

Información Importante

La Universidad Santo Tomas, informa que el (los) autor (res) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el respectivo institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomas informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienable”.

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA TÉCNICA PIPS Y LAI EN LA
REMOCIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO EN EL TERCIO APICAL USANDO EL
LÀSER ER, CR: YSGG.**

**Dra. Sandra Castañeda
Dra. Lorena Eslava
Dra. Lorena Pinzón
Dra. Paola González**

Trabajo de grado para optar el título de

Endodoncista

**Asesor Científico
Dra. Patricia Becerra
Endodoncista**

**Dra. Johanna Hernández La Rotta
Endodoncista
Universidad Santo Tomas**

**Asesor Metodológico
Dra. Diana Parra
Odontóloga Universidad El Bosque
Epidemióloga Universidad El Bosque**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, BOGOTÁ
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA- ESPECIALIZACIÓN ENDODONCIA
2017.**

DEDICATORIA

Gracias a Dios quien permitió que fuera más valiente en todas las situaciones que se presentaron. Dedicado a mis padres (Q.E.P), a mí esposo Ludwig y a mi hija Saira Camila que con su amor, entrega y apoyo incondicional contribuyeron para que todo fuera posible.

SANDRA PATRICIA CASTAÑEDA RUIZ

Gracias al Dios vivo, al Dios de la Biblia. Dedicado a mí esposo Luis Alfredo a mi hija Sara, mi hijo Lorenzo y a mi madre, con el apoyo de ellos todo es posible.

LEIDY LORENA PINZON CHARRY

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de un proyecto de tesis que se ha realizado durante dos años. Los autores queremos agradecer a nuestras asesoras científicas Dra. Patricia Becerra, Dra. Johana Hernández y Dra. Diana Parra, quienes nos ofrecieron sus valiosos conocimientos y experiencia. Gracias a la universidad santo tomas quien nos dio como legado toda una experiencia académica, quizás sea el resultado de una investigación académica, pero realmente es el inicio de un ejercicio profesional especializado que enfrentaremos con la dignidad, respeto y ética que merece. Mil gracias USTA.

**SANDRA PATRICIA CASTAÑEDA RUIZ, LORENA ESLAVA, PAOLA GONZALEZ,
LEIDY LORENA PINZON CHARRY**

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	10
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2	JUSTIFICACIÓN	12
1.3	PROPÓSITO	14
2	MARCO TEÓRICO	15
3	HIPÓTESIS Y OBJETIVO	28
3.1	HIPÓTESIS	28
3.2	OBJETIVO GENERAL	28
3.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4	MÉTODO	29
4.1	TIPO DE ESTUDIO	29
4.2	OBJETO DE ESTUDIO	29
4.3	UNIDAD DE OBSERVACIÓN.....	29
4.4	UNIDAD DE ANÁLISIS	29
4.5	MATERIAL DE OBJETOS DE ESTUDIO	29
4.6	MUESTRA	30
4.7	CRITERIOS DE SELECCIÓN	30
4.7.1	Criterios de inclusión.....	30
4.7.2	Criterios de exclusión	30
4.8	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.8.1	Selección de la muestra.....	31
4.8.2	Preparación de los dientes.....	¡Error! Marcador no definido.
4.8.3	Procedimiento de irrigación, crio fractura de las muestras y preparación de las muestras para microscopía electrónica de barrido.....	¡Error! Marcador no definido.
4.9	PARÁMETROS DEL LÁSER.....	¡Error! Marcador no definido.
4.10	PREPARACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE SEM.....	¡Error! Marcador no definido.
4.11	VARIABLES	33
4.12	MÉTODOS ESTADÍSTICOS.....	34
5	RESULTADOS	35
5.1	Análisis cualitativo	35
5.2	Análisis cuantitativo.....	¡Error! Marcador no definido.
6	DISCUSIÓN	40
6.1	CONCLUSIONES.....	42
6.2	RECOMENDACIONES.....	42
7	BIBLIOGRAFÍA	43

Lista de Figuras

Figura 1. Barrillo dentinal por grupo análisis cualitativo ¡Error! Marcador no definido.

Figura 2. Promedio por grupo ¡Error! Marcador no definido.

*Figura 3. Comparación apertura de túbulos posterior activación entre grupos de intervención
..... 35*

Lista de fotografías

- Fotografía. 1. Diente 1.2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 2. Diente 1.3 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 3. Diente 2.1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 4. Diente 2.2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 5. Diente 2.3 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 6. Diente 3.1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 7. Diente 3.2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 8. Diente 3.3 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 9. Diente 4.1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 10. Diente 4.2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 11. Diente 4.3 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 12. Diente 5.1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 13. Diente 5.2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Fotografía. 14. Diente 5.3 **¡Error! Marcador no definido.**

COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA TÉCNICA PIPS Y LAI EN LA REMOCIÓN DE BARRILLO DENTINARIO EN EL TERCIO APICAL USANDO EL LÁSER ER CR: YSGG.

COMPARISON OF THE EFFICACY OF THE PIPS AND LAI TECHNIQUE IN THE REMOVAL OF SMEAR LAYER IN THE APICAL THIRD USING THE LÁSER ER CR: YSGG.

Becerra P, Hernández J1Castañeda S, Eslava L, González P, Pinzón L2 Parra D3 .

Resumen: El Láser es un método de activación que ayuda a la limpieza y desinfección del conducto radicular, con diferentes longitudes de onda que permiten la eliminación de la capa de barrillo dentinario. Se han utilizado dos técnicas para activar el irrigante con el uso del Láser, una de ellas es la técnica PIPS genera un flujo turbulento del irrigante y la Irrigación Activada con Láser (LAI). **Objetivo:** Comparar la eficacia de la técnica irrigación Láser activada (LAI) y Corriente Foto acústica inducida por Fotones (PIPS) en la remoción del barrillo dentinario en el tercio apical usando el Láser Er, Cr: YSGG. **Método:** Se realizó un estudio experimental in vitro. Se evaluaron 25 dientes unirradiculares premolares mandibulares, los cuales se dividieron en 5 grupos de 5 dientes cada uno incluyendo el grupo control. Todas las muestras fueron instrumentadas con el sistema rotatorio Mtwo, seccionadas longitudinalmente y observadas bajo microscopía electrónica de barrido (SEM) a 2000X. **Resultados:** se observó que en el 67% de los casos no hay barrillo dentinal en la superficie del conducto en el 20% de los casos se observó moderado barrillo dentinal y en el 13 % restantes se observó gran cantidad de barrillo dentinal. Los grupos 1 (control), 2 (NaOCL- EDTA) presentaron diferencias estadísticamente significativas con los demás grupos. Por el contrario, para el grupo 3 (ultrasonido), grupo 4 (LAI) y grupo 5 (PIPS) la diferencia registrada no es estadísticamente significativa.

Palabras clave: Láser, PIPS, LAI, EDTA, Túbulo dentinales, Barrillo dentinario.

Abstract: The laser is an activation method that helps to clean and disinfect the root canal, with different wavelengths that allow the elimination of the smear layer. Two techniques have been used to activate the irrigant with the use of the laser, one of which is the PIPS technique that generates a turbulent flow of the irrigator and the Laser Activated Irrigation (LAI). **Objective:** To compare the efficacy of the technique Activated Laser Irrigation (LAI) and Current Photon-induced Acoustic Photo (PIPS) in the removal of the dentinal smear in the apical third using the Er Laser, Cr: YSGG. **Method:** An in vitro experimental study was carried out. Twenty-five uni-mandibular mandibular premolar teeth were evaluated, which were divided into 5 groups of 5 teeth each, including the control group. All samples were instrumented with the Mtwo rotary system, sectioned longitudinally and observed under scanning electron microscopy (SEM) at 2000X. **Results:** Statistically significant difference was found for groups 1 ($p = 0.00$), 2 ($p = 0.29$), on the contrary groups 3 ($p = 0.317$) and 4 ($p = 0.04$) and 5 ($p = 0.708$) presented normality

¹ Asesor científico

² Residentes especialización en Endodoncia

³ Asesor metodológico

($p > 0.05$). **Conclusion:** It has been demonstrated that the PIPS technique is more effective for the removal of dentinal smear than LAI, and that it gives similar results to ultrasound. Key words: Laser, PIPS, LAI, EDTA, Dentinal tubules.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El éxito del tratamiento endodóntico se logra con la eliminación de los microorganismos del sistema de conductos radiculares mediante la preparación quimicomecánica y finalmente con un selle tridimensional, previniendo así a largo plazo la infección y la reinfección del mismo. (1)(2)

Las investigaciones clínicas en el área de endodoncia han reportado que al momento de realizar la preparación biomecánica un 35 a 40% (3,4) del sistema del conducto radicular continúa sin ser alcanzado por cualquier técnica de instrumentación tanto manual como rotatoria, dejando zonas de las paredes de los conductos radiculares sin instrumentar, especialmente las irregularidades anatómicas que son de difícil acceso como los istmos, deltas, conductos laterales y conductos ovales que pueden generar el fracaso del tratamiento endodóntico. (4,5)

Además durante la instrumentación se forma una capa amorfa e irregular, conocida como barrillo dentinario, la cual tiene un grosor de 1-2 micras que cubre las paredes del conducto radicular y puede ser empacada a una profundidad de 40 micras dentro de los túbulos dentinarios, actuando como una barrera entre los materiales de obturación y la dentina radicular, impidiendo la penetración del material, generando así filtración y reinfección del conducto radicular. (6)

Se ha propuesto el uso de soluciones irrigantes como el hipoclorito de sodio el cual tiene propiedades ideales en endodoncia como la capacidad de disolver el tejido vital y necrótico, actúa como un lubricante y tiene un amplio espectro antimicrobiano. (7) Elimina los patógenos endodónticos sensibles organizados en biofilm y en los túbulos dentinarios; no obstante, no disuelve el tejido inorgánico y por lo tanto la capa de barrillo dentinario en su totalidad (4,7). Por ésta razón, se ha propuesto el uso del ácido etilendiaminotetracético al 17% (EDTA) el cual es un quelante que se utiliza como irrigante final que elimina la matriz inorgánica del barrillo dentinal y la debris de la dentina luego de la instrumentación mecánica. (7,8).

