

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA
SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE RADICULAR:
ESTUDIO *IN VITRO***

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

PRESENTA

C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

**DRA. ANA GABRIELA CARRILLO
VÁRGUEZ**

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

**DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ
VELÁZQUEZ**

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2023

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"**

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE RADICULAR: ESTUDIO *IN VITRO***.

Propuesto por la C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**



**DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO
PRESIDENTE**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"**

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE RADICULAR: ESTUDIO *IN VITRO***.

Propuesto por la C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**


DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE RADICULAR: ESTUDIO *IN VITRO***.

Propuesto por la C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**



DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ
SINODAL

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

“2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista”

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE RADICULAR: ESTUDIO *IN VITRO***.

Propuesto por la C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

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

**ATENTAMENTE
“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”**

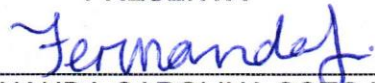


**MC LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN SONICA Y
ULTRASONICA SOBRE LA TEMPERATURA DE LA
SUPERFICIE RADICULAR: ESTUDIO *IN VITRO***

PRESENTA



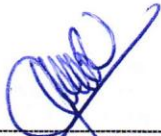
C.D. FERNANDA CAROLINA SOTO URIBE

**PRESIDENTE
(DIRECTORA DEL PROYECTO)**



DRA. MARÍA ELENA DE LOS ANGELES HOFMANN SALCEDO

**SINODALES
(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)**



DRA. ANA GABRIELA CARRILLO
VÁRGUEZ



DRA EUSTOLIA RODRÍGUEZ
VELÁZQUEZ



MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California, 30 de mayo de 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres, por ser un gran ejemplo de vida y por el amor y apoyo, muchas gracias por creer en mí. A mi hermana, mi abuelita y Alicia por siempre acompañarme, siempre estaré agradecida por su amor y apoyo. A mi mejor amigo y novio por siempre darme palabras de aliento y apoyarme en todo este proceso. También quiero agradecer a mis compañeros del posgrado por las bonitas experiencias durante estos semestres.

Un especial agradecimiento a mi directora de tesis, Dra. María Elena Hoffman Salcedo por aconsejarme y guiarme en este proyecto de tesis. Agradezco a la Dra. Eustolia Rodríguez Velázquez por toda su disposición en este proyecto, gracias por siempre estar dispuesta a apoyarme, aconsejarme y resolver mis dudas. También quiero agradecer a mi Co-Director M.C. Luis Hernán Carrillo Vázquez por su interés en este proyecto y asesoría. Agradezco a la Dra. Eva Viviana Sarmiento Gutiérrez por su tiempo, paciencia y motivación.

Un agradecimiento muy especial a la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez por darme la oportunidad de ser parte de este posgrado y por su apoyo en todo momento durante el posgrado, además de sus asesorías en este proyecto de tesis.

También quiero agradecer a todos los docentes que han participado en mi formación como especialista, gracias por todo su apoyo, paciencia y consejos.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Autónoma de Baja California por abrirme sus puertas para formarme como Cirujano Dentista y Especialista en Endodoncia.

Agradezco a CONACYT por la beca otorgada.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS..... I

CONTENIDO..... II

ÍNDICE FIGURAS V

LISTA DE ABREVIATURAS VII

I. RESUMEN..... 1

II. INTRODUCCIÓN..... 3

2.1. ENDODONCIA 3

2.2. ANATOMÍA DEL CONDUCTO RADICULAR 4

2.2.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES 4

2.2.2. CORONA ANATÓMICA: 5

2.2.3. RAÍZ ANATÓMICA:..... 5

2.3. IRRIGACIÓN 6

2.3.1 SOLUCIONES IRRIGANTES:..... 6

2.3.2 HIPOCLORITO 7

2.3.3. EDTA..... 7

2.4. ACTIVACIÓN DE SOLUCION IRRIGANTE 8

2.4.1. ACTIVACIÓN SÓNICA..... 9

2.4.2. CAVITACIÓN 9

2.4.3. ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA..... 10

2.5. ULTRASONIDO 11

2.6. APLICACIONES DEL ULTRASONIDO EN ENDODONCIA.....	13
2.6.1. REFINAMIENTO DEL ACCESO, DETECCIÓN DE CONDUCTOS CALCIFICADOS Y ELIMINACIÓN DE CÁLCULOS PULPARES ADHERIDOS.....	13
2.6.2. ELIMINACIÓN DE OBSTRUCCIONES INTRACONDUCTO (INSTRUMENTOS SEPARADOS, POSTES PARA CONDUCTOS RADICULARES, PUNTAS DE PLATA Y POSTES METÁLICOS FRACTURADOS)	15
2.6.3. AUMENTO DE LA ACCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE RIEGO	18
2.6.4. CONDENSACIÓN ULTRASÓNICA DE GUTAPERCHA.....	20
2.6.5. COLOCACIÓN DEL AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA).....	21
2.6.6. ENDODONCIA QUIRÚRGICA: PREPARACIÓN Y REFINAMIENTO DE LA CAVIDAD RADICULAR Y COLOCACIÓN DE MATERIAL DE OBTURACIÓN RETROGRADA.....	21
2.6.7. PREPARACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR.....	23
2.7. EFECTO DEL CALOR POR ULTRASONIDO	24
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
IV. JUSTIFICACIÓN	27
V.HIPÓTESIS	28
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	28
5.2. HIPÓTESIS NULA.....	28
5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	28
VI. OBJETIVOS.....	29
6.1. OBJETIVO GENERAL	29
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
VII. VARIABLES.....	30

7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	30
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	30
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES	31
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
8.1. TIPO DE ESTUDIO	32
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO	32
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL.....	32
8.4. METODOLOGÍA.....	33
8.4.1. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS	33
8.4.2. ACTIVACIÓN SÓNICA Y ULTRASÓNICA DE LA SOLUCIÓN IRRIGANTE	38
8.4.2 MEDICIÓN DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA	40
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
IX. RESULTADOS.....	43
X.DISCUSIÓN.....	65
XI. CONCLUSIONES.....	67
XII. RECOMENDACIONES	69
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	70

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Ultrasonido NSK Varios11

Figura 2. Fotografía A de acceso endodóntico en molar superior izquierdo.14

Figura 3. Fotografía B de acceso endodóntico, localización MB2.15

Figura 4. Instrumento Separado17

Figura 5. Remoción de instrumento separado.....17

Figura 6. Presentación de Hipoclorito de Sodio (NaOCl).19

Figura 7. Presentación de Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).19

Figura 8. Imagen SEM de Tubulillos Dentinarios.....20

Figura 9. Puntas de Retrobturación.....23

Figura 10. Dientes unirradiculares utilizados para estudio in vitro.....34

Figura 11. Rotatorios Protaper Gold, Denstsply, USA.....35

Figura 12. Puntas Ultradent para irrigación35

Figura 13. Fotografías de materiales utilizados para medir la temperatura sobre raíz radicular.....36

