrario, ante esta clase de estímulos tiende a deformarse permanentemente. Pero eso no determina que el acero inoxidable sea una mala aleación metálica, ya que, estos también poseen ventajas. Estudios realizados por Haïkel *et al*, determinaron que la efectividad de corte de los instrumentos hechos de aleación de níquel titanio era inferior que la efectividad de corte que poseen los instrumentos de acero inoxidable (26).

Una conformación del conducto con agrandamiento de forma gradual desde apical hasta el tercio coronal, que se mantenga el conducto con su forma original, es muy

importante; se podría decir que de cierta manera es un éxito del tratamiento. La utilización de limas endodónticas de níquel titanio, debido a las propiedades super flexibles que tienen, minimizan el riesgo de formación de escalones, perforaciones y transportaciones; especialmente en conductos considerados de difícil anatomía. El uso de limas de esta aleación metálica ayuda a lograr el objetivo de mantener la forma de conducto original (25).

Los instrumentos endodónticos de NiTi convencional tienen que ser cortados en lugar de torcidos. El proceso de cortado puede crear defectos en la superficie, los cuales pueden tener efectos negativos en la resistencia a la fractura, la eficacia en el corte y la resistencia a la corrosión (23).

En los últimos años, se han desarrollado varios procedimientos para las aleaciones de NiTi mejorando sus propiedades mecánicas. Además de tratamientos térmicos y mecánicos específicos, los fabricantes introdujeron varios procedimientos de mecanizado, así como también técnicas para su acabado final. Las aleaciones de NiTi usadas para instrumentos endodónticos pueden subdividirse en instrumentos que principalmente tienen una fase austenita y aquellos que principalmente tienen una fase martensítica (23).

Se ha reportado que las aleaciones de NiTi tratadas termo mecánicamente son más flexibles y poseen mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el NiTi convencional. Estas propiedades mejoradas pueden ser atribuidas a una composición de fase modificada que contiene cantidades variables de martensita. Los instrumentos endodónticos hechos con aleaciones austeníticas poseen propiedades, super elásticas debido a la transformación de martensita inducida por el estrés y en consecuencia, tienden a recuperar su forma original después de la deformación. Los instrumentos martensíticos, por el contrario, pueden deformarse fácilmente debido a la reorientación de las variantes de martensita y muestran un efecto de memoria de forma cuando se calientan (23).

El electro pulido es un proceso de acabado de superficie final, establecido para piezas de metal que permite un control electroquímico, de remoción de la superficie del material, dejando una superficie más lisa y un incremento de brillo. Este proceso se utiliza para remover las irregularidades de la superficie, grietas y tensiones residuales causadas

por el proceso de cortado anterior. Esto supone aumenta la resistencia a la fractura, eficacia de corte y resistencia a la corrosión (23).

Ahora hay sistemas disponibles de NiTi con tratamiento térmico, principalmente los llamados Gold y Blue. Dos de ellos se usan de forma rotativa, y dos de ellos se usan en un movimiento alternativo. Estos instrumentos también exhiben un efecto de memoria controlada y pueden deformarse. Para los instrumentos con tratamiento térmico Gold, una capa superficial también puede ser responsable del color distintivo. Todas las limas con tratamiento térmico, ya sea Gold y Blue demostraron una mejora en la flexibilidad y fatiga a la resistencia comparadas con las de NiTi convencional y esto es atribuido a su estado martensítico (23).

7. OBTURACIÓN DE CONDUCTOS

Después de la conformación y desinfección de los conductos radiculares, el objetivo de la obturación, es sustituir con un material inerte el espacio ocupado previamente por el tejido pulpar dañado y crear un sellado suficiente para prevenir la reinfección. Esto se logra mejor cuando las limas y los conos de gutapercha son elaborados bajo el mismo estándar (15,27).

7.1 OBJETIVOS DE LA OBTURACIÓN DE CONDUCTOS

La obturación de los conductos radiculares tiene como ideal establecer un sellado hermético de los conductos, con el propósito de protección de los tejidos contra agentes patógenos. El sellado hermético es realmente imposible de lograr, pero la idea es acercarnos lo más posible a este. La obturación permanente de los conductos radiculares es necesaria para eliminar todas las posibles vías de entrada, entre el periodonto y el conducto, previniendo filtraciones coronales de microorganismos que puedan proliferar en los espacios vacíos del sistema de conductos, así como también percolación de fluidos perirradiculares dentro de los conductos que puedan resultar beneficiosos para algunos microorganismos. Un sellado adecuado de estas vías, podría prometer un mejor pronóstico al diente. Incluso se ha sugerido que la obturación puede sepultar las bacterias residuales en el sistema de conductos radiculares, para que no puedan proliferar e interactuar con los

tejidos periapicales, lo que si sucede puede comprometer al éxito del tratamiento (22,27,28).

7.2 TÉCNICAS DE OBTURACIÓN

En la literatura podemos encontrar varios métodos de obturación, que van desde rellenos solo de cemento, pasando por cemento con conos individuales de material rígido o semirrígido, hasta la compactación en frío del material del núcleo y finalmente, la compactación en caliente de material con cemento sellador (29).

Se han desarrollado muchas técnicas de obturación con la esperanza de alcanzar una obturación total tridimensional completa del sistema de conductos radicular. La mayoría de ellas, usan un núcleo sólido y una sustancia cementosa, o un material plástico que pueda adaptarse lo más posible a las paredes del conducto (30).

