

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN DE TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL
MODIFICADA Y VERTICAL POR FILTRACIÓN DE FLUIDOS**

**Trabajo Terminal para obtener el DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN
ENDODONCIA**

PRESENTA

EVA ILIANA ARRIAGA VÁZQUEZ

PRESIDENTE

DRA. MARÍA NICOLASA RENTERIA AGUILERA

SINODAL

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGQUEZ

SINODAL

M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

MAYO 2015

**COMPARACIÓN DE TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL
MODIFICADA Y VERTICAL POR FILTRACIÓN DE FLUIDOS**

**Trabajo Terminal para obtener el DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN
ENDODONCIA**

PRESENTA

EVA ILIANA ARRIAGA VÁZQUEZ

PRESIDENTE

DRA. MARÍA NICOLASA RENTERIA AGUILERA

SINODAL

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGQUEZ

SINODAL

M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

SINODAL EXTERNO

M.C. ÓSCAR RENÉ BOLAÑOS

ASESOR

**M.C. ARTURO ARRIAGA
ARANA**

ASESOR

**DR. LUIS ALBERTO
GAITAN CEPEDA**

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

MAYO 2015

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California, Mayo 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL MODIFICADA Y VERTICAL POR FILTRACIÓN DE FLUIDOS.**

Propuesto por la **CD Eva Iliana Arriaga Vázquez**, 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. María Nicolasa Rentería Aguilera
PRESIDENTE

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California, Mayo 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL MODIFICADA Y VERTICAL POR FILTRACIÓN DE FLUIDOS.**

Propuesto por la **CD Eva Iliana Arriaga Vázquez**, 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 Vázquez
SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California, Mayo 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo:
**COMPARACIÓN DE TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL
MODIFICADA Y VERTICAL POR FILTRACIÓN DE FLUIDOS.**

Propuesto por la **CD Eva Iliana Arriaga Vázquez**, 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.O. Salvador Olivares Rodríguez
SINODAL

ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1 OBJETIVO DE LA ENDODONCIA.....	11
3.2 NORMAS PARA PREPARAR EL CONDUCTO.....	12
3.3 IRRIGACIÓN.....	15
3.4 MOMENTO DE LA OBTURACIÓN.....	18
3.5 LÍMITE DE OBTURACIÓN.....	21
3.6 MATERIALES OBTURADORES DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.....	23
3.6.1 Propiedades Biológicas y Físicoquímicas.....	23
3.7 GUTAPERCHA Y CEMENTOS SELLADORES.....	24
3.8 TÉCNICAS DE OBTURACIÓN.....	27
3.8.1 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL DE GUTAPERCHA FRÍA.....	28
3.8.1.1 Armamentario.....	29
3.8.1.2 Protocolo de la técnica de condensación lateral en frío	29
3.8.2 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN VERTICAL.....	31
3.8.2.1 Armamentario.....	32
3.8.2.2 Protocolo de la técnica de condensación vertical.....	32
3.8.3 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN VERTICAL CON ONDA CONTINUA.....	34
3.8.4 TÉCNICA DE OBTURACIÓN LATERAL MODIFICADA CON ULTRASONIDO.....	35
3.9 FILTRACIÓN DE FLUIDOS.....	37
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	42
5. JUSTIFICACIÓN.....	43
6. HIPÓTESIS.....	44

7. OBJETIVOS.....	45
7.1 Objetivo General.....	45
7.2 Objetivos específicos.....	45
8. VARIABLES.....	46
8.1 Independiente.....	46
8.2 Dependiente.....	46
9. MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
9.1 Tipo de Estudio.....	47
9.2 Universo de Estudio.....	47
9.3 Muestra.....	47
9.4 Criterios de Inclusión.....	47
9.5 Criterios de Exclusión.....	47
9.6 Criterios de Eliminación.....	47
9.7 Material.....	47
10.METODOLOGÍA.....	49
10.1 MÉTODO DE FILTRACIÓN DE FLUIDOS.....	58
10.2 OBSERVACIÓN BAJO MICROSCOPIO OPERATORIO.....	61
11. RESULTADOS.....	63
11.1 GRUPO CONDENSACIÓN LATERAL CON ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA Y FILTRACIÓN DE FLUIDOS.....	63
11.2 GRUPO CONDENSACIÓN VERTICAL Y FILTRACIÓN DE FLUIDOS.....	65
11.3 GRUPO CONDENSACIÓN LATERAL CON ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA Y MICROSCOPIO OPERATORIO.....	69
11.4 GRUPO DE CONDENSACIÓN VERTICAL Y MICROSCOPIO OPERATORIO.....	72
11.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	75
12. DISCUSIÓN.....	78
13.CONCLUSIÓN.....	84
14.ANEXOS.....	85
14.1 AGRADECIMIENTOS.....	85

14.2	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
------	---------------------------------	----

RESUMEN

El paso final para un tratamiento de conductos exitoso es la obturación total y tridimensional del sistema de conductos radiculares después de un desbridamiento meticuloso, su limpieza y conformación. A pesar de que la obturación del conducto radicular no es el procedimiento más crítico en el tratamiento de conductos radiculares, debe realizarse de acuerdo a los mejores estándares clínicos. Para lograr esto, el relleno del conducto radicular debe proveer un sellado impermeable tanto apical como coronal para prevenir el ingreso de microorganismos o fluidos tisulares en este espacio. Se consideran la filtración apical y coronal una razón común para el fracaso de la terapia endodóntica. El objetivo de este estudio in vitro fue comparar el sellado apical entre la Técnica de Condensación Lateral Modificada con ultrasonido y la Técnica de Condensación Vertical por medio de filtración de fluidos, así como examinar en el Microscopio Operatorio la apariencia de la gutapercha y su adaptación. Se utilizaron un total de 42 incisivos centrales superiores extraídos por razones periodontales. Los conductos radiculares fueron preparados hasta un diámetro #50 conicidad 4% con los instrumentos rotatorios Endosequence (Brasseler) de manera crown-down. Se crearon dos grupos: grupo 1 (n=20) obturados con la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido y grupo 2 (n=20) obturados con la técnica de condensación vertical. Hubo controles positivo (n=1) y negativo (n=1). En el grupo 1 se observó filtración en 50% de las muestras y en el grupo 2 en el 35%. Se utilizó una prueba de chi-cuadrada con un intervalo de confianza de 95% ($p > 0.05$) para la comparación entre la presencia, promedio y porcentaje de filtración de los grupos y a pesar de que hubo mayor filtración en el grupo 1, de acuerdo a los resultados de este estudio, no hubo diferencias significativas, por lo tanto se comprueba la hipótesis nula. Asimismo se puede concluir que la Técnica de Condensación Lateral Modificada por medio de ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada.

ABSTRACT

The concluding step for a successful root canal therapy is the total and three dimensional obturation of the root canal system only after its thorough debridement, chemical/mechanical cleaning and shaping. Although the root canal filling is not the most critical procedure in the root canal therapy, it has to be done according to the utmost clinical standards. To achieve this, the root canal filling has to provide an impervious seal both apically and coronally to prevent the ingress of microorganisms or tissue fluids into the canal space. Apical and coronal leakage are considered a common reason for the clinical failure of the endodontic therapy. The aim of this in vitro study was to compare the apical seal between the Modified Lateral condensation technique with the use of ultrasound vs the Vertical condensation technique through a fluid filtration method, and inspect under an Operative Microscope the appearance and adaptation of gutta-percha. A total of 42 maxillary central incisors extracted for periodontal reasons were used. The root canals were prepared to a #50 diameter 4% taper with Endosequence (Brasseler) rotary instruments in a crown-down manner. Two groups were created: group 1 (n=20) obturated with the modified lateral condensation technique and group 2 (n=20) obturated with the vertical condensation technique. There were positive (n=1) and a negative (n=1) controls. In group 1, leakage was observed in 50% of the samples and in group 2 35%. A Pearson's chi-squared test was used with a confidence interval of 95% ($p > 0.05$) for the comparison between the presence, average and percentage of filtration in both groups and although group 1 had greater leakage, according to the results of this study there were no significant differences, therefore the null hypothesis is proved. Also it can be concluded that the Lateral Condensation Technique Modified by ultrasound can be used as an alternative for proper sealing.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo final de un tratamiento de conductos exitoso es la obturación total y tridimensional del sistema de conductos radiculares después de un desbridamiento meticuloso, su limpieza y conformación. Para lograr esto, el relleno del conducto radicular debe de proveer un sellado hermético del espacio del conducto tanto apical como coronal para prevenir el ingreso de microorganismos o fluidos tisulares en este espacio. Se consideran la filtración apical y coronal una razón común para el fracaso de la terapia endodóntica.¹

Estudios previos han demostrado que el sistema de conductos radiculares es muy irregular y contiene conductos laterales, conductos accesorios, callejones sin salida, y comunicaciones entre sistemas de conductos separados. Muchas de estas áreas dentro del conducto radicular son muy difíciles de obturar. Un aspecto al cual se le presta muy poca atención es la selección y el empleo de una adecuada técnica de obturación: muchas veces se desconocen otras técnicas, o bien, el profesional se ha identificado y se mantiene por muchos años con sólo una de ellas por facilidad y comodidad. Sin embargo, el endodoncista debe conocer cuál es la técnica de obturación que permita obtener una mejor adaptación de la gutapercha y, por lo tanto, un sellado impermeable del conducto radicular, para así evitar la filtración de moléculas capaces de promover el crecimiento microbiano o iniciar una respuesta periapical de defensa.

La técnica de condensación lateral en frío se mantiene como la técnica de obturación mayormente utilizada. Sin embargo, esta técnica produce muchas irregularidades y vacíos en la gutapercha ya condensada por lo que depende del cemento sellador para rellenar estos espacios. Para eliminar este problema, el Doctor Herbert Schilder (1967) introdujo la técnica de obturación con gutapercha caliente en el conducto y compactada en sentido vertical por medio de condensadores. Él afirmaba que: “las vías de salida del conducto se obturan con una cantidad máxima de gutapercha y mínima de sellador”. Se recomienda la utilización de la técnica de condensación vertical caliente ya que diversos

estudios demuestran que se adapta y reproduce mejor la anatomía interna del conducto radicular que la técnica de condensación lateral. Por otro lado, Moreno (1977) en su estudio sugirió que la energía de la punta de ultrasonido puede convertirse en calor y ayudar a reblandecer y homogeneizar la gutapercha al utilizar la condensación lateral para reducir el número y tamaño de vacíos entre ella y obtener una obturación del sistema de conductos radiculares tridimensional.

La microfiltración del conducto radicular es un tema complejo ya que muchas variables pueden influenciar la filtración, como son la ejecución de las técnicas de obturación, las propiedades físicas y químicas de los selladores, la presencia de smear layer, entre otras.¹ Los análisis de la capacidad de sellado de los materiales de obturación endodónticos y técnicas han conseguido gran atención. Una revisión de un gran número de estudios de filtración publicados concluye en general que la filtración sucede entre el material de obturación y la pared del conducto radicular. Entonces, cualquier cosa que influya en la adaptación del relleno a la pared dentinaria del conducto es de gran importancia en determinar el grado y extensión de filtración, y finalmente el pronóstico de la terapia endodóntica.² Para evaluar la capacidad de sellado de algún material de obturación se han utilizado varios métodos: penetración de colorantes, filtración bacteriana, análisis de la penetración de un marcador radioactivo y métodos electroquímicos. No existe aún el método aceptado universalmente para la evaluación de la filtración.

Sin embargo, otro enfoque para evaluar la calidad de sellado es mediante la técnica de filtración de fluidos.³ Brevemente, la raíz se conecta a un tubo lleno de agua que está bajo presión. Se usa una burbuja, insertada en el agua, para medir la filtración endodóntica. En caso de ser un tratamiento de conductos impermeable la burbuja no se mueve a pesar de la presión. En cambio, en caso de filtración, la burbuja se mueve y se mide su desplazamiento. Los resultados se expresan generalmente en $\mu\text{l min}^{-1}$. Este método presenta varias ventajas: las muestras no son destruidas, lo que permite la evaluación de la eficiencia de sellado en diferentes tiempos; los resultados se registran

automáticamente lo cual evita cualquier sesgo del operador y los resultados son muy precisos debido a que se pueden registrar volúmenes muy pequeños. Aunque el uso de la presión puede no tener relevancia clínica, tiene la ventaja práctica de acelerar la detección de la filtración y por otra parte, una estimación de los diámetros de los vacíos que permiten el paso de estos.

El objetivo de este estudio fue comparar el sellado apical entre la Técnica de Condensación Lateral Modificada con ultrasonido y la Técnica de Condensación Vertical por medio de filtración de fluidos, así como examinar en el Microscopio Operatorio la apariencia de la gutapercha y su adaptación para determinar si existe o no una relación entre la apariencia de la gutapercha y la filtración de fluidos.

2. ANTECEDENTES

Baumgardner et al. en 1990 comparó en su estudio la Condensación lateral de gutapercha con y sin activación ultrasónica del espaciador mediante el uso de análisis de la penetración de colorante y microfotografías electrónicas de barrido de la obturación con gutapercha en incisivos y caninos humanos extraídos. Se dividieron tres grupos de 10 dientes cada uno y se condensaron lateralmente usando un espaciador activado con ultrasonido, un espaciador digital fino, o un espaciador no activado con ultrasonido. Se produjo significativamente menor penetración del colorante en apical cuando los dientes eran obturados utilizando el espaciador activado con ultrasonido en comparación con la condensación manual con espaciadores digitales finos. La masa de gutapercha condensada con ultrasonido fue más homogénea con menos vacíos en comparación con las masa de gutapercha de los dos grupos que se condensaron sin activación ultrasónica. Fue vista una correlación entre la microfiltración apical y la apariencia de la masa gutapercha. Todos los dientes con obturaciones bien condensadas y homogéneas presentaron una baja penetración del colorante. Todos los dientes con un alto grado de

penetración del colorante se encontraban mal condensados con rellenos menos homogéneos. Sin embargo, no todos los dientes que tenían obturaciones mal condensadas tenían alta penetración del colorante.⁴

Wu et al. en 1993 determinaron el transporte convectivo de agua desde el extremo coronal al extremo apical de conductos radiculares obturados por medio del movimiento de una burbuja de aire en un tubo de vidrio capilar conectado al ápice radicular experimental usando una presión de 120 kPa (1,2 atm). El transporte de agua a través de los huecos existentes en los conductos obturados podría medirse de forma reproducible de esta manera. Se obturaron con gutapercha y sellador por medio de la técnica de condensación lateral en frío los conductos radiculares de 60 caninos maxilares humanos. Treinta de ellos fueron expuestos primero en una pequeña bacteria móvil, *Pseudomonas aeruginosa*, creciendo en un depósito en el extremo coronal de cada raíz. Después de 50 días, dos muestras permitieron la penetración de bacterias al depósito en el extremo apical. Todas las raíces se evaluaron cuantitativamente para el transporte convectivo de agua. Los resultados se dividieron en tres categorías definidas: 39 conductos obturados en la categoría de 'sellado contra bacterias', 14 conductos en la categoría 'poca filtración' y 7 conductos en la categoría de 'filtración bruta'. Dos muestras que mostraban la penetración de bacterias cayeron en las categorías de filtración poca y bruta. La prueba de paso de bacterias no influyó estadísticamente el patrón de transporte de fluidos de estas raíces que se valoró posteriormente. Estos hallazgos indican el transporte de fluidos a través de los conductos radiculares obturados, pero la mayoría de los cuales no permitieron el paso de bacterias.⁵

En 2004, el estudio in vitro hecho por Cobankara et al. fue para determinar el efecto de la capa de barrillo en filtración apical y coronal en los conductos radiculares obturados con los selladores AH26 o RoekoSeal. Se utilizaron un total de 160 dientes anteriores superiores extraídos por motivos periodontales. Fueron creados ocho grupos por todas las posibles combinaciones de tres

factores: capa de barrillo (presente/ausente), evaluación de la filtración (apical/coronal), y el sellador utilizado (AH26/RoekoSeal). Todos los dientes fueron obturados mediante la técnica de condensación lateral de gutapercha. Se utilizó un método de filtración de fluidos para probar filtración apical o coronal. De acuerdo con los resultados de este estudio, los grupos con capa de barrillo (+) mostraron mayor filtración apical y coronal que los grupos con capa de barrillo (-) para ambos selladores de conductos radiculares ($p < 0.05$). No hubo diferencia estadísticamente significativa en la filtración sea apical o coronal entre RoekoSeal y AH26, independientemente de la presencia o ausencia de la capa de barrillo ($p > 0,05$). Sin embargo, la filtración apical fue significativamente mayor que la filtración coronal para ambos selladores radiculares utilizados en este estudio ($p < 0.05$).¹

En 2005, en el estudio de ElAyouti et al. se puso a prueba un nuevo material de obturación del conducto radicular fluido (Guttaflow). En condiciones clínicas simuladas, los tercios medio y coronal de 90 dientes humanos con 169 conductos radiculares fueron instrumentados con instrumentos rotatorios HERO de conicidad de 6% y el tercio apical con instrumentos LightSpeed rotatorios. Los conductos radiculares se dividieron en tres grupos similares y se obturaron con Guttaflow (GF), gutapercha condensada lateralmente en frío (LC), y gutapercha caliente condensada verticalmente (VC). Las raíces fueron seccionadas en cinco niveles, digitalmente fotografiados y remontados. El porcentaje de área de vacíos mostró una diferencia estadísticamente significativa entre GF y ambos LC y VC [GF 1.9% (95% CI= 1.4-2.4), LC 4.4% (95% CI= 2.2-6.6), VC 6.8% (95% CI= 5.4-8.1)]. La frecuencia de huecos fue significativamente diferente entre los grupos [GF 37% (95% CI= 34%-40), LC 10% (95% CI= 8-12), VC 22% (95% CI= 19-24)]. En la mayoría de las secciones, Guttaflow llenó por completo la preparación del conducto radicular, pero pequeños huecos estaban frecuentemente presentes en el núcleo del material de relleno.⁶

Biggs et al. en su estudio in vitro en 2006 compararon la capacidad de sellado de Resilon/Epiphany con el de gutapercha y selladores Roth o AH Plus. La filtración en las raíces obturadas se midió utilizando la técnica de filtración de fluidos. Hubo ocho grupos de 12 dientes cada uno. Grupo 1: obturado con Resilon/Epiphany; Grupo 2: obturado con gutapercha/Roth, se permitió endurecer durante 3 semanas; Grupo 3: obturado con gutapercha/Roth; Grupo 4: obturado con Resilon/Epiphany utilizando como único; Grupo 5: obturado con conos Resilon sin usar primer/sellador (control positivo); Grupo 6: obturado con gutapercha/AH Plus; Grupo 7: igual que el grupo 6, pero se dejó reposar durante 8 horas; y el Grupo 8: sellado en el exterior con tres capas de barniz de uñas (control negativo). Los resultados mostraron que sólo el control positivo (grupo 5) se filtró significativamente más ($p < 0.05$) que los otros grupos. No afectó el tiempo sobre la filtración.⁷