Figura 14. Incubadora de poliacril.37

Figura 15. Raíz dental sumergida en agua.38

Figura 16. Termómetro marca DANOPLUS40

Figura 17. Gráfica de Activación Ultrasónica con NaOCl a los 30 s.....44

Figura 18. Gráfica de Activación Ultrasónica NaOCl 60 s45

Figura 19. Tabla Temperatura de Activación Ultrasónica NaOCl46

Figura 20. Media Activación Ultrasónica NaOCl 5.25% 30 y 60 s	46
Figura 21. Activación Sónica de NaOCl a 30 s.....	47
Figura 22. Activación Sónica NaOCl 60 s.....	48
Figura 23. Tabla Activación Sónica con NaOCl a los 30 y 60 s.....	49
Figura 24. Activación Sónica de NaOCl 5.25% a 30 y 60 s	49
Figura 25. Gráfica Activación Ultrasonica EDTA 30 s	50
Figura 26. Activación Ultrasónica EDTA 60 s	51
Figura 27. Activación Ultrasónica con EDTA 30 y 60 s	52
Figura 28. Activación Ultrasónica con EDTA a 30 y 60 s	52
Figura 29. Activación Sónica EDTA 30 s	53
Figura 30. Activación Sónica EDTA 60 s	54
Figura 31. Media Activación Sónica EDTA 30 y 60 s	56
Figura 32. Grupo Control. Irrigación Manual 60 s.....	58
Figura 33. Temperatura Irrigación Manual	59
Figura 34. Irrigación Manual.....	59
Figura 35. Gráfica de Comparación de Temperaturas.....	60
Figura 36. Diferencia en Medias de Grupos de Estudio	61
Figura 37. Tabla de prueba de comparación post hoc Tukey 30 s	63
Figura 38. Tabla de prueba comparación post hoc Tukey 60 s	64

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
°C	Grados Celsius
DE	Desviación Estándar
EDTA	Ácido Etilendiaminotetraacético
G1	Grupo 1. Activación Ultrasónica con NaOCl
G2	Grupo 2. Activación Sónica con NaOCl
G3	Grupo 3. Activación Ultrasónica con EDTA
G4	Grupo 4. Activación Sónica con EDTA
G5	Grupo Control. Irrigación Manual con NaOCl
MTA	Mineral Trióxido Agregado
NaOCl	Hipoclorito de Sodio

S

Segundos

US

Ultrasonido (Por sus siglas en ingles)

I. RESUMEN

La activación ultrasónica es uno de los métodos más utilizados para la desinfección del conducto radicular, este nos permite llegar a áreas donde el rotatorio y la irrigación manual no son capaces de llegar por la presencia de conductos secundarios, accesorios y deltas. El aumento de temperatura que este brinda al irrigante puede ser beneficioso ya que potencializa su efecto.

Sin embargo, dejamos por un lado el sobrecalentamiento que este puede ocasionar al utilizarse por tiempos prolongados, se debe tomar en cuenta que el aumento de temperatura de la activación ultrasónica puede provocar daños irreversibles en hueso alveolar y ligamento periodontal cuando sobrepasa más de 10°C por encima de la temperatura corporal.

Por otro lado, estudios anteriores comentan acerca del uso de la activación sónica donde este puede reducir significativamente la carga bacteriana, además de que este con su punta de polímero flexible no daña las paredes radiculares. No hay estudios que evalúen el cambio de temperatura que este genera en tiempos prolongados.

Es por lo que en el presente estudio se utilizaron dos dispositivos de activación, NSK Varios 360 para activación Ultrasónica y el EQS de Metabiomed para activación Sónica, con el fin de evaluar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de órganos dentarios uniradiculares, se midieron las fluctuaciones de temperatura utilizando un termopar unido a la superficie radicular externa.

Para este estudio se utilizaron 30 órganos dentarios uniradiculares, se dividieron aleatoriamente en 3 grupos de 10 dientes cada uno: Grupo 1 activado con NaOCl, Grupo

2 activado con EDTA, ambos grupos se activaron con activación sónica y ultrasónica, y se realizaron mediciones a 30 y 60 (s). El grupo 3 fue grupo control con irrigación manual de NaOCl.

Durante la activación, los cambios de temperatura se midieron con un termopar tipo K (AZ INSTRUMENTS) con un termómetro digital (DANOPLUS) unido a tercio medio de superficie de raíz radicular.

Los resultados del análisis sugieren que existe una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre los grupos de activación (sónica y ultrasónica) y el grupo de irrigación manual (GC). También existe diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) en el grupo activado con NaOCl mediante activación Sónica y activación Ultrasónica antes de 30 y antes de 60 s. También existe diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) en el grupo activado con EDTA mediante Activación Sónica y Ultrasónica antes de 30 y 60 s.

No hay diferencia estadísticamente significativa a la Activación Ultrasónica con NaOCl y Activación Ultrasónica con EDTA. Tampoco hay diferencia estadísticamente significativa al comparar Activación Sónica de NaOCl y Activación Sónica de EDTA.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENDODONCIA

La endodoncia es la rama de la odontología que estudia la morfología, fisiología y patología de la pulpa humana y el tejido apical. Su investigación y práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluida la biología y la patología de la pulpa, la enfermedad, que incluye la biología de la pulpa normal y la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y afecciones perirradiculares asociadas (1,2).

La endodoncia comprende múltiples tratamientos que tienen en común el objetivo de prevenir y tratar la contaminación microbiana dentro de la pulpa dental y el sistema de conductos. La terapia endodóntica es dirigida hacia un conjunto de objetivos en específico que es curar o prevenir la periodontitis perirradicular (1) con el objetivo final de que los pacientes conserven sus dientes naturales con funcionalidad y estética (2).

A la fecha muchas modalidades de tratamiento, incluyendo el uso de instrumentos de níquel titanio, no han brindado un impacto estadísticamente relevante en el tratamiento de conductos y como este sea exitoso. Las nuevas estrategias y artefactos son los que realmente han impactado en el resultado del tratamiento. Se han hecho diferentes estudios a cerca de la preparación del sistema de conductos y dan con el resultado que la desinfección y apertura de cavidad juegan un papel importante en el éxito del tratamiento de conductos (2,3).

Los endodoncistas están de acuerdo en que un objetivo biológico principal de la terapia de conductos radiculares es tratar la periodontitis apical mediante la desinfección y el sellado tridimensional posterior de los sistemas de conductos radiculares (4).

Durante las últimas décadas el tratamiento endodóntico se ha beneficiado por el desarrollo de nuevas técnicas y equipos que han mejorado el resultado del tratamiento de conductos. Algunos de los más importantes como el microscopio y el ultrasonido han encontrado indispensables aplicaciones en una serie de procedimientos dentales en periodoncia y en endodoncia ya que ha mejorado la calidad de tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles. Desde su introducción, en Estados Unidos, se ha vuelto cada vez más útil en aplicaciones tales como acceder a las aberturas de los conductos radiculares, limpiar y modelado, obturación de conductos radiculares, remoción de instrumentos fracturados, remoción de obstrucciones, y cirugía endodóntica (3,5).