En la actualidad, la gutapercha es el material núcleo de obturación más utilizado, entre las técnicas de obturación más empleadas, encontramos la condensación lateral y la condensación vertical. La técnica de condensación lateral, consiste en la selección de un cono maestro de gutapercha que se aproxime lo más posible a la forma y longitud del conducto radicular, es importante confirmar esto con la ayuda de una radiografía. Una vez ya elegido el cono maestro, éste es embebido en un cemento sellador y colocado posteriormente dentro del conducto radicular, con ayuda de un condensador se realiza una presión lateral del cono; esto para abrir espacios para la colocación de conos de gutapercha accesorios y lograr un acercamiento estrecho a presión entre cono y cono, se colocarán todos los conos de gutapercha que sean necesarios para obtener la densidad de obturación deseada. Una de las ventajas de la condensación lateral, es que se tiene un mejor control de la gutapercha al momento de la introducción al conducto radicular. Sin embargo, ésta ofrece la desventaja de poca homogeneidad y se debe confiar en el cemento sellador para llenar los posibles espacios vacíos entre los conos accesorios y el principal (30,31)

La técnica descrita por Schilder como condensación vertical, al contrario de la lateral ofrece una obturación más homogénea y dimensionalmente estable en la porción apical del conducto, esta técnica puede ofrecer la posibilidad de lograr la obturación de foraminas y conductos accesorios; pero entre sus desventajas encontramos que demanda

mucho más tiempo de trabajo y puede producir fracturas radiculares, ya que se pueden emplear demasiada fuerza al momento de condensar (31).

Las obturaciones con cono único se popularizaron en la década de los 60s con el desarrollo de instrumentos de endodoncia y material de obturación estandarizado, bajo las normas ISO 6877. Después de la conformación del conducto radicular a 2 milímetros de apical, un cono único de gutapercha, punta de plata, punta de plata seccionada, punta de titanio, se selecciona que ajuste bien. El cono se cementa con teóricamente una capa delgada y uniforme de cemento sellador tradicional, al menos en la parte apical del conducto (14,29).

7.3 CEMENTO SELLADOR

Los cementos selladores deben estar en combinación con el material núcleo, para una buena obturación con un pronóstico favorecedor. La función principal del cemento sellador, es llenar los espacios entre la gutapercha y las paredes del conducto y en condensación lateral fría de gutapercha entre los conos accesorios y el cono principal, sella además las irregularidades de la compleja anatomía del sistema de conductos; como lo son conductos laterales, también sirve de una especie de lubricante ayudando a colocar al material núcleo, y por último también confiere propiedades antibacteriales. Por lo tanto, el cemento sellador juega un rol importante en el sellado del conducto radicular; sin utilizar cemento sellador, hay posibilidad de filtración. Idealmente, las paredes del conducto radicular deben estar completamente cubiertas con sellador, después de la obturación. Muchas técnicas se han utilizado para colocar el cemento sellador en los conductos radiculares, entre ellas incluye, utilizar limas, conos de gutapercha, puntas de papel, léntulos o limas de ultrasonido. Se ha descubierto que los métodos ultrasónicos y el uso de léntulo producen un mayor grado de cobertura del sellador (28,32).

Grossman en 1958, enlistó las propiedades ideales de los cementos selladores en las que encontramos las siguientes, el cemento sellador debe adherirse a las paredes del conducto, debe sellar el conducto de manera hermética, un ideal muy difícil si no imposible de lograr, no debe ser tóxico para los tejidos periapicales en caso de que el material llegara a sufrir alguna extrusión del conducto, debe tener estabilidad dimensional,

que el volumen del cemento sellador no debe cambiar al momento de la colocación dentro del conducto, el tiempo de trabajo debe ser el adecuado para que el clínico pueda colocar el material de obturación dentro del conducto antes de que empiece a fraguar, el cemento no debe provocar la pigmentación de las estructuras dentinarias, se desea que el material posea algún tipo de efecto antimicrobiano o antibacteriano, por mencionar algunas (33).

7.4 MATERIAL NÚCLEO DE OBTURACIÓN

En cuestión de un material núcleo de obturación, se han utilizado diferentes tipos, esto siempre de la mano con un cemento sellador; el núcleo más común y popular para obturación en la actualidad es la gutapercha. Es importante reconocer que no todos los materiales utilizados como núcleos, otorgan al sistema de conductos radicular un sellado hermético; todos los materiales permiten cierto grado de filtración (4).

Grossman también describió y enlistó una serie de especificaciones y requerimientos para el material de obturación ideal, en los que podemos encontrar que el material debe tener una facilidad para ser introducido al conducto radicular, debe crear un sellado tanto en apical como también un sellado lateral, el material no se debe de encoger una vez ya introducido dentro del conducto, debe ser impermeable, debe tener alguna propiedad antibacterial o al menos poder reducir el crecimiento bacteriano dentro de un conducto, debe ser radioopaco, no debe producir pigmentaciones al diente, no debe ser irritante para los tejidos perirradiculares o nocivo para la estructura dental, debe ser estéril, debe poder removerse fácilmente en caso de ser necesario realizar algún retratamiento (27).

7.4.1 CONOS DE PLATA

Jasper fue quien introdujo el uso de los conos de plata años atrás, como material núcleo de obturación radicular, el creía que eran más fáciles de introducir al conducto y que su tasa de éxito era similar a la gutapercha. Los conos de plata son dimensionalmente estables, al ser semi rígidos si proporcionaban una facilidad para ser colocados dentro del conducto y llegar hasta el ápice, proporcionando un sellado casi hermético al conducto radicular. Como en el caso de la gutapercha, los conos de plata tienen una variedad de tamaños estandarizados disponibles, con la finalidad de ajustarse a las limas utilizadas

para la conformación. Se esperaba que el cono se deslice sin dificultad en los tercios coronal y medio, para unirse solo en la porción apical; este objetivo era logrado la mayoría de las veces gracias a su forma y rigidez. Una de sus grandes desventajas, es que por su misma rigidez no pueden adaptarse bien a las irregularidades del conducto, permitiendo así filtraciones. Estas mismas filtraciones en contacto con los conos de plata pueden derivar en corrosiones del material núcleo, estos problemas, así como también disolución de cemento sellador, daño potencial a los tejidos periapicales; nos han hecho dejar atrás el uso de este material de obturación. Además de ser un material de difícil remoción a la hora de realizar retratamientos. Hoy en día se considera el uso de este material por debajo del estándar de calidad en atención dental (4,30,33,34).