Sin embargo, el uso de estas soluciones mediante una irrigación manual o pasiva no logra los objetivos de la desinfección radicular, debido a que no es suficientemente efectiva en la remoción del barrillo dentinario, especialmente en el tercio apical, puesto que el flujo es débil y

por lo tanto no alcanza irregularidades, no es capaz de remover debris y microorganismos, presentando una capacidad de desinfección limitada. (5,9)

Debido a la complejidad anatómica y la capacidad limitada de los irrigantes de alcanzar todo el sistema de conductos radiculares de una forma tridimensional, es necesario el uso de la activación de los irrigantes endodónticos para mejorar la limpieza y desinfección completa del conducto radicular. Por tal razón se han propuesto diferentes métodos para activarlos como el ultrasonido y el uso del Láser. (9).

Numerosos estudios han reportado las ventajas de la Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI), la cual se refiere a la activación de los irrigantes a través de una lima no cortante que transmite la energía al irrigante, creando una corriente acústica y cavitación dentro del conducto radicular. Ésta técnica genera una mayor profundidad de los irrigantes en zonas no instrumentadas, logrando una reducción significativa de debris, barrillo dentinario y carga bacteriana. (10,11)

El Láser ha sido propuesto como un método de activación que ayuda a la limpieza y desinfección del conducto radicular, con diferentes longitudes de onda y efectos bactericidas que permiten la eliminación de la capa de barrillo dentinario (12).

Se han utilizado dos técnicas para activar el irrigante con el uso del Láser, una de ellas es la técnica PIPS cuyo mecanismo de acción es una Corriente Foto acústica foto inducida, la cual consiste en colocar la punta de láser en la cámara pulpar, en la entrada de los conductos radiculares. (5) La técnica PIPS genera un flujo turbulento del irrigante, permitiendo una eficiencia en la desinfección y una reducción bacteriana significativa en la compleja morfología radicular. Numerosos estudios han reportado la eficiencia de la técnica PIPS reduciendo la contaminación bacteriana en un 100%, entre los cuales se encuentra el estudio de Arslan y col., quienes en su propósito de encontrar la capacidad de remoción de debris en el tercio apical, identificaron que la técnica PIPS fue significativamente más efectiva (75%) que la activación sónica y ultrasónica. (13)

Por otra parte, La Irrigación Activada con Láser (LAI) consiste en colocar una fibra de extremo plano de 200 micras que va introducida a nivel de todo el conducto radicular a 3-5mm del ápice. Con esta técnica el flujo del irrigante se envuelve en una corriente acústica que resulta de unas

oscilaciones que van formando burbujas que implosionan y generan un impacto en la superficie radicular. Esta implosión y colapso es generado por cada pulso del láser que genera la excitación de estas burbujas y en cada corriente acústica formada permite una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares. Estudios han demostrado su eficacia en la remoción del barrillo dentinario; uno de ellos se reporta en el estudio de Peeters y col. donde observaron que utilizando la técnica LAI por 60 segundos fue más efectivo que por 30 segundos, concluyendo que el tiempo de duración del láser y una es crítico, utilizando como irrigante activado el EDTA al 17%. (6)

Actualmente no existen estudios en donde se compare la eficiencia de las técnicas LAI y PIPS en remover el barrillo dentinario especialmente en el tercio apical, evidenciando las ventajas de cada técnica al momento de la activación del irrigante. (10)

¿Cuál técnica determinará mayor eficacia (PIPS Y LAI) en la remoción del barrillo dentinal en el tercio apical; usando el láser, Er, Cr: YSGG?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El debridamiento del conducto y el control de la desinfección son dos de los principales pasos en el éxito del tratamiento endodóntico. El control de la carga bacteriana de un canal infectado antes de la obturación es necesario para evitar a largo plazo la reinfección y posterior enfermedad periapical del conducto. (5)

Las técnicas de instrumentación manual y rotatoria producen una capa irregular, granular y amorfa que cubre la dentina de las paredes del conducto radicular. La remoción de ésta capa de barrillo dentinario requiere el uso de diferentes soluciones irrigantes que pueden disolver componentes tanto orgánicos como inorgánicos, con el objetivo de realizar la apertura de los túbulos dentinarios para que el material de obturación penetre adecuadamente dentro de las paredes del conducto y así obtener un selle tridimensional. (6)

La irrigación es un paso importante en el tratamiento endodóntico debido a que ayuda en el proceso de desinfección del sistema de conductos radiculares; sin embargo, debido a la

complejidad anatómica y la dificultad de acceso, especialmente en el tercio apical, donde existe una mayor variedad anatómica, la irrigación es insuficiente y no se puede lograr la desinfección mecánica, permitiendo que los microorganismos allí presentes puedan sobrevivir ya sean en las paredes del conducto o en los túbulos dentinarios y ocasionar el fracaso en el tratamiento. (6)

Entre las propiedades de los irrigantes se encuentra tener un amplio espectro antimicrobiano y una alta eficacia contra los microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biopelículas, disolver los remantes del tejido pulpar necrótico, inactivar las endotoxinas y evitar la formación de capa de barrillo durante la instrumentación o disolverla una vez se haya formado.(7)

Se ha demostrado que los métodos de irrigación que utilizan jeringa y aguja no tienen la capacidad de alcanzar áreas de difícil acceso a la anatomía variable del conducto radicular específicamente regiones apicales y los istmos. (9) Anatómicamente en el tercio apical del conducto radicular se encuentran la mayoría de las ramificaciones como conductos laterales y secundarios, reportándose hasta un 74% de prevalencia lesiones apicales debidas a accidentes anatómicos secundario a la difícil irrigación. Por consiguiente se ha propuesto la activación de las soluciones de irrigación aplicadas mediante diversos métodos para mejorar su acción, penetración y alcance específicamente al tercio apical donde se dificulta la desinfección. (9) Los estudios han demostrado que la activación ultrasónica de las soluciones de irrigación a través de la técnica PUI, promueve una mejor remoción de la capa de barrillo y una mayor penetración en áreas no instrumentadas y de difícil acceso, debido a la promoción de corrientes acústicas y a la cavitación del irrigante. (9)

Recientemente se han introducido nuevas técnicas como la de irrigación láser activada (LAI) y Corriente Foto acústica inducida por Fotones (PIPS) activados con el láser Er, Cr: YSGG que permiten una mayor desinfección debido a la luz del láser que genera una energía mediante micro pulsaciones que produce un movimiento de ondas acústicas del irrigante mejorando su penetración, logrando alcanzar profundidades de 1000 micras a nivel de los túbulos dentinarios y completar los procedimientos de limpieza y desinfección del conducto. (5)

La generación de ondas de choque en los láseres dentro de los conductos radiculares tiene un rol importante en la remoción de la capa de barrillo dentinario, ya que el choque e implosión de las

burbujas de agua o del irrigante con las paredes del conducto pueden ser suficientemente fuertes para remover y barrer los componentes del barrillo dentinario. (5) (9)

En la actualidad no existe diferencia entre la eficacia de irrigación láser activada (LAI) y Corriente Foto acústica inducida por Fotones (PIPS) realizada con láser Er, Cr: YSGG, (6), por tal motivo es necesario realizar una investigación que permita conocer el nivel de remoción de estas dos técnicas en el tercio apical del conducto. (10)

Así mismo, existen estudios donde demuestran la eficiencia de cada una de las técnicas y su capacidad de desinfección, pero no existe ningún reporte comparando ambas técnicas y detallando cual sería la más recomendable al momento de utilizar el láser Er,Cr:YSGG, que disminuya efectos adversos y proporcione mayores ventajas.(10)

1.3 PROPÓSITO

El propósito de este estudio es determinar y comparar la eficacia de la técnica LAI y PIPS en remover el barrillo dentinario en el tercio apical con el uso del láser Er, Cr: YSGG.

2 MARCO TEÓRICO

Al momento de realizar la preparación químico mecánica del conducto radicular con instrumentos manuales o rotatorios se crean residuos y una capa de barrillo dentinario que compromete el selle hermético de la obturación, generando a futuro la enfermedad periapical y la reinfección del conducto radicular. Por ésta razón, la importancia de realizar una adecuada limpieza, desinfección y conformación del conducto radicular con el fin de garantizar el éxito del tratamiento endodóntico (14).