Brackett et al. En 2006 utilizaron un sellador a base de polidimetilsiloxano (Guttaflow) para el llenado de dientes unirradiculares con cuatro técnicas de obturación. Fueron empleados conos maestros previamente ajustados en los grupos 1 a 3 con relleno del sellador. El tercio apical de las raíces se llenaron primero con Guttaflow, y conos maestros recubiertos de sellador fueron asentados con movimiento de arriba hacia abajo (grupo 1) o girado en su lugar (grupo 2). Los conos maestros se utilizaron como vehículos para la introducción de GuttaFlow en los conductos (grupo 3). En el grupo 4 los conductos estaban llenos de Guttaflow sin conos maestros. Por último en el grupo de control 5 los conductos obturados con AH Plus/gutapercha utilizando compactación vertical. Todos los conductos obturados se montaron para determinar filtraciones después de 1, 6, y 12 semanas utilizando la técnica de filtración de fluidos. Todos los grupos exhibieron un sellado equivalente independientemente del momento, excepto por el grupo 3 con filtración más extensa. El uso de Guttaflow con cono maestro de gutapercha único crea un sellado apical que es equivalente al producido con gutapercha/AH Plus usando compactación vertical caliente.⁸

Mente J. et al., en el 2007 realizaron un estudio de filtración en conductos obturados con la técnica de condensación ultrasónica en dientes extremadamente largos, comparándola con la técnica de condensación lateral y de compactación termoplastificada. Se utilizaron 90 dientes uniradiculares dividiéndose en 3 grupos. Se utilizó colorante para medir la microfiltración y se procedió a la diafanización de los especímenes. La condensación ultrasónica mostró menor filtración que la condensación lateral en frío.⁹

En la investigación de Wedding et al., se comparó la microfiltración de dientes obturados con gutapercha y los dientes obturados con Resilon mediante el uso de un modelo de filtración de fluidos. Se estudiaron cuarenta y seis, premolares mandibulares uniradiculares humanos. Los dientes fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos experimentales de 21 dientes cada uno, designados como Grupo G (gutapercha) y el grupo R (Resilon). Dos grupos de control, ambos conteniendo 2 dientes, sirvieron como controles positivos y negativos. El Grupo G, consistía de gutapercha y sellador AH 26, y el grupo R, con sellador Resilon y Epiphany, se obturaron mediante condensación vertical de calor. Las muestras se evaluaron in vitro para la microfiltración con un aparato de filtración de fluidos a 10 psi en intervalos de 4: 1, 7, 30, y 90 días. Se utilizó un análisis de dos vías repetidas de medidas en un modelo de varianza con efectos fijos para el grupo, la hora, y grupo por interacción de tiempo para analizar los datos de microfiltración. Este estudio demostró que los conductos obturados con sellador Resilon y Epiphany filtraron estadísticamente menos de canales obturados con gutapercha y sellador AH26 al día 1 ($P < 0,0014$), el día 7 ($P < 0,0002$), día 30 ($P < 0,0015$), sin embargo en el día 90 ($P < 0,0170$) Resilon exhibió estadísticamente mayor microfiltración que la gutapercha. La microfiltración media de fluidos tanto para el grupo G y el grupo R aumentó de 1 día a día 90. Los resultados mostraron que Resilon es un sustituto adecuado para gutapercha como un material de relleno de canal de la raíz sobre la base de su mayor resistencia a la microfiltración de fluidos.¹⁰

El propósito de otro de los estudios de Cobankara et al. en 2008 fue evaluar el efecto de la preparación del espacio para poste inmediata o posterior con la capacidad de sellado apical de EndoREZ, un cemento sellador de resina de doble curado a base de metacrilato, con o sin acelerador. Fueron preparados endodónticamente cincuenta dientes humanos extraídos y divididos aleatoriamente en 6 grupos. Los dientes en grupos experimentales 1, 2, 3, y 4 (n= 10) se llenaron con gutapercha recubierta de resina y, o bien EndoREZ con acelerador (A+) o EndoREZ sin acelerador (A-) por medio de la técnica de compactación lateral. En el grupo 1 (A +) y grupo 2 (A-), el espacio para poste se preparó inmediatamente después del momento de la obturación. En los grupos 3 (A+) y 4 (A-), el espacio para poste fue preparado después de su almacenamiento en 100% humedad a 37 ° C durante 1 semana. La filtración se determinó por el dispositivo de filtración de fluidos computarizado. En los grupos experimentales, los valores medios de microfiltración apical ($\mu\text{L}/\text{cmH}_2\text{O} / \text{min}^{-1}$) fueron los siguientes: grupo 1, 2.77 ± 0.79^a ; grupo 2, 2.88 ± 1.38^a ; grupo 3, 19.95 ± 7.85^c ; grupo 4, 6.20 ± 2.09^b (las letras diferentes indican grupos significativamente diferentes, $P < 0.005$). La preparación del espacio para poste inmediatamente posterior logra un mejor sellado en el extremo apical que la preparación posterior, independientemente de si se utiliza el acelerador EndoREZ. No hubo diferencia significativa entre la (A+) y (A-) en la preparación del espacio para poste inmediata. Sin embargo, se encontró más filtración cuando se utiliza (A+) que (A-) en la preparación del espacio para poste que se retrasa. Bajo las condiciones de este estudio, se concluyó que EndoREZ acelerador no parece proporcionar a los clínicos con alguna ventaja para la transición rápida del tratamiento endodóntico a procedimientos de restauración post-endodoncia inmediatamente después de la finalización de la terapia de conducto radicular.¹¹

El estudio de De-Deus et al. en 2008 fue diseñado para comparar in vitro la habilidad de prevenir el movimiento de fluidos a corto y largo plazo a través de

la obturación radicular con Resilon/Epiphany. Se prepararon como muestra 40 incisivos superiores y se les designó a un grupo experimental de 20 dientes cada uno, G1: Resilon/Epiphany, y G2: gutapercha/AH Plus. Se utilizaron 10 dientes mas como control. Cada diente fue montado en una celda hermética para permitir la evaluación de la filtración de fluidos. Después de almacenar las muestras durante 7 días, los dientes se presentaron a la primera medición de filtración de fluidos. La filtración se midió por el movimiento de una burbuja de aire que se desplaza dentro de una pipeta conectada a los dientes. Poco después de las mediciones, los dientes se separaron de la celda hermética y luego se almacenaron en agua durante 14 meses a 37 °C. En este momento, se volvió a medir la filtración de fluidos. No se encontraron diferencias entre los grupos experimentales durante la medida inmediata ($P > .05$), mientras que el grupo Resilon/Epiphany muestra mucho más movimiento de fluidos que el grupo gutapercha/AH Plus después de 14 meses de almacenamiento de agua ($P < .05$). El estrés de almacenamiento en agua no tuvo ningún efecto significativo sobre la capacidad de sellado de los rellenos de la raíz con gutapercha/AH Plus ($P > .05$). El punto principal de este estudio es el hecho de que el sellado a largo plazo se ha visto comprometida en las muestras de Resilon/Epiphany, cuando se expone al almacenamiento de agua a largo plazo.¹²

Barzuna M. et al., en el 2008, realizaron una comparación entre las técnicas de obturación lateral modificada convencional y la de ultrasonido, en relación con la eficacia en el tratamiento endodóntico, valorando la filtración en micras y el tiempo de operación. Se utilizaron 40 premolares uniradiculares divididos en 2 grupos. Se utilizó la técnica al vacío con azul de metileno y luego se midió el grado de filtración de cada grupo, así como el tiempo utilizado para cada técnica, los resultados se procesaron y se llegó a la conclusión de que la técnica de obturación con ultrasonido presentó menor filtración y requirió menor tiempo de operación que la técnica lateral modificada convencional.¹³

Gambarini G. et al. en 2009 publicaron un estudio donde se observó el sellado de un nuevo sistema de obturación Real Seal1. Se tomaron 58 premolares inferiores, y se formaron 3 grupos, G1- Thermafil n=14, G2- Cono Único n=20 y G3- Real Seal1 n=24. Se utilizó un Sistema de filtración de fluidos. Los movimientos registrados se convirtieron a micro litros/mm utilizando la siguiente fórmula: (movimiento en mm/ tiempo pasado en minutos) x 0,785. Los movimientos fueron registrados a las 24 horas. El sellado de los dientes obturados se consideraba adecuada si el flujo en 24 horas era menos o igual a 20 micro litros. Todos los grupos también fueron investigados a los 90 días para ver filtración. Se encontró que el Real Seal1 presentó menor filtración con el análisis estadístico ANOVA al 95% de confiabilidad.¹⁴

Osuna Encinas, en 2014, en su trabajo terminal comparó la capacidad de sellado de tres sistemas de obturación: lateral, lateral con activación ultrasónica y el sistema Guttacore con un modelo de la filtración apical con glucosa. Cincuenta y dos órganos dentarios humanos de conductos únicos fueron utilizados. Los dientes fueron seleccionados al azar, se formaron 3 grupos de 16 cada uno. El grupo 1 fue obturado con el sistema Guttacore, luego obturación lateral con activación ultrasónica para el grupo 2, y por último los de obturación con condensación lateral como grupo 3. El grupo Guttacore se obturó con los acarreadores de gutapercha de conicidad 25/08 y sellador AH Plus (Dentsply Mailefer, Tulsa, OK), el grupo de condensación lateral con activación ultrasónica se obturó con gutapercha 25/08 Reciproc y sellador AH Plus activando con ultrasonido por 10 segundos, el grupo de condensación lateral se obturó con gutapercha conicidad 25/08 Reciproc y sellador AH Plus. Las muestras fueron estudiadas por microfiltración con un modelo de filtración de glucosa in vitro por 4 semanas. Este estudio demostró que los conductos obturados con un sistema de condensación lateral con activación ultrasónica mostraron menos filtración que Guttacore y la condensación lateral utilizando el análisis estadístico Chi-cuadrada con un intervalo de confianza de 95% aunque sin diferencias significativas en los tres grupos de estudio.¹⁵

3. MARCO TEORICO

3.1 OBJETIVO DE LA ENDODONCIA

Los objetivos principales de la endodoncia son el total desbridamiento, limpieza y conformación del espacio pulpar, así como el desarrollo de un sellado hermético en el foramen apical con la obturación total y tridimensional del sistema de conductos radiculares. A lo largo de la historia de la Endodoncia se han desarrollado muchas técnicas y sistemas de obturación con la esperanza de lograr la obturación radicular total. Sin embargo, no se puede destacar lo suficiente la importancia de que para poder obtener este objetivo depende principalmente de la calidad de la limpieza y conformación y la habilidad del operador. Así Silveira F., Monticelli F. y Wedding J definen la obturación como el sellado tridimensional del sistema de conductos después de su limpieza y conformación.¹⁶

De acuerdo a Estrela para llegar a alcanzar el éxito esperado con el sellado endodóntico, algunos factores deben ser bien analizados y bien definidos como los objetivos reales de la obturación del conducto radicular: el momento oportuno para realizarla, conocer los materiales de obturación, las técnicas de obturación y la influencia del sellado coronario en el éxito del tratamiento endodóntico. La obturación del conducto radicular corresponde a la fase final del tratamiento endodóntico, y manifiesta la calidad del mismo por medio del simple aspecto radiográfico, que, aunque de carácter limitado, constituye el único recurso disponible en el momento.

No hay que olvidar que se le debe dar importancia al sellado coronario para prevenir la filtración y contaminación del espacio radicular. La microfiltración alrededor de las restauraciones coronales, a través de la obturación del conducto radicular, y fuera del foramen apical en los tejidos perirradiculares es una fuente potencial de infección bacteriana.¹⁶

3.2 NORMAS PARA PREPARAR EL CONDUCTO

La complejidad de los sistemas de conductos radiculares hace imposible esterilizarlos. Por fortuna, la mayoría de los casos de tratamientos de conductos radiculares es suficiente una reducción del contenido microbiano de los sistemas de conductos para que se produzca una cicatrización perirradicular; en otros casos, la cicatrización puede deberse a una flora residual alterada y menos patológica. Los microorganismos y sus productos pueden retirarse por medios mecánicos o químicos.

En el método mecánico, se utilizan instrumentos metálicos de tamaños estandarizados para retirar la dentina intraductal junto con los microorganismos. El método se basa fundamentalmente en la capacidad de limar un área suficiente de las paredes del sistema de conductos radiculares. Esto requiere la remoción de una cantidad sustancial de dentina y podría debilitar la raíz.

Los microorganismos también se pueden destruir por medios químicos ya sea por líquidos antibacterianos o irrigantes. Los problemas de este enfoque son de dos tipos: 1) puede ser difícil asegurar que el irrigante penetre hasta el estrecho ápice y hasta las ramificaciones del sistema de conductos radicular; 2) incluso si se consigue la penetración, el biofilm puede proteger las capas más profundas de los microorganismos. El primer problema se puede solucionar agrandando suficientemente el conducto radicular para que el irrigante penetre hasta el ápice utilizando la aguja para irrigar de su elección. El segundo problema se puede solucionar utilizando una concentración y un volumen de irrigante suficientes como para evitar que se consuma por reacción química con el detritus orgánico y los microorganismos. Este efecto se puede potenciar mediante la agitación mecánica de el irrigante (ultrasónica) y la reposición frecuente con una nueva solución. En los conductos anchos y rectos se requiere un limado mínimo de las paredes, ya que el irrigante accederá a la mayor parte de las zonas.

La acción combinada de la limpieza mecánica y química es más eficiente que cualquiera de los dos métodos por separado y permite realizar una preparación del conducto más conservadora, ya que se reduce la remoción de dentina para descontaminar (Preparación Quimiomecánica).¹⁷

Para obtener el mejor resultado durante la preparación del conducto, es necesario seguir ciertas reglas básicas:

1. La preparación consiste en el ensanchamiento del conducto, manteniendo la forma general preoperatoria y también procurando conseguir la forma más idónea para la obturación.

Uno de los errores más frecuentes del clínico durante la preparación del conducto se producen cuando intenta modificar su forma original. El abuso de la escariación, la falta de precurvado de los instrumentos, el empleo excesivo de agentes quelantes y la falta de seguimiento del camino de los instrumentos exploradores iniciales, dan origen a una preparación que no corresponde con los límites del conducto original.¹⁷ La conformación ideal del conducto se diseña teniendo en cuenta estas consideraciones y los principios físicos que en ella intervienen. Esta conformación debe ser lo más estrecha posible a nivel del ápice pero compatible con la limpieza del conducto.

2. Una vez determinada la longitud de trabajo en el diente, hay que mantener todos los instrumentos dentro de los confines del conducto.

La sobreinstrumentación o el paso continuo del instrumento intraconducto a través del foramen apical son causa frecuente de dolor durante y después del tratamiento. Si la constricción apical se agreda de forma constante y se rompe durante la instrumentación, no queda suficiente dentina dura y firme, ni existirá algún tope apical contra el cual condensar y colocar el material de obturación del conducto. Por eso, una vez determinada la longitud de trabajo del conducto, conviene anotar esa medición, ajustándose a ella el resto de la instrumentación. La única manera de garantizar que no se sobrepasa la longitud del conducto durante la preparación es utilizar un indicador de medida o tope.

3. Los instrumentos deben utilizarse en orden secuencial, sin “saltarse” los tamaños.

Una vez determinada la longitud del conducto, se introduce la lima de mayor tamaño que llegue hasta la zona apical de la preparación y se inicia la remoción de tejido de las paredes dentinarias. Cuando se observa que el instrumento inicial queda suelto en el interior del conducto, señal de ensanchamiento, y ya no resulta eficaz, se cambia la lima siguiente en orden de tamaño. Este proceso se repite hasta alcanzar el grado deseado de preparación. Nunca se debe saltar el tamaño de las limas. Cuando se emplea una lima de mayor tamaño, fuera de la secuencia mencionada, todavía es posible obtener una correcta penetración apical mediante movimientos rotatorios. Sin embargo, muchas veces el instrumento es impulsado fuera del conducto verdadero, creando su propio conducto falso, un saliente o escalón. Todos los instrumentos deben adaptarse suavemente a la porción apical de la preparación, sin forzar en ningún caso. Si no ocurre así, se utilizará el instrumento inmediatamente más pequeño o se procederá a la instrumentación por incrementos.

4. Todos los instrumentos deben emplearse con gran cuidado, sobre todo los de menor tamaño.

Cada vez que se retire la lima o el escariador del conducto, se deben eliminar los detritos con gasa de algodón u otro material adecuado, al mismo tiempo se inspeccionan las aristas del instrumento para descartar cualquier signo de sobrecarga, fatiga o alteración de forma. Si existe la más mínima duda sobre el estado del instrumento, hay que desecharlo de inmediato, especialmente por la posible separación de el mismo. No hay que preocuparse por usar muchos instrumentos, si se considera el costo tan reducido de estos y se compara con las complicaciones y disgustos derivados de su separación dentro del conducto, resulta más evidente la necesidad de una utilización cuidadosa y posiblemente descartar posteriormente. Los instrumentos de tamaño 8 y 10 deben emplearse como máximo en una sola sesión y desecharse posteriormente, aunque el aspecto de las aristas sea aparentemente normal. Si

el conducto está muy esclerosado y es necesario el uso prolongado de estos instrumentos de pequeño tamaño, deben sustituirse varias veces durante la misma sesión. Los instrumentos de tamaño 15 a 25 se desechan después de dos sesiones. Las estrías de los instrumentos de tamaño 30 o superior son mucho más grandes y fáciles de inspeccionar, estos instrumentos deben sustituirse cuando se advierta cualquier alteración.

5. Los conductos deben prepararse en un medio húmedo.

Como ya se ha mencionado antes es muy importante irrigar constantemente el conducto durante su preparación. El ensanchamiento de un conducto seco da lugar a la acumulación de fragmentos de dentina en el área próxima al orificio apical, lo que impide el sellado correcto. El empleo de una solución irrigante facilita que los detritos y limaduras de dentina dentro del conducto floten en dirección a la cámara, eliminándolos por aspiración o mediante puntas absorbentes. Además la irrigación impide que los instrumentos se peguen a las paredes del conducto, disminuyendo así la sobrecarga de las estrías y su posible separación.¹⁷

3.3 IRRIGACIÓN

La anatomía compleja del sistema de conductos hace que sólo con la instrumentación no seamos capaces de realizar una completa limpieza, por tanto, hemos de ayudarnos de irrigantes que, aplicados antes, durante y después de la instrumentación, dejen los conductos libres de restos.

Muchos estudios se han publicado a propósito de la utilización del ultrasonido para activar el irrigante y aumentar su contacto con el conducto disminuyendo así la carga bacteriana del mismo. Surge el término irrigación pasiva ultrasónica (PUI, siglas en inglés). Se denomina pasivo por el hecho de que su uso se limita a ciclos cortos y no varía la morfología de las paredes del conducto, aunque entre en contacto con ellas. Consiste en transmitir la energía de la punta inactiva al irrigante que es el que realmente trabaja. Autores como Jiang y cols. (2010), estudian la influencia que tiene la colocación de la punta

de ultrasonido sobre la lima intraconducto que transmitirá la vibración al irrigante y hará que éste se active. Valoran la posibilidad de que el resultado sea diferente en función de si la punta de ultrasonido se coloca de forma perpendicular a la lima o paralela a ésta, obteniendo mejores resultados cuando se coloca paralela, ya que de esta forma la lima se mueve más rápido produciendo una mayor vibración.