Una forma de alambre de sutura de acero inoxidable fue probada en el pasado, como sustituto de los conos de plata, se consideraba que por su rigidez este material era superior, pero al igual que los conos de plata, su gran desventaja fue que no era fácil de remover una vez ya cementado, así que hacía que los retratamientos fueran todo un desafío para el clínico (33).

7.4.2 GUTAPERCHA

Por más de 100 años, la gutapercha ha sido utilizada como material núcleo en la obturación de conductos, introducida por Bowman, ésta se acerca bastante a los criterios de Grossman como un material ideal para la obturación de conductos radiculares y hace que sea el material más popular de uso endodóntico. En un comienzo los conos de gutapercha también eran elaborados a mano y no podían producir con medidas específicas. Para proporcionarles cierta rigidez, los conos se enrollaban en un extremo para dejarlo grueso. Las desventajas de estas técnicas de elaboración antiguas, era que posiblemente el cono no alcanzara su longitud correcta, hasta el ápice del conducto, ya que podría atorarse mucho antes en tercio medio atrapado por las paredes del conducto. La gutapercha pura es rígida a temperatura normal, se vuelve flexible a 25-30 °C, se suaviza a los 60 °C y se derrite a los 100 °C con descomposición parcial. Es un hidrocarburo y es soluble a diferentes soluciones como lo son el cloroformo, eucalipto, benceno, xileno y disulfuro de carbono. Puede sufrir una oxidación degradativa al contacto con el aire y la luz, dando así como resultado una gutapercha frágil (33–35).

En la composición química de este material, encontramos que se compone de 18.9% - 21.8% de gutapercha, 59.1% - 75.3% de óxido de zinc, 1.5% - 17.3% de sustancias radioopacas y 1.0% - 4.1% de plastificadores. Se ha intentado añadirle otros materiales, con la esperanza de volver a la gutapercha antimicrobiana, se le han agregado materiales como yodoformo, pero no se ha demostrado la eficiencia clínica de la adición de estos materiales (4,35).

La plasticidad de la gutapercha a una temperatura relativamente baja, le dio un uso más adecuado en situaciones donde la calidad es demandada, tal es el caso en odontología. Este material es originario de los árboles de la familia *Sapotaceae* y se deriva principalmente de *Palaquium Gutta* (12).

Se trata del caucho (isómero trans del poliisopreno), éste existe en dos formas cristalinas la alfa y beta (α y β). Los conos de gutapercha son elaborados y comercializados en su fase β sin calentar, pero al aplicarle calor este cambia a su fase α , convirtiéndose así en un material flexible y pegajoso que puede fluir fácilmente al aplicarse presión. El inconveniente de esta fase es que al fraguar el material tiende a encogerse (4,28).

La gutapercha como material núcleo de obturación ofrece muchas ventajas sobre otros materiales dentales, uno de ellos es su intervalo de fusión. Esta propiedad termoplástica, permite al clínico calentar la gutapercha y compactarla entre las irregularidades del sistema de conductos, obteniendo una adaptación con las paredes del conducto. Pero como todo material, este tiene algunas desventajas como su poca capacidad de adhesión a la dentina y en la modalidad de gutapercha caliente esta tiende a encogerse al momento enfriarse (4,36).

El amplio uso de los instrumentos rotatorios de NiTi trajo como consecuencia que se empezara a ofrecer por parte de las casas comerciales, gutapercha que correspondiera con los diámetros y conicidad de los instrumentos. Se afirma que estos conos de gutapercha corresponderán a la conicidad y diámetro de los conductos preparados con instrumentos rotatorios de NiTi, se presume que la obturación con estos conos únicos proporciona una obturación tridimensional en menor tiempo, comparado con las otras técnicas de obturación y asegura un alto volumen de gutapercha en el conducto radicular.

Especialmente este aspecto es de relevancia clínica porque la gutapercha es dimensionalmente estable y por lo tanto, se debe medir una cantidad máxima de gutapercha en el conducto, mientras que la cantidad de sellador debe mantenerse al mínimo (37).

8. PRONÓSTICO DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

Una correcta eliminación de los microorganismos presentes en los conductos radiculares infectados, puede otorgarnos un pronóstico favorable del resultado de nuestro tratamiento endodóntico. El enfoque del tratamiento debe dirigirse a la correcta desinfección de los conductos a través de la instrumentación e irrigación, una buena preparación biomecánica y una óptima obturación de los conductos radiculares. Es importante la colocación de una restauración permanente apropiada, esto nos ayuda a preservar la estructura dental restante (38).

Algunos estudios realizados sobre pronósticos de tratamiento, han mostrado la existencia de una amplia gama de factores que pueden influir tanto negativamente como positivamente en el resultado de un tratamiento, como los son el diagnóstico pulpar y periapical, presencia o no de infección dentro de los conductos, calidad de obturación, si se presentaron o no accidentes iatrogénicos y la presencia de una restauración final de calidad. Se ha revelado mediante un estudio reciente que la influencia del diagnóstico periapical preoperatorio parece ser el factor más importante en el pronóstico del tratamiento (38).

La anatomía interna de los órganos dentarios, que usualmente puede presentar irregularidades como istmos, conductos laterales, aletas, entre otros; representa todo un reto para el clínico ya que resulta casi imposible acceder a estos lugares para lograr una adecuada desinfección, preparación y obturación. La imposibilidad de lograr una obturación y sellado adecuado de estos espacios anatómicos, puede ser perjudicial para el resultado de nuestro tratamiento. Una obturación de conductos deficiente está asociada estrechamente al fracaso endodóntico (39).