2.2. ANATOMÍA DEL CONDUCTO RADICULAR

En la endodoncia es de vital importancia el conocimiento de la anatomía interna del diente, importante para la apertura coronaria, la localización de los conductos radiculares y para su preparación. Una visión detallada de la cavidad pulpar es imprescindible para el estudio del sistema de conductos (6).

2.2.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

La anatomía radicular es uno de los factores más importantes que influyen en el éxito del tratamiento de endodoncia (7).

El espacio completo dentro de la dentina que contiene pulpa se conoce como sistema de conductos radiculares.

El sistema de conductos radiculares está dividido en dos porciones: la cámara pulpar, localizada en la corona anatómica del diente, y el conducto (o conductos) pulpares o radiculares, localizado en la raíz anatómica (6).

2.2.2. CORONA ANATÓMICA:

Se definen como la porción del diente que contiene la pulpa dental, la cual se encuentra rodeada por dentina (7).

2.2.3. RAÍZ ANATÓMICA:

Está conformada por los conductos radiculares son las extensiones tubulares que conectan la cámara pulpar con el tejido periodontal y permiten la circulación de líquidos y células de la pulpa dental hacia el tejido circundante (7).

Desde los primeros trabajos de Hess y Zurcher hasta los estudios más recientes que han demostrado las complejidades anatómicas del sistema de conductos radiculares. Los investigadores han encontrado múltiples forámenes, conductos adicionales, fins, deltas, conexiones entre conductos, asas, conductos con forma de C, furcaciones y conductos laterales en la mayoría de los dientes. Así pues, cuando trata un determinado diente, el clínico debe asumir que la anatomía compleja ocurre con frecuencia suficiente para considerarla normal (8).

2.3. IRRIGACIÓN

2.3.1 SOLUCIONES IRRIGANTES:

Históricamente, se han sugerido innumerables compuestos en solución acuosa como irrigantes del conducto radicular, incluidas sustancias inertes como el cloruro de sodio (solución salina) o biosidas altamente tóxicos y alergénicos como el formaldehído.

Con base en el conocimiento anterior, parece evidente que los irrigantes del conducto radicular idealmente deberían:

- Tener amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra microorganismos aerobios y facultativos organizados en biopelículas
- Disolver restos de tejido pulpar necrótico
- Endotoxina inactiva
- Evitar la formación de un barrillo dentinario durante la instrumentación o

disolver este último una vez que se haya formado

Además, como los irrigantes endodónticos entran en contacto con los tejidos vitales, deben ser sistémicamente no tóxicos, no cáusticos para los tejidos periodontales y tienen poco potencial para causar una reacción anafiláctica. El uso de irrigantes en endodoncia es fundamental ya que presenta grandes beneficios como el desbridamiento y desinfección del sistema de conductos radiculares (9).

2.3.2 HIPOCLORITO

Hipoclorito de sodio (NaOCl): Este es un agente bactericida y disolvente de tejidos que es eficaz contra bacterias, hongos y virus. Es el irrigante más utilizado en endodoncia debido a su actividad antimicrobiana de amplio espectro y su capacidad para disolver tejido orgánico (10).

2.3.2.1 Modo De Acción

El NaOCl es la solución de irrigación más utilizada en endodoncia debido a su actividad antimicrobiana de amplio espectro y su capacidad para disolver el tejido orgánico. Su mecanismo de acción provoca alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y destrucción de fosfolípidos, formación de cloraminas que interfieren en el metabolismo celular, acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible y capacidad de disolución tisular.

El hipoclorito de sodio es eficaz para eliminar el barrillo dentinario y preparar las paredes de la dentina para una mejor adhesión de los materiales de obturación (11).

2.3.3. EDTA

El Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) es un agente quelante que se usa ampliamente en la terapia de endodoncia. Se utiliza para eliminar el barrillo dentinario y preparar las paredes de la dentina para una mejor adhesión de los materiales de obturación.

El EDTA actúa formando complejos estables con el calcio presente en el barrillo dentinario y lo elimina. Tiene un fuerte efecto desmineralizante, provoca el agrandamiento de los túbulos dentinarios, el ablandamiento de la dentina y la desnaturalización de las fibras de colágeno (11).

2.4. ACTIVACIÓN DE SOLUCIÓN IRRIGANTE

En endodoncia, las soluciones de irrigación se utilizan para desinfectar y limpiar el sistema de conductos radiculares. La activación de las soluciones de irrigación es importante para mejorar su eficacia en la limpieza y erosión del sistema de canales. Los sistemas de activación dispersan y mueven el irrigante alrededor del sistema de conductos, mejorando la limpieza química de la superficie y la erosión, complementando la limpieza mecánica y mejorando la penetración del irrigante en los túbulos dentinarios.

La irrigación activa mecánica, que permite la activación o agitación de la solución de irrigación, es beneficiosa en el tratamiento de conductos radiculares ya que puede alcanzar conductos accesorios a los que no puede llegar el sistema de limas rotatorias.

Un enfoque para la activación del irrigante es calentarlo, como en el caso del NaOCl, para aumentar su eficacia.

Otro enfoque es la activación sónica o ultrasónica, que se puede utilizar para excitar el irrigante y mejorar su penetración en los túbulos dentinarios.

El uso de métodos de activación proporciona una reducción de biopelícula significativamente mayor que los métodos de irrigación con aguja convencionales.

2.4.1. ACTIVACIÓN SÓNICA

Los instrumentos sónicos actúan a una menor frecuencia (20-20,000 Hz) con puntas de polímero flexibles utilizadas en la mayoría de estos sistemas (12).

Las puntas de polímero no cortan la dentina durante el contacto involuntario con la pared del conducto radicular, lo cual es una de las ventajas más grandes de estos instrumentos. Cualquier punta vibratoria entrará en contacto con la dentina debido a las diversas dimensiones y curvaturas de cualquier preparación final dada. La investigación ha demostrado que, cuando una punta de polímero activada sónicamente hace contacto contra una pared de dentina, la punta sigue mostrando una gran amplitud de desplazamiento (13).

Cuando se activa la irrigación de manera pasiva también ocurre el fenómeno de microcorriente acústica. Sin embargo, Jiang *et al.*, al comparar la actividad sónica y ultrasónica durante la activación de la irrigación, concluyen que el fenómeno de cavitación no tiene lugar en la activación sónica bajo las condiciones de su estudio, ya que la amplitud de movimiento que consigue el instrumento sónico provoca el contacto con las paredes, no consiguiéndose la velocidad necesaria para producir grandes tensiones en el irrigante (14).