Para Carver y cols. (2007), la utilización del ultrasonido es de vital importancia, tanto si el conducto es instrumentado manualmente o con instrumentación rotatoria. Concluyen que incluir en la fase de irrigación la activación durante un minuto mediante ultrasonido, reduce hasta siete veces la carga bacteriana. Los mismos resultados aportan a la comunidad científica los autores Gutarts y cols., en su estudio in vivo. Según Vera y cols. (2011), la clave para conseguir una correcta desinfección del sistema de conductos reside en conseguir que el irrigante fluya al tercio apical del conducto. Coinciden con la mayoría de los autores en que la aplicación del ultrasonido al irrigante, hace que éste alcance más fácilmente las partes más apicales del conducto. No obstante ellos añaden en su estudio la importancia de conseguir la permeabilidad apical con una lima del #10 durante todo el procedimiento de instrumentación/irrigación. Para ello en su investigación añaden un contraste al irrigante y analizan que éste llegue al tercio apical sólo cuando se realiza dicha permeabilidad apical.

En la misma línea se mueven los autores Spoletti y cols., quienes comprobaron la efectividad de la activación ultrasónica del irrigante intraconducto. En su trabajo cultivaron tres bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Sptreptococcus viridans* y *Escherichia coli*) que fueron inoculadas en conductos instrumentados y previamente esterilizados. Después aplicaron la irrigación (suero salino) mediante una jeringa e introdujeron una lima a la cual se le aplicó la vibración ultrasónica durante ciclos de 10 segundos. Tras el cultivo de las bacterias y su recuento, concluyen que se redujo notablemente la carga bacteriana en aquellas piezas en las que se había utilizado el ultrasonido, pero que continuaba habiendo carga bacteriana, indicando que, aunque se proceda a

realizar la activación ultrasónica, es necesario añadir irrigantes con propiedades bactericidas, de las cuales carece el suero salino.

De 30 segundos a 1 minuto de activación ultrasónica parece ser suficiente para obtener conductos limpios, mientras que otros recomiendan 2 minutos. Con una irrigación pasiva corta es más fácil mantener la lima en el centro del conducto, y así prevenir el contacto con las paredes del conducto, es por eso que se recomienda realizar ciclos de 10 segundos.

Hong-Guan Kuan y cols., compararon la eficacia del EDTA, producto quelante de conductos, con y sin activación ultrasónica, obteniendo mejores resultados activando el EDTA con ultrasonido. Concluyeron que al aplicar EDTA y activarlo durante un minuto se consigue una eficiente eliminación del barrillo dentinario de la zona apical del conducto. Sobre este mismo producto quelante, Lui J-N y cols. compararon la eficacia del EDTA 17% con o sin surfactantes y la influencia de la aplicación ultrasónica, comprobando en este caso, que el efecto beneficioso de eliminación de detritus se obtenía mediante la aplicación del ultrasonido y no era dependiente de la adición o no de surfactantes al EDTA 17%.

En cuanto a la variación de la intensidad de la unidad de ultrasonido y el resultado de una mejor irrigación, Lei-Meng Jiang y cols., indicaron en su trabajo, que está directamente relacionado, a más potencia de ultrasonido se produce mayor velocidad del irrigante y mejor eliminación de detritus. Concretaron también que es más efectiva la aplicación de ultrasonido pulsátil que continuo.

Respecto a la utilización de una activación sónica como puede ser EndoActivator® o Vibringe®, para varios autores, claramente es más efectivo el ultrasonido, mientras que otros, defienden que se obtienen unos resultados similares con estos aparatos.

Roeland de Moor y cols., comparan la efectividad del ultrasonido para activar

irrigantes, con el uso del láser para tal fin. En este estudio utilizan dos tipos de láser Erbium (Er:YAG y ErCr:YSGG) y ultrasonido. Crean cinco grupos de dientes por tratamiento de conductos realizado: 1) irrigación manual, 2) activación ultrasónica 20 segundos, 3) activación ultrasónica 60 segundos, 4) activación con ErCr:YSGG y 5) activación con Er:YAG. Los resultados que obtuvieron indican que la utilización de los láseres Erbium para activar irrigantes es igual de efectiva que la conseguida con ultrasonido en 60 segundos.¹⁸

3.4 MOMENTO DE LA OBTURACIÓN

Debido a que la obturación del conducto radicular complementa la secuencia operatoria de la técnica endodóntica, como tal, debe ser lo más hermética posible, no irritar los tejidos periapicales, alcanzar un límite adecuado y también ser realizada en el momento oportuno.¹⁹

En general el órgano dentario no debe presentar dolor espontáneo ni provocado; la presencia de dolor indica inflamación de los tejidos periapicales y la obturación podría exacerbar el cuadro álgico. La ausencia de olor es también muy importante ya que la mayor parte de los casos que existe presencia de olor es índice de proliferación microbiana o de la existencia de productos tóxicos de la descomposición pulpar. Una prueba bacteriológica negativa sería un excelente punto de referencia para ayudarnos a indicar el momento exacto de la obturación.

Es imprescindible tener en cuenta el hecho de que el tratamiento se realice en un diente con vitalidad pulpar o no. En dientes con pulpa vital, independientemente de la situación inflamatoria, se sugiere que, si es posible, siempre se preparen y obturen los conductos radiculares en la misma sesión. El índice de éxito en el caso de pulpa vital no se modifica ante la obturación en una o dos sesiones, pero desde el punto de vista histopatológico, se admite

que en esas situaciones se puede realizar en la misma sesión, el vaciamiento completo, la preparación y la obturación del conducto radicular, sin que haya comprometimiento del proceso de reparación tisular.¹⁶ Este procedimiento se basa en trabajos de investigación y observaciones de Kronfiel, Seltez, Leonardo y Holland que demuestran que al extirpar una pulpa, dentro de condiciones normales, se produce un cuadro inflamatorio en tejidos apicales y periapicales que tiende a normalizarse aproximadamente en 48 horas después del acto operatorio. Si se volviese a intervenir en este conducto en una segunda sesión, por mas cuidadosos que se fuese, podrían desencadenar por medio de traumatismo una nueva respuesta inflamatoria sobre tejidos que ya están en reposo y preparados para los procesos de reparación. Además no existe ningún problema con relación al aspecto microbiano, los estudios histológicos e histoquímicos como los de Kronfeld, Baume, Massler, Valdrighi y Zerlotti han demostrado la ausencia de infección en la intimidad del tejido pulpar, aún en situaciones en que la pulpa estaba comprometida por un proceso de caries los microorganismos son contenidos por los elementos de defensa y, casi siempre la infección es superficial, de este modo, la pulpa de los conductos radiculares está estéril, aún cuando muestre reacción inflamatoria. Sin embargo es imprescindible el mantenimiento de una rigurosa cadena aséptica durante todo el acto operatorio.

En los procesos infecciosos de larga duración (abscesos crónicos, granulomas y quistes), hay intensa proliferación microbiana con propagación no sólo hacia la luz del conducto sino también hacia canaliculos dentarios, conductos laterales, accesorios, deltas y ramificaciones en general. En estas situaciones, el objetivo básico del tratamiento endodóntico es la neutralización y eliminación de todos los productos tóxicos de la descomposición pulpar, así como la destrucción microbiana. Por medio del ensanchamiento y limado, ayudados por la irrigación/aspiración con sustancias químicas, se consigue una desinfección razonable de la luz del conducto, sin embargo los microorganismos infiltrados en la masa dentinaria y ramificaciones deben recibir todavía la acción de

sustancias bactericidas en aplicación tópica, con una curación temporaria. Este hecho nos lleva a indicar el tratamientos de los dientes despulpados e infectados en dos sesiones como mínimo. Así, el conducto radicular estaría en condiciones de ser obturado en una segunda sesión, después de la permanencia de una curación temporaria de hidróxido de calcio, durante un período de 72 horas como mínimo y 7 días como máximo.

Para poder realizar la obturación de estos conductos deberá ser una vez que el conducto radicular ya se encontrase limpio, conformado, y ya preparadas sus paredes por la acción de los instrumentos endodónticos de tal forma que su diámetro permitiese la realización de una correcta técnica de obturación. Sería necesario, también, que el conducto radicular estuviese seco, es decir, no hubiese drenaje de exudado periapical. Si al retirar la curación temporaria de un conducto esto ocurriera, no se debe obturar en esta sesión porque existen evidencias de que algo no anda bien en el tratamiento, ya que el exudado periapical es consecuencia de una reacción inflamatoria de aquellos tejidos, frente a agresiones bacterianas, físicas y químicas. El hecho es que, en presencia de exudado persistente no debemos obturar el conducto radicular. Se debe irrigar abundantemente, tratar de secarlo de la mejor manera, colocar la nueva curación de hidróxido de calcio, sellar la abertura y prolongar el caso a una tercera sesión. No olvidar también ausencia de sensibilidad a la percusión, a la palpación de la mucosa oral asociada y ausencia de tracto sinuoso patente. La persistencia de los síntomas se toma como indicativo de infección residual, siendo necesaria la reevaluación de la anatomía de conductos radiculares, de su estado de contaminación y de la necesidad de posterior limpieza y preparación.

Recientemente ha habido una tendencia, en especial entre endodoncistas calificados, a la finalización del tratamiento en una única visita. Los fundamentos de esto son que la obturación en una segunda visita puede permitir la recontaminación del sistema de conductos radiculares en el período intermedio y, por tanto, pelagra el resultado. El tratamiento en una única visita

también ofrece las ventajas de una sola aplicación de anestésico local y dique de goma, reduce el tiempo total de tratamiento y, consiguientemente, el costo (y será más aceptable para los pacientes). La ventaja para el profesional será una mejor familiarización con el sistema de conductos en el momento de la obturación. Sin embargo, existe el riesgo de fatiga grave para el profesional y el paciente con esta técnica; además, el conducto radicular no es fácilmente accesible al drenaje en el caso de una reagudización después del tratamiento. Las indicaciones específicas para tal abordaje incluyen el tratamiento de conductos radiculares en dientes con pulpas vitales (en el que múltiples visitas pueden exponer el sistema de conductos al riesgo de contaminación microbiana y reducir las posibilidades de éxito) y cuando se coloca un perno/muñón inmediatamente.²⁰ Finalmente, cuando el diente cumpla todos estos requisitos se debe concretar la obturación.²¹

3.5 LÍMITE DE OBTURACIÓN

Los límites anatómicos del espacio pulpar son la unión dentinocementaria apicalmente, y la cámara pulpar coronalmente. El debate persiste, sin embargo, en cuanto al límite apical ideal de la obturación del conducto radicular.

Ponce R. menciona que las obturaciones que llegan hasta el límite cemento-dentinario, se encuentran dentro de los límites del conducto. El límite cemento-dentinario según los estudios de Yury Kuttler, está a un promedio de 0.5 mm de la superficie externa del foramen apical y para Ingle es el punto más estrecho del conducto.²¹ Varios autores están en desacuerdo con estos puntos y prefieren obturar hasta el foramen apical o ápice radiográfico.

Son muy importantes los conceptos de “sobre extensión” y “sobre obturación”, ya que generalmente un conducto con un exceso de material de obturación en periápice indica que por un error en la preparación ha sido imposible controlar la adaptación de la obturación en el tercio apical y estaríamos ante un caso de sobre extensión. Ahora bien, este exceso de material no tendría tanta

importancia solamente en el caso de que la adaptación en el tercio apical fuese adecuada, y entonces estaríamos ante un caso de sobre obturación. El material de obturación se debe confiar en el interior del diente evitando cualquiera de las situaciones anteriores.²¹ El nivel de la obturación se relaciona con el nivel de la conformación, por ende, todo el espacio conformado debe ser obturado. Algunos investigadores confirman que los mejores resultados (tanto desde el punto de vista clínico como del histológico) se consiguen cuando la obturación dista alrededor de 1 mm del foramen apical.^{21,22}

De la misma manera los términos “llenado excesivo” y “sobre-extensión”, a menudo se usan indistintamente, lo cual no es correcto. El llenado excesivo denota "la obturación total del espacio del conducto radicular con el exceso de material de extrusión más allá del foramen apical." Sobre-extensión, por otro lado, también puede denotar extrusión de material de relleno más allá de las foramen apical pero con la advertencia de que el conducto no ha sido llenado adecuadamente y que el ápice no ha sido sellado.

Llenar hasta el final radiográfico de la raíz es en realidad sobrellenado. Muchos autores consideran que el llenado justo antes del ápice radiográfico se prefiere sobre el “llenado excesivo”. A pesar de todo esto, se puede lograr un alto grado de éxito aún si se produce un llenado excesivo. Afortunadamente, la mayoría de los cementos selladores que se utilizan actualmente, así como los materiales de relleno de núcleo sólido, se toleran finalmente por los tejidos periapicales una vez que los cementos han fijado.²³

Finalmente de acuerdo a una publicación de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) “Appropriateness of Care and Quality Assurance Guidelines” acerca de todos los aspectos del tratamiento de endodoncia contemporánea, con respecto a la evaluación radiográfica de la obturación del conducto radicular, debería ser un "aspecto radiográfico de un llenado tridimensional denso que se extiende lo más cerca posible a la unión cementodentinal, es

decir, sin sobreextensión o llenado insuficiente en presencia de una conducto de patente".²⁴

3.6 MATERIALES OBTURADORES DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Hasta la aparición o la confirmación de la existencia del material ideal, la obturación deberá realizarse con los materiales que, por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, aseguren el logro de algunos objetivos. Para conseguir las obturaciones herméticas, tan deseadas, es necesario además de el buen empleo de las técnicas, también, buenos materiales selladores, es decir, sustancias que, colocadas dentro del conducto radicular en el momento de la obturación, cumplan sus reales finalidades de sellado y de respeto por los tejidos apicales y periapicales. Por lo tanto es necesario que los productos empleados con ese fin tengan una serie de propiedades biológicas y fisicoquímicas, mencionadas y destacadas por numerosos autores.²³

3.6.1 Propiedades Biológicas y Fisicoquímicas

- Facilidad de inserción.
- Propiciar buen sellado tanto lateral como apical.
- No debe de sufrir contracciones.
- Impermeable a la humedad, no ser solubilizado dentro del conducto radicular.
- Ser bacteriostático o al menos no promover el crecimiento bacteriano.
- Ser radiopaco.
- No manchar las estructuras dentarias.
- No irritar el tejido perirradicular.
- Ser estéril o de fácil desinfección.
- De fácil eliminación.
- Ser plástica en el momento de la inserción, tornándose sólida posteriormente.
- Poseer buen tiempo de trabajo.
- Poseer buen escurrimiento.

- Poseer buena viscosidad y adherencia.
- Poseer pH próximo al neutro.
- Buena tolerancia tisular.
- Ser reabsorbido en el periápice, en casos de extravasamientos accidentales.
- Estimular o permitir el depósito de tejido mineralizado a nivel del ápice.
(Brownlee, 1900; Grossman, 1940)

3.7 GUTAPERCHA Y CEMENTOS SELLADORES

Se han utilizado muchos materiales de relleno en la terapia de conductos radiculares en el intento de alcanzar el éxito. Actualmente, la gutapercha es el material comúnmente recomendado para la obturación debido a que es inerte, por su biocompatibilidad, estabilidad dimensional, compactibilidad, plasticidad cuando se calienta, y su fácil remoción para la colocación de un poste o en retratamiento. La gutapercha es una sustancia vegetal obtenida de un árbol de la familia de las Sapotáceas, del género *Pallaquium*, existente en Sumatra y en Filipinas.

Existe químicamente pura de dos formas cristalinas: alfa y beta y pueden ser convertidas una a la otra y viceversa dependiendo de la temperatura. La forma alfa proviene directamente del árbol, y se utiliza en las últimas técnicas termoplásticas, aunque la forma disponible como se encuentra comercializada es la estructura beta. Tradicionalmente, la forma beta se utiliza para producir las puntas de gutapercha para alcanzar una estabilidad mejorada, dureza y menor viscosidad. Sin embargo, a través de la elaboración especial y/o modificaciones en la formulación del compuesto de la gutapercha, más formas alfa de gutapercha han sido introducidas, lo que resulta en cambios en el punto de fusión, la viscosidad y la pegajosidad de las puntas de gutapercha. La gutapercha con baja viscosidad fluirá con menos presión o estrés, mientras que un aumento en su pegajosidad ayudará a crear un relleno más homogéneo.²⁴ El efecto de calentamiento sobre el cambio volumétrico de la gutapercha es muy importante en la Endodoncia. La gutapercha calentada a temperatura muy

alta se contrae más al enfriarse. Si el enfriamiento también se asocia con un cambio de fase, como parece probable, la contracción es incluso mayor. La implicación práctica es que la gutapercha calentada requiere presión para compactarla al enfriar para evitar que se desarrollen los vacíos producidos por la contracción. Es por eso que, Schilder et al. recomiendan "que se aplique presión vertical en todas las técnicas de gutapercha caliente para compensar los cambios de volumen que se producen cuando el enfriamiento tiene lugar." Aunque las técnicas de colocación de gutapercha que incluyen su calentamiento en el conducto de la raíz causa cambios físicos reversibles, no se llevan a cabo cambios aparentes su composición química.

La composición química de la gutapercha, varía dependiendo la casa fabricante. Normalmente, tienen entre un 19-22% de gutapercha, 59-75% de óxido de zinc y en pequeños porcentajes una combinación de ceras y resinas, agentes colorantes, antioxidantes y sales metálicas.²⁴ Se ha comprobado que los altos índices de óxido de zinc le confieren una actividad antimicrobiana o como mínimo inhiben el crecimiento bacteriano.

La gutapercha se encuentra disponible en forma de conos con tamaños estandarizados (siguen las normas de la ISO con respecto a las limas de 15-140) y no estandarizados (extra-fino, fino-fino, mediano-fino, fino, fino-mediano, mediano, mediano-grande, grande y extra-grande). Estos últimos se utilizan como accesorios en algunas técnicas de obturación, sin embargo son los de primera elección en la técnica de compactación vertical con gutapercha reblandecida con calor. Existen otras formas disponibles dependiendo la técnica de obturación, pueden ser en forma de bolitas o cánulas (técnica termoplastificada) y otras en formas de jeringas calentables (termomecánica).²⁴

La gutapercha como material de obturación, presenta muchas ventajas: facilidad de condensación y adaptación a las irregularidades del conducto, puede ser reblandecida con calor o solventes químicos (éter, xilol, cloroformo, benceno, etc.), es inerte, presenta buena estabilidad dimensional, no alergénico, no altera la coloración dentaria, radiopaco y de fácil remoción. Pero también presenta desventajas como la carencia de rigidez y adherencia, y la

necesidad de tope apical ya que puede ser desplazada fácilmente mediante presión.