Schilder consideró importante hacer la distinción entre sobreobturación y subobturación, así como también entre sobreextensión y subextensión. Estos dos últimos

términos, hacen referencia a la dimensión vertical de la obturación radicular, ya sea más allá o por debajo del ápice. El término subobturado se les atribuye a órganos dentarios cuyo sistema de conductos ha sido obturado de manera deficiente en cualquier dimensión, esto puede influir negativamente en el pronóstico del tratamiento, ya que puede implicar la presencia de reservorios de microorganismos, que permitan la reinfección y/o contaminación. Caso contrario con un diente que presente una sobreobturación, este órgano dentario ha sido obturado en tres dimensiones, donde puede existir la extrusión de material a través del foramen. Schilder encontró más fracaso en órganos dentarios subobturados que presentaban sobreextensión (30).

JUSTIFICACIÓN

Las normas de International Standards Organization ISO 6877 e ISO 3620-1, nos hablan de las estandarizaciones y especificaciones bajo las que se encuentran las limas y las gutaperchas, pero no existen muchos estudios que garanticen el cumplimiento de estos estándares en las limas y gutaperchas utilizadas en el área de endodoncia, de no estar correctamente estandarizadas, podría favorecer al fracaso endodóntico y/o ampliar el tiempo de trabajo realizado por el clínico.

Se considera de gran ayuda clínica realizar estudios que contribuyan a verificar la veracidad de las estandarizaciones en los materiales endodónticos, ya que estos, como muchos otros materiales dentales, requieren ser de mucha precisión en sus medidas para lograr un correcto tratamiento y poder ofrecerle así al paciente un mejor pronóstico. Esta investigación estudiará los calibres de limas, 25 y 35, del sistema de limas rotatorias Wave One Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), 25 y 30, del sistema rotatorio Protaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y los calibres de gutaperchas, 25 y 35, del sistema de obturación Wave One Gold y 25 y 30 del sistema de obturación Protaper Next. Ya que ambos sistemas son ampliamente utilizados en el mundo, conocer sus ventajas o desventajas pueden ser de gran ayuda clínica. La información recaudada nos ayudará en la planeación y ejecución de nuestro tratamiento, específicamente en la obturación de los conductos radiculares.

Este estudio se considera factible, de acuerdo con el objetivo planteado y a la metodología se cuenta con los materiales y recursos necesarios para la recolección de limas rotatorias de los sistemas Wave One Gold y Protaper Next con sus respectivos sistemas de obturación y sus mediciones para llevar a cabo esta investigación, por lo que no implica gastos económicos relevantes para la Universidad Autónoma de Yucatán.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer las diferencias entre diámetros de limas del sistema Wave One Gold y Protaper Next con sus respectivos conos de gutaperchas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la medida de los diámetros de las limas del sistema rotatorio Wave One Gold, de los calibres 25 y 35 a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
2. Determinar la medida de los diámetros de las gutaperchas del sistema de obturación Wave One Gold, de los calibres 25 y 35 a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
3. Determinar la medida de los diámetros de las limas del sistema rotatorio de Protaper Next, de los calibres 25 y 30 a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
4. Determinar la medida de los diámetros de las gutaperchas del sistema de obturación Protaper Next, de los calibres 25 y 30 a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
5. Comparar los resultados de las mediciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Observacional, descriptivo, prospectivo, transversal.

VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Objetivo a cumplir	Análisis estadístico
Calibre de la lima Wave One Gold	Independiente	Lima 25 y 35	Cuantitativa	1	Descriptiva
Calibre de la gutapercha Wave One Gold	Independiente	Gutapercha 25 y 35	Cuantitativa	2	Descriptiva
Calibre de la lima Protaper Next	Independiente	Lima 25 y 30	Cuantitativa	3	Descriptiva
Calibre de la gutapercha Protaper Next	Independiente	Gutapercha 25 y 30	Cuantitativa	4	Descriptiva
Diámetro	Independiente	Milímetro	Cuantitativa	1, 2, 3, 4	Descriptiva

POBLACIÓN DE ESTUDIO

1. UNIVERSO

1.1 Sistema de limas rotatorias del sistema Wave One Gold de calibre 25 y 35

1.2 Conos de gutapercha Wave One Gold de calibre 25 y 35.

1.3 Sistema de limas rotatorias del sistema Protaper Next de calibre 25 y 30

1.4 Conos de gutaperchas Protaper Next de calibre 25 y 30.

2. MUESTRA

2.1 Gutaperchas y sistemas de limas rotatorias de calibre 25, 30 y 35.

3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

3.1 Limas rotatorias de los calibres 25 y 35 del sistema Wave One Gold, y calibre 25 y 30 del sistema Protaper Next.

3.2 Conos de gutapercha Wave One Gold de calibre 25 y 35, y calibre 25 y 30 de Protaper Next.

METODOLOGÍA

Se utilizaron 30 limas rotatorias de los calibres 25 y 35 del sistema Wave One Gold con sus gutaperchas de calibres 25 y 35, y los calibres 25 y 30 del sistema Protaper Next con sus gutaperchas de calibre 25 y 30 para realizar este estudio.

Cada lima y cada gutapercha fue numerada del 1 al 30, para poder ser guardadas en una caja especial con separadores. Un cartón de papel color azul fue colocado en la platina del microscopio estereoscópico Leica® modelo EZ4E, Germany para crear un fondo contrastante. Para evitar movimientos, las limas y gutaperchas fueron fijadas utilizando una bolita de plastilina Playdoo®. Se utilizó un microscopio estereoscópico Leica® EZ4E junto con software LASES para medir:

1. 30 limas de calibre 25 y 35 del sistema rotatorio Wave One Gold a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
2. 30 conos de gutaperchas de calibre 25 y 35 del sistema de obturación Wave One Gold a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
3. 30 limas de calibre 25 y 30 del sistema rotatorio Protaper Next a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.
4. 30 conos de gutaperchas de calibre 25 y 30 del sistema de obturación Protaper Next a 1, 3 y 6 mm de la porción más apical.