2.4.2. CAVITACIÓN

La cavitación es la formación de burbujas de vapor en un líquido que son consecuencia de las fuerzas que actúan sobre el líquido al agitar vigorosamente la solución de irrigación con ultrasonido.

Combinado con estos efectos de la cavitación, hay una dispersión de energía física que conduce a una transmisión física acústica (onda de sonido). Esta transmisión acústica supuestamente mejora la limpieza y la desinfección. Cuando se proyecta una onda ultrasónica en un líquido, se crea una presión negativa y hace que el líquido se rompa, un proceso conocido como cavitación. Suele ocurrir cuando un líquido se somete a cambios rápidos que provocan la formación de burbujas donde la presión es relativamente baja. Cuando se someten a una presión más alta, los vacíos implosionan y pueden generar una onda de choque intensa. Las implosiones irradian ondas de choque de alta potencia que se disipan repetidamente a una velocidad de 25 000 a 30 000 veces por segundo (25 a 30 kHz). El efecto de implosión de cavitación ultrasónica es increíblemente efectivo para hacer esto. Las ondas de choque generadas por la implosión viajan a velocidades de más de 500 mph dentro del fluido y esta corriente se denomina transmisión acústica. La transmisión acústica también se puede derivar de la oscilación de frecuencia ultra alta de la punta/lima ultrasónica colocada en un fluido. El efecto de implosión por cavitación es especialmente efectivo en superficies irregulares y fuera del alcance que normalmente son inaccesibles a través de medios convencionales como irrigación manual (12,13).

2.4.3. ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA

La activación ultrasónica se basa en los distintos fenómenos que se producen durante la aplicación de éste dentro del conducto radicular. Estos fenómenos: oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor, van a producir efectos sobre las estructuras dentarias, especialmente sobre la dentina y la capa de barrillo dentinario, así como la potenciación de efectos antimicrobianos al utilizarse en combinación con soluciones irrigantes (7).

2.5. ULTRASONIDO

El ultrasonido es energía con frecuencia por encima del rango del oído humano que es 20 kHz. El rango de frecuencia empleada en el ultrasonido originalmente es entre 25 y 40 kHz. Posteriormente se desarrollaron las denominadas piezas de mano ultrasónicas de baja frecuencia que operan de 1 a 8 kHz, las cuales producen menores esfuerzos de cizallamiento, provocando así una menor alteración de la superficie dental (Figura 1)(15,16).

Hay dos métodos básicos para producir ultrasonidos. El primero es la magnetostricción, que convierte la energía electromagnética en energía mecánica. Una pila de tiras de metal magnetostrictivas en una pieza de mano se somete a un campo magnético alterno y permanente, como resultado de lo cual se producen vibraciones. El segundo método se basa en el principio piezoeléctrico, en el que se utiliza un cristal que cambia de dimensión cuando se le aplica una carga eléctrica. La deformación de este cristal se convierte en oscilación mecánica sin producir calor (17).



Figura 1. Ultrasonido NSK Varios

Se define como ultrasonido una energía sónica en el intervalo de frecuencias superior a 25 kHz. Las ondas ultrasónicas pueden ser útiles en distintas fases del tratamiento endodóntico (19).

II. INTRODUCCIÓN

Aunque el ultrasonido se utiliza en odontología para aplicaciones terapéuticas y diagnósticas, así como para la limpieza de instrumentos antes de la esterilización, actualmente su uso principal es para el raspado y alisado radicular de los dientes y en la terapia del conducto radicular. El concepto de odontología mínimamente invasiva y el deseo de preparaciones con pequeñas dimensiones ha estimulado nuevos enfoques en el diseño de cavidades y conceptos de corte de dientes, incluido el ultrasonido para la preparación de cavidades (18).

2.6. APLICACIONES DEL ULTRASONIDO EN ENDODONCIA

El uso de ultrasonido es común en la endodoncia contemporánea. Se han introducido varias técnicas para hacer uso de sus características únicas. Algunos de estos son la activación de instrumentos de endodoncia para preparar los conductos, la agitación de fluidos de irrigación para desbridar el sistema de conductos, la compactación de gutapercha durante la obturación, la extracción de dentina cuando se intenta ubicar conductos calcificados, la preparación del extremo radicular durante la cirugía apical y la instrumentación. y retiro del poste durante los procedimientos de retratamiento. Muchos profesionales han expresado su preocupación por los posibles efectos nocivos del uso de ultrasonidos (20). Una revisión de la literatura demostró que la elevación del calor y sus efectos potenciales sobre el periodonto son de gran interés (17,18).

Algunas de las aplicaciones del ultrasonido son:

2.6.1. REFINAMIENTO DEL ACCESO, DETECCIÓN DE CONDUCTOS

CALCIFICADOS Y ELIMINACIÓN DE CÁLCULOS PULPARES ADHERIDOS

Uno de los retos de la endodoncia es localizar conductos, particularmente en casos en los que el orificio se ha ocluido por dentina secundaria o dentina calcificada secundaria a la colocación de materiales restauradores o pulpotomías (Figura 2). Con cada preparación de acceso en un diente calcificado, existe el riesgo de perforar la raíz o, si se realiza incorrectamente, de complicar cada procedimiento posterior. Podría decirse que la falta de un acceso en línea recta es la principal causa de separación, perforación y la incapacidad de negociar conductos hasta el ápice radiográfico (21).

II. INTRODUCCIÓN

La introducción del microscopio, las fresas de acceso y el uso de ultrasonido ha reducido considerablemente estos riesgos. La visualización microscópica y los instrumentos ultrasónicos son una combinación segura y eficaz para lograr resultados óptimos (22).

En dientes difíciles de tratar como los molares, el uso de ultrasonido ha demostrado ser útil para la preparación de accesos, no solo para encontrar conductos, sino también para reducir el tiempo y la previsibilidad del tratamiento (20).

En los procedimientos de acceso convencionales, las puntas ultrasónicas son útiles para el refinamiento del acceso, la ubicación de conducto MB2 en molares superiores y conductos accesorios en otros dientes, la ubicación de conductos calcificados en cualquier diente y la extracción de cálculos pulpares adheridos (Figura 3)(23).

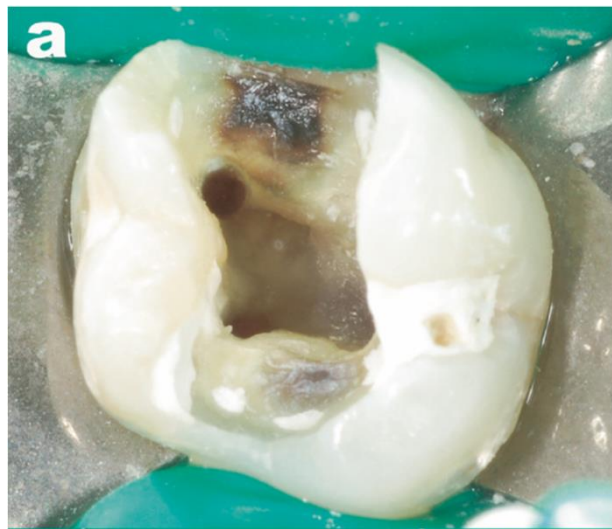


Figura 2. Fotografía A de acceso endodóntico en molar superior izquierdo.