La gutapercha por si sola no puede asegurar un selle hermético, por lo que para todas las técnicas de obturación se debe combinar con un cemento sellador. El uso de un sellador durante la obturación del conducto radicular es esencial para el éxito. Realza el posible rendimiento de un sello impermeable y sirve como relleno para irregularidades del conducto y pequeñas discrepancias entre la pared del conducto radicular y el núcleo del material de relleno. Los selladores se manifiestan a menudo a través de los conductos laterales o accesorios, y pueden ayudar en el control microbiano si llegan a existir microorganismos que quedan en las paredes del conducto radicular o en los túbulos. Los selladores pueden servir también como lubricantes para ayudar en la colocación correcta del material de relleno del núcleo durante la compactación. En los conductos en los que se ha quitado la capa de barrillo dentinario, muchos selladores demuestran un aumento de las propiedades adhesivas a la dentina (además de la que fluye en los túbulos de patentes).²⁴

Los selladores rutinariamente usados en endodoncia pueden agruparse en diversas categorías: a base de óxido de zinc y eugenol, a base de hidróxido de calcio, cementos resinosos, a base de ionómero de vidrio, a base de metacrilato, a base de silicon, a base de MTA y biocerámicos. Se considera que la filtración a través de un conducto radicular obturado se lleva a cabo en las interfaces entre el sellador y la dentina o sellador y gutapercha, o a través de vacíos presentes en el sellador. Por eso, la calidad de sellado de un relleno del conducto radicular depende demasiado en la habilidad de sellado del cemento.¹

El propósito de un cemento sellador es el de obturar los espacios irregulares entre la pared del conducto y las puntas de gutapercha. Se aplica a las paredes del conducto radicular y ligeramente a las puntas de gutapercha individuales donde sea apropiado. Los cementos selladores deberán tener unas propiedades de mezclado y tiempo de trabajo adecuados, además de las deseables propiedades de los materiales de obturación radicular. Una buena

consistencia del cemento sellador ayuda a su manipulación, por lo que será importante una buena mezcla. Las formulaciones pasta/pasta dan una consistencia estándar y las formulaciones de polvo/líquido permiten una mayor variabilidad. La consistencia deseable para la mayoría de cementos selladores deberá ser suficientemente viscoso para que se levante un hilo del material mezclado de forma homogénea. Se transportará entonces y se aplica a las paredes del conducto radicular de diversas formas; la elección de la misma es un tema de preferencia personal. Las paredes pueden revestirse con el cemento sellador transportado en puntas de papel, limas, la punta de gutapercha maestra o con el espaciador.²⁰

Hasta el día de hoy la gutapercha y el cemento sellador se consideran los materiales de elección para obturar el sistema de conductos radiculares sin importar el método que se utilice.

3.8 TÉCNICAS DE OBTURACIÓN

Desde que la causa más común del fracaso endodóntico ha sido atribuida a una obturación incompleta, se han recomendado a lo largo de los años numerosos métodos para obturar el sistema de conductos radiculares, cada uno con su propia pretensión de facilidad, eficiencia, o superioridad. Las técnicas de obturación contemporáneas no son diferentes, y aunque sí reflejan un cierto grado de sofisticación tecnológica, las técnicas contemporáneas todavía dependen de gutapercha y sellador para lograr su objetivo de un relleno tridimensional del espacio del conducto radicular que ha sido limpiado y conformado. Existen cuatro técnicas básicas para la obturación del sistema de conductos radiculares con gutapercha y sellador:

1. La compactación de gutapercha en frío
2. La compactación de gutapercha que ha sido reblandecida por el calor en el conducto y compactada en frío
3. La compactación de gutapercha que ha sido termoplástificada, inyectada en el sistema, y compactada en frío

4. La compactación de gutapercha que se ha colocado en el conducto y ablandado a través de medios mecánicos

A pesar de que existe un sin número de variaciones sobre estas cuatro técnicas básicas, las técnicas más utilizadas hoy en día incluyen: Técnica de Condensación Lateral en frío, Técnica de Condensación Vertical, Técnica McSpadden, Técnica de Tagger, Sistema Endotec, Sistemas de Acarreamiento, y Sistemas de Inyección. La Técnica de Condensación lateral ha sido la más ampliamente utilizada y sirve como referencia para la evaluación de otras técnicas.

La obturación de los conductos radiculares juega un papel fundamental en el éxito de esta terapia, pues mediante ella se logra un selle adecuado que previene el ingreso de bacterias y fluidos provenientes tanto de la cavidad oral, como de los tejidos periapicales. Los conductos radiculares tienen una anatomía irregular, por lo cual no es suficiente sellar el sistema de conductos radiculares de forma apropiada. Paralelamente a las técnicas de obturación, se desarrollaron técnicas de preparación de los conductos radiculares en búsqueda de una conicidad continua que favoreciese la inserción del material de obturación, respetando las particularidades anatómicas de los conductos. Lo más adecuado sería utilizar una técnica para las situaciones convencionales, y cuando fuese necesario, ejecutar maniobras técnicas no convencionales.¹⁶

3.8.1 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL DE GUTAPERCHA FRÍA

Es llamada también compactación en frío. Esta técnica es aplicable a la mayoría de los conductos radiculares y requiere una preparación del conducto en forma cónica. Dentro de sus ventajas que han determinado la preferencias de su elección está su eficacia comprobada, su relativa sencillez, el control del límite apical de la obturación y el uso de un instrumental simple. Sin embargo, tiene la desventaja de que es compleja su utilización en conductos muy curvos y con irregularidades, así como los conductos en C, conductos laterales,

reabsorciones radiculares apicales y reabsorciones internas. El relleno final del conducto radicular produce muchas irregularidades, puede carecer de homogeneidad y debe depender del cemento sellador para llenar los vacíos entre los conos individuales. Investigadores han informado que una condensación lateral produce una masa no homogénea de gutapercha que es pobremente adaptada a las paredes del espacio preparado del conducto radicular. Los vacíos resultantes de esta técnica se han visto que van continuamente apico-oclusalmente, y a menudo no están llenas de cemento sellador. Aun cuando estos vacíos se llenaran con cemento sellador, se podría destruir potencialmente si se expone a fluidos orales y puede proveer una vía para las bacterias hacia el área periapical.

3.8.1.1 Armamentario

Los instrumentos y materiales necesarios para llevar a cabo este tipo de obturación son los siguientes:

- Espaciadores
- Gutapercha (ISO, Gutapercha Accesorio No estandarizada)
- Cemento Sellador
- Glick #1
- Fuente de Calor

3.8.1.2 Protocolo de la técnica de condensación lateral en frío

- Elección de la punta o cono principal: Su selección se basa en dos factores: a) en el calibre del último instrumento utilizado en la conformación y b) en la longitud de trabajo usada para la conformación¹⁹. En general se eligen las gutaperchas de conicidad .02, de este modo el espaciador penetrará más cercano a la constricción y la compactación podrá ser mayor. Mediante una pinza sujeta a la longitud de trabajo se introduce en el conducto húmedo, cuando se cree que la punta alcanza una situación correcta respecto a su límite apical, se debe

comprobar mediante una radiografía. Hecha esta verificación es prudente ya sea cortarlo con una tijera al ras del borde de referencia o marcarlo aplastando en ese punto con los mordientes de una pinza clínica. De una u otra forma, esta marca indicará la posición correcta del cono. Se deberá desinfectar el cono con solución desinfectante durante alrededor de 1 a 2 minutos.

- Secado del conducto: Se efectúa con puntas de papel estandarizadas hasta conseguir extraerlas completamente secas. Si su extremo apical aparece manchado de sangre, puede ser un indicador de que el conducto no se ha preparado del modo adecuado y que no está listo para ser obturado.
- Introducción del sellador: El sellador se prepara siguiendo las instrucciones del fabricante, se puede introducir en el conducto embadurnando la lima apical maestra hasta alcanzar la longitud de trabajo, entonces se gira la lima en sentido antihorario, para que impregnen las paredes del conducto y se retira del mismo, también se puede introducir el recubriendo la punta de la gutapercha principal con él.
- Introducción de la punta principal: Se impregna ligeramente con sellador y se introduce en el conducto hasta alcanzar la longitud seleccionada, de forma lenta para permitir la salida de aire que hay en el interior del conducto.
- Condensación de puntas accesorias: Se introduce el espaciador seleccionado que sea compatible con el espacio ya existente en el interior del conducto radicular, ejerciendo una fuerza energética pero que no sea excesiva hacia apical, y con pequeñas rotaciones de un cuarto de vuelta, hacia derecha e izquierda, procurando presionar el cono principal contra una de las paredes. Se mantiene el espaciador en el conducto y con la pinza de curación se toma un cono accesorio o secundario, para liberar el espaciador se ejercen ligeros movimientos de rotación horaria y antihoraria y se retira. A continuación se introduce de

forma inmediata la punta accesoria seleccionada y se repite la secuencia hasta que el espaciador no pueda penetrar más allá del tercio cervical.

- Una vez concluida la condensación lateral se toma una radiografía periapical para evaluar la calidad de obturación. Si la obturación es adecuada, se recortan los conos que sobresalen con un instrumento al rojo vivo, 1 mm en el interior del conducto, se eliminan los excesos y se condensa verticalmente en frío.
- Se toma una radiografía final para comprobar el límite apical y la calidad de la obturación.
- Se existe algún defecto se retiran parcial o totalmente las puntas y se repite la obturación.

3.8.2 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN VERTICAL

Para eliminar el problema de los vacíos resultantes que se dan en una Técnica de Condensación Lateral en frío se recomienda la utilización de la técnica de condensación vertical ya que diversos estudios demuestran que se adapta y reproduce mejor la anatomía interna del conducto radicular. La condensación vertical, descrita por primera vez por el Dr. Herbert Schilder en 1967, utiliza el calor para producir una masa de gutapercha homogénea y dimensionalmente estable para obturar el sistema de conductos radiculares. En general, la condensación vertical se puede usar en las mismas situaciones que la condensación lateral, pero se prefiere en circunstancias como resorción interna y con apexificación.²⁵ Su desventaja es que el flujo mejorado de la gutapercha termoplastificada puede resultar en una sobre-extensión de material en los tejidos periapicales. Además, esta técnica puede tomar mucho tiempo para realizarse.¹

En esta técnica se utilizan atacadores con puntas planas para compactar gutapercha caliente apicalmente con una serie de pasos, comenzando por la

porción apical y gradualmente obturando el conducto avanzando hacia coronal. Esta técnica esta basada en atacar el área máxima de gutapercha en sección transversal con la punta del atacador y empujarla apicalmente sin que el atacador contacte con las paredes del conducto. Esto implica que la serie de atacadores de diferentes tamaños, graduadas a intervalos de 5 mm, se introduzcan previamente en el conducto y se midan. Un atacador muy pequeño simplemente se introducirá en la gutapercha; uno demasiado ancho contactará con las paredes del conducto y podría fracturar la raíz. El atacador más pequeño deberá llegar hasta 5 mm antes de la longitud de trabajo para alcanzar una buena compactación sin extrusión. La anchura y rigidez de los atacadores precisan una preparación de conductos cónica más ancha que para la de condensación lateral. La técnica no es fácil de usar en conductos curvos, en los que los atacadores rígidos pueden no traspasar la curvatura y tal vez queden espacios vacíos remanentes en la zona apical.²⁰

3.8.2.1 Armamentario

Los instrumentos y materiales necesarios para llevar a cabo este tipo de obturación son los siguientes:

- Atacadores
- Gutapercha No Estandarizada o ISO con conicidad
- Cemento Sellador
- Glick #1
- Fuente de calor²³

3.8.2.2 Protocolo de la técnica de condensación vertical

1. Una vez concluida la preparación biomecánica del conducto correctamente, se irriga y se seca con puntas de papel.
2. Se miden los condensadores de Schilder que se van a emplear primero, esto es, los de diámetro mas amplio que quepan en el conducto.
3. Se elige una punta de gutapercha no estandarizada o ISO con conicidad que ajuste aproximadamente en el tercio apical.

4. Se le cortan a dicho cono 2 o 3 mm de la punta, se coloca en el conducto y se toma una radiografía. El resultado es satisfactorio cuando la punta ajusta en el conducto 2 o 3 mm antes de la longitud de trabajo.
5. Se marca o se corta el cono de gutapercha a nivel del borde oclusal o incisal.
6. Se mezcla el cemento sellador y se coloca en el conducto mediante una lima, léntulo, punta de papel o el cono maestro.
7. Con muy poco cemento sellador en la punta del cono, se introduce nuevamente al conducto suavemente y con movimientos de vaivén para que fluya el exceso de cemento, hasta que llegue a la marca.
8. Con un instrumento Glick #1 caliente se corta el exceso del cono de gutapercha que sobresale del conducto radicular y con el lado del obturador del mismo instrumento Glick #1 se ejerce una condensación vertical.
9. Con el instrumento transportador de calor mas grueso y calentado al rojo cereza, se retira una porción de la gutapercha al introducirlo en la masa del material e inmediatamente se condensa verticalmente con los obturadores de Schilder fríos y de la medida adecuada. Se repite esta operación disminuyendo el tamaño de los transportadores de calor y de los obturadores para no tocar, en lo posible, las paredes laterales del conducto.
10. Se toman radiografías transoperatorias para verificar que la masa plastificada de gutapercha esta llenando el espacio del tercio apical del conducto.
11. El resto del conducto se obtura con trozos de gutapercha que se reblandecen en la flama colocándolos en el conducto y obturándolos verticalmente.

12. Se limpia la cámara pulpar de los restos de cemento sellador y gutapercha humedeciendo una torunda para completar la limpieza.
13. Sellar la cámara pulpar con una restauración temporal o definitiva.

3.8.3 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN VERTICAL CON ONDA CONTINUA

Existe también una técnica por medio de inyección de gutapercha termoplastificada una vez que se haya logrado el tope apical con gutapercha en los primeros 4-5 mm. Esta técnica implica la inyección de gutapercha derretida en el sistema de conductos radiculares. Sus principios son sencillos, pero esta técnica requiere de una práctica considerable para realizarse y tiene sus desventajas. Para evitar la infraextensión la aguja de inyección debe colocarse de 3-5 mm de la longitud de trabajo. El control inadecuado de la temperatura puede producir unos resultados pobres. A medida que la gutapercha se enfría en el conducto, se contrae y por lo tanto, requiere precisión para compensar la contracción. Una técnica incremental con condensación vertical, da un mejor resultado y es útil para obturar la anatomía accesoria. La sobreextensión es también un problema potencial y puede resolverse utilizando una técnica híbrida, en la cual la porción apical del conducto se rellena utilizando la condensación lateral, el exceso de gutapercha se retira con un instrumento caliente y el resto se condensa verticalmente antes de rellenar el conducto con gutapercha termoplastificada. La técnica de inyección debe utilizarse siempre con cemento sellador de revestimiento en las paredes del conducto y es especialmente útil para obturar los conductos anchos e irregulares; algunas indicaciones son: por reabsorción interna, obturación de conductos anchos y rectos y raíces incompletamente formadas con barreras inducidas apicalmente. Si la cicatrización no se ha producido en el ápice y no se ha formado una barrera completa, la gutapercha termoplastificada puede utilizarse en una cirugía en una obturación retrógrada.²⁰

3.8.4 TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL MODIFICADA CON ULTRASONIDO

Aunque el ultrasonido es utilizado en odontología para aplicaciones terapéuticas y de diagnóstico, así como para la limpieza de los instrumentos antes de la esterilización, en la actualidad su uso principal es para raspado y alisado radicular de los dientes y en la tratamiento de conductos radiculares. El concepto de la odontología mínimamente invasiva y el deseo de preparaciones con pequeñas dimensiones ha estimulado nuevos enfoques en el diseño cavidad y conceptos de corte de dientes, incluyendo ultrasonido para la preparación de cavidades.

La siguiente es una lista de las aplicaciones más frecuentes en endodoncia, la número 4 será revisada en detalle:

1. Refinamiento del acceso, búsqueda de conductos calcificados, y extracción de cálculos pulpares
2. La eliminación de obstrucciones intraconducto (instrumentos separados, postes radiculares, puntas de plata, y postes metálicos fracturados)
3. Aumento de la acción de las soluciones de irrigación
4. Condensación ultrasónica de gutapercha
5. Colocación de agregado de trióxido mineral (MTA)
6. Endodoncia Quirúrgica: Retro preparación de la cavidad radicular y el refinamiento y la colocación de material de obturación
7. Preparación del conducto radicular²

Moreno sugirió que la energía de la punta de ultrasonido puede convertirse en calor para ayudar a reblandecer y homogeneizar la gutapercha al utilizar la condensación lateral para reducir tanto el número como el tamaño de vacíos

entre ella y obtener una obturación del sistema de conductos radiculares tridimensional. Un espaciador activado ultrasónicamente que vibra de forma lineal y produce calor puede mejorar la técnica de condensación lateral tradicional por medio de la termoplastificación de la gutapercha y obtener esta masa de gutapercha homogénea con menor número y tamaño de vacíos, produciendo una obturación tridimensional completa del sistema de conductos radiculares y a la vez se controla la longitud de la obturación.²⁷

Desde un punto de vista práctico, la condensación de gutapercha con ultrasonido se domina rápidamente y tiene muchas ventajas sobre otras técnicas de condensación lateral caliente. Se observó que el calor es generado sólo durante la activación con ultrasonido, el condensador aparentemente se enfría rápidamente una vez que la activación cesa. Además, la lima ultrasónica tiene las siguientes ventajas: el tamaño del transportador de calor (espaciador o lima ultrasónica) puede elegirse para que corresponda al diámetro del conducto radicular; el espaciador o lima ultrasónica puede ser precurvado para ajustarse a la curvatura del conductor radicular; la gutapercha no se pega al espaciador o lima ultrasónica mientras está activada con la unidad de ultrasonido; y la baja temperatura que se produce al usar esta unidad en su nivel mas bajo puede resultar en un menor cambio en volumen de la gutapercha cuando se enfríe.²⁶

Se ha descrito gran número de protocolos de obturación con condensación de la gutapercha con ultrasonido: (a) plastificación ultrasónica del cono principal seguido de condensación lateral en frío; (b) activación de ultrasonido una o dos veces después de completar la condensación lateral fría; (c) activación ultrasónica después de la colocación del segundo cono accesorio; o (d) activación ultrasónica después de cada colocación de un cono accesorio.²