Se capturaron las medidas en tablas Excel y se compararon resultados de mediciones; con ayuda del sistema PAST se obtuvieron los análisis estadísticos. Para comparar los promedios de los diámetros entre la lima y la gutapercha se utilizó el estadístico de prueba z empleando un nivel de significancia estadística $P < 0.05$.

RESULTADOS

De las 30 limas rotatorias del sistema Wave One Gold y 30 conos de gutapercha del sistema de obturación del mismo, se obtuvieron un total de 180 medidas de limas rotatorias y 180 de conos de gutaperchas. Al comparar las medidas obtenidas de las limas con los conos gutaperchas se encontró que el promedio de los diámetros de cada lima con su respectivo cono de gutapercha, a todos los niveles establecidos a medir, no coincidieron. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el promedio de los diámetros de cada medida (Tabla 1 y Tabla 2).

Distancia desde apical	Medida ISO	Lima WOG 25 Diámetro en mm	Rango	Gutapercha WOG 25 Diámetro en mm	Rango	z	p
1mm	25	0.26	0.19-0.29	0.3	0.25-0.35	4.1832	2.85E-05
3mm	39	0.38	0.36-0.41	0.44	0.4-0.48	6.1316	8.70E-10
6mm	60	0.55	0.49-0.61	0.62	0.59-0.69	5.66	1.44E-08

Tabla 1. Diámetros de las limas y gutaperchas del sistema WOG calibre 25

Distancia desde apical	Medida ISO	Lima WOG 35 Diámetro en mm	Rango	Gutapercha WOG 35 Diámetro en mm	Rango	z	p
1mm	35	0.38	0.36-0.43	0.36	0.32-0.59	3.7773	1.59E-04
3mm	47	0.49	0.43-0.55	0.47	0.44-0.52	2.7289	6.35E-03
6mm	65	0.61	0.57-0.65	0.63	0.60-0.68	3.6196	2.95E-04

Tabla 2. Diámetros de las limas y gutaperchas del sistema WOG calibre 35

Posteriormente se analizaron las medidas para determinar cuántas limas y cuantos conos de gutapercha del sistema Wave One Gold si cumplían con los diámetros establecidos por la ISO. De las 30 limas WOG del calibre 25 se encontró que solo el 3.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 26.66% a 3 milímetros de la porción más apical y 3.33% a 6 milímetro de la porción más apical cumplían con las medidas de diámetros establecidos por la ISO. Por otra parte, de las 30 limas WOG de calibre 35 se encontró que solo el 3.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 6.66% a 3 milímetros de la

porción más apical y el 10% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con las medidas de diámetros establecidos por la ISO.

Al encontrar un muy bajo porcentaje de limas rotatorias del sistema WOG de calibres 25 y 35 que, si cumplían con las medidas establecidas por la ISO, se decidió encontrar el porcentaje de limas que si cumplieran al menos con un margen de la tolerancia establecida. Recordemos que existe una tolerancia en las medidas de los diámetros de las limas endodónticas, está estipulada como ± 0.02 milímetros para todos los diámetros. Por lo que encontramos que de las 30 limas WOG del calibre 25 se encontró que solo el 60% a 1 milímetro de la porción más apical, el 83.33% a 3 milímetros de la porción más apical y 26.66% a 6 milímetro de la porción más apical cumplían con la tolerancia establecida. Y de las 30 limas WOG de calibre 35 se encontró que solo el 30% a 1 milímetro de la porción más apical, el 50% a 3 milímetros de la porción más apical y el 16.66% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia en las medidas de los diámetros.

De los 30 conos de gutapercha del sistema de obturación WOG, se encontró que de los conos calibre 25 solo el 6.66% a 1 milímetro de la porción más apical, el 0% a 3 milímetros de la porción más apical y 3.33% a 6 milímetro de la porción más apical cumplían con las medidas de los diámetros establecidos por la ISO. Mientras que los 30 conos de gutapercha del calibre 35 del mismo sistema se encontró que solo el 10% a 1 milímetro de la porción más apical, el 16.66% a 3 milímetros de la porción más apical y 16.66% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con los diámetros establecidos por la ISO.

Se encontró que los conos de gutapercha cumplían con los diámetros establecidos solo en un muy bajo porcentaje, por lo que se documentó cuanto porcentaje cumplía mínimo con las tolerancias establecidas. Como ya se explicó anteriormente tenemos una tolerancia de ± 0.05 milímetros en la medida del diámetro de los conos de gutapercha en los calibres que van de 10 a 25, y una tolerancia de ± 0.07 milímetros para los conos que van de los calibres 30 a 140. Por lo que encontramos que de los 30 conos de gutapercha del sistema de obturación WOG del calibre 25 se encontró que solo el 53.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 46.66% a 3 milímetros de la porción más apical y

83.33% a 6 milímetro de la porción más apical cumplían con la tolerancia establecida. Mientras que de los 30 conos WOG de calibre 35 se encontró que solo el 96.66% a 1 milímetro de la porción más apical, el 100% a 3 milímetros de la porción más apical y el 100% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia en las medidas de los diámetros. (Tabla 3)