El orificio del segundo canal mesiovestibular (MB2) en un primer molar superior se localice (3).

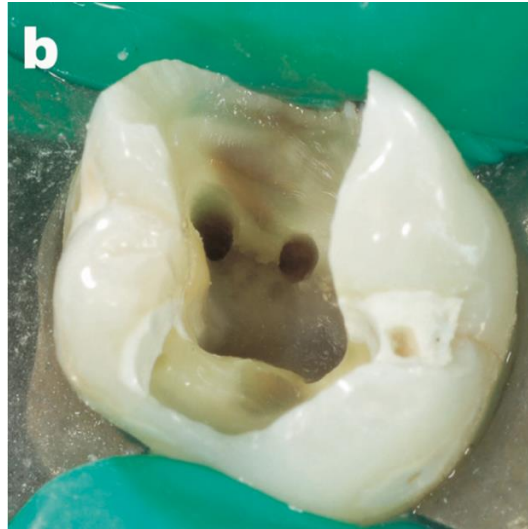


Figura 3. Fotografía B de acceso endodóntico, localización MB2.

Dentina en el orificio se eliminó de manera efectiva con el uso de una punta ultrasónica recubierta de diamante, lo que permitió una fácil ubicación del orificio del canal (3).

2.6.2. ELIMINACIÓN DE OBSTRUCCIONES INTRACONDUCTO (INSTRUMENTOS SEPARADOS, POSTES PARA CONDUCTOS RADICULARES, PUNTAS DE PLATA Y POSTES METÁLICOS FRACTURADOS)

Los odontólogos se enfrentan con frecuencia al problema de los dientes tratados con endodoncia que tienen obstrucciones, como pastas duras e impenetrables, instrumentos separados, puntas de plata o postes en sus raíces. Si el tratamiento de endodoncia ha fallado, es necesario eliminar estas obstrucciones para realizar un nuevo tratamiento no quirúrgico (Figura 4). Se han informado muchos instrumentos y técnicas. Incluyen fresas adecuadas; fórceps especiales; instrumentos ultrasónicos en contacto directo o indirecto; técnicas de limado periférico en presencia de disolventes, quelantes o irrigantes; suministro de microtubos utilizando técnicas de adhesión mecánica; y diferentes kits y extractores (24).

II. INTRODUCCIÓN

La energía ultrasónica ha demostrado su eficacia como complemento en la extracción de puntas de plata, instrumentos fracturados y postes cementados. A menudo se ha recomendado la extracción de instrumentos rotos porque las puntas ultrasónicas o las limas endosónicas pueden usarse en lo profundo del sistema de conductos radiculares. (Figura 5). Además, el uso de un dispositivo de endodoncia ultrasónico no está restringido por la posición del fragmento en el conducto radicular o el diente afectado (25).

El pronóstico de estos casos depende principalmente del estado preoperatorio de los tejidos periapicales. Por esta razón, en todos los casos se debe intentar retirar los instrumentos rotos (25). Cuando estas obstrucciones pueden eliminarse, generalmente ocurre un tratamiento exitoso o un nuevo tratamiento. Si un instrumento puede retirarse o derivarse y el conducto puede limpiarse y obturarse adecuadamente, la endodoncia no quirúrgica es un enfoque más deseable y conservador. La eliminación de un obstáculo de un conducto radicular debe realizarse con un daño mínimo al diente y los tejidos circundantes. Demasiada destrucción de la estructura dental complicará la fase de restauración y, como resultado, probablemente disminuirá el pronóstico general (24,26).

En la mayoría de los casos, la remoción de instrumentos rotos del conducto radicular es difícil y, a menudo, imposible. Hasta la fecha, no existe un procedimiento estandarizado para la extracción segura de instrumentos fracturados, aunque se han sugerido varias técnicas y dispositivos. Estas técnicas han mostrado sólo un éxito limitado, mientras que a menudo causan daños considerables (26,27).

Las complicaciones como resultado de estas técnicas incluyen pérdida excesiva de dentina del conducto radicular, salientes, perforación y extrusión del fragmento del instrumento fracturado a través del ápice. Por lo tanto, muchas técnicas no se pueden utilizar en canales estrechos y curvos (25,27).