Esta capa de barrillo dentinario está compuesta por sustancia orgánica e inorgánica: como tejido necrótico, microorganismo y subproductos, residuos dentinarios, células sanguíneas, saliva, procesos odontoblásticos. Es una capa amorfa e irregular que tiene 1 a 2 um de grosor que actúa como una barrera entre los materiales obturación y las paredes del conducto; impidiendo la penetración del material en los túbulos dentinarios al momento de la obturación, generando filtración del conducto radicular. (6,14)

Los métodos actuales para remover la capa de barrillo dentinario incluyen las técnicas químicas como los irrigantes y mecánicas como el ultrasonido y el láser. (6)

IRRIGACIÓN

El tratamiento endodóntico exitoso depende de la limpieza y conformación del canal radicular con el uso de irrigantes, el cual permite remover el tejido vital o necrótico, microorganismos y sus productos. Peteers y col. comprobaron que en la preparación mecánica el 35 al 40 % del sistema de conducto radicular no son alcanzados por cualquier técnica de instrumentación manual o rotatoria. Ésta incapacidad que tienen las técnicas en remover microorganismos, tejido vital o necrótico en la parte apical, especialmente en casos de anatomía compleja como en conductos ovales, deltas e istmos, tienen un efecto negativo importante sobre el resultado del tratamiento endodóntico. (5,7)

Las soluciones irrigantes son esenciales para la desinfección de los conductos radiculares debido a que pueden alcanzar zonas de difícil acceso en el tercio apical, como la anatomía compleja e

irregularidades del conducto, en la cual se depositan bacterias y microorganismos que pueden ocasionar a largo plazo el fracaso del tratamiento endodóntico. (8)

Históricamente se han propuesto diversos compuestos en soluciones irrigantes, que incluyen sustancias inertes tales como el cloruro de sodio, bioácidos alergénicos, formaldehído, que son altamente tóxicos (7). Los irrigantes deben tener ciertas características y/o propiedades como son el amplio espectro antimicrobiano, alta eficacia contra los microorganismos anaerobios facultativos organizados en biopelículas, capacidad de disolver los remanentes del tejido pulpar necrótico, inactivar las endotoxinas, evitar la formación de barrillo dentinario. (7)

Sin embargo, los factores que siguen siendo un desafío en la irrigación y desinfección del conducto radicular incluyen: resistencia del biofilm, la penetración irrigante, la concentración del mismo, el tiempo de exposición que suele ser corto, el volumen y el pobre intercambio de irrigantes en la complejidad del sistema de conductos radiculares (8)

No existe ningún irrigante que cumpla adecuadamente con todas las propiedades mencionadas anteriormente, no obstante se han utilizado diferentes soluciones irrigantes como el hipoclorito de sodio, el EDTA, la clorhexidina, siendo el ideal el hipoclorito de sodio, debido a que cumple con la mayoría de los requisitos del irrigante endodóntico. (7)

HIPOCLORITO DE SODIO (NAOCL):

El hipoclorito de sodio fue introducido en endodoncia en 1920. Desde ese momento se ha considerado el irrigante ideal debido a que tiene la capacidad de disolver tejido vital y necrótico, lubricar, y desinfectar. Por lo tanto, el uso suficiente de hipoclorito de sodio es importante con el fin de obtener la máxima limpieza de todo el canal. (7)

Las propiedades del hipoclorito de sodio son: disolver tejido vital o necrótico, lubricante, de acción rápida, bactericida, neutralizante de toxinas, no resulta irritante en bajas concentraciones. Dentro de sus desventajas presenta que es citotóxico, altamente irritante si se extruye a la zona periapical, no tiene la capacidad de penetrar y limpiar zonas muy estrechas del sistema de los conductos, no remueve el barrillo dentinal y puede afectar la micro dureza de la dentina radicular debido a que disuelve la matriz orgánica de la dentina radicular.(7)

Se han utilizado a diferentes concentraciones desde 0,5 (solución de Dakin) hasta 5.25 % Soda Clorada. Además la más utilizada es la concentración de 5.25%, la cual disminuye significativamente el modulo elástico y la fuerza de deflexión de la dentina humana en comparación con la solución salina fisiológica. Esto básicamente se debe a la acción proteolítica del hipoclorito concentrado en la matriz de colágeno de dentina. (7)

Existen varias formas de mejorar la eficacia de hipoclorito en la disolución de tejido vital, como disminuir su pH, donde predomina el ácido hipocloroso que es más bactericida que el hipoclorito. Otra alternativa que permite mayor efectividad podría ser aumentar la temperatura de las soluciones de hipoclorito a baja concentración. La activación ultrasónica del hipoclorito también ha sido propuesta, en relación a que este aceleraría las reacciones químicas, crearía efectos cavitacionales y lograría un buen efecto bactericida dentro del conducto. (7)

Aunque el hipoclorito de sodio parece ser el irrigante endodóntico más aconsejable, este no tiene la capacidad de disolver el tejido inorgánico de la dentina y por tanto evitar la formación de la capa de barrillo dentinario durante la instrumentación. (7)

EDTA (Ácido etilenediaminotetraacético)

El compuesto fue descrito por primera vez en 1935 por Fernando Muñoz, quien preparó el compuesto de etilendiamina y ácido cloro acético. Los agentes quelantes se introdujeron en endodoncia como una ayuda para la preparación de los conductos radiculares estrechos y calcificados en 1957 por Nygaard-Østby. Hoy en día, EDTA se sintetiza principalmente de etilendiamina (1, 2- diaminoetano), formaldehído (Metanal), y cianuro de sodio (8).

Los agentes desmineralizantes tales como el ácido etilendiaminotetraacético, abreviado como EDTA, es un ácido aminopolicarboxílico, sin color, soluble en agua, es ligeramente irritante, levemente antiséptico, favorece la instrumentación, facilita el acceso a los conductos estrechos.(8)

El EDTA en exposición directa y prolongada extrae las proteínas de la superficie bacteriana mediante la combinación de iones metálicos de la membrana celular que eventualmente puede conducir a la muerte bacteriana (8).

Los quelantes tales como EDTA forman un complejo estable con calcio. Cuando todos los iones disponibles se han unido, se equilibra y se forma nueva disolución: Por esta razón el EDTA es auto limitante (8). EL EDTA se sugiere como irrigante final porque puede quelar y eliminar la porción mineralizada de la capa de barrillo dentinal. Tiene la capacidad de secuestrar iones de metal di- y tricatómico tales como Ca^{2+} y Fe^{3+} .

David uroz y col. observaron que 1ml de EDTA al 17% por un minuto es eficiente para remoción del barrillo dentinario (17). No obstante, si la exposición del quelante es prolongada a 2 minutos (10ml de EDTA 17%), podría afectar la micro dureza de la dentina radicular; debido a que la dureza y el módulo elástico son funciones del contenido mineral de la dentina. (14)

A pesar de largos esfuerzos para desarrollar nuevos dispositivos y soluciones de irrigación y nuevas técnicas de instrumentación para la desinfección completa de los sistemas de conducto radicular es aun actualmente imposible de lograrlo. Por lo tanto, el objetivo clínico es reducir la carga bacteriana para permitir las defensas del huésped (15).

Por esta razón, existen diferentes técnicas de activación de los irrigantes que ayudan a remover el barrillo dentinario y permiten la penetración de los irrigantes dentro de las paredes del conducto, especialmente en el tercio apical donde es tan difícil el acceso.(15)

IRRIGACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA

La activación de los irrigantes mediante dispositivos sónicos y ultrasónico ha demostrado una gran mejoría en la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares y se debe considerar un paso importante y fundamental en el tratamiento endodóntico no quirúrgico (14).

IRRIGACIÓN SÓNICA

En diferentes estudios se evidencia que la activación sónica y subsónica de los irrigantes permite mejorar la limpieza de los canales del conducto, con frecuencias que oscilan entre 20 a 20.000 Hz. La frecuencia sónica es cualquier sonido dentro del rango auditivo humano. En la actualidad contamos con diferentes tipos de sistemas sónicos como la pieza micro mega Sonic Air 1500 con una punta Rispi-sonic (*medidental international inc*); el sistema endo-activador con puntas de polímero (*Densplay Tulsa Dental Specialites*) y el sistema de irrigación sónica *Vibringe*. (9)

El Sonic Air 1500 es un elemento dirigido con aire que produce vibraciones entre 1500 a 3000Hz. El Ripsi-sonic es de acero inoxidable y tiene filos a lo largo de la punta con un diseño en espiral. Esta punta está diseñada para cortar dentina y para agitar la solución irrigadora en el canal. Se libera el irrigador y se recambia intermitentemente a través de una aguja y no por la pieza de mano. El *Endoactivation* es una pieza de mano portátil operada por batería con un motor eléctrico de 3 velocidades. La pieza acepta puntas de polímero y desechables de 3 tamaños 20, 25, 30. Las puntas de polímero son lisas. El sistema produce una agitación vigorosa del fluido intraconducto, y se produce una oscilación mecánica principalmente en la punta del activador con frecuencia que varía de desde de 1 hasta 10 kHz (9, 14,16)

Las frecuencia de operación son de 160, 175, 190 Hz. Las puntas agitan la solución irrigadora y crean acceso para la aguja de irrigación. El sistema *Vibringe* consiste en un anillo para el pulgar operado por batería que se coloca en una jeringa desechable de nylon de 10ml. Se adjunta una jeringa de irrigación según el tamaño del conducto. Mientras se deposita el irrigador dentro del conducto, se activa el anillo del pulgar generando vibración en la aguja de irrigación. La frecuencia de agitación reportada es de 150 Hz (según el fabricante). (9)

Este sistema consta de vibraciones de amplitud alta pero de frecuencia baja, que al ser comparados con las técnicas convencionales, muestran mejores resultados para la remoción de la capa del barrillo dentinario en las paredes de los conductos. Sin embargo se debe tener en cuenta que este sistema es recomendado según los estudios para conductos rectos y no curvos (17).

IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA

Los dispositivos ultrasónicos fueron introducidos por primera vez en endodoncia por Richman en 1957 por medio del cual se utilizan limas activadas ultrasónicamente que tienen la capacidad transportar los irrigantes a la zona apical del conducto radicular, por medio de frecuencias de corriente acústica que oscilan entre 25 – 30 kHz, permiten una adecuada penetración del irrigante para eliminar correctamente la capa de barrillo dentinario. (4,18)

Existen dos tipos de irrigación ultrasónica descritas en la literatura como lo es la instrumentación ultrasónica (UI) y la irrigación ultrasónica pasiva (PUI). La técnica de irrigación ultrasónica pasiva fue introducida por Weller y col en 1980. Se define como la activación del irrigante sin

instrumentación, con una lima no cortante que se apoya en la transmisión de energía acústica. Esta energía es transmitida por medio de ondas ultrasónicas, que pueden inducir transmisión acústica y cavitación del irrigante. (4)

Esta técnica proporciona la habilidad de remover detritus, hidróxido de calcio, bacterias, tejido, biofilm, medicamentos, barrillo dentinario, siendo eficaz en conductos curvos. En general esta técnica utiliza puntas endodoncias de 15 y 20, o un alambre adherido a una pieza ultrasónica de donde viene la energía ultrasónica. (9)

Martin y Cunningham reportaron el uso de ultrasonido como método principal de la preparación y limpieza del conducto. Los estudios evaluaron la eficacia del método endosónico, su habilidad para eliminar bacterias y la expulsión del detritus. Concluyeron que la preparación endosónica es más efectiva que la preparación manual, en cuanto a la debridación mecánica y química para la desinfección y preparación final del conducto. (9).