LIMAS WOG	Cumplen con diámetro ISO a 1mm	Cumplen con diámetro ISO a 3mm	Cumplen con diámetro ISO a 6mm	Cumplen con tolerancia ISO a 1mm	Cumplen con tolerancia ISO a 3mm	Cumplen con tolerancia ISO a 6mm
25	1(3.33%)	8(26.66%)	1(3.33%)	18(60%)	25(83.33%)	8(26.66%)
35	1(3.33%)	2(6.66%)	3(10%)	9(30%)	15(50%)	5(16.66%)
GUTAPERCHA WOG	Cumplen con diámetro ISO a 1mm	Cumplen con diámetro ISO a 3mm	Cumplen con diámetro ISO a 6mm	Cumplen con tolerancia ISO a 1mm	Cumplen con tolerancia ISO a 3mm	Cumplen con tolerancia ISO a 6mm
25	2(6.66%)	0	1(3.33%)	16(53.33%)	14(46.66%)	25(83.33%)
35	3(10%)	5(16.66%)	5(16.66%)	29(96.66%)	30(100%)	30(100%)

Tabla. 3

De las 30 limas rotatorias del sistema Protaper Next y 30 conos de gutapercha del sistema de obturación del mismo, se obtuvieron un total de 180 medidas de limas rotatorias y 180 de conos de gutaperchas. Se compararon las medidas obtenidas de las limas con sus respectivos conos gutaperchas y se encontró que el promedio de los diámetros de cada lima con su respectivo cono de gutapercha, a todos los niveles establecidos de medir, no coincidieron. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el promedio de los diámetros de cada medida. (Ver tabla 4 y 5)

Distancia desde apical	Medida ISO	Lima PN 25 Diámetro en mm	Rango	Gutapercha PN 25 Diámetro en mm	Rango	z	p
1mm	25	0.28	0.24-0.30	0.32	0.29-0.35	6.2566	3.93E-10
3mm	37	0.38	0.32-0.41	0.44	0.41-0.48	6.6643	2.66E-11
6mm	55	0.56	0.51-0.6	0.61	0.60-0.65	6.3421	2.27E-10

Tabla 4. Diámetros de las limas y gutaperchas del sistema PN calibre 25

Distancia desde apical	Medida ISO	Lima PN 30 Diámetro en mm	Rango	Gutapercha PN 30 Diámetro en mm	Rango	z	p
1mm	30	0.33	0.32-0.36	0.35	0.33-0.38	3.9172	8.96E-05

3mm	44	0.46	0.43-0.49	0.5	0.48-0.53	5.7155	1.09E-08
6mm	65	0.63	0.60-0.66	0.68	0.67-0.71	6.5407	6.12E-11

Tabla 5. Diámetros de las limas y gutaperchas del sistema PN calibre 30

También se analizaron las medidas para determinar cuántas limas y cuantos conos de gutapercha del sistema Protaper Next si cumplían con los diámetros establecidos por la ISO. De las 30 limas PN del calibre 25 se encontró que solo el 3.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 16.66% a 3 milímetros de la porción más apical y 6.66% a 6 milímetro de la porción más apical cumplían con las medidas de diámetros establecidos por la ISO. Por otra parte, de las 30 limas PN de calibre 35 se encontró que solo el 3.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 3.33% a 3 milímetros de la porción más apical y el 33.33% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con las medidas de diámetros establecidos por la ISO.

En este sistema también se encontró un muy bajo porcentaje de limas rotatorias del sistema PN de calibres 25 y 35, que sí cumplían con las medidas establecidas por la ISO, se decidió encontrar el porcentaje de limas que si cumplieran al menos con un margen de la tolerancia establecida. Por lo que encontramos que de las 30 limas PN del calibre 25 se encontró que solo el 33.33% a 1 milímetro de la porción más apical, el 53.33% a 3 milímetros de la porción más apical y 50% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia establecida. Y de las 30 limas PN de calibre 35 se encontró que solo el 26.66% a 1 milímetro de la porción más apical, el 26.66% a 3 milímetros de la porción más apical y el 70% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia en las medidas de los diámetros.

De los 30 conos de gutapercha del sistema de obturación PN, se encontró que de los conos calibre 25 ninguno de los tres diámetros obtenidos de cada cono cumplía con las medidas de los diámetros establecidos por la ISO. Mientras que los 30 conos de gutapercha del calibre 35 del mismo sistema se encontró que ningún cono cumplía con los diámetros establecidos a 1 y 3 milímetros de la porción más apical del cono, solo el 3.33% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con los diámetros establecidos por la ISO.

En este sistema también se encontró que los conos de gutapercha cumplían con los diámetros establecidos solo en un muy bajo porcentaje, por lo que también se buscó que porcentaje si cumplía mínimo con las tolerancias establecidas. Por lo que encontramos que de los 30 conos de gutapercha del sistema de obturación PN del calibre 25 se encontró que solo el 10% a 1 milímetro de la porción más apical, el 3.33% a 3 milímetros de la porción más apical y 23.33% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia establecida. Y de los 30 conos PN de calibre 35 se encontró que solo el 96.66% a 1 milímetro de la porción más apical, el 86.66% a 3 milímetros de la porción más apical y el 100% a 6 milímetros de la porción más apical cumplían con la tolerancia en las medidas de los diámetros. (Tabla 6).