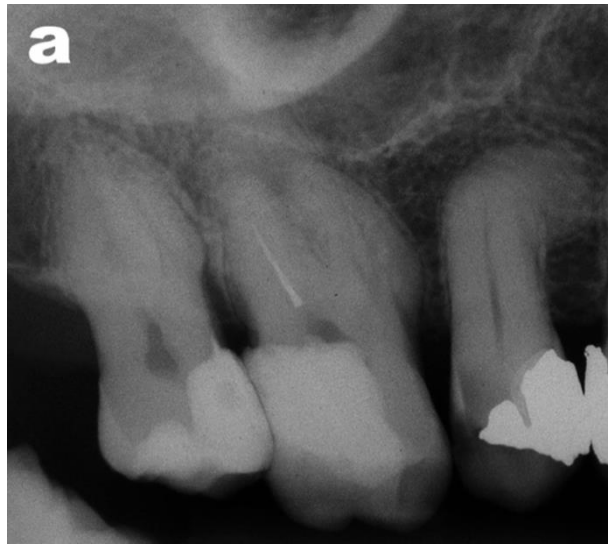


Figura 4. Instrumento Separado

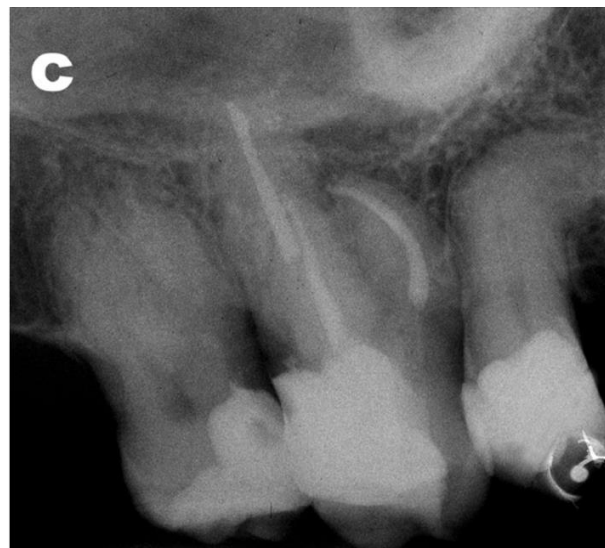


Figura 5. Remoción de instrumento separado

2.6.3. AUMENTO DE LA ACCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE RIEGO

La eficacia de la irrigación depende tanto de la acción de lavado mecánico como de la capacidad química de los irrigantes para disolver el tejido (28,29). Además, la acción de lavado de los irrigantes ayuda a eliminar los restos orgánicos y dentinarios y los microorganismos del conducto (30). La acción de lavado de la irrigación con jeringa es relativamente débil y depende no solo de la anatomía del conducto radicular sino también de la profundidad de colocación y el diámetro de la aguja (28,31). Se ha demostrado que los irrigantes, como NaOCl (Figura 6) o EDTA (Figura 7), solo pueden progresar 1 mm más allá de la punta de la aguja (31). La transmisión acústica, según lo descrito por Ahmad *et al.*, se ha demostrado que produce suficientes fuerzas de cizallamiento para desalojar los desechos en los conductos instrumentados (32). Cuando las limas se activaron con energía ultrasónica de manera pasiva, la transmisión acústica fue suficiente para producir conductos significativamente más limpios en comparación con la lima manual únicamente. Del mismo modo, Jensen *et al.* recomendaron una lima vibratoria de tamaño pequeño sujeta a un ajuste de alta potencia, ya que es menos probable que las limas más pequeñas entren en contacto con las paredes del conducto (Figura 8) (33,34).



Figura 6. Presentación de Hipoclorito de Sodio (NaOCl).

Se conoce al NaOCl por ser el irrigante ideal, gracias a toda la efectividad para eliminar tejido vital, baja toxicidad, solvente de tejidos orgánicos e inorgánicos, lubricante, entre otros (33,35,36).



Figura 7. Presentación de Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).

El EDTA es un agente quelante, capaz de eliminar el barrillo dentinario. La capa de barrillo dentinario se adhiere a las paredes del canal y ocluye los túbulos dentinarios. Esto niega la capacidad de los medicamentos para penetrar en los tejidos más profundos y evita que el material de relleno se adhiera de manera óptima a las paredes del canal (37).

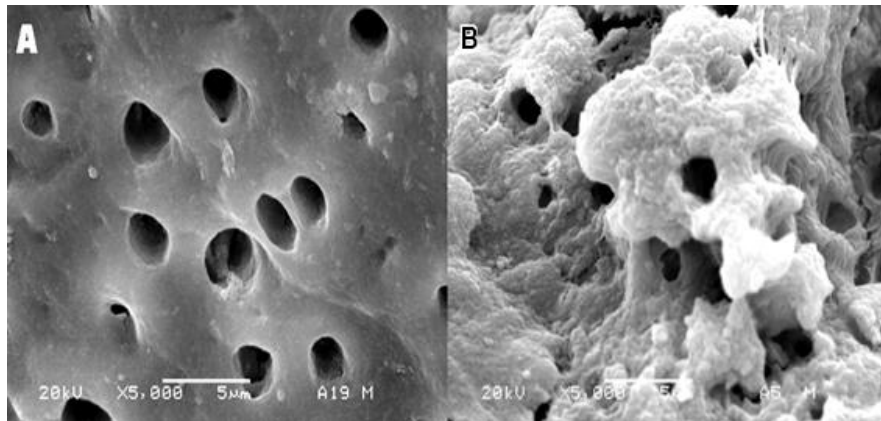


Figura 8. Imagen SEM de Tubulillos Dentinarios

La mayoría de los autores consideran importante la eliminación del barrillo dentinario porque puede estar infectado o puede impedir el acceso a los túbulos dentinarios, que pueden contener bacterias y sus derivados (37).

2.6.4. CONDENSACIÓN ULTRASÓNICA DE GUTAPERCHA.

Se han utilizado esparcidores activados por ultrasonidos para termoplastificar la gutapercha en una técnica de condensación lateral caliente. En algunos experimentos in vitro, se demostró que esto es superior a la condensación lateral convencional con respecto a las propiedades de sellado y la densidad de la gutapercha (38–40). Los esparcidores ultrasónicos que vibran linealmente y producen calor, termoplastificando así la gutapercha, lograron una masa más homogénea con una disminución en el número y tamaño de los vacíos y produjeron una obturación tridimensional más completa del sistema de conductos radiculares. Esta técnica también ha sido evaluada clínicamente con resultados favorables (40).

2.6.5. COLOCACIÓN DEL AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA)

El método de colocación recomendado consiste en seleccionar una punta de condensador, luego levantar y colocar el MTA con la punta ultrasónica, luego activar la punta y mover lentamente el material del MTA hacia abajo usando un movimiento de empaque vertical de 1 a 2 mm. La energía ultrasónica directa vibrará y generará un movimiento ondulatorio que facilita el movimiento y la adaptación del cemento a las paredes del canal. En el caso de reparar un defecto apical a la curvatura del canal, Ruddle recomienda colocar progresivamente MTA en lo profundo de un canal, y luego guiarlo alrededor de la curvatura con un cono de gutapercha recortado flexible utilizado como obturador. Luego se inserta una lima precurvada de acero inoxidable 15 o 20 en el material y se coloca dentro de 1 o 2 mm de la longitud de trabajo. A esto le sigue el ultrasonido indirecto, que consiste en colocar el extremo de trabajo de un instrumento ultrasónico en el eje de la lima. Esta energía vibratoria alienta a MTA a moverse y adaptarse a las configuraciones del canal lateralmente, además de controlar su movimiento (41–43).

2.6.6. ENDODONCIA QUIRÚRGICA: PREPARACIÓN Y REFINAMIENTO DE LA CAVIDAD RADICULAR Y COLOCACIÓN DE MATERIAL DE OBTURACIÓN RETROGRADA.

Recientes desarrollos de nuevos instrumentos y técnicas han mejorado significativamente el resultado del tratamiento en la apicectomía con retro obturación. Dado que el pronóstico de la cirugía endodóntica depende en gran medida de una buena obturación y sellado del conducto radicular, una preparación óptima de la cavidad es un requisito previo esencial para un relleno radicular adecuado después de la apicectomía (35).

II. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las cavidades radiculares se han preparado por medio de pequeñas fresas redondas o de cono invertido en una micro pieza de mano. A mediados de la década de 1980, se introdujeron instrumentos estandarizados y pines cerámicos de óxido de aluminio para la obturación retrógrada, pero ese sistema no podía usarse en casos con espacio de trabajo limitado o en dientes con canales ovoides grandes. Desde que las retro puntas microquirúrgicas impulsadas por ultrasonidos estuvieron disponibles comercialmente a principios de la década de 1990, esta nueva técnica de instrumentación retrógrada del conducto radicular se ha establecido como un complemento esencial en la cirugía perirradicular (43,44).