En una investigación realizada por Ahmad y col en 1987 sobre la instrumentación ultrasónica en donde combinaron la cavitación estable o resonante con la corriente acústica, analizando la cavitación transitoria usando sistemas de intensificación de imágenes fotométricas sensibles. Este sistema de detección monitorea la luz producida por el colapso violento de las burbujas de la cavitación. 40 dientes anteriores maxilares extraídos fueron divididos en 4 grupos e instrumentados manualmente o con ultrasonido (caví-endo), usando agua o hipoclorito de sodio al 2.5% como irrigador, se observó en el SEM. Se determinó que no ocurre cavitación electrónica con la unidad de caví-endo y puntas endosónicas. Sin embargo, se produjo la cavitación cuando se insertó una punta de *scaler* en la unidad. Los autores concluyeron que es más importante la corriente acústica que la cavitación para la limpieza y que la técnica de instrumentación ultrasónica no produce suficiente corriente acústica para limpiar efectivamente el canal. (9)

Ahmad en 1987 reporta que la corriente acústica ayuda a limpiar las paredes del canal de detritus y biofilm de la superficie. La solución irrigadora se usa para llegar a zonas inaccesibles. Sin embargo, la corriente puede no ser lo suficientemente fuerte para remover detritus, barrillo dentinario o incluso biofilm (5).

Weller y col. compararon la eficacia del ultrasonido como método primario de instrumentación, y como método adjunto a la instrumentación manual vs instrumentación manual sola. Los autores concluyeron que con la instrumentación ultrasónica es más eficiente el desbridamiento luego de la instrumentación manual. (9)

Cameron reportó que los canales tenían menos residuos luego de usar una irrigación con EDTA/NaOCl activado por 1.5 minutos de Irrigación Ultrasónica Pasiva PUI / IUA in vitro. (9)

Estos estudios fueron continuados por Hade y colaboradores, Archero y colaboradores quienes evaluaron el uso de 3 minutos de Irrigación Ultrasónica Pasiva PUI / IUA en canales in vivo luego de la instrumentación manual y encontraron que la limpieza del istmo y del conducto mejoró de 1 a 3 mm desde el ápice en comparación con la irrigación con aguja de hipoclorito. (9)

En términos de penetración del irrigante, muchos estudios han evaluado la eficacia del PUI/IUA para mejorar la dispersión del líquido en los canales laterales. Gregorio y Col reportaron que penetra mejor en las canales laterales que cuando se usa la irrigación con aguja o con presión negativa (9).

LÀSER

Durante el tratamiento endodóntico el endodoncista se enfrenta a diferentes inconvenientes relacionados con la morfología del conducto, especialmente en la zona apical donde es difícil el acceso con la instrumentación de los irrigantes. Por esta inaccesibilidad se han propuesto nuevas técnicas para obtener un mejor resultado de desinfección que garantice el éxito del tratamiento de conducto. Una de las opciones más recientes para la activación de los irrigantes es el Láser. (5)

El Láser se define como una amplificación de luz por emisión estimulada de radiación. La emisión del láser se origina de transiciones de energía electrónica y/o de vibración de los electrones en las capas más externas de los átomos y de las moléculas.

Las interacciones láser tejido, involucra la excitación inducida por el láser, siguiendo los mecanismos de excitación de los electrones en las capas exteriores de los átomos de moléculas biológicas. (8) Se introdujo en la odontología desde 1965 por Stern.

Los Láseres han sido ampliamente usados en endodoncia, siendo los más comunes el láser diodo y el Nd:YAG los cuales se encuentran cerca de la luz infrarroja y son absorbidos por cromòforos como la hemoglobina y melanina. Los láseres erbio como el Er-YAG, Er Cr:YSGG e incluso CO2 emiten una radiación más lejos de la luz infrarroja y son absorbidos por el agua y la hidroxiapatita (5,19).

El láser en Odontología se basa en el conocimiento de una serie de procesos físicos y biológicos que dependen de diversos componentes. Cada tipo de láser emite energía luminosa con una única longitud de onda; como la luz monocromática. La luz láser, al igual que la luz visible, cumple todos los principios básicos de la óptica: transmisión, reflexión, refracción y absorción. La energía lumínica produce efectos sobre los tejidos, que son absorbidos y dependen básicamente de dos factores como son la longitud de onda del láser y las características ópticas del tejido que debe ser irradiado. (17,20) Cuando con el mismo láser irradiamos dos tejidos diferentes, los efectos que se producen también serán diferentes. De igual modo, cuando aplicamos diferentes longitudes de onda sobre el mismo tejido, el comportamiento de la luz tampoco va a ser igual. Es decir, diferentes láseres producen efectos distintos sobre el mismo tejido (17)

En relación a la literatura el láser se clasifican según su medio activo, longitud de onda y forma de emisión. Existen dos tipos de terapia láser como son las de baja y alta potencia. Los láseres de baja potencia son aquellos que van a ser utilizados, principalmente, por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria. Los láseres más conocidos son:

- As,Ga (Arseniuro de Galio)
- As,Ga,Al (Arseniuro de Galio y Aluminio)
- He,Ne (Helio-Neon)

Los láseres de alta potencia serán aquellos que producen efectos físicos visibles y que se emplean como sustitutos del bisturí frío o del instrumental rotatorio convencional. Los láseres de alta potencia disponibles en el mercado odontológico son:

- Argón
- Diodo

- Nd:YAG
- Nd:YAP
- Ho:YAG
- Er,Cr:YSGG
- Er: YAG
- CO2

Cada uno de ellos posee características propias que lo hacen diferente a los demás.

La FDA ha aprobado el láser Er, Cr: YSGG para limpieza y preparación de las paredes del canal, así como para su uso en cx ósea, apical y periodontal. Esta frecuencia laser es altamente absorbida por el agua y así mismo tiene un impacto sobre las bacterias (5).

La longitud de onda del láser erbio (Er, Cr; YSGG) es de 2.780nm, la cual es absorbida por la dentina debido a la presencia de hidróxido y agua intersticial. Cada pulsación de onda del láser es de 150s de duración y cada una es responsable de la penetración de su energía a 3 um dentro del agua. La penetración del agua y el colapso del vapor de agua formando, puede penetrar tan profundo como 1000 um o más en los túbulos dentinarios. (5) Esto se conoce como absorción secuencial inducida por micro pulso. La expansión y colapso de vapor de agua produce ondas acústicas que son lo suficientemente fuertes para afectar las bacterias intratubulares. Estos funcionan principalmente por radiación directa de energía de luz sobre la superficie dental, mediante una reacción térmica (5).

Blanken y Verdaasdonk, fueron los primeros en informar los efectos de usar Láser en la irrigación de fluidos con: Er, Cr: YSGG (*erbiumchromium-itrío-escandio-Garnett*) donde se encontró: movimientos de fluido después de cada pulso láser y se visualizó cavitación (expansión e implosión de burbujas). Este trabajo fue confirmado también Matsumoto y colaboradores quienes detallaron los efectos de cavitación al afirmar que el fluido en el canal se vaporiza instantáneamente (1 microsegundo) próximos a la punta del láser. El agua vaporizada se expandió formando un vacío (burbuja) llegando a alcanzar profundidades de 700 Micras.

Además, la presión del fluido que rodea a la punta provocó un violento colapso que resulta de las ondas acústicas a través de la transmisión de fluido. Estas ondas dan lugar a la limpieza del canal en las paredes de estos. (6) (9)

Gordon usó un modelo in vitro y encontró que el uso de Er, Cr: YSGG (*erbio. Cromio: yttrium-escandio-galio-garnet*) tiene buen efecto antimicrobiano en túbulos dentinales infectados con *E. Faecalis* (5).

De Moor y Col en el 2010, evaluaron la remoción ex vivo de los residuos de dentina colocados artificialmente en conductos radiculares estandarizados mediante el ultrasonido y el láser Er, Cr: YSGG. La punta del ultrasonido se mantuvo a 1 mm de la longitud de trabajo, con frecuencia de 30 KHz, amplitud de desplazamiento alrededor de 30 um durante 3 ciclos por 20 segundos. El láser Er,Cr:YSGG utilizó una fibra de diámetro de 200um y longitud de 25mm, con energía de pulso de 75 mj a 20 Hz, la punta se mantuvo a 5mm de la preparación más apical activada durante 5 segundos, concluyendo que si hubo diferencias significativas entre ambos grupos experimentales.(13)

Peeters y Suardita investigaron la eficacia de irrigación dirigida por el láser Er, Cr: YSGG con respecto a la remoción de la capa de barrillo y el desbridamiento de la región apical del conducto radicular recto, en comparación a la irrigación ultrasónica. El EDTA se utilizó como irrigante. En este estudio la evaluación mediante el SEM reveló que todos los tratamientos láseres examinados tuvieron la capacidad de remover la capa de barrillo. Esto se puede atribuir a la capacidad de la irrigación dirigida por láser utilizada en esta investigación para crear la cavitación. La cavitación se define como la formación de vapor a una cavidad que contiene burbujas dentro de un fluido. Estas burbujas de vapor pueden causar una expansión del volumen hasta 1600 veces, permitiendo que los irrigantes ingresen más fácilmente en el tercio apical del conducto, lo cual puede ayudar a limpieza del conducto. (6)

IRRIGACIÓN ACTIVADA CON LÁSER: LAI

La irrigación activada con láser (LAI) de erbio Er, Cr: YSGG ha sido introducida como un método para activar el irrigante con un efecto que se basa en la cavitación, quedando como resultado la formación de burbujas elípticas, que se expanden y aumentan la presión,

conduciendo el fluido hacia fuera del conducto. Se demostró que estas burbujas de vapor pueden causar una expansión volumétrica de 1600 veces del volumen original. (23) Cuando la burbuja implosiona después de 100 a 200 microsegundos, se desarrolla una sub-presión y succiona el fluido de regreso hacia el conducto, lo cual induce efectos secundarios de cavitación. (13) (21)