LIMAS PN	Cumplen con diámetro ISO a 1mm	Cumplen con diámetro ISO a 3mm	Cumplen con diámetro ISO a 6mm	Cumplen con tolerancia ISO a 1mm	Cumplen con tolerancia ISO a 3mm	Cumplen con tolerancia ISO a 6mm
25	1(3.33%)	5(16.66%)	2(6.66%)	10(33.33%)	16(53.33%)	15(50%)
30	1(3.33%)	1(3.33%)	10(33.33%)	8(26.66%)	8(26.66%)	21(70%)
GUTAPERCHA PN	Cumplen con diámetro ISO a 1mm	Cumplen con diámetro ISO a 3mm	Cumplen con diámetro ISO a 6mm	Cumplen con tolerancia ISO a 1mm	Cumplen con tolerancia ISO a 3mm	Cumplen con tolerancia ISO a 6mm
25	0	0	0	3(10%)	1(3.33%)	7(23.33%)
30	0	0	1(3.33%)	29(96.66%)	26(86.66%)	30(100%)

Tabla 6

DISCUSIÓN

Actualmente existe poca literatura que compare las medidas de los diámetros de los sistemas rotatorios, con sus respectivos conos de gutapercha. Este es un estudio que se ha realizado sobre las medidas de los diámetros de dos sistemas rotatorios, diferentes (Wave One Gold y Protaper Next) de la casa comercial Denstply Maillefer, a 3 niveles distintos comparando estas mediciones con las mediciones a 3 niveles diferentes, de sus respectivos conos de gutapercha. Algunos estudios parecidos se han llevado a cabo con otros sistemas de limas rotatorias u otros conos de gutapercha, en algunos solo toman las medidas de los conos de gutapercha, o de las limas rotatorias y se comparan con las medidas esperadas por las especificaciones ISO.

En 2002, Zinelis *et al.* con el objetivo de examinar el estado de la estandarización de los instrumentos endodónticos, realizaron un estudio midiendo limas tipo H y K de acero inoxidable, así como también limas rotatorias de níquel titanio, para determinar la incidencia y grado de desviación de la norma ISO 3630-1. Sus resultados también arrojaron un incumplimiento con el valor nominal de la ISO, pero que la mayoría de las limas se encontraban dentro de las tolerancias establecidas por la ISO (40).

Moule *et al.* en 2002 midieron conos de gutapercha de ocho diferentes marcas a 1 y 6 milímetros de la punta, encontrando también una amplia variación en el diámetro del cono con el diámetro esperado, con el mayor rango de tolerancia permitido, muchos conos cumplieron con el estándar. Este estudio encontró que los conos de gutapercha no cumplieron con las medidas establecidas por la ISO, pero la mayoría si cumplió con las tolerancias en gutaperchas de calibre 30 y 35, de los sistemas Protaper Next y Wave One Gold, respectivamente (14).

En 2006, Cunningham *et al.* realizaron una investigación con el propósito de medir la variabilidad de los diámetros y conicidades de los conos de gutapercha de conicidad 0.04 de cinco marcas diferentes. Encontraron también en su estudio una diferencia significativa entre las medidas de los diámetros de los conos de gutapercha, esta

diferencia estaba tanto dentro de la misma marca como entre conos de diferentes marcas (41).

Con el propósito de comparar la variabilidad del diámetro de la punta de los instrumentos rotatorios de níquel titanio, Lask *et al.* en 2006 realizaron un estudio con cuatro marcas diferentes de limas rotatorias de calibre 30 y con conicidad 0.04. Teniendo también como resultado una diferencia significativa entre el diámetro de la punta del instrumento en comparación con el diámetro nominal (42).

En 2008, Hatch *et al.* realizaron un estudio donde utilizaron limas rotatorias de tres marcas diferentes, EndoSequence (Brasseler, Savannah, GA), Guidance (Guidance Endodontics, Albuquerque, NM), and Profile (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK) de calibres 35, 40 y 45, todas con una conicidad de 0.06. A diferencia de este estudio, ellos midieron solamente a 3 y 16 milímetros de la punta del instrumento, encontrando que sí existía una variabilidad en las medidas, pero que todas las limas rotatorias se ajustaban bien a las tolerancias establecidas de +/- 0.05 milímetros (43).

En 2013, Chesler *et al.* realizaron un estudio con el objetivo de determinar si la conicidad y los diámetros de las limas rotatorias de níquel titanio coincidían con la conicidad y los diámetros de los conos de gutapercha correspondientes. Utilizando 3 marcas de limas rotatorias, EndoSequence (Brasseler, Savannah, GA), K3 (SybronEndo, Orange, CA), y ProTaper (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) y midiendo a 1, 3 y 16 milímetros de la punta del instrumento, encontraron también diferencias significativas entre los diámetros de las limas rotatorias con su cono de gutapercha correspondiente (44).

Un estudio reciente más parecido es el de Haupt *et al.*, en 2018 compararon las limas rotatorias de F360 (Komet Dental, Lemgo, Germany) y Reciproc (VDW, Munich, Germany) con sus respectivos conos de gutapercha, a 1, 3 y 16 milímetros de la porción más apical. Encontrando también grandes discrepancias entre los diámetros de sus limas rotatorias con lo de sus conos de gutapercha, pero a diferencia de nuestro estudio, encontraron que la mayoría de los diámetros de las limas rotatorias y conos de gutapercha se encontraban dentro del estándar especificado (15).