La técnica de obturación del conducto radicular discutida en este trabajo es la condensación lateral en frío modificada utilizando calor con ultrasonido para obtener una mejor condensación de gutapercha. Al terminar la obturación del

sistema de conductos radiculares con la técnica de condensación lateral convencional, se provee calor por medio de una lima tipo U del calibre de elección que no quede ajustada en el conducto adaptada a su vez a la punta E12 (NSK) de ultrasonido. El “espaciador” ultrasónico es colocado entonces en el centro de la masa de gutapercha 1-2 mm corto de la longitud de trabajo y activado por 10 segundos en un nivel intermedio para prevenir que choque en las superficies de la raíz y fractura del espaciador ultrasónico. Después de activarlo, se retira el espaciador ultrasónico, y se hace una condensación vertical con los atacadores correspondientes. Se repite dos o tres veces más el proceso según sea necesario.²⁶ El espaciador ultrasónico debe de estar en la masa de gutapercha aproximadamente por 10 segundos para lograr termoplastificación. Dejarlo en el conducto por mas de 10 segundos puede producir un aumento en la temperatura que dañe la superficie radicular.²

3.9 FILTRACIÓN DE FLUIDOS

La calidad de sellado apical obtenido por los materiales de obturación ha sido evaluada por diferentes métodos tales como la penetración de tintes, radioisótopos, penetración bacteriana, por medios electroquímicos, microscopio electrónico de barrido y por técnicas de filtración de fluidos.^{23,28}

La penetración de tintes es uno de los métodos más usados frecuentemente, para ello se han utilizado colorantes como la hematoxilina, el verde brillante, el azul de metileno y la tinta china. La forma de evaluar la penetración de estos tintes, es a través del seccionamiento de especímenes o por clarificación. El seccionamiento de especímenes no es un método adecuado, pues no permite el análisis tridimensional del espécimen ya que al seccionarlo se altera la anatomía del mismo destruyendo las muestras; por el contrario los de clarificación si la conservan. Para la utilización de estos colorantes se deben considerar algunos aspectos como: el tamaño molecular, el pH, la reactividad química, la tensión superficial, el efecto y la afinidad con los tejidos dentarios. El tamaño molecular no debe ser muy pequeño ya que los resultados de

penetración serán mayores de lo que realmente penetran las bacterias. El pH no debe de ser ácido ya que puede producir un efecto desmineralizante que ayuda a la penetración del tinte. La tensión superficial es un punto controversial, ya que de ser muy baja la penetración sería mayor y de ser muy alta la penetración tardaría varios días.²⁹

El azul de metileno tiene un pH de 4.7, su tamaño molecular es pequeño, su molécula es muy volátil, se evapora a las 72 horas, su tensión superficial es muy baja y tiene un efecto desmineralizante sobre el tejido; al hacer los análisis ya sea por seccionamiento o por clarificación no se puede definir si la penetración fue por si mismo o por los efectos que se puede tener en el tejido. Da una coloración blanca y esta puede confundirse con la descalcificación de la gutapercha en las técnicas de clarificación. En contraste con el azul de metileno, la tinta china es un colorante estable, de pH neutro, de molécula grande y de tensión superficial alta; sin embargo, debido a su gran tamaño molecular y a su alta tensión superficial su penetración dura alrededor de 15 días.³⁰ Ahibeg, reportó discrepancias en el patrón de filtración con el azul de metileno y tinta china en dientes obturados encontrando mayor variación en el azul de metileno comparado con la tinta china. Los estudios con colorantes se ven afectados por numerosos aspectos mencionados anteriormente, además no dan analogías con la clínica y sus métodos son estáticos y no dinámicos como sucede en los tejidos in vivo; por tantos estos estudios no se pueden extrapolar a la realidad.³¹

Para la comparación de penetración de tinta y el método de filtración de fluidos, se puede considerar que: a) método de filtración de fluidos sugiere vías entre el extremo coronal y apical del relleno de la raíz; b) los valores método de filtración de fluidos indican el diámetro y la longitud del vacío, en lugar de sólo la longitud del vacío. La técnica de penetración de tinte tiene la desventaja principal de ser semi-cuantitativa durante la cual, a menudo se involucra un solo plano de vista. Las técnicas de penetración de tintes no proporcionan ninguna información relativa al volumen de trazador que realmente penetra el

interfaz del vacío.

Karagoz-Kucukay et al. y Wimonchit et al. informaron que la técnica de clarificación permite la visualización tridimensional del relleno gutapercha dentro de la estructura del diente con la ayuda de microscopio estereoscópico. Además, la extensión y distribución de la tinta India también podrían ser evaluadas y medidas. Sin embargo, el consiguiente almacenamiento de las muestras diafanizadas en salicilato de metilo por un período más largo causa que el sellador se desborde un poco a través del foramen apical con una acción de burbujas. Sin embargo, el sistema de clarificación no podría ser utilizado para medir el volumen de la entrada del trazador. En un estudio in vitro por Youngson et al., no hubo correlación estadísticamente significativa entre las mediciones de filtración de fluidos y técnica de clarificación medidos por un sistema de puntuación. La filtración de fluidos es una técnica más sensible. La diafanización o clarificación de muestras, aunque visualmente impresionante, nunca se ha verificado satisfactoriamente que demuestre el patrón de la penetración trazador. Es difícil medir con precisión y el trazador se puede perder durante el procesamiento de tejido.

La filtración a través de los conductos radiculares obturados ha sido determinada por medio de marcadores radioisotópicos o tinta, microorganismos, o por medio de paso de iones utilizando una técnica electroquímica. El mecanismo del paso de los marcadores se basa en la acción y difusión capilar. Cuando un espacio dentro del relleno radicular está seco puede ocurrir acción capilar, mientras que la difusión del marcador puede tomar su lugar cuando el espacio se llena de líquido. La profundidad de penetración del marcador por medio de acción capilar depende del diámetro, del espacio y de la hidrofobicidad de la dentina y los materiales de obturación. En general, entre más amplio el espacio, menor la acción capilar y por lo tanto menor la profundidad de penetración del marcador. La profundidad o cantidad de difusión del marcador depende de la concentración y coeficiente de difusión

de la solución marcadora usada y el diámetro de los vacíos. La acción y difusión capilar del marcador son afectadas negativamente por aire atrapado. El mecanismo de la técnica electroquímica es que la corriente eléctrica se forma cuando los iones pasan a través de los espacios conducidos por las diferencias en el voltaje. El transporte de iones también es afectado por aire atrapado. Algunas bacterias pueden moverse activamente, mientras que otras puede moverse por medio de difusión y movimiento de Brownian. Tal movimiento bacteriano puede también verse afectado por aire atrapado. Por consiguiente, el aire atrapado puede hacer que los resultados de muchos estudios de filtración sean difíciles de interpretar. Recientemente, se ha sugerido que la aplicación de presión disminuida, referida incorrectamente como aspirador, puede eliminar el aire atrapado, pero Peters y Harrison no pudieron probar esta suposición. Ya sea que el aire atrapado pueda ser realmente eliminado o no por medio de una disminución en la presión sigue en cuestión.

En cambio, la técnica de filtración de fluidos supera todas estas desventajas en los métodos anteriormente mencionados ya que permite evaluar la capacidad de un material para resistir la microfiltración, cuando se somete a cambios de presión. Las muestras no son destruidas, y es posible obtener mediciones de microfiltración en intervalos de largos periodos de tiempo.²⁸ Además, la medición del filtrado refleja la totalidad de la filtración acumulada en la interfase restauración-dentina y en consecuencia aporta información de valor cualitativo. Pashley y cols desarrollaron un sistema modelo para determinar la filtración alrededor de restauraciones coronales y transporte de fluidos a través de fluidos dentinarios usando transportación de fluidos convectiva bajo presión positiva. En este modelo, el transporte de fluidos fue medido por medio del movimiento de una burbuja de aire en un tubo capilar lleno de fluidos unido en el lado de entrada a la muestra en prueba. Este modelo se muestra prometedor para la medición de filtración de la obturación del conducto radicular, se puede considerar más deseable para determinar el volumen de fluido que aparece en

el extremo apical. Esto debería tener relevancia clínica, fue entonces desarrollado un nuevo diseño que determina el transporte convectivo de agua a través de los conductos radiculares obturados.⁵

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo final de un tratamiento de conductos es la obturación total del sistema de conductos radiculares después de su limpieza y conformación. La técnica de obturación ideal debe proveer un sellado hermético y prevenir tanto filtración coronal como apical.

La técnica de condensación lateral se mantiene como la técnica de obturación mayormente utilizada. Sin embargo, esta técnica produce muchas irregularidades y vacíos en la gutapercha ya condensada y depende del cemento sellador para rellenar estos espacios. Se ha sugerido que la energía de la punta de ultrasonido puede convertirse en calor y ayudar a reblandecer y homogeneizar la gutapercha al utilizar la condensación lateral para reducir el número y tamaño de vacíos entre ella y obtener una obturación del sistema de conductos radiculares tridimensional.

De igual manera para eliminar este problema se recomienda la utilización de la técnica de condensación vertical ya que diversos estudios demuestran que se adapta y reproduce mejor la anatomía interna del conducto radicular.

¿Cuál técnica de obturación comparando la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido contra la técnica de condensación vertical obtendrá menos filtración de fluidos?

5. JUSTIFICACIÓN

Una obturación ideal debe de ser homogénea y tener la menor cantidad de espacios entre las interfaces de gutapercha-cemento sellador, gutapercha-dentina radicular y cemento sellador-dentina radicular, así como un sellado apical adecuado. La propiedad de calor que nos brinda el ultrasonido puede ser una ventaja para plastificar la gutapercha para que se adapte mejor en una condensación lateral que de otra manera se aplicaría en frío. En este estudio se busca obtener un mejor sellado tanto apical como coronal y así evitar filtración por medio de una obturación con Condensación Lateral modificada utilizando el ultrasonido ya que no existen muchas investigaciones que hablen sobre la filtración, el sellado y adaptación de esta técnica.

6. HIPÓTESIS

- HT: Comprobar si la Técnica de Condensación Lateral Modificada por medio de ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada.
- H1: La técnica de Condensación lateral modificada provee un mejor sellado apical y mejor adaptación al conducto radicular.
- H2: Técnica de Condensación Vertical provee un mejor sellado apical y mejor adaptación al conducto radicular.
- H3: La técnica de obturación lateral modificada con ultrasonido no provee un buen sellado.
- H0: No existen diferencias significativas entre las dos técnicas de obturación.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo General

- Comparar el sellado apical entre dos métodos de obturación por medio de filtración de fluidos.

7.2 Objetivos Específicos

- *Objetivo Específico:* Medir la filtración apical en μL por medio de filtración de fluidos.
- *Objetivo Específico:* Examinar en el Microscopio Operatorio la apariencia de la gutapercha y su adaptación.
- *Objetivo Específico:* Determinar si existe o no una relación entre la apariencia de la gutapercha y la filtración de fluidos.
- *Objetivo Específico:* Comprobar si la Técnica de Condensación Lateral Modificada por medio de ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada en comparación con la condensación vertical.

8. VARIABLES

8.1 Independiente

- Técnica de Condensación Lateral Modificada
- Técnica de Condensación Vertical

8.2 Dependiente

- Filtración
- Sellado Tridimensional
- Gutapercha
- Vacíos/ Espacios

9. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1 Tipo de Estudio

Prospectivo

Transversal

Descriptivo

Experimental

9.2 Universo de Estudio

100 Órganos Dentarios Humanos Extraídos

9.3 Muestra

42 Incisivos Centrales Superiores

9.4 Criterios de Inclusión

Se incluyeron Incisivos Centrales Superiores extraídos debido a enfermedad periodontal

9.5 Criterios de Exclusión

Se excluyeron Incisivos Centrales Superiores con fracturas radiculares horizontales o verticales, ápices abiertos

9.6 Criterios de Eliminación

Se eliminaron Incisivos Centrales Superiores con instrumentos separados, conductos calcificados

9.7 Materiales

- 42 Órganos dentarios de conducto único, Incisivos Centrales Superiores
- Guantes de látex Extra-Chicos (Ambiderm)
- Cubrebocas (Pearson)
- Lentes de protección (3M)

- Bata blanca manga larga
- Gasas (Crosstex)
- Rollos de algodón (Pearson)
- Baberos (Pearson)
- Calibrador Vernier
- Marcador Permanente (Sharpie)
- Discos de Laboratorio (Buffalo, Horico)
- Curetas Periodontales (Hu-friedy)
- Pieza de mano de alta velocidad (Midwest)
- Fresas de carburo de bola #2 (Pearson)
- Limas Tipo K #10, #15, #20 (Densply/Maillefer)
- Instrumentos Rotatorios Endosequence (Brasseler)
- Endoring (SybronEndo)
- Puntas de Papel #50 (DiaDent)
- Gutapercha ISO #50 (Hygienic)
- Gutapercha Accesorio: Fina Fina, Mediana Fina y Fina (Denstply/ Meta Biomed)
- Hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25%
- EDTA 17% Smear Clear (SybronEndo)
- Suero fisiológico
- Jeringa hipodérmica
- Agujas para irrigar con doble salida lateral calibre 27 (Transcodent)
- Cemento sellador AH-Plus (Denstply)
- Espaciador A30 (Maillefer)
- System B (SybronEndo)
- Condensadores Schilder (Hu-friedy/Dentsply)
- Glick #1 (Hu-friedy)
- Pinzas de curación (Pearson)
- Loleta de papel (3M)
- Espátula de metal (Pearson)

- Micromotor Elements (SybronEndo)
- Ultrasonido Varios 350 (NSK)
- Punta Ultrasonido E12, Lima U #20 (NSK)
- Modelo de Filtración de Fluidos
- Barniz de uñas (Rimmel)
- Cianocrilato (LocTite 495)
- Cámara Fotográfica (Canon Rebel)
- Mechero de alcohol (Buffalo)

10. METODOLOGÍA

Para el presente estudio se utilizaron cuarenta y dos incisivos superiores humanos de reciente extracción por enfermedad periodontal (Imagen 1). Se excluyeron órganos dentarios con fracturas radiculares horizontales o verticales, ápices abiertos, y se eliminaron los órganos dentarios durante la fase experimental con instrumentos separados o con conductos calcificados. Se retiraron con curetas (Hu-friedy) los depósitos de tejido blando y cálculos de cada órgano dentario. Se colocaron en hipoclorito de sodio al 5.25% por 5 minutos para su desinfección y posteriormente en suero fisiológico hasta su uso.



Imagen 1

En un intento de estandarizar la longitud de los conductos involucrados en el experimento, se les seccionó la corona clínica con un disco de laboratorio (Buffalo) para obtener una longitud aproximadamente de 15 mm determinada

con un vernier y marcado con un plumón permanente (Sharpie) en todas las muestras (Imagen 2 y 3).



Imagen 2



Imagen 3

Se determinó la permeabilidad de los conductos sobrepasando con una lima Tipo K #15 (Densply/Maillefer) el foramen apical 1mm (Imagen 4). Las longitudes de trabajo se determinaron a .5mm cortos del foramen apical.

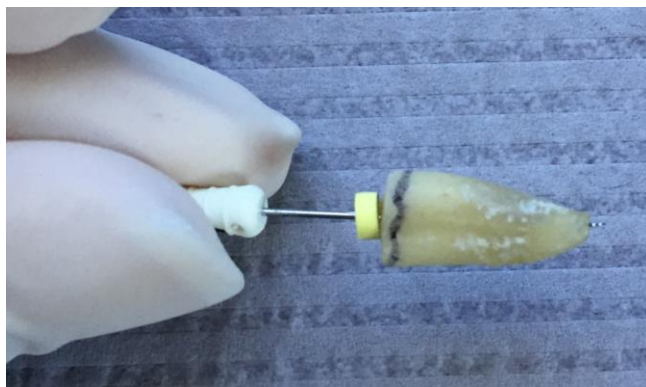


Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7

Se procedió a la instrumentación de todos los órganos dentarios siguiendo una técnica crown-down con el sistema rotatorio Endosequence (Brasseler) (Imagen 5 y 6) hasta un diámetro no. 50 conicidad 4% con el micromotor Elements (SybronEndo) a 600 rpm con un torque de 300 (Imagen 7). El conducto se irrigó con 1 ml de 5.25% de hipoclorito de sodio (Imagen 8), además de irrigación ultrasónica (NSK); también se utilizó una lima de patencia tipo K #10 (Densply/Maillefer) después de cada instrumento (Imagen 9).



Imagen 8

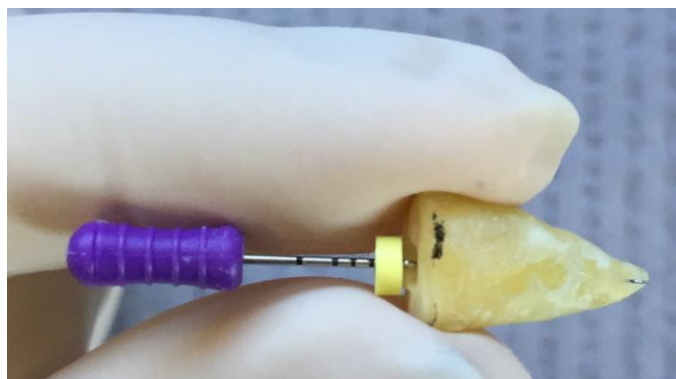


Imagen 9

Al término de la instrumentación, para eliminar la capa de debris, los conductos radiculares fueron irrigados con 10 ml de EDTA 17% (Smear Clear, SybronEndo) por aproximadamente 3 minutos seguido de una irrigación final con 10 ml de NaOCl al 5.25%. Todas las soluciones de irrigación se llevaron a cabo a través de una jeringa hipodérmica de 10 ml y una aguja de calibre 27 con doble salida lateral (Transcodent) insertada en la medida de lo posible en

el conducto sin atorarse a 3 mm de la longitud de trabajo. Los conductos se secaron con puntas de papel calibre #50 (DiaDent).

Para continuar con la obturación de los conductos, los dientes se dividieron aleatoriamente en dos grupos experimentales de 20 órganos dentarios cada uno. Las muestras del grupo 1 fueron obturadas con la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido y las muestras del grupo 2 fueron obturadas con la técnica de condensación vertical. Posteriormente ambos grupos fueron analizados por medio de filtración de fluidos. Como complemento se eligieron aleatoriamente cinco muestras de cada grupo para observarlos bajo el Microscopio Operatorio (Global Surgical Corporation). En cuanto al control negativo se utilizó un órgano dentario sin instrumentar ni obturar cubierto con dos capas de barniz de uñas (Rimmel), y como control positivo se utilizó un órgano dentario instrumentado solamente, sin obturar.

Grupo 1

En la técnica de la condensación lateral modificada, el cono maestro no. 50 (Hygienic) se llevó a longitud de trabajo (Imagen 10). Se colocó el cemento sellador AH Plus (Dentsply) en el conducto radicular por medio del cono maestro (Imagen 11). La condensación lateral se realizó con un espaciador A30 (Maillefer), y se añadió una serie de conos de gutapercha accesorios Fine-Fine, Medium-Fine y Fine (Dentsply) hasta obtener una obturación densa del conducto radicular (Imagen 12 y 13). Después de concluir la obturación se cortó la gutapercha a nivel de la entrada del conducto radicular con un Glick #1 (Hu-friedy) previamente calentado con un mechero de alcohol (Buffalo) (Imagen 14). Se procedió a la activación con ultrasonido (Varios 350, NSK) introduciendo una lima ultrasónica tipo U #20 adaptada a la punta E12 (NSK) en el conducto 1mm corto de la longitud de trabajo; se activó por 10 segundos en un nivel "4", se retiró y se condensó verticalmente con los atacadores correspondientes. Se repitió la activación con ultrasonido dos veces más (Imagen 15 y 16).



Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



Imagen 13

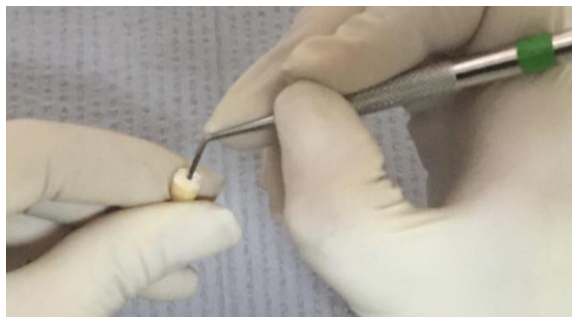


Imagen 14



Imagen 15



Imagen 16

Grupo 2

Para los conductos radiculares que fueron obturados por la técnica de condensación vertical, al cono maestro (cono accesorio no estandarizado, Meta Biomed) se le cortaron 2 o 3 mm de la longitud de trabajo. El cemento sellador se aplicó de la misma manera como se ha descrito anteriormente. Con el transportador de calor de System B (SybronEndo) activado a 300 °C se cortó la porción del cono de gutapercha que sobresalía del conducto radicular (Imagen

17 y 18). Se activó el transportador de calor para retirar la gutapercha de los tercios cervical y medio al introducirlo justo en el centro de la masa del material hasta llegar 5 mm antes de la longitud de trabajo en este momento se desactivó automáticamente. Se presionó de nuevo para activarlo por un segundo seguido por un ligero movimiento de rotación y tracción para traerse la gutapercha e inmediatamente se condensó verticalmente con los atacadores (Hu-friedy) fríos que fueron previamente medidos (Imagen 19, 20 y 21). El resto del conducto se obturó por tercios con trozos de gutapercha colocados en el conducto y reblandecidos con el transportador de calor y posteriormente condensándolos verticalmente.



Imagen 17

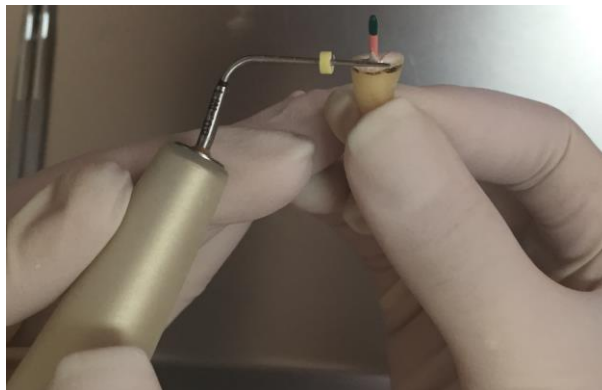


Imagen 18



Imagen 19

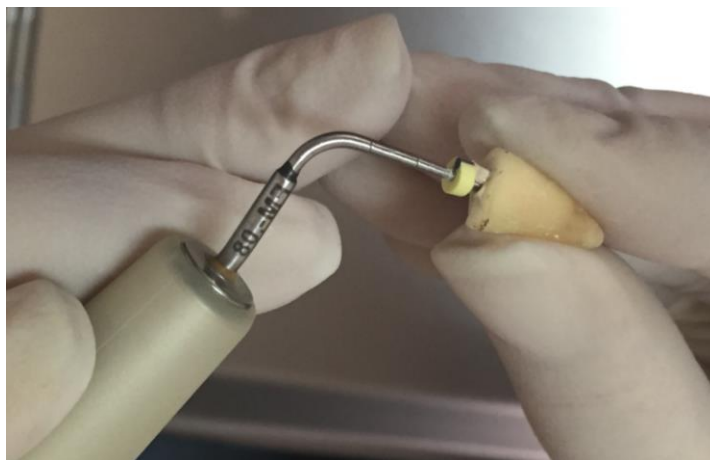


Imagen 20



Imagen 21

Después de la obturación, se sellaron las entradas a los conductos con Cavit-G

(ESPE). Se almacenaron en 100% humedad a 37 °C durante 1 semana, después se procedió al montaje en el laboratorio para la filtración de fluidos y finalmente cortarlos para observarlos bajo el microscopio.

10.1 MÉTODO DE FILTRACIÓN DE FLUIDOS

Antes de la medición, se cubrió con dos capas de esmalte de uñas la superficie radicular del órgano dentario utilizado como control negativo. El órgano dentario para el control positivo fue instrumentado solamente mas no obturado. Las muestras se colocaron en un dispositivo diseñado para la medición de filtración por el transporte de fluidos como se describe previamente por Pashley et al. y modificado por Wu et al. para los estudios de filtración en endodoncia. Las raíces fueron ajustadas a un tubo de uretano y se aplicó circunferencialmente adhesivo de cianocrilato (LocTite 495) entre la raíz y el tubo de uretano para evitar fugas (Imagen 22 y 23). Este tubo de uretano fue montado a su vez con el lado apical hacia abajo a una plataforma que estaba conectada a un tubo calibre 18 de acero inoxidable (SS 316 AWG 18) con un loop o rizo para absorber y amortiguar el esfuerzo causado por los transientes de presión (Imagen 24 y 25). Este tubo de acero se conectó a una micropipeta de vidrio al silicato de boro resistente al calor (5 mm de diámetro externo X 0.6 mm de diámetro interno X 12 pulgadas de largo) la cual contenía agua destilada; para poder crear la burbuja de aire dentro de esta se retiró agua con una jeringa en el otro extremo de la micropipeta y se ajustó su posición en una regleta milimétrica. Finalmente, se aplicó aire a presión de 3 psi (0,2 atm) desde la cuba hidroneumática (Imagen 26 y 27), esto hizo que se forzara el agua a través de los vacíos a lo largo de la obturación del conducto radicular, desplazando la burbuja de aire en la micropipeta (Imagen 25). El volumen del transporte de fluidos se midió a través de la observación del movimiento de esta burbuja de aire y calculando el volumen de filtración de fluidos en función del área interna de la micropipeta ($.2827 \text{ mm}^2$) y de la longitud del desplazamiento de la burbuja en mm. Las mediciones de la circulación de fluidos se hicieron a intervalos de 2 minutos durante 8 minutos, que luego se

promediaron (Imagen 28). Todas las mediciones se realizaron a una temperatura promedio de 23 grados Celsius. Se midió la tasa de flujo de fluidos en un conducto radicular sin sellar (control positivo) mediante la ponderación del movimiento de la burbuja que fue de 28 mm X .2827 mm² que es el área de la micropipeta y este valor sirvió tanto como un control positivo y como 100% de fuga, a la que los valores sellados podrían ser expresados como un porcentaje. Todos los valores se calcularon comparando con el control positivo, y todos los valores se expresaron como μL .



Imagen 22

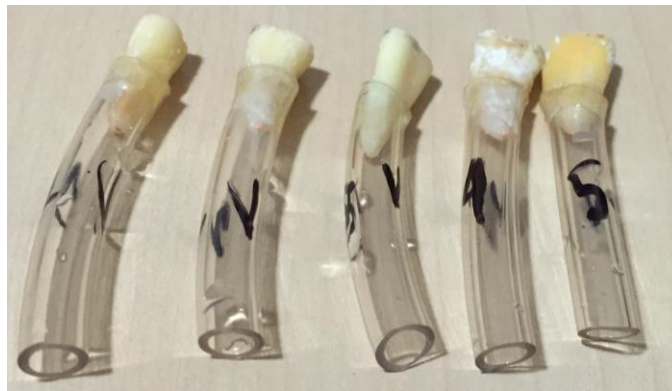


Imagen 23



Imagen 24

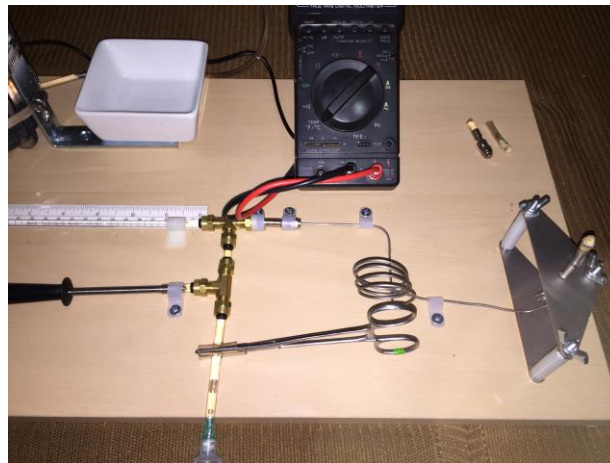


Imagen 25



Imagen 26



Imagen 27



Imagen 28

10.2 OBSERVACIÓN BAJO MICROSCOPIO OPERATORIO

Seguido de su medición en filtración de fluidos, se seleccionaron aleatoriamente cinco órganos dentarios de cada grupo y fueron congelados antes de realizar su corte longitudinal mediante un disco de laboratorio (Horico). Por lo general, solo una sección del diente contenía la obturación del conducto radicular y el otro no. La sección que contenía la obturación del conducto radicular fue observada bajo el Microscopio Operatorio (Imagen 29) y fotografiada con una cámara digital (Canon Rebel). Se describió la apariencia

de la gutapercha, si existía presencia de vacíos, y su adaptación al conducto radicular (Imagen 30 y 31).



Imagen 29



Imagen 30



Imagen 31

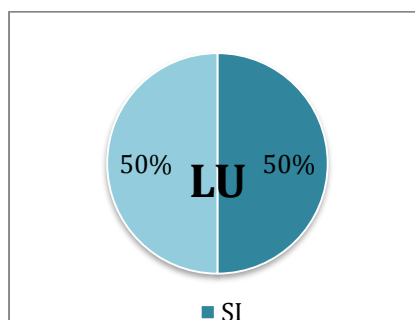
11. RESULTADOS

El control positivo mostró una filtración del 100% a lo largo de todo el conducto radicular, mientras que el control positivo no mostró filtración.

Durante los cortes de los órganos dentarios, se produjeron algunas deformaciones del material de relleno en la superficie seccionada a pesar del hecho de que las muestras se encontraban congeladas y se utilizó agua como refrigerante durante su corte.

11.1 GRUPO CONDENSACIÓN LATERAL CON ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA Y FILTRACIÓN DE FLUIDOS

Hubo filtración en el 50% de las muestras, en 10 muestras de un total de 20 (Gráfica 1). Los valores cuantitativos de la filtración apical de este grupo se muestran en la Tabla 1 y representadas en las gráficas 2 y 3. Se observó que en la muestra #12 existió una filtración de 1.414 μl (14.40%) el cual fue el valor más alto (en ambos grupos); el segundo valor mas alto de filtración del grupo 1 fue en la muestra #5 con 0.3533 μl (4.50%) y como tercer valor alto fue la muestra #13 con 0.2827 μl (3.60%). Sólo existió un valor de 0.212 μl (2.70%) en la muestra #1, filtración de 0.1413 μl (1.80%) en las muestras #3, 9, 11, 18 y 20, y finalmente la muestra #2 con 0.0848 μl (1.10%).

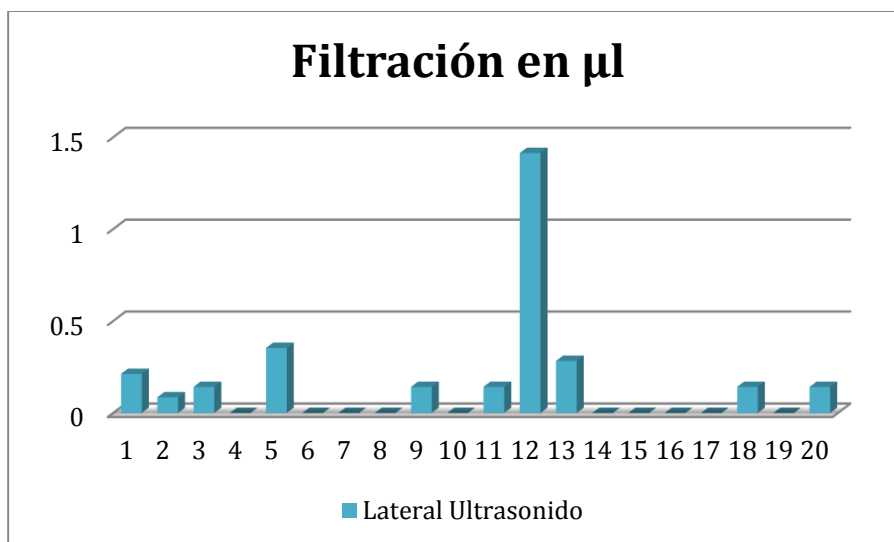


Gráfica 1

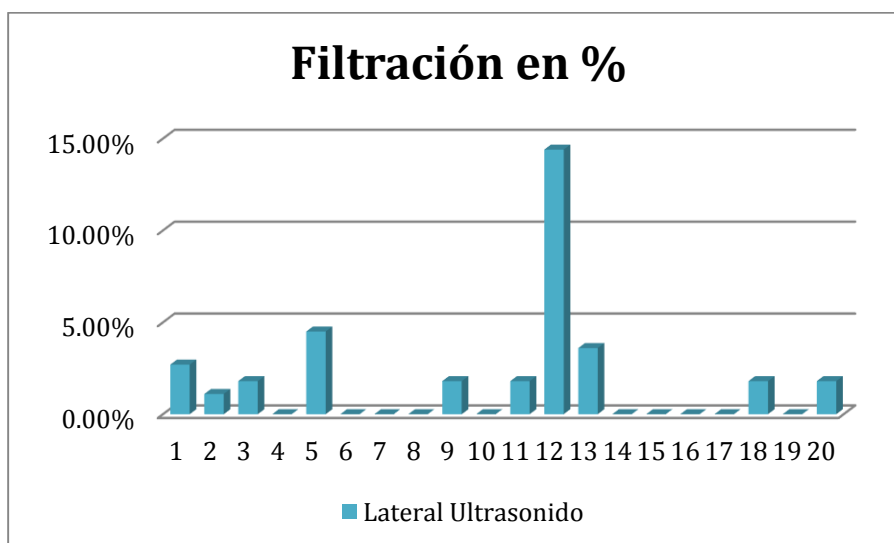
Filtración de Fluidos a la Semana

Muestra	Filtro (SI)	Filtro (NO)	μL	%
1	X		0.212	2.70
2	X		0.0848	1.10
3	X		0.1413	1.80
4		X	0	0
5	X		0.3533	4.50
6		X	0	0
7		X	0	0
8		X	0	0
9	X		0.1413	1.80
10		X	0	0
11	X		0.1413	1.80
12	X		1.414	14.40
13	X		0.2827	3.60
14		X	0	0
15		X	0	0
16		X	0	0
17		X	0	0
18	X		0.1413	1.80
19		X		
20	X		0.1413	1.80

Tabla 1



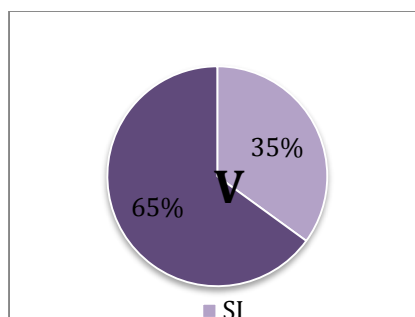
Grafica 2



Grafica 3

11.2 GRUPO CONDENSACIÓN VERTICAL Y FILTRACIÓN DE FLUIDOS

A comparación del grupo 1 sólo hubo filtración en el 35% de las muestras, en 7 muestras de un total de 20 (Gráfica 4). Los valores cuantitativos de filtración apical de este grupo se muestran en la Tabla 2 y representadas en las gráficas 5 y 6. El valor mas alto de filtración fue en la muestra #1 con 0.2827 μl (3.60%), el resto de las muestras que mostraron filtración fue de 0.1413 μl (1.805) en las muestras #4, 5, 6, 8, 10, y 20.

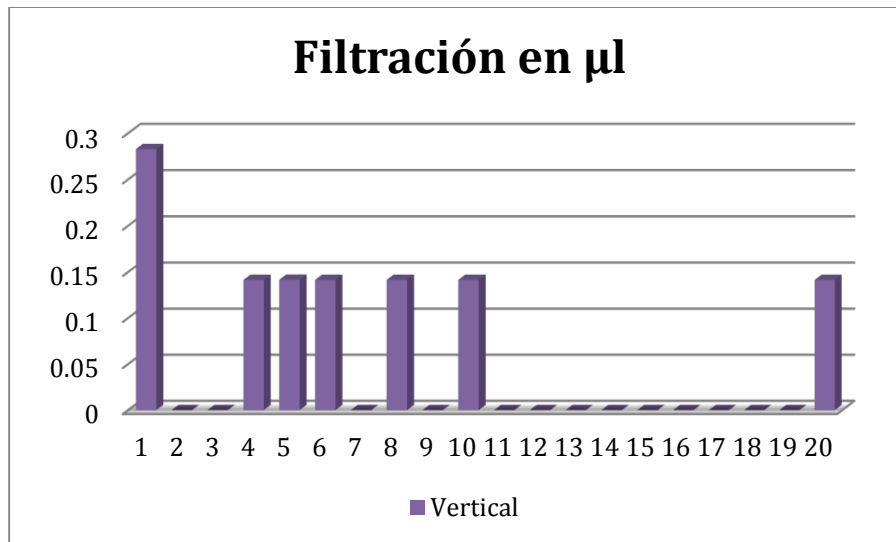


Grafica 4

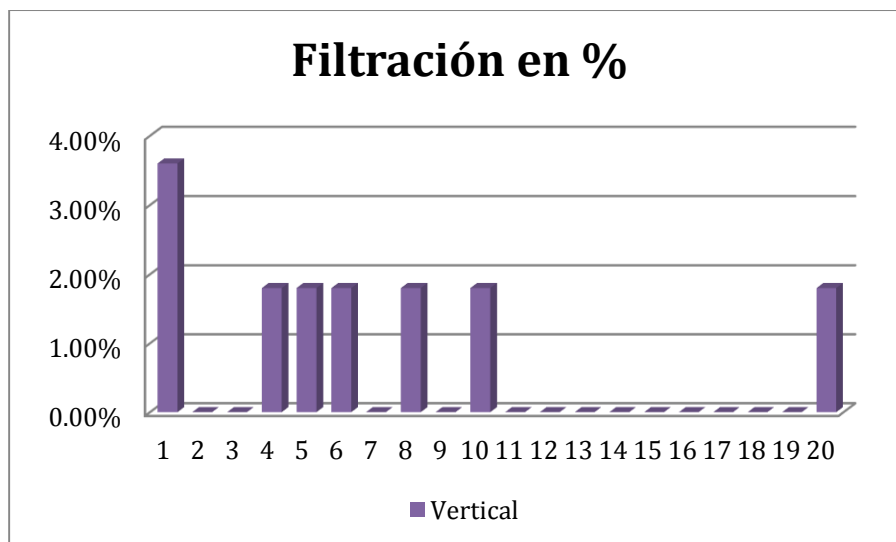
Filtración de Fluidos a la Semana

Muestra	Filtro (SI)	Filtro (NO)	μL	%
1	X		0.2827	3.60
2		X	0	0
3		X	0	0
4	X		0.1413	1.80
5	X		0.1413	1.80
6	X		0.1413	1.80
7		X	0	0
8	X		0.1413	1.80
9		X	0	0
10	X		0.1413	1.80
11		X	0	0
12		X	0	0
13		X	0	0
14		X	0	0
15		X	0	0
16		X	0	0
17		X	0	0
18		X	0	0
19		X	0	0
20	X		0.1413	1.80