LAI principalmente se realiza con una de fibra de extremo plano que va introducida a nivel de todo el conducto radicular a 3-5mm del ápice. Autores han reportado que se registra un aumento de temperatura de 2.5°C sin causar daños en las estructuras periodontales. Estudios reportan el uso del láser con configuración de 75mJ, 20Hz, 1,5W con una punta de 200 micras (11,22)

Groot y colaboradores observaron el fluido y la eficiencia de limpieza de los conductos radiculares usando la técnica LAI, concluyendo que es más efectiva que la técnica PUI y la irrigación manual. La alta velocidad del fluido demuestra la evaporización del irrigante que causa la formación de burbujas que crecen y luego colapsan en poco tiempo. (16) (31)

Numerosos estudios han analizado la limpieza /desinfección potencial de LAI. En términos de bacterias / *biofilm* de eliminación de microorganismos, la mayoría de los estudios que utilizan LAI han demostrado una mejoría en la eliminación del *biofilm* del *E. faecalis*. (9)

Ordinola-Zapata y Col. observó una mejoría en la eliminación *biofilm* a partir de discos de dentina vistos bajo SEM en comparación con PUI / UAI y la agitación sónica. (9)

Zhu y Col, y Sahar-Helft et al. (42) reportaron que adicionar LAI mejora los efectos de las soluciones de irrigación (EDTA, NaOCl, clorhexidina) para eliminar *E. faecalis* en el *biofilm* (9). Seet y col encontró que era mejor LAI en la eliminación de *E. faecalis* de los túbulos de la dentina en comparación con la agitación sónica (9).

Peters y col reportó aumento de la desinfección con el uso de LAI en comparación con PUI / AUI, pero no completa la eliminación de la película *biofilm* o bacterias (9). Suardita también reportó que el uso del láser Er, Cr: YSGG LAI con EDTA dio lugar a túbulos dentinales más limpios, especialmente después de 60 seg. Se encontró que el tamaño de la preparación del canal afectaba la eficacia del láser para eliminar el barrillo dentinario. (9)

CORRIENTES FOTOACÚSTICA FOTOINDUCIDA (PIPS)

La técnica PIPS es un mecanismo de acción es una Corriente Foto acústica inducida por Fotones de energía de luz que permite la remoción efectiva de los residuos y de la capa de barrido con una punta cónica de 400 micras, que no es colocada en el interior del conducto si no en la cámara pulpar. Esta técnica reduce los efectos térmicos y ejerce una limpieza más fuerte con mayor acción bactericida, en relación a la transmisión de los fluidos iniciada por la energía fotónica del láser. (5)

La punta radial con impulsos de láser de energía subablativa (se evapora a temperaturas muy bajas) de 20 mJ a 15 Hz para una potencia promedio de 0.3w a impulsos de 50 us. Los impulsos crean una interacción de la molécula de agua con picos de potencia de 400 W. Esto crea onda de choque en expansión y sucesivas que conllevan a la formación de una corriente muy poderosa de fluido dentro del canal, sin aumento de la temperatura. PIPS es una forma de irrigación activa por láser que trabaja directamente y sin efectos térmicos activando los irrigantes. Su mecanismo de acción es crear fuertes ondas de choque foto acústicas que irrigan tridimensionalmente el conducto (5).

Devito y colaboradores. Estudiaron la remoción del barrillo dentinario usando PISP a una longitud de onda de 2940 nanómetros con una punta de 12 mm, 400 um de cuarzo, 15 Hz y pulsaciones de 50 seg. Al colocar la punta en la cámara pulpar mostro una mayor desinfección de lo túbulos dentinales comparados con diferentes tiempos e irrigando solo con agua. En este estudio se revisó la temperatura en la superficie externa y se reportó un incremento de 1.5 °C, luego de una activación continua de 40 s. (5)

Matsumoto y Ahmad encontraron una reducción de la actividad vibratoria en la técnica PUI en conductos curvos y angostos; mientras que la técnica PIPS demuestra un flujo turbulento desde la entrada del conducto radicular hasta el ápice, mejorando el alcance y la desinfección en conductos estrechos y curvos, sin la necesidad de aumentar la preparación apical. (16)

Jaramillo y colaboradores en un modelo in vitro infectaron dientes uniradiculares con *E. Faecalis* irrigada con tres periodos de intervalos de 20 segundos, irrigando con una solución de NaOCl buferada al 0.5%, aplicaron PIPS y la compararon con la irrigación de aguja

convencional. Los segmentos apicales fueron seccionados y luego se sumergieron en nitrógeno líquido y se trituraron. Se hicieron diluciones seriales y luego se colocaron en placas. Los resultados de este estudio mostraron una desinfección del 83% del grupo convencional después de 20 minutos de irrigación continua versus desinfección del 100% en el grupo PIPS, con un total de 1 minuto de irrigación con la misma solución. (5)

Ove A. Peters, Enrico Devito compararon la desinfección y disrupción del biofilm dentro del canal radicular en el tercio apical. PIPS no completó la remoción bacteriana pero disminuyó la infección mejor que en el grupo de la irrigación pasiva ultrasónica. En conclusión la activación con PIPS condujo a la reducción significativa de la contaminación bacteriana en un 99.5% (5) (15)

Lloyd y colaboradores, estudiaron por medio de una tomografía micro computarizada de alta resolución el efecto de PIPS para la remoción de residuos de los conductos mesiales de molares inferiores, incluyendo istmos, aletas y conductos laterales, así como también el área volumétrica alcanzada por la solución de irrigación utilizada. Estos autores compararon PIPS con la irrigación de aguja estándar. Sus resultados fueron una mejor remoción de residuos cuando se utilizó PIPS en alrededor de 2.6 veces más (5).

Alshaharini y Col, también encontraron que la combinación de PIPS+NaOCl al 6% es más efectiva en comparación a agua+PIPS o con solo irrigación con NaOCl al 6%. (5)

De acuerdo a Ordinola, el efecto de PIPS usando una solución de hipoclorito al 6% para la remoción *biofilm ex vivo* en modelos dentales bovinos, es mejor la limpieza de la dentina infectada en el grupo de PIPS comparado con el PUI (5).

3 HIPÓTESIS Y OBJETIVO

3.1 HIPÓTESIS

La técnica de activación de los irrigantes LAI es más eficiente en comparación con la técnica PIPS, en la remoción del barrillo dentinario

3.2 OBJETIVO GENERAL

Comparar la eficacia de la técnica irrigación laser activada (LAI) y Corriente Foto acústica inducida por Fotones (PIPS) en la remoción del barrillo dentinario en el tercio apical usando el Laser Er, Cr: YSGG.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar bajo microscopia electrónica de barrido (SEM) la limpieza de los túbulos dentinarios con la técnica LAI en el tercio apical con el láser ER, CR: YSGG.
- Observar en el microscopio electrónico la limpieza de los túbulos dentinarios con la técnica PISP en el tercio coronal con el láser Er, CR: YSGG.
- Comparar la apertura de túbulos dentinarios en la técnica irrigación laser activada (LAI) y Corriente Foto acústica inducida por Fotones (PIPS) en el tercio apical con el Laser Er, Cr: YSGG.

4 MÉTODO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Estudio Experimental in-vitro

4.2 OBJETO DE ESTUDIO

El barrillo dentinario con las técnicas LAI y PIPS con el Láser Er, Cr: YSGG

4.3 UNIDAD DE OBSERVACIÓN

La apertura de los túbulos dentinario en el tercio apical.

4.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

La apertura de los túbulos dentinario mediante observación y conteo en el microscopio electrónico de barrido.

4.5 MATERIAL DE OBJETOS DE ESTUDIO

- Láser Er, Cr: YSGG
- Microscopio electrónico de barrido SEM
- Técnica PISP y la técnica LAI
- 25 dientes premolares unirradiculares humanos con conductos individuales rectos y con ápice maduro, que se conservaran en solución salina.

4.6 MUESTRA

GRUPOS EXPERIMENTAL:

Grupo 1: Control negativo irrigación con solución salina

Grupo 2: Irrigación con NaOCL 5.25% + EDTA 17% sin activar

Grupo 3: Irrigación con NaOCL 5.25% activado con ultrasonido + EDTA 17%

Grupo 4: Irrigación con NaOCL 5.25% activado con LAI + EDTA 17% activado con LAI

Grupo 5: Irrigación con NaOCL 5.25% activado con PIPS + EDTA 17% con PIPS

4.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN

4.7.1 Criterios de inclusión

- 25 dientes premolares unirradiculares mandibulares que no tenga tratamiento de conducto previo.
- Dientes con ápice maduro.
- Dientes con curvatura menor de 25 grados.

4.7.2 Criterios de exclusión

- Dientes con esclerosis.
- Dientes no permeable.
- Dientes con destrucción coronaria y/o caries dental.
- Dientes tratados endodónticamente.

4.8 MATERIALES Y MÉTODOS

4.8.1 Selección de la muestra

Se realizó un estudio experimental in vitro donde se tomaron un total de 25 dientes unirradiculares premolares mandibulares con conductos rectos, ápices maduros, longitud aproximada de 20-21mm, coronas clínicas intactas, extraídos con fines ortodónticos y con autorización del paciente bajo un consentimiento informado. Todos los dientes fueron almacenados en solución salina desde el momento de la exodoncia hasta su uso. Se tomó radiografía inicial en sentido vestibular y mesial para corroborar los criterios de inclusión y exclusión. (4)

Fueron tomadas 5 muestras adicionales que cumplieron las condiciones para el estudio, con las cuales se realizó una prueba piloto para estandarizar los resultados. (4)

Después de la preparación convencional de acceso para cada diente, se introdujo una lima manual tipo k # 10 (Dentsply Maillefer) para permeabilizar el conducto y determinar la longitud de trabajo la cual fue calculada a 1 mm corto del foramen apical. (4) (5) (10) (11) (12)

Las muestras se prepararon usando instrumentos rotatorios con la lima Mtwo número 15, 20, 25,30 realizando la preparación a la longitud de trabajo. Durante la instrumentación los conductos fueron irrigados entre cada instrumento con una aguja calibre 27. (6) (13)

Todos los dientes fueron preparados e irrigados por un endodoncista experto y todas las limas fueron usadas y desechadas.