La mayoría los resultados obtenidos de investigaciones previas parecidas, arrojan similitudes con los de la presente investigación. Hay que cuestionarse si es momento de considerar revisar y actualizar los estándares actuales tanto de limas como de conos de obturación. Se podría considerar disminuir el rango de tolerancia que existe tanto para limas, como para conos de gutapercha, ya que al ser tan amplio este es considerado como un gran causante de la falta de correlación en las medidas.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que los promedios de los diámetros de las limas Wave One Gold y Protaper Next utilizadas en este estudio, así como sus conos de gutapercha, demostraron tener diferencias significativas, además de que no solo no cumplieron con las medidas establecidas por el fabricante, sino que la mayoría no respetó el rango de tolerancia permitida. Por lo tanto, se debe hacer énfasis en la práctica de ajustar manualmente las gutaperchas previo a la obturación, para evitar errores tales como la sobre o subobturación, logrando la adaptación correcta del cono y por consiguiente un sellado tridimensional adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. The World Oral Health Report 2003. Community Dent Oral Epidemiol. 2003;31 Suppl 1:3–23.
2. Goldberg S. Endodoncia técnicas y fundamentos. 2003. p. 330.
3. Endodontists AA of. Glossary of Endodontic Terms 2016. Gloss Endod Terms [Internet]. 2015;9:43. Available from: <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/aae/endodonticglossary2016/#/0>
4. Kenneth M. Hargreaves, Stephen Cohen BLH. Cohen Vías de la pulpa. Décima Edición. 2011. 1004 p.
5. Yu C, Abbott P. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. Aust Dent J. 2007;52:S4–6.
6. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. J Endod. 2005;77–102.
7. Dahlkemper PE, Ang DB, Goldberg RA, Rubin RL, Schultz GB, Sheridan BA, et al. Guide to Clinical Endodontics, Sixth Edition. Am Assoc Endod [Internet]. 2013;1–40. Available from: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/guide-clinical-endodontics/>
8. Baugh D, Dds JW. The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment : A Review of the Literature. J Endod. 2005;31(5):333–40.
9. Mickel AK, Chogle S, Liddle J, Huffaker K. The Role of Apical Size Determination and Enlargement in the Reduction of Intracanal Bacteria. J Endod. 2007;33(1):21–3.
10. Harty FJ. The Status of Standardised Endodontic Instruments. Int Endod J. 1972;
11. B B. The Endodontic management of multirrooted teeth. Oral surg, O med, O pathol Endod. 1995;(6):399–05.
12. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: Chemical composition, X-ray

- identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endod.* 1989;15(4):149–53.
13. Ingle JJ. The need for endodontic instrument standardization. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1955;8(11):1211–3.
 14. Moule AJ, Kellaway R, Clarkson R, Rowell J, Macfarlane R, Lewis D, et al. Variability of master gutta-percha cones. *Aust Endod J.* 2002;28(1):38–43.
 15. Cones CG, Haupt F, Seidel M, Rizk M, Sydow H, Wiegand A. Diameter and Taper Variability of Single-File Instrumentation Systems and Their. *J Endod.* 2018;1–6.
 16. Fuys RA, Association D, Ingle JJ, Lentine F, Co M, Paulus J. New American Dental Association Specification No. 28 for Endodontic Files and Reamers. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1976;93(4):813–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1976.0087>
 17. Standard I. International standard. 2008;2008.
 18. Neal RG, Craig RG, Powers JM. Cutting Ability of K Type Endodontic Files. *J Endod.* 1983;(2):52–7.
 19. Green EN. Microscopic investigation of root canal file and reamer widths. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(5):532–40.
 20. Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LSW. The endodontic file is a disposable instrument. *J Endod.* 1995;21(9):451–5.
 21. Montgomery S, Canales ML, Rio CE. File Damage during Root Canal Preparation. *J Endod.* 1984;10(2):99–101.
 22. Haapasalo M, Udnæs T, Endal U. Persistent , recurrent , and acquired infection of the root canal system post-treatment. *J Endod.* 2003;29–56.
 23. Zupanc J. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018;1088–103.
 24. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files. *J Endod.* 1988;14(7):346–51.

25. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod.* 2017;43(5):805–9.
26. Haikel Y, Serfaty R, Wilson P, Speisser JM, Allemann C. Cutting efficiency of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod.* 1998;24(11):736–9.
27. Gopikrishna BSC V. Grossman's endodontic practice 13th edition. 2014;(May):576.
28. Tomson RME, Polycarpou N, Tomson PL. Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J* [Internet]. 2014;216(6):315–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.205>
29. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *J Endod.* 2005;(13):2–24.
30. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 2006;32(4):281–90.
31. Jurcak JJ, Weller RN, Kulild JC, Donley DL. In vitro intracanal temperatures produced during warm lateral condensation of gutta-percha. *J Endod.* 1992;18(1):1–3.
32. Wu M, Özok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J.* 2000;340–5.
33. Grossman L. An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc.* 1958;56(3):381–5.
34. Chana H, Briggs P, Moss R. Degradation of a silver point in association with endodontic infection. *Int Endod J.* 1998;31(2):141–6.
35. Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod.* 1977;(Fig 1):304–8.
36. Lottanti S, Tauböck TT, Zehnder M. Shrinkage of backfill gutta-percha upon

- cooling. *J Endod.* 2014;40(5):721–4.
37. Dent CM. Percentage of Gutta-percha – filled Areas in Canals Instrumented with Nickel-Titanium Systems and Obturated with Matching Single Cones. *J Endod.* 2013;39(7).
 38. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LSW. Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(1):81–90.
 39. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod* [Internet]. 2018;44(6):941–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.019>
 40. Zinelis S, Magnissalis EA, Margelos J, Lambrianidis T. Clinical relevance of standardization of endodontic files dimensions according to the ISO 3630-1 specification. *J Endod.* 2002;28(5):367–70.
 41. Cunningham KP, Walker MP, Kulild JC, Lask JT. Variability of the Diameter and Taper of Size #30, 0.04 Gutta-Percha Cones. *J Endod.* 2006;32(11):1081–4.
 42. Lask JT, Walker MP, Kulild JC, Cunningham KP, Shull PA. Variability of the Diameter and Taper of Size #30, 0.04 Nickel-Titanium Rotary Files. *J Endod.* 2006;32(12):1171–3.
 43. Hatch GW, Roberts S, Joyce AP, Runner R, McPherson JC. Comparative Study of the Variability of 0.06 Tapered Rotary Endodontic Files to Current Taper Standards. *J Endod.* 2008;34(4):463–5.
 44. Chesler MB, Tordik PA, Imamura GM, Goodell GG. Intramanufacturer diameter and taper variability of rotary instruments and their corresponding gutta-percha cones. *J Endod* [Internet]. 2013;39(4):538–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.029>