Tabla 2

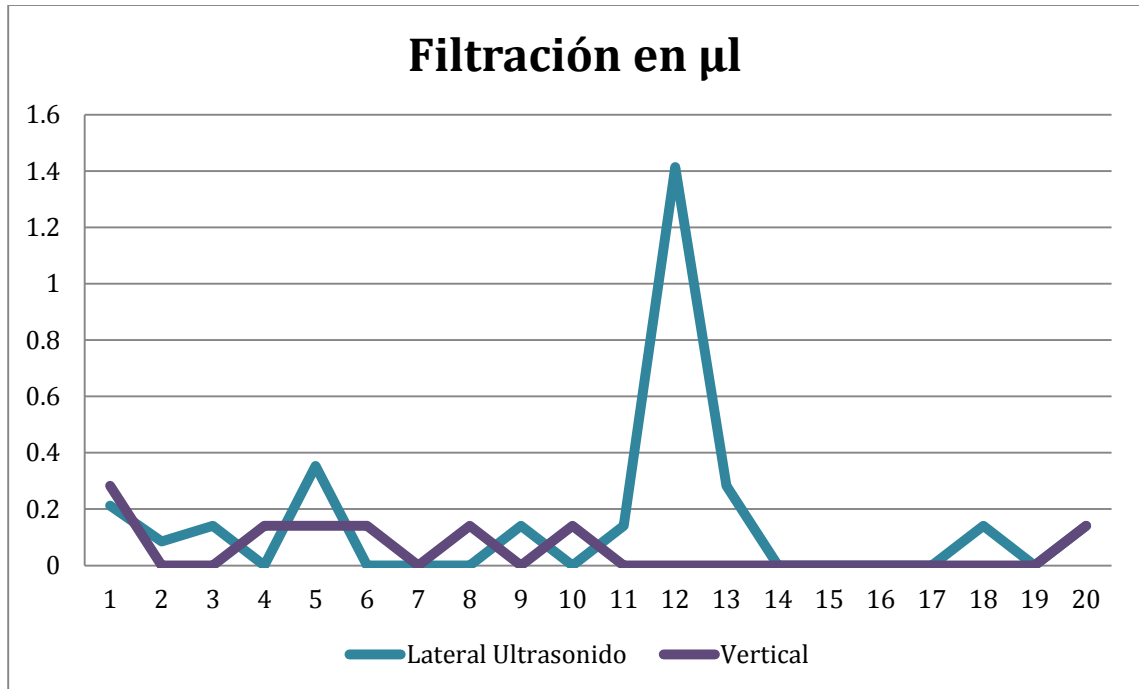


Grafica 5

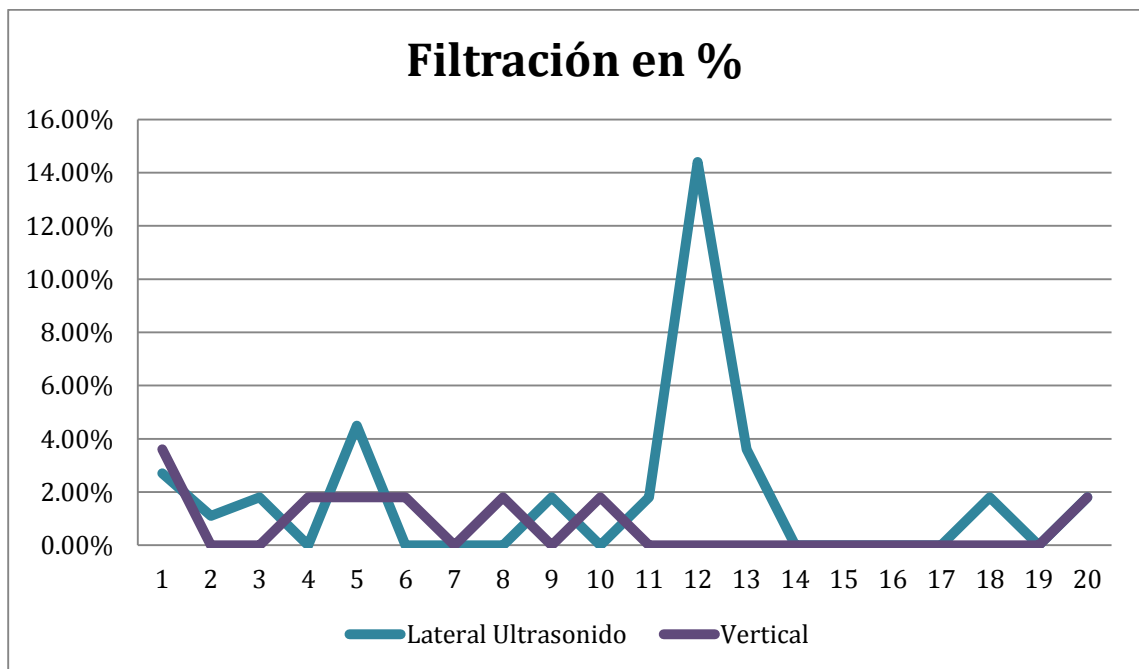


Grafica 6

En las Graficas 7 y 8 se representa la comparación de la filtración tanto en μl como en porcentaje de ambas técnicas de condensación.



Grafica 7



Grafica 8

11.3 GRUPO CONDENSACIÓN LATERAL CON ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA Y MICROSCOPIO OPERATORIO

Básicamente se observa una masa de gutapercha bien condensada en las muestras seccionadas, no se alcanza a distinguir la diferencia entre el cono maestro y los conos accesorios que de otra manera se hubieran observado con una condensación lateral convencional (Imágenes 32, 33, 35 y 36). A excepción de la muestra en Imagen 34, se alcanza a ver un espacio en la porción apical que corre apico-oclusalmente, el cual puede que haya sido modificado por el corte y se quedara en la sección longitudinal de la muestra que no fue observada al microscopio.



Imagen 32



Imagen 33



Imagen 34



Imagen 35

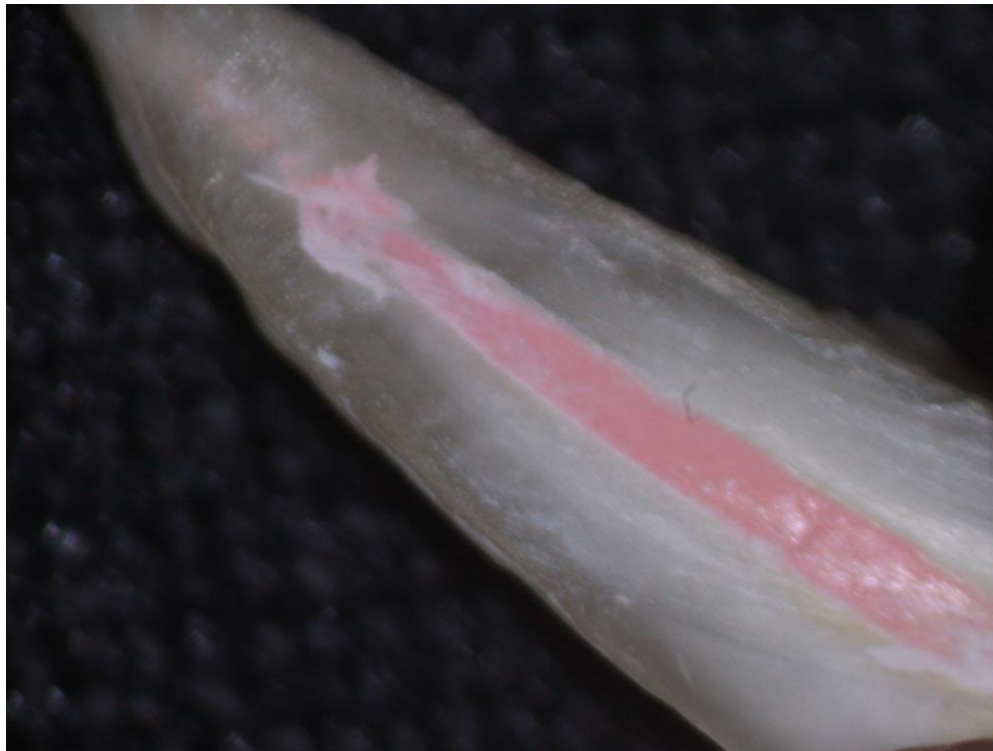


Imagen 36

11.4 GRUPO DE CONDENSACIÓN VERTICAL Y MICROSCOPIO OPERATORIO

En las imágenes 37 y 38 se observa una masa de gutapercha homogénea. En la imagen 39 se perdió la porción apical del material de relleno, sin embargo, en el tercio medio se observa una sola unidad de masa de gutapercha. En la imagen 40 a pesar de que existe una masa bastante homogénea, se alcanza a observar en el tercio medio un espacio pequeño que probablemente sea resultado de la falta de compactación vertical durante los incrementos de gutapercha que se realizaron. Finalmente en la imagen 41 la porción apical se modificó durante el corte de la muestra, de igual forma se puede rescatar el tercio medio donde si existe homogeneidad en la masa de gutapercha. En todas las muestras del grupo 2 se observa una menor cantidad de cemento sellador a comparación con las muestras del grupo 1.



Imagen 37



Imagen 38

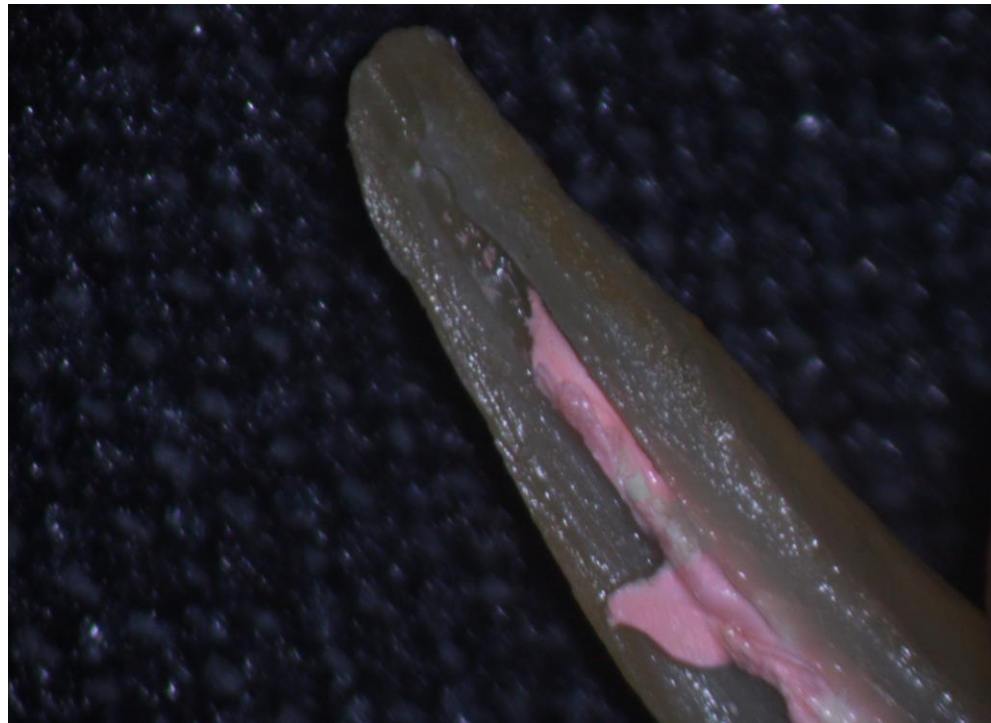


Imagen 39

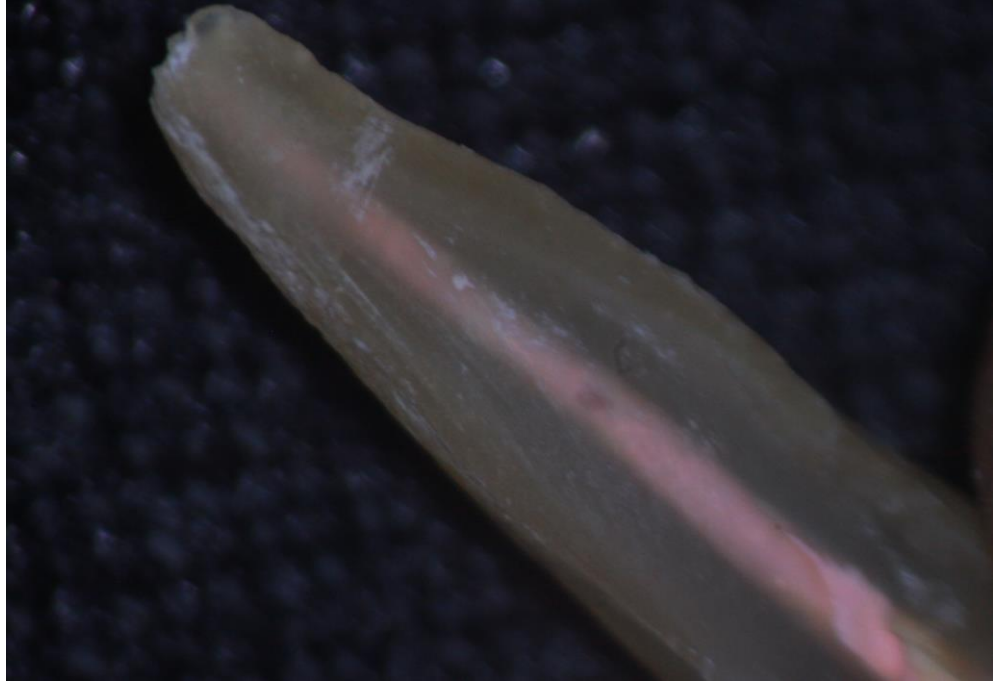


Imagen 40

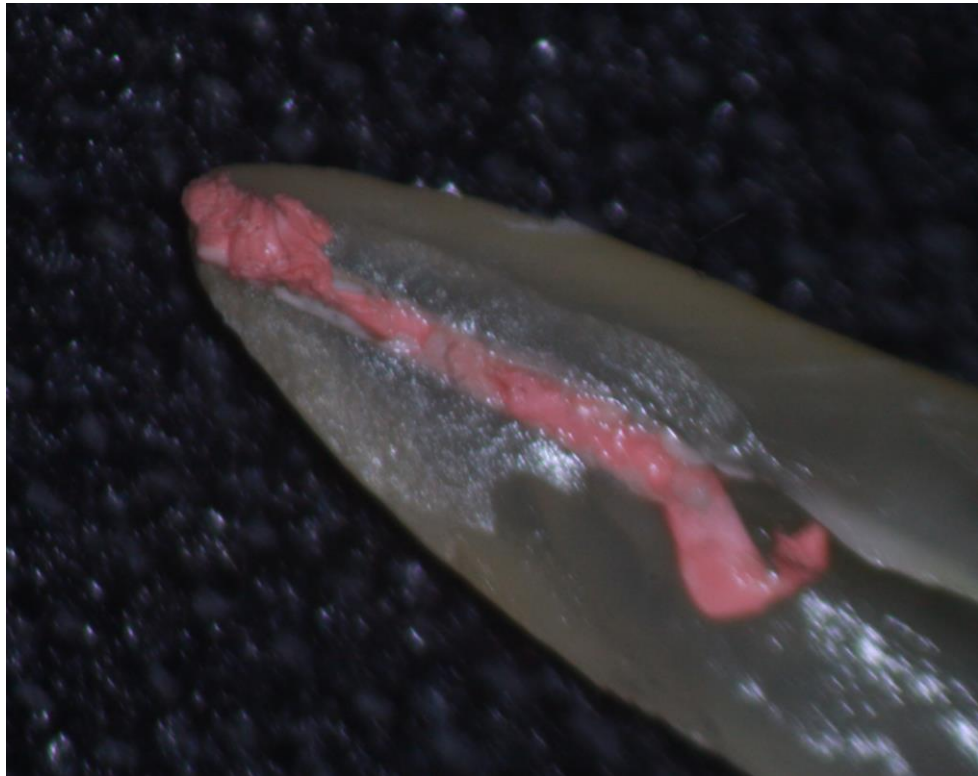


Imagen 41

11.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó una prueba de chi-cuadrada

Estadísticos de grupo

	GRUPO	N	Media	Desviación estándar
FILTRACION	LU	20	.1526650	.31539179
	V	20	.0565300	.08455110

t	gl	Sig. (bilateral)
1.317	38	.196
1.317	21.717	.202

Esto significa que la diferencia en el promedio de microfiltración entre ambos grupos (0.1526650 vs .0565300) no es estadísticamente significativa ($t = 1.317$; $p > 0.05$).

PRESENCIA O NO DE FILTRACIÓN

GRUPO			Frecuencia	Porcentaje
LU	Válidos	NO	10	50.0
		SI	10	50.0
		Total	20	100.0
V	Válidos	NO	13	65.0
		SI	7	35.0
		Total	20	100.0

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.921 ^a	1	.337		
Estadístico exacto de Fisher				.523	.262

Esto significa que la frecuencia relativa de presencia de microfiltración no es diferente estadísticamente ($\chi^2 = 0.921$, $p > 0.05$).

PORCENTAJE DE FILTRACIÓN.

Estadísticos de grupo

	GRUPO	N	Media	Desviación estándar
PORCENTAJE DE FILTRACION	LU	20	1.7650	3.26839
	V	20	.7200	1.07684

t	gl	Sig. (bilateral)
1.358	38	.182
1.358	23.077	.188

Esto significa que la diferencia en el promedio de porcentajes de microfiltración entre ambos grupos (1.765 vs 0.72) no es estadísticamente significativa ($t = 1.358$; $p > 0.05$).

Hipótesis Nula, Hipótesis de Trabajo

De acuerdo a los análisis estadísticos se comprueba la Hipótesis Nula, ya que no existen diferencias significativas entre las dos técnicas de obturación, Lateral Modificada con ultrasonido y Vertical, las dos variables son independientes.

A su vez, también se comprueba la Hipótesis de Trabajo donde la Técnica de Condensación Lateral Modificada por medio de ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada.