Grupo 1: Control negativo se irrigó con solución salina durante la preparación del conducto radicular.

Grupo 2: se irrigó con 3 ml de NaOCL 5.25% entre cada instrumento + 1 ml de EDTA al 17% sin activar.

Grupo 3: se irrigó con 3 ml de NaOCL 5.25% activado con ultrasonido por 1 minuto + 1ml de EDTA 17% sin activar

Grupo 4: se irrigó con 3ml de NaOCL 5.25% activado con LAI por 1 minuto+ 1 ml de EDTA 17% sin activar.

Grupo 5: se irrigó con 3ml de NaOCL 5.25% activado con PIPS durante 90 segundos + se irrigó 1 ml de EDTA al 17% activado por 30 seg. (6) (5) (8) (11) (12)

Las muestras fueron activadas con el láser Er, Cr: YSGG el cual presenta una longitud de onda de 2.790 nm.

En la técnica PIPS se utilizó una punta de 400 micras dentro de la cámara pulpar y se realizó el protocolo de activación de la técnica: 30 segundos de activación del hipoclorito de sodio al 5.25%, se inactivó con solución salina, 30 segundos de activación del Hipoclorito de sodio al 5.25%, se inactivó con solución salina, 30 segundos activación del hipoclorito de sodio al 5.25%, se inactivó con solución salina, 30 segundos de activación del Edta al 17%, se inactivó con solución salina. Los parámetros del láser fueron de 20mJ, 15 Hz y 0.3 W. (5) (6)

En la técnica LAI se introdujo la punta de fibra dentro del conducto radicular a 3mm de la longitud de trabajo activándose el hipoclorito de sodio al 5.25% por 60 segundos, con parámetros de 75mJ, 20 Hz y 1.5W. (5) (6)

Las muestras fueron sumergidas en nitrógeno líquido durante 15 minutos, a una temperatura cercana a -196 °C, una vez congeladas las muestras se removieron, y se fracturaron mediante un golpe seco usando un martillo a nivel del centro del diente separando las raíces, posteriormente se fijaron las muestra con cinta en una superficie holder o porta muestra y se aspersaron con una capa de oro con la finalidad de aislar la conducción del diente y así poder iluminar y visualizar el segmento apical bajo el microscopio electrónico de barrido SEM (13)

Se utilizaron cinco holder o porta muestras fijando los dientes mediante una cinta, sujetando 5 dientes cada uno, marcados con una línea horizontal a los 4 mm para identificar el tercio apical, posteriormente se realizó el proceso de conducción de las muestras con oro en el Dentov Vacum durante 12 minutos a cada porta muestra.

Una vez realizado el proceso de metalización las muestras fueron analizadas en el microscopio electrónico de barrido SEM JEOL JSM-6490LV donde se observó la superficie dentinal del

tercio apical con una magnificación de 2000x; se tomaron 3 fotografías de cada muestra en el tercio apical. (10)

Estas microfotografías fueron entregadas a un endodoncista interno, quien desconoce a qué grupo pertenece cada diente para realizar el estudio cualitativo.

Los criterios de evaluación se basaron según los descritos por Torabinajet y col. (10)

1= No hay barrillo dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos.

2= Moderado barrillo dentinal, no se observan en la superficie del conducto radicular, pero si en los túbulos dentinales.

3= Gran cantidad de barrillo dentinal cubriendo tanto la superficie radicular como dentro de los túbulos dentinales.

Las microfotografías fueron evaluadas por un observador externo, quien desconocía a qué grupo pertenecía cada diente. Con estos datos se realizó el estudio cuantitativo donde se observó el tamaño de apertura de cada túbulo dentinal en micras y la cantidad de túbulos presentes en un campo de 2000x, utilizando un programa de AUTOCAD 2013.

4.9 VARIABLES

VARIABLE	NOMBRE	DEFINICIÓN	TIPO	MEDICIÓN	INDICADOR
INDEPENDIENTE	Técnicas	LAI: irrigación laser activa. PIPS: corriente foto acústica por fotones	Cualitativo	Tiempo por seg.	LAI, PIPS
DEPENDIENTE	Apertura de túbulos dentinarios	Estructura cilíndricas que recorre la dentina	Cuantitativo	AutoCAD	Área de los túbulos dentinarios en micras

DEPENDIENTE	Apertura de túbulos dentinarios	Estructura cilíndricas que recorre la dentina	Cualitativo	SEM Criterios de Torabinejat y col. (2003) 1 = No hay barrillo dentinal, túbulos limpios y abiertos. 2 = Moderado barrillo dentinal. 3= Gran cantidad de barrillo dentinal	Presencia y ausencia de barrillo dentinario
-------------	---------------------------------	---	-------------	---	---

4.10 MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Se digito y depuro en Microsoft Excel versión 2010 y se analizó en SPSS (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) versión 22. Para descripción de la variables cualitativas se utilizó frecuencias absolutas y porcentajes, y para variables cuantitativas se describieron los promedios, las desviaciones estándar y las medianas con su respectivos cuartil 1 y cuartil 3.

Para determinar la normalidad se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov ($p > 0,05$ se consideró normal). Para determinar diferencias con los grupos se utilizó la prueba Kruskal-Wallis, para la comparación entre grupos se utilizó la prueba de Bonferroni y se determinaron diferencias con $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS CUALITATIVO

En el análisis cualitativo de las 25 muestras con relación a la limpieza de los túbulos, se observó que en el 67% de los casos no hay barrillo dentinal en la superficie del conducto (los túbulos se observan limpios y abiertos), en el 20% de los casos se observó moderado barrillo dentinal, (no se observan en la superficie del conducto radicular pero si en los túbulos dentinales) y en el 13 % restantes se observó gran cantidad de barrillo dentinal (cubriendo tanto la superficie radicular como dentro de los túbulos dentinales). El registro fotográfico evidenció erosión dentinal.

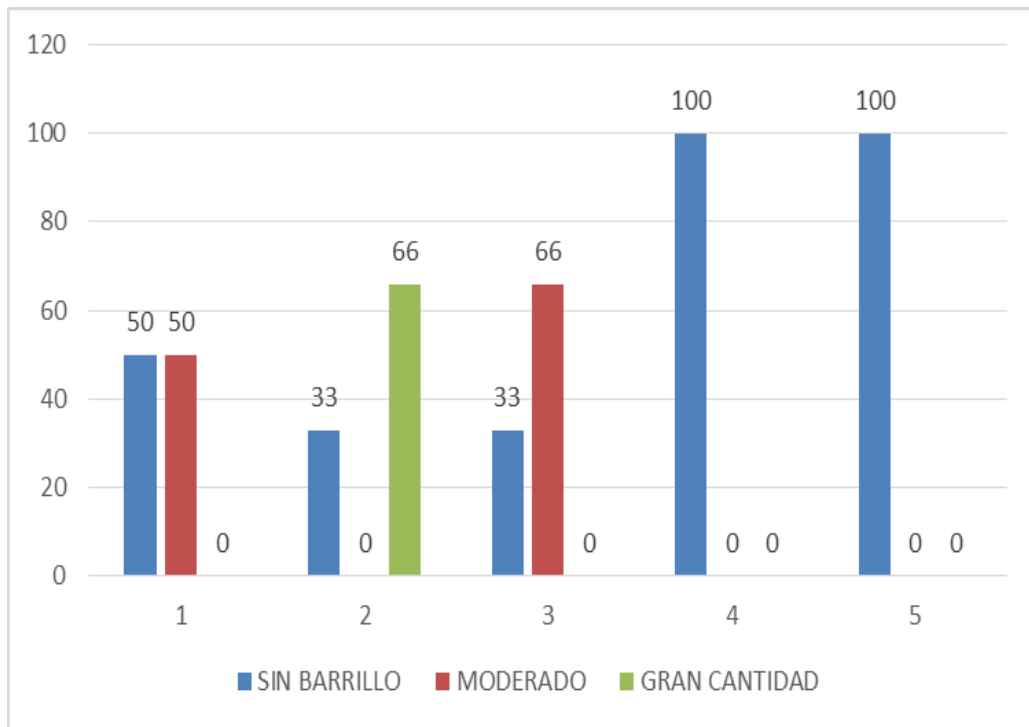
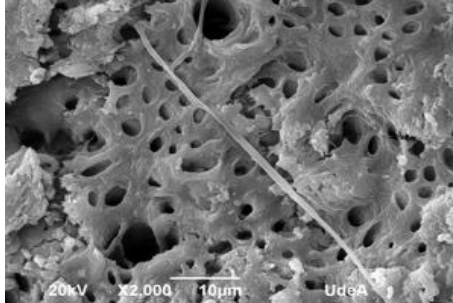


Figura 1. Barrillo dentinal por grupo análisis cualitativo

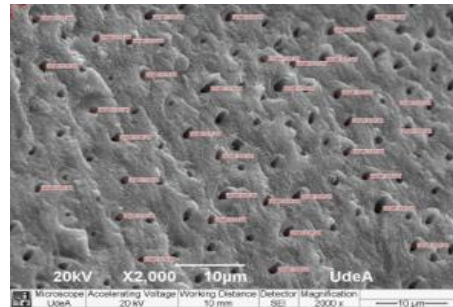
Con relación al grupo 1 (control) se observó que los valores fueron 50% no hay barrido dentinal y 50% moderado barrillo dentinal.