La preparación convencional de la cavidad del extremo de la raíz con fresas rotatorias en una micro pieza de mano se enfrenta a varios problemas, como que la preparación de la cavidad no sea paralela al canal, el acceso difícil al extremo de la raíz y el riesgo de perforación lingual de la raíz. Además, la imposibilidad de preparar a una profundidad suficiente, comprometiendo así la retención del material de obturación del extremo de la raíz, significa que el procedimiento de resección del extremo de la raíz requiere un bisel de corte más largo, exponiendo así más túbulos dentinarios y tejido del istmo, de que este último es difícil de eliminar. El desarrollo de retro puntas ultrasónicas y sónicas ha revolucionado la terapia del extremo de la raíz, mejorando el procedimiento quirúrgico con un mejor acceso al extremo de la raíz, lo que resulta en una mejor preparación del canal. Las retro puntas ultrasónicas vienen en una variedad de formas y ángulos, mejorando así algunos pasos durante los procedimientos quirúrgicos (Figura 9)(41–44).



Figura 9. Puntas de Retrobturación.

Retropuntas quirúrgicas ultrasónicas de acero inoxidable recubiertas de diamante (3).

2.6.7. PREPARACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR

Varios estudios han demostrado que los dientes preparados con ultrasonido tienen canales significativamente más limpios que los dientes preparados con instrumentos manuales (35). Numerosos estudios han analizado las diferentes características de las limas activadas por ultrasonido, como la eficiencia de corte el efecto sobre las bacterias, las características de la preparación del conducto radicular, características mecánicas y técnicas de limas y piezas de mano e implicaciones clínicas (45–48)

2.7. EFECTO DEL CALOR POR ULTRASONIDO

Cuando un órgano dentario sufre algún daño térmico se puede generar un proceso de resorción (condición asociada con un proceso fisiológico o patológico que resulta en una pérdida de dentina, cemento y / o hueso mediante la acción continua de células osteoclásticas) o anquilosis (Pérdida patológica de cemento, dentina y ligamento periodontal con posterior reemplazo de dichas estructuras por hueso, lo que da como resultado la fusión de hueso y diente)(17). Se sabe que el ultrasonido genera calor y la mayoría de la literatura concreta que al alcanzar 10 °C por arriba de la temperatura corporal se puede generar una lesión térmica, o hasta daños a nivel óseo, como necrosis; pero no se sabe si al realizar la activación endodóntica se alcanza esta temperatura y se provoque un daño (49,50).

Los dispositivos ultrasónicos producen el calor al estar en contacto con estructura dental o materiales al estar en fricción (49).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una terapia endodóntica exitosa consiste en eliminar las bacterias y los restos orgánicos del espacio del conducto radicular. La preparación quimiomecánica es crucial para este objetivo. Incluye la eliminación de desechos, bacterias, microorganismos y endotoxinas dentro del conducto radicular mediante la preparación e irrigación del conducto radicular. Pero incluso cuando el desempeño de la preparación quimiomecánica sigue todos los protocolos, algunas bacterias aún pueden sobrevivir.

Las jeringas convencionales para irrigación son ineficaces para alcanzar todas las irregularidades del conducto radicular y los tercios apicales debido al efecto de bloqueo de vapor. Varios estudios han demostrado que la eficacia del NaOCl puede incrementarse a través de métodos de activación.

Sin embargo, en la práctica diaria odontólogos generales y endodoncistas dejan por un lado los efectos que lleva la activación por la energía de vibración y el calor generado por la fricción entre la dentina y las puntas ultrasónicas que este conlleva sobre los tejidos perirradiculares y estructuras adyacentes por la generación de calor y aumento de temperatura en órganos dentarios durante su uso.

Si el ultrasonido es usado continuamente, el exceso de calor puede acumularse en los tejidos y, finalmente, produce quemaduras. Esto sucede porque la energía ultrasónica es absorbida por los tejidos y es convertida en calor.

En el caso de la activación sónica, está a ganado popularidad en endodoncistas en los últimos años por su efectividad en la desinfección del conducto radicular, además que su punta de polímero suave ayuda a activación de conductos curvos por lo que no hay riesgo

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

de remoción de dentina. No hay estudios que evalúen el cambio de temperatura que este genera en tiempos prolongados.

Por lo que planteamos la siguiente pregunta *¿Cuál es el efecto de la activación sónica y ultrasónica sobre la temperatura de la superficie radicular?*

IV. JUSTIFICACIÓN

Por practicidad endodoncistas utilizan el ultrasonido por tiempos prolongados, por mejor visibilidad, lo que puede llevar a daños irreversibles sobre los tejidos y estructuras dentales ya que al aumentar 10 °C por arriba de la temperatura corporal se puede generar una lesión térmica, o hasta daños a nivel óseo.

Si el ultrasonido es usado continuamente, el exceso de calor puede acumularse en los tejidos y, finalmente, produce quemaduras. Esto sucede porque la energía ultrasónica es absorbida por los tejidos y es convertida en calor.

Múltiples estudios se han realizado evaluando el aumento de calor sobre la superficie del órgano dentario, pero sin tomar en cuenta la humedad y el ambiente de los tejidos adyacentes.

El presente estudio pretende evaluar el aumento de calor en la activación sónica y ultrasónica, a diferentes tiempos tomando en cuenta la temperatura de los tejidos alrededor.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Este trabajo de investigación nos permitirá demostrar las diferencias (si las hay) en el aumento de temperatura sobre el tercio medio de la superficie radicular de la activación sónica y ultrasónica utilizando dos sistemas de activación de irrigante, EQS de Metabiomed 1-8 KHZ y Varios 370- 30 KHz.

5.2. HIPÓTESIS NULA

La frecuencia de los sistemas ultrasónicos (EQS de Metabiomed 1-8 KHZ y Varios 370-30 KHz) y el tiempo de trabajo dentro del conducto radicular durante la activación de una solución irrigante no influirán en el aumento de la temperatura de la superficie radicular.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La frecuencia de los sistemas de activación (EQS de Metabiomed 1-8 KHZ y Varios 370-30 KHz) y el tiempo de trabajo dentro del conducto radicular durante la activación de una solución irrigante están relacionados en el aumento de la temperatura de la superficie radicular.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar y evaluar los cambios sobre la temperatura de la superficie radicular con el uso de la activación sónica y ultrasónica a diferentes tiempos, utilizando dispositivos EQS de Metabiomed 1-8 KHZ y Varios 360 a 30 KHz de NSK.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar instrumentación y desinfección con el sistema ProTaper Gold en 30 órganos dentarios unirradiculares extraídos.
2. Aislar dientes y colocarlos en ambiente a 37 °C para replicar ambiente y temperatura corporal.
3. Activación de órganos dentarios con distintos dispositivos de activación y diferentes irrigantes.
4. Realizar mediciones de fluctuaciones de temperatura por medio de termopar unido a termómetro.
5. Realizar análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Sistemas de activación (Ultrasónico NSK Varios 360 y EQS Metabiomed)

Tiempos de activación (30 y 60 s).