12. DISCUSIÓN

El sellado tridimensional del conducto radicular es uno de los principales objetivos del tratamiento endodóntico y es esencial para prevenir la filtración apical y coronal en el sistema de conductos radiculares. Se han descrito varios métodos de prueba para evaluar la calidad del sellado de conductos radiculares obturados. Un método que da resultados cuantitativos es la prueba de filtración de fluidos. El modelo de filtración de fluidos no destruye muestras y las medidas se pueden realizar en diferentes periodos de tiempo, fue diseñado originalmente por Pashley et al., y ha sido utilizado en algunos estudios de filtración longitudinales, incluyendo estudios de materiales de retro obturación, materiales de sellado coronal temporal, cementos selladores y técnicas de obturación. Los fluidos pasan a través de los espacios existentes en el relleno radicular por medio de presión y se obtiene el volumen de filtración. Wu et al. mostraron en su investigación que la prueba de paso de bacterias no influyó estadísticamente el transporte de fluidos de las raíces que se valoraron posteriormente. Estos hallazgos indican que a pesar de que exista la filtración de fluidos a través de los conductos radiculares obturados, no necesariamente se permitirá el paso de bacterias. Además, puede que el uso de presión no tenga relevancia clínica, pero tiene la práctica ventaja de acelerar la detección de la filtración.⁵

Hablando acerca de las técnicas de obturación del conducto radicular, investigadores han informado que la condensación lateral produce una masa no homogénea de gutapercha que no se adapta correctamente a las paredes del espacio del conducto radicular preparado. Los huecos resultantes de esta técnica usualmente van de manera apico-oclusal, y a menudo no se llenan con sellador. Incluso si estos huecos se rellenaran con sellador, podrían disolverse potencialmente si se exponen a los fluidos tisulares orales y proporcionan un camino para las bacterias provenientes de la zona periapical. La utilización de ultrasonido y una lima tipo U calibre 20 adaptada a una punta E12 (NSK) introducida al centro de la gutapercha ya condensada de forma lateral, creará

una vibración de forma lineal y producirá calor, después se condensa de manera vertical y así se podría mejorar la técnica de condensación lateral tradicional por medio de la termoplastificación de la gutapercha para lograr una masa más homogénea y por consiguiente una disminución del número y tamaño de los huecos.^{26,27}

Por otro lado el Dr. Schilder nos dice en su trabajo de condensación vertical de 1967, que el uso de gutapercha caliente aunada a la compactación vertical de la misma permite la creación de gran densidad en el relleno de la porción apical, es dimensionalmente estable y crea un relleno tridimensional del sistema de conductos radiculares. Por último, ninguna otra técnica de obturación provee el llenado principalmente con gutapercha y no con cemento sellador de conductos laterales, accesorios y foramina con tal frecuencia como con esta técnica. La prueba final de un relleno es su capacidad de sellar el sistema de conductos radiculares de los tejidos periapicales.³²

Para este estudio todas las preparaciones de los conductos y obturaciones fueron estandarizadas y realizadas por un solo operador para minimizar los errores durante el procedimiento. Además, se utilizaron solamente incisivos centrales superiores de un sólo conducto y sin curvaturas como método de seguridad. En el presente estudio existió filtración en ambas técnicas de obturación comparadas, los resultados mostraron que hubo mayor filtración en la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido, sin embargo no se mostraron diferencias significativas por lo tanto se comprobó la hipótesis nula. Por otro lado también se pudo comprobar la hipótesis de trabajo donde la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada.

Durante los cortes de los órganos dentarios, se produjeron algunas modificaciones en el material de relleno, sin embargo en ambos grupos se observó un aspecto similar de homogeneidad en la gutapercha y al alcanzarse a distinguir las interfases de los materiales de relleno, el cemento y la dentina

radicular, se observó una menor cantidad de cemento sellador en las muestras del grupo 2.

Los estudios que hablan acerca de la condensación lateral modificada con ultrasonido incluyen a Baumgardner et al., que compararon la condensación lateral de la gutapercha con y sin activación ultrasónica del espaciador mediante el uso de análisis de la penetración del colorante y microfotografías electrónicas de barrido de los rellenos de gutapercha en incisivos y caninos humanos extraídos. Hubo significativamente menor penetración apical del colorante cuando los dientes fueron obturados usando un espaciador ultrasónico activado en comparación con la condensación manual con espaciadores finos digitales. La masa de gutapercha condensada por ultrasonido era más homogénea con menos huecos en comparación con las masas de gutapercha de los dos grupos que se condensación sin activación ultrasónica; se observó una correlación entre la microfiltración apical y la apariencia de la masa gutapercha. Todos los órganos dentarios bien condensados con rellenos más homogéneos presentaron una baja penetración del colorante. En cambio todos los órganos dentarios con un alto grado de penetración del colorante se encontraban con rellenos mal condensados y menos homogéneos. Sin embargo, no todos los dientes que tenían rellenos mal condensados tenían alta penetración del colorante.⁴ En contraste con el presente estudio, donde el 50% de las muestras del grupo 1 tuvieron filtración, los dientes observados bajo el microscopio operatorio se encontraban bien condensados y en general con una masa de gutapercha homogénea, por lo cual no se pudo establecer una correlación con la microfiltración existente y la apariencia de la gutapercha ya que aparentemente se encontraba la presencia de un buen sellado apical. Ocurrió lo contrario con las muestras del grupo 2, que tuvieron menor filtración, pero se encontró una muestra con un vacío evidente en la masa de gutapercha.

La microfiltración apical reducida con la activación del espaciador ultrasónico probablemente está relacionada con la energía ultrasónica y además la

penetración más profunda del espaciador en lugar de la penetración profunda del espaciador solamente. Al utilizar el espaciador ultrasónico activado, el operador tuvo una clara impresión de utilizar menos fuerza en el espaciador. Sin embargo, no se midieron las cargas del espaciador durante ninguno de estos estudios.⁴

Al igual que en este estudio, existen diversas investigaciones que comprueban que la técnica de condensación lateral modificada con ultrasonido es una buena alternativa para obtener una obturación adecuada. Por ejemplo el estudio de Mente et al., que la filtración relacionada con los rellenos radiculares por medio de condensación con ultrasonido fue menor que aquella obtenida con la condensación lateral y onda continua.⁹ Asimismo, en los resultados del estudio de Barzuna et al., donde se demostró que la técnica de obturación con ultrasonido presentó menor filtración y requirió menor tiempo de operación que la técnica lateral modificada convencional.¹³

Osuna Encinas, en 2014, en su trabajo terminal comparó la capacidad de sellado de tres sistemas de obturación entre ellos la condensación lateral, condensación lateral con activación ultrasónica y el sistema Guttacore. Se estudió la microfiltración por medio de un modelo de filtración de glucosa in vitro por 4 semanas. Se demostró que los conductos obturados con un sistema de condensación lateral con activación ultrasónica tenían menor filtración que aquellos comparados con Guttacore y la condensación lateral aunque sin diferencias significativas en los tres grupos de estudio.¹⁵ Comprobando al igual que en este estudio que a pesar de que existió filtración en los grupos y fue mayor en el grupo 1, también fue sin diferencias significativas.

Dentro de los estudios que comprueban que la condensación vertical muestra menos filtración se encuentra Wedding et al., con resultados a los 90 días, donde los selladores Resilon y Epiphany exhibieron estadísticamente mayor filtración que el grupo obturado con gutapercha y AH Plus con una técnica de

condensación vertical. Mencionan también que removieron el algodón y el Cavit antes de probar las muestras para controlar las posibles variables. La deficiencia de un sellado coronal pudo contribuir al aumento de la microfiltración en ambos grupos con el tiempo.¹⁰ La restauración provisional utilizada después del tratamiento de conductos protege la integridad del sellado coronal antes de la colocación de la restauración final. Sin embargo, los materiales de relleno por sí solos no son impermeables a la filtración y no son capaces de bloquear la progresión de las bacterias y sus subproductos. El pronóstico a largo plazo depende de la calidad de la técnica de obturación del conducto radicular, pero es importante también una restauración permanente que provea un buen sellado coronal. En esta investigación, el grupo 2 de condensación vertical también obtuvo menos filtración, sólo en 35% de las muestras, pero a diferencia del estudio de Wedding et al., todas las muestras se dejaron con el material de restauración provisional Cavit G (ESPE) sin torunda de algodón para su mejor adaptación durante, después de su almacenamiento en 100% humedad y durante su prueba en el modelo de filtración de fluidos, lo cual probablemente haya influido directamente en menor filtración, así como podría influir en las futuras pruebas la presencia de este sellado.

Brackett et al. mostraron por medio de filtración de fluidos que no hay diferencia en la capacidad de Guttaflow para sellar conductos radiculares utilizando una técnica como único en comparación a la compactación vertical de gutapercha caliente con un sellador a base de resina-epoxi convencional, al menos a 1 semana después de la obturación. Sin embargo, es de interés significativo clínico que los valores más bajos de filtración se obtuvieron en el grupo control AH Plus/gutapercha por medio de condensación vertical. Este sigue siendo el estándar de oro contra el cual se deben medir todos los nuevos selladores y materiales de relleno radicular.⁸ Los resultados de este estudio indicaron que dicha técnica proporciona una filtración mas baja o “un buen sellado” a comparación de la lateral modificada con ultrasonido, pero se obtuvieron utilizando dientes unirradiculares y rectos. Queda por ser

determinado si se pueden obtener los resultados positivos similares en los dientes posteriores con raíces curvas y mediciones en un periodo de tiempo mas largo.

13. CONCLUSIÓN

Hasta ahora existen muchas alternativas en cuanto a las técnicas de obturación del sistema de conductos radiculares, cuando se realizan de manera adecuada, todas estas técnicas son valiosas, y de lo contrario, si no se realizan adecuadamente, ninguna técnica tendrá éxito.

El objetivo de este estudio fue comparar el sellado apical entre la Técnica de Condensación Lateral Modificada con ultrasonido y la Técnica de Condensación Vertical por medio de filtración de fluidos, así como examinar en el Microscopio Operatorio la apariencia de la gutapercha y su adaptación para determinar si existe o no una relación entre la apariencia de la gutapercha y la filtración de fluidos.

La medición de filtración de fluidos a una semana demostró que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos comprobando así la hipótesis nula. A pesar de que hubo mayor filtración en el grupo 1, se comprueba también la hipótesis de trabajo donde la Técnica de Condensación Lateral Modificada por medio de ultrasonido puede ser utilizada como una alternativa para obtener una obturación adecuada, sin embargo no existe correlación con la apariencia de la gutapercha y la filtración de fluidos.

Las ventajas de la técnica de filtración de fluidos es que proporciona la medición cuantitativa a corto y a largo plazo de las fugas y las muestras no se destruyen, por lo tanto se pueden realizar varias mediciones en diferentes periodos de tiempo. Este estudio reporta valores de filtración a una semana, pero los resultados pueden cambiar con el tiempo, se recomienda realizar mas investigaciones de filtración de fluidos a largo plazo para determinar si conforme pasa el tiempo se mantiene la misma calidad de sellado apical.

14. ANEXOS/APÉNDICES

14.1 AGRADECIMIENTOS

Estoy eternamente agradecida con Dios por permitirme lograr hasta ahora todos los objetivos que me he propuesto en la vida. A Él le agradezco también el haberme bendecido con los padres tan maravillosos que tengo, Arturo y Eva, los cuales siempre me dieron un gran ejemplo desde pequeña y que me han apoyado incondicionalmente en cada etapa de mi vida, creyendo en mi en todo momento y que obviamente sin ellos no estuviera donde estoy. A mis hermanos Arturo y Jorge por regalarme siempre su cariño, hacerme reír todo el tiempo que estamos juntos y molestarme por ser la hermana menor. Le quiero dar gracias también a mi novio Juan Pablo por haberme aguantado todo el posgrado ya que sin sus ánimos, su amor y paciencia no lo hubiera logrado. No puedo dejar pasar al resto de mi familia (primates, tíos) que siempre han estado orgullosos de mi por lo que he logrado y que se enojaban cuando me ponía a estudiar en las reuniones. A mis amigas de la licenciatura (Las Caballotas) siempre preguntando como me iba en la escuela y felices de escuchar todo lo que había aprendido, las quiero muchísimo.

No olvidar a todos aquellos maestros que me guiaron durante todo el posgrado, absolutamente todos ustedes dejaron una huella en mi y será reflejada en mi desempeño como ahora Endodoncista. Gracias Dra. Gaby, Dr. Julio, Dr. Olivares, Dr. Rivera, Dra Ciapara, Dra. Espinoza, Dra. Ley, Dra. Hofmann, Dra. Renteria, Dr. Alvelais, Dr. Renan. Adrianita y Rocio por apoyarnos en Clínica con el material, las historias clínicas, hacerme reir tanto y cocinar tan delicioso. Al Dr. Bolaños por aceptar ser nuestro padrino de generación, su gran apoyo y cariño hacia nosotros. Gracias por su tiempo, sus enseñanzas y el tour por Philadelphia.

Por último a mi querido EndoTeam, que a pesar de las diferencias que llegamos a tener durante el Posgrado, nos convertimos como hermanos y tuvimos la dicha de vivir experiencias que jamás podremos repetir pero que si las recordaremos con muchísimo cariño para siempre. Los quiero mucho y los

voy a extrañar demasiado, siempre estarán en mi corazón y serán un recuerdo hermoso de una de las mejores etapas de mi vida.

Esta tesis va dedicada a todos y cada uno ustedes.

14.2 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cobankara, Funda Kont et al. Evaluation of the Influence of Smear Layer on the Apical and Coronal Sealing Ability of Two Sealers. *J. Endodon.* 2004; 30(6): 406-409.
2. Plotino, Gianluca et al. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *J. Endodon.* 2007; 33(2): 81-95.
3. Cobankara, Funda Kont et al. The Quantitative Evaluation of Apical Sealing of Four Endodontic Sealers. *J. Endodon.* 2006; 32(1): 66-68.
4. Baumgardner et al. Ultrasonic Condensation of Gutta-percha: An In Vitro Dye Penetration and Scanning Electron Microscopic Study. *J. Endodon.* 1990; 16(6): 253-259.
5. Wu et al. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endodon. J.* 1993; 26: 203-208.
6. ElAyouti, Ashraf et al. Homogeneity and Adaptation of a New Gutta-Percha Paste to Root Canal Walls. *J. Endodon.* 2005; 31(9): 687-690.
7. Biggs, Stephen G. et al. An In Vitro Assessment of the Sealing Ability of Resilon/Epiphany Using Fluid Filtration. *J. Endodon.* 2006; 32(8): 759-761.
8. Brackett, Martha G. et al. Comparison of Seal After Obturation Techniques Using a Polydimethylsiloxane-Based Root Canal Sealer. *J. Endodon.* 2006; 32(12): 1188-1190.
9. Mente Johannes et al. In Vitro Leakage Associated with Three Root-filling Techniques in Large and Extremely Large Root Canals. *J. Endodon.* 2007; 33(3): 306-309.
10. Wedding J. et al. An In vitro Comparison of Microleakage between Resilon and Gutta-percha with a Filtration Model. *J. Endodon.* 2007; 33(12): 1447-1449.
11. Cobankara, Funda Kont et al. Effect of Immediate and Delayed Post Preparation on Apical Microleakage by Using Methacrylate-based

- EndoREZ Sealer with or without Accelerator. *J. Endodon.* 2008; 34(12): 1504-1507.
12. De-Deus, Gustavo et al. Limited Ability of Three Commonly Used Thermoplasticized Gutta-Percha Techniques in Filling Oval-shaped Canals. *J. Endodon.* 2008; 34(11): 1401-1405.
 13. Barzuna Mayid et al. Comparación del Selle Apical de dos técnicas de obturación en endodoncia: Lateral modificada vs. Ultrasonido. *Revista IDental, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología.* 2008; 1(1): 11-23.
 14. Gambarini G. et al. Sealing ability of a new carrier-based obturating material. *Minerva Stomatologica.* 2009; 58(5): 217-224.
 15. Osuna Encinas, Denisse. Comparación del Sellado Apical de Tres Técnicas de Obturación: Lateral en Frío, Lateral con Activación Ultrasónica y Sistema GuttaCore In Vitro. Trabajo Terminal Especialidad en Endodoncia. Tijuana, B.C., México, 2014.
 16. Estrela, Carlos. "*Ciencia Endodóntica.*" Primera Edición. Artes Médicas, 2005. pp. 539-572.
 17. Weine Franklin S. "*Terapéutica en Endodoncia.*" Segunda Edición. Editorial Salvat, 1991. pp. 298-300.
 18. Hernández, Elena. Aplicaciones del Ultrasonido en Endodoncia. *Cient. Dent.* 2013; 10(1): 7.14.
 19. Leonardo, Mario Roberto; Leal Jayme Mauricio. *Endodoncia "Tratamiento de los Conductos Radiculares"*, Segunda Edición. Editorial Médico Panamericana, 1994. pp. 373-339.
 20. Stock, Christopher J. R. et al. "Atlas en color y texto de Endodoncia". Segunda Edición. Elsevier Science Health Science Division, 1996. pp. 151-167.
 21. Soares y Goldberg *Endodoncia "Técnica y Fundamentos"*. Primera Edición. Editorial Médica Panamericana, 2003. pp. 141-153.

22. Rodriguez Ponce, Antonio. *Endodoncia "Consideraciones Actuales"*. Primera Edición. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, 2003. pp. 189-205.
23. Ingle, John Ide; Bakland, Leif K.; Baumgartner, J. Craig. "*Ingle's Endodontics 6*". Sexta Edición. BC Decker, 2008. pp. 1053-1087.
24. Hargreaves, Kenneth M.; Cohen, Stephen; Berman, Louis H. "*Pathways of the Pulp*". Novena Edición. Mosby Elsevier, 2006. pp. 358-384.
25. Torabinejad, Mahmoud; Walton, Richard E. "*Endodoncia: Principios y Práctica*". Cuarta Edición. Elsevier España, 2009. pp. 298-321.
26. Deitch, Alexander K. et al. A Comparison of Fill Density Obtained by Supplementing Cold Lateral Condensation with Ultrasonic Condensation. *J. Endodon.* 2002; 28(9): 665-667.
27. Moreno, Alfonso. Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. *J. Endodon.* 1977; 3(5): 186-188.
28. Orucoglu, Hasan et al. Apical Leakage of Resin Based Root Canal Sealers with a New Computerized Fluid Filtration Meter. *J. Endodon.* 2005; 31(12): 886-890.
29. Espinoza, Goretty. Comparación in vitro de la filtración en conductos obturados con active GP y Real Seal SE. Trabajo Terminal Especialidad en Endodoncia. Tijuana, B.C., México, 2010.
30. Onay, Emel Olga et al. An In Vitro Evaluation of the Apical Sealing Ability of a New Resin-Based Root Canal Obturation System. *J. Endodon.* 2006; 32(10): 976-978.
31. Bodrumlu, Emre; Tunga, Umut. Apical Leakage of Resilon Obturation Material. *The J. of Contemp. Dental Practice.* 2006; 7(4): 1-5.
32. Schilder, Herbert. Filling Root Canals in Three Dimensions. *Dental Clinics of North America.* November 1967. 723-744.