Fotografía. 1. Diente 1.2



No hay barrillo dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos

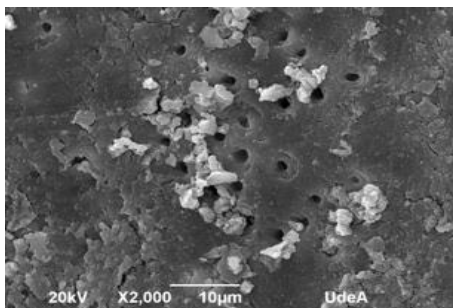
Fotografía. 2. Diente 1.3



Moderado barrillo dentinal, no se observan en la superficie del conducto radicular, pero si en los túbulos dentinales.

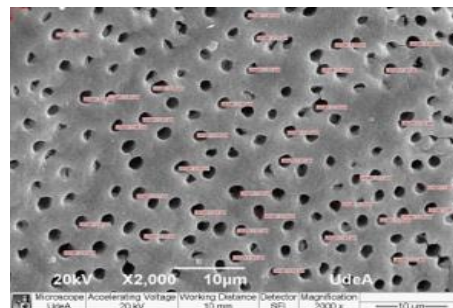
Para el Grupo 2 (NaOCl y EDTA sin activar) se observó que el 66% presentó gran cantidad de barrillo dentinal y un 33% sin barrillo dentinal.

Fotografía. 3. Diente 2.2



Gran cantidad de barrillo dentinal cubriendo tanto la superficie radicular como dentro de los túbulos dentinales.

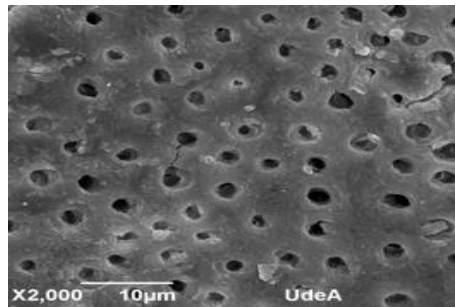
Fotografía. 4. Diente 2.3



No hay barrillo dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos

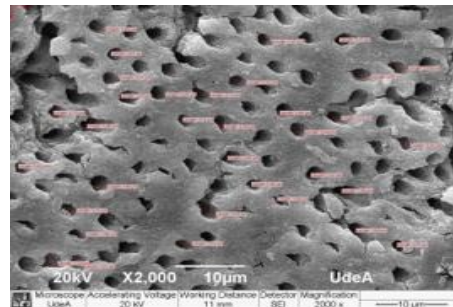
En el Grupo 3 (ultrasonido) se observó que el 66% presentó moderado barrido dentinal y el 33% sin barrido dentinal.

Fotografía. 5. Diente 3.2



Moderado barrido dentinal, no se observan en la superficie del conducto radicular pero sí en los túbulos dentinales.

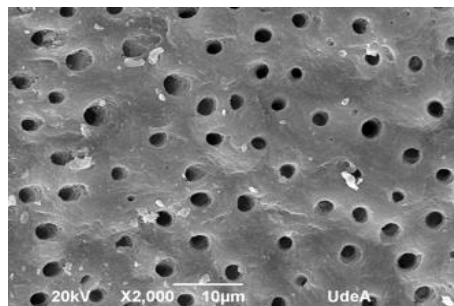
Fotografía. 6. Diente 3.3



No hay barrido dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos.

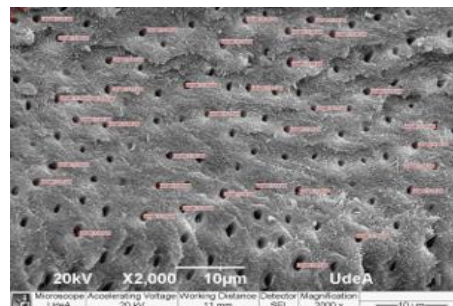
Para el Grupo 4 (LAI) se observó que el 100% no presentó barrido dentinal.

Fotografía. 7. Diente 4.2



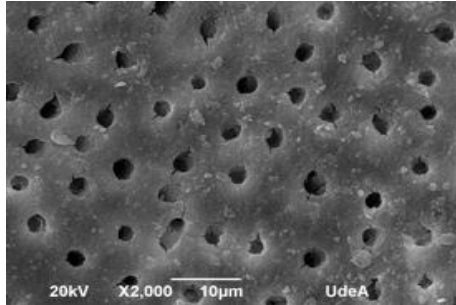
No hay barrido dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos.

Fotografía. 8. Diente 4.3

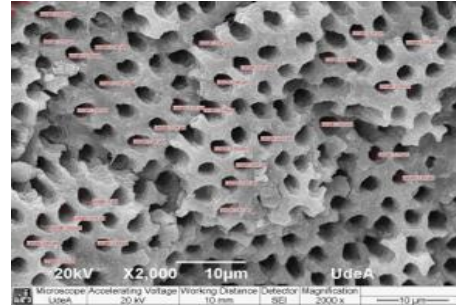


En el Grupo 5 (PIPS) se encontró que en el 100% no hay barrillo dentinal.

Fotografía. 9. Diente 5.1



Fotografía. 10. Diente 5.3



No hay barrillo dentinal en la superficie del conducto, los túbulos se observan limpios y abiertos.

5.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO

Al realizar la comparación de la apertura de túbulos dentinales para cada uno de los grupos de intervención, se identificó que la técnica LAI presentó diferencias estadísticas respecto a los grupos, observándose mayor apertura en túbulos con respecto al grupo 1 (control) y grupo 2 (NaOCL- EDTA), pero menor apertura de túbulos en relación al grupo 5 (PIPS) ($p < 0,05$).

Respecto a la comparación realizada para el grupo activado con la técnica PIPS se observaron diferencias estadísticas observándose mayor apertura de túbulos con respecto a los grupos: LAI (grupo 4), NaOCl-EDTA (grupo 2) y control (grupo 1).

Al comparar los cinco grupos en cuanto al tamaño en la apertura de los túbulos dentinarios, se encontró que los grupos 1 (control), 2 (NaOCL- EDTA) presentaron diferencias estadísticamente significativas con los demás grupos. Por el contrario, para el grupo 3 (ultrasonido), grupo 4 (LAI) y grupo 5 (PIPS) la diferencia registrada no es estadísticamente significativa.

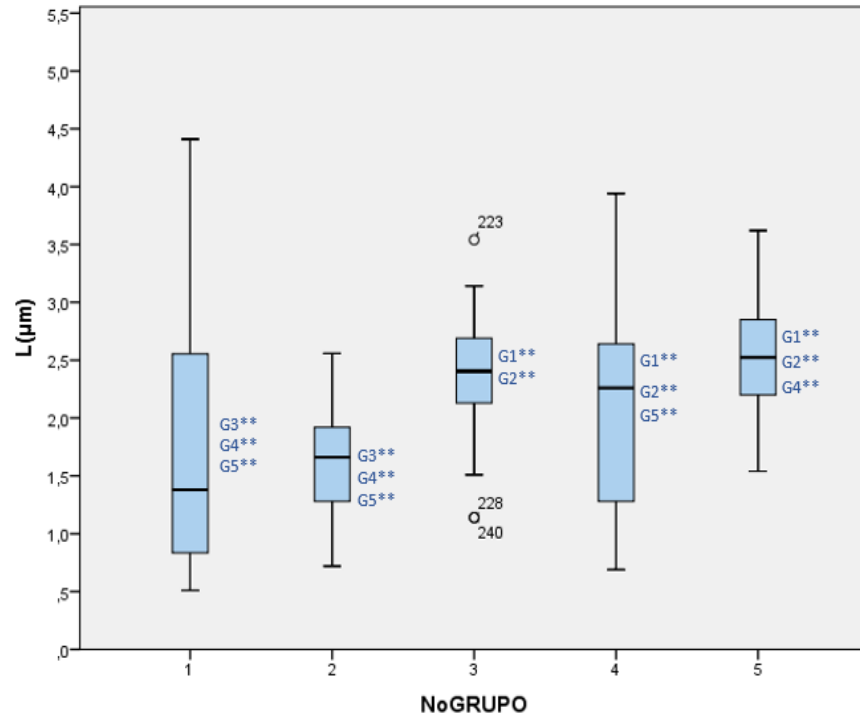


Figura 2. Comparación apertura de túbulos posterior activación entre grupos de intervención

6 DISCUSIÓN

La presencia del barrillo dentinario actúa como barrera física y previene la penetración de irrigantes y de cementos selladores dentro de los túbulos dentinarios, siendo un reservorio de bacterias. Por esta razón su remoción es importante para obtener una desinfección y una obturación tridimensional. (1,24) Se utilizó un sistema de limas rotatorias MTWO con la finalidad de generar más presencia de barrillo dentinario en las paredes del conducto radicular.

El objetivo de la presente investigación fue comparar la eficacia de la técnica irrigación láser activada (LAI) y corriente foto acústica inducida por fotones (PIPS), en la remoción del barrillo dentinario en el tercio apical. La literatura ha demostrado que la eliminación de la capa de barrillo dentinal se logra con una irrigación de NaOCL al 5% y una irrigación final con EDTA al 17% por un minuto; no obstante, el alcance de los irrigantes a la anatomía del tercio apical es limitado. (23) Los resultados del presente estudio concluyeron que el uso de la activación de los irrigantes tanto con el uso del ultrasonido como el uso del láser con ambas técnicas, LAI Y PIPS, permitieron una mejor eliminación de barrillo dentinario y apertura de túbulos dentinarios. (24)

A pesar que actualmente no se encuentran estudios previos comparativos entre las dos técnicas con el uso del láser Er, Cr: YSGG en la remoción de barrillo dentinario en el tercio apical, se observó que con la técnica PIPS se obtuvo mayor apertura de los túbulos dentinarios en comparación a la técnica LAI que obtuvo menor apertura de los túbulos. Peter y Suardita encontraron que con la técnica LAI usando el láser Er, Cr: YSGG activando sólo el EDTA al 17% por un minuto con una preparación apical hasta lima #30 fue más eficiente en remover el barrillo dentinario, indicando que el tiempo de uso es importante. Madhusudhana y col no encontraron diferencias significativas entre el endoactivador utilizado por 1 minuto y el láser Er, Cr: YSGG usado por 20 segundos. De Moor y col. encontraron que el ultrasonido con la técnica PUI utilizado por 1 minuto es tan eficiente que la técnica láser erbio (tanto Er, Cr: YSGG y ER: YAG) usada por 20 segundos, activando el hipoclorito de sodio al 2,5%. (25)

En el presente estudio al realizar el análisis cualitativo se observó que en el grupo 3 (Ultrasonido) el 66% presentó moderado barrido dentinal y el 33% sin barrido dentinal; en relación al grupo 4 (LAI) se observó que el 100% de las muestras no presentaron barrillo

dentinal. En el análisis cuantitativo con respecto al tamaño de apertura de túbulos dentinales se evidenció que entre el grupo 3 (Ultrasonido) y grupo 4 (LAI) no existió diferencias estadísticamente significativas. Nuestros resultados con la técnica LAI concuerdan con estudios previos como el de De Moor quien no encontró diferencias significativas con el ultrasonido (PUI); sin embargo, no concuerda en la metodología en que se realizó ya que en este estudio se utilizó el Láser Er, Cr: YSGG por 60 segundos y se activó sólo el hipoclorito de sodio al 5.25%; en el estudio de De Moor se activó el hipoclorito de sodio al 2,5% por 20 segundos (26).

Datos estadísticos del presente estudio reflejan que las muestras tratadas con PIPS tienen mayor remoción del barrillo dentinario que con la técnica LAI. Esto posiblemente se puede explicar por el tiempo de activación, el cual es mayor con la técnica PIPS (3 ciclos de 30 segundos de activación del NaOCl, 30 segundos de inactivación y 30 segundos finales de activación de EDTA al 17%) que el tiempo de la técnica LAI (60 segundos). Además en los ciclos de activación de la técnica PIPS se activa el EDTA por 30 segundos, a diferencia de la técnica LAI donde sólo se activó el hipoclorito de sodio. Estudios previos han demostrado que activar el edta al 17% con la técnica LAI genera mejores resultados en la limpieza del barrillo dentinario en el tercio apical; sin embargo, podría aumentar las probabilidades de efectos adversos en la estructura de la dentina radicular. (4,27)

Se han reportado estudios relacionados con la eliminación de la capa de barrillo dentinario utilizando el láser erbio Er: YAG (17) con la técnica PIPS, cuya longitud de onda es mayor (2940nm); sin embargo, se recomienda hacer estudios de comparación con ambos láser Er, Cr: YSGG y ER: YAG, los cuales tienen diferentes longitudes de onda, pero son absorbidos por los mismos cromóforos como el agua y la hidroxiapatita. Además ambos presenta el mismo mecanismo de acción, donde la formación de ondas que colapsan entre si y las burbujas de vapor chocan con la pared dentinaria, lo cual remueve el barrillo dentinario. (18)

6.1 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio se concluye que la técnica PIPS es más efectiva para la remoción del barrillo dentinario en comparación con la técnica LAI. Además presenta resultados similares al ultrasonido.

La activación con ultrasonido o con láser del irrigante contribuye a una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares debido a que mejora el flujo y la distribución de los irrigantes, mejorando la limpieza mecánica

Al comparar la apertura de túbulos dentinarios en la técnica irrigación láser activada (LAI) y corriente foto acústica inducida por fotones (PIPS), se encontró que los grupos con mayor promedio fueron los tratados con PIPS, seguido del ultrasonido y el LAI.

Debido a que actualmente no se encuentran estudios relacionados con la comparación de las dos técnicas, es necesario adelantar nuevos estudios que repliquen los resultados obtenidos en la presente investigación.

6.2 RECOMENDACIONES

Existen estudios con el Láser Er: YAG utilizando la técnica PIPS y LAI; sin embargo, a pesar que el Láser Er, Cr: YSGG presentan una longitud de onda diferente se requiere más estudios para evaluar ambas técnicas usando el láser erbio.

El análisis cualitativo y el registro fotográfico dejó en evidencia la erosión de la dentina y crack en la mayoría de las muestras analizadas, por lo cual se recomienda adelantar estudios que permitan establecer la relación que existe entre la erosión de la dentina y el uso del Láser para la limpieza del sistema de conductos radiculares.

7 BIBLIOGRAFÍA

-
- ¹ Lui J, Guan Kuah H, and Nah Chen N, Effect of EDTA with and without Surfactants or ultrasonics on Removal of Smear Layer. *J. Endo.* 2006; 12:007.
- ² Schmidt T, Teixeira C, Felipe M, Felipe W, Pashley D, Bortoluzzi E. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. *J.Endod* 2015;41(8):1359-63.
- ³ Divito E. Pips with laser activated irrigation, Photoacoustic shockwave with irrigant debries areas of root canal files can't reach. Pacific Dental Conference. 2015. [en línea]. [consultado el 3 de octubre de 2017] disponible en: file:///C:/Users/1/Downloads/799fc264ecf18692a30780472926bdf0_8-10.pdf.
- ⁴ Van der Sluis L.W.M, Versluis M, Wu M.K, and Weselink P.R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literatura. *Int Endodontic Journal*, 2007; 40, 415–426
- ⁵ Jaramillo, D., et al. Root canal disinfection comparing conventional irrigation vs photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using a buffered 0.5% sodium hypochlorite solution. *Evidence-Based Endodontics*; 2016:1 (1). p. 6.
- ⁶ Peeters, H, Suardita, K. Efficacy of smear layer removal at the root tip by using ethylenediaminetetraacetic acid and erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium garnet laser. *Journal of endodontics*. 2011; 37(11): 1585-1589
- ⁷ Scandium, Gallium Garnet Laser.*J.Endod*; 2011, (11):1585-9.
- ⁸ Zehnder M, Root Canal Irrigants, *J. Endod*; 2006;32(5):389-98.
- ⁹ Basrani B, Malkhassian G. Update of Endodontic Irrigation Solutions. En: *Basrani Endodontic Irrigation*. 2015.
- ¹⁰ Nusstein, John M. "Sonic and ultrasonic irrigation." *Endodontic Irrigation*. Springer International Publishing, 2015. 173-197.

-
- ¹¹ Akyuz Ekim S, Erdemir A, Comparison of Different Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal: An in vitro Study. Microsc Res Tech. 2015;78(3):230-9
- ¹² Deleu E, & Meire M, & De Moor R, Efficacy of laser-based irrigan activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. Lasers Med Sci . 2015 ;30(2):831-5.
- ¹³ Zhu X, Yin X, Comparison of the Antibacterial Effect and Smear Layer Removal Using Photon-Initiated Photoacoustic Streaming Aided Irrigation Versus a Conventional Irrigation in Single-Rooted Canals: An In Vitro Study. Laser Surgery 2013 Volume 31, Number 8: 371–377
- ¹⁴ Uroz D, Gonzales M, and Ferrer M, Effectiveness of the endoactivador system in removing the smear layer after root canal instrumentation. J. Endod 2009; 10:029.
- ¹⁵ De Moor R, Meire Maarten and Verdaasdonk Rudolf, Laser Induced Explosive Vapor and Cavitation Resulting in Effective Irrigation of the Root Canal Parte 1: A Visualization Study. Lasers in Surgery and Medicine; 2009: (41): 514-519.
- ¹⁶ De Moor R, Blanken J, Meire Maarten and Gobarkhay, Moritz A, and Vanobbergen, J. Efficacy of ultrasonic versus Laser-activated irrigation to remove Artificially Placed Dentin Debris Plus. J. Endod 2010;(36): 1580-1583.
- ¹⁷ De Moor R, Blanken J, Meire Maarten and Verdaasdonk Rudolf, Laser Induce Explosive Vapor and Cavitation Resulting in Effective Irrigation of the Root Canal Parte 2: Evaluation of the Efficacy, Láseres in Surgery and Medicine. 2009;(41): 520-523.
- ¹⁸ Chopra S, Murray P, and Namerow K, A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the f-file versus ultrasonic activation of a k-file to remove smear layer. J. Endodo. 2008; 07:006.
- ¹⁹ De Moor R, Meire Maarten and Verdaasdonk Rudolf, Laser Induced Vapor and Cavitation Resulting in Effective Irrigation of the Root Canal Parte 2: Evaluation of the efficacy. Láseres in Surgery and Medicine 2009 (41): 520-523
- ²⁰ Arnabat A, Berini A, Gay L, Aplicaciones del láser en odontología. Rcoe. 2004;9(5):497-511.

-
- ²¹ De Costa Lima G, Aguiar C Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *J Endod.* 2015;41(3):400-404
- ²² Olivi G, Laser use in endodontics : Evolution from direct laser irradiation to laser-activated irrigation. *J laser dent*, 2013; 21(2)58-71.
- ²³ Arslan H, Capar g. Effect of photon – initiated photoacoustic streaming on removal of apically placed dentinal debris, *J. Endodontic international.* 2014;(47):1072-1077.
- ²⁴ Mancini, M., Cerroni, L., Iorio, L., Armellini, E., Conte, G., Cianconi, L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics.* 2013; 39(11): 1456-1460.
- ²⁵ Madhusudhana K, Swapna S, Suneelkumar C, Lavanya A, Deepthi M. Effect of endoactivator and Er, Cr: YSGG laser irradiation in removing the smear layer after root canal instrumentation: An in vitro study. *J NTR Univ Health Sci* 2016;5:24-8.
- ²⁶ De Moor, R. J., Meire, M., Goharkhay, K., Moritz, A., & Vanobbergen, J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *Journal of endodontics.* 2010; 36(9).
- ²⁷ Bolhari, B., Ehsani, S., Etemadi, A., Shafaq, M., Nosrat, A. Efficacy of Er, Cr: YSGG Laser in Removing Smear Layer and Debris with Two Different Output Powers. *Photomedicine and Laser Surgery.* 2014; 32(10): 527–532.