Soluciones irrigantes (NaOCl y EDTA)

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Cambio de temperatura (°C)

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Se evaluará el cambio de temperatura resultante durante la activación sónica y ultrasónica (ESQ de Metabiomed y NSK Varios 360) con NaOCl y EDTA en distintos grupos de estudio y su evolución con el tiempo a través de estudios *in vitro*. Se realizará evaluación dentro de una incubadora para crear un ambiente a 37 °C, para igualar temperatura corporal. El aumento de temperatura será evaluado a partir de un termopar unido al tercio medio radicular de la raíz, este unido a un termómetro digital, el cual registra los datos a través del tiempo. El aumento de temperatura de los diferentes grupos de estudio se evaluará con el software de análisis estadístico Prism. De esta manera podremos determinar si uno de estos grupos de activación provoca temperaturas superiores a 47 °C.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

Treinta dientes humanos unirradiculares recientemente extraídos divididos en 3 grupos n=10.

Grupo 1: Activado con NaOCl (Activado sónica y ultrasónicamente) n=5

Grupo 2: Activado con EDTA (Activado sónica y ultrasónicamente) n=5

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Se utilizaron treinta dientes unirradiculares recientemente extraídos almacenados en un frasco con timolol al 0.1% para conservar su hidratación. Los dientes fueron extraídos por razones no relacionadas con este estudio. Se realizó acceso endodóntico con fresa de bola #2, se hizo patenticidad con lima 15 K (Dentsply, USA) y se instrumentaron dientes con rotatorios Protaper Gold hasta lima rotatoria F2 con motor Dentsply X Smart. Se realizó acceso en tercio medio radicular con punta ultrasónica E1 TUNS (Engineered Endodontics) y se unió acceso a termopar con resina fluida 3M. Se aislaron dientes con grapa 9W (Hygienic) y diques NicTone Medio, se colocó resina fotocurable Block-Out

(Ultradent) y se sumergió raíz de dientes en contenedor de poliacril a temperatura de 37° C, mediante un calentador de acuario sumergible de titanio con termostato digital marca Hygger Saltwater. Se utilizaron jeringas hipodérmicas 10 mL con agujas de calibre 27 (Ultradent) para transportar irrigantes a conducto radicular. Se activó primer grupo con Hipoclorito de Sodio 5.25% (Clorox) con Punta ultrasónica U (NSK) por medio de Ultrasonido Varios 360 de NSK, y EQS de MetaBiomed, el otro grupo se activó con EDTA (Zeyco). Se tomó la temperatura con termómetro digital DANOPLUS unido a Termopar tipo K de AZ Instruments por 1 minuto, mientras memoria SD fue grabando fluctuaciones de temperatura a través del tiempo.

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1. Selección y Preparación de Órganos Dentarios

Se utilizaron 30 órganos dentales unirradiculares, los dientes fueron extraídos por razones no relacionadas al estudio. Se descartaron dientes con curvaturas pronunciadas, con restauraciones protésicas y tratados endodónticamente (Figura 10).



Figura 10. Dientes unirradiculares utilizados para estudio in vitro.

Los dientes se mantuvieron en agua destilada para hidratación hasta su uso. Se realizó acceso endodóntico y se utilizó lima K número 15 (Dentsply, USA) para lograr patentividad y para fijar la longitud de trabajo 1 mm por debajo de foramen apical y se estableció longitud a 1 milímetro menos. El conducto se instrumentó con Protaper Gold (Dentsply, USA) hasta calibre F2 (25.08)(Figura 11) con irrigación entre cada lima rotatoria de NaOCl al 5.25%, utilizando una jeringa de calibre 27 con salida lateral (Ultradent)(Figura 12) a 5 mm menos de la longitud. Se selló ápice radicular con barniz de uñas para producir un conducto cerrado.



Figura 11. Rotatorios Protaper Gold, Denstsply, USA



Figura 12. Puntas Ultradent para irrigación

Se realizó un acceso en tercio medio radicular tomando en cuenta la longitud de cada órgano dentario. El acceso en tercio medio se realizó con una punta ultrasónica E1 (TÜN, Engineeredendo)(Figura 13). En el acceso se colocó termopar tipo K (Danoplus, USA), este se selló sobre el conducto radicular con resina fluida (3M, USA) (Figura 14). El termopar fue conectado sobre un termómetro con sensor de temperatura digital de 4

canales tipo K (Danoplus, USA) con función de registro de datos mediante una tarjeta SD (Figura 13).

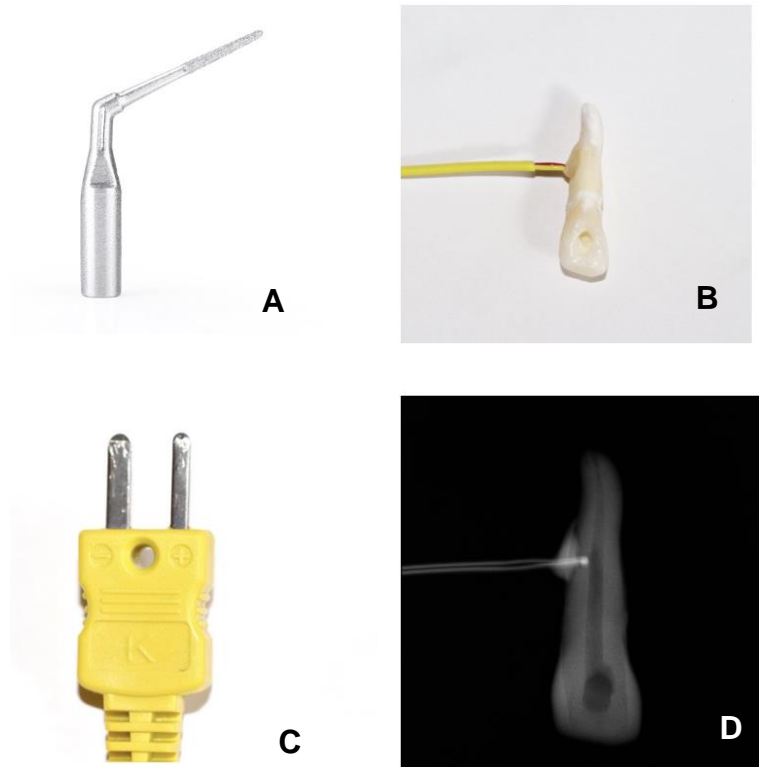


Figura 13. Fotografías de materiales utilizados para medir la temperatura sobre raíz radicular

Figura 13:

A Punta ultrasónica E1 TUNS, utilizada para realizar acceso en tercio medio radicular.

B: Fotografía de órgano dentario conectado a termopar en tercio medio radicular

C: Fotografía de conector tipo K el cual se une a termómetro para marcar cambios de temperatura a través del tiempo durante activación.

D: Radiografía de órgano dentario conectado a termopar en tercio medio radicular

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Se colocó cada órgano dentario por separado sobre una incubadora de poliacril, donde se estableció una temperatura de 37 °C con un calentador de agua sumergible con termostato digital y controlador de temperatura (Hygger Saltwater Tank)(Figura 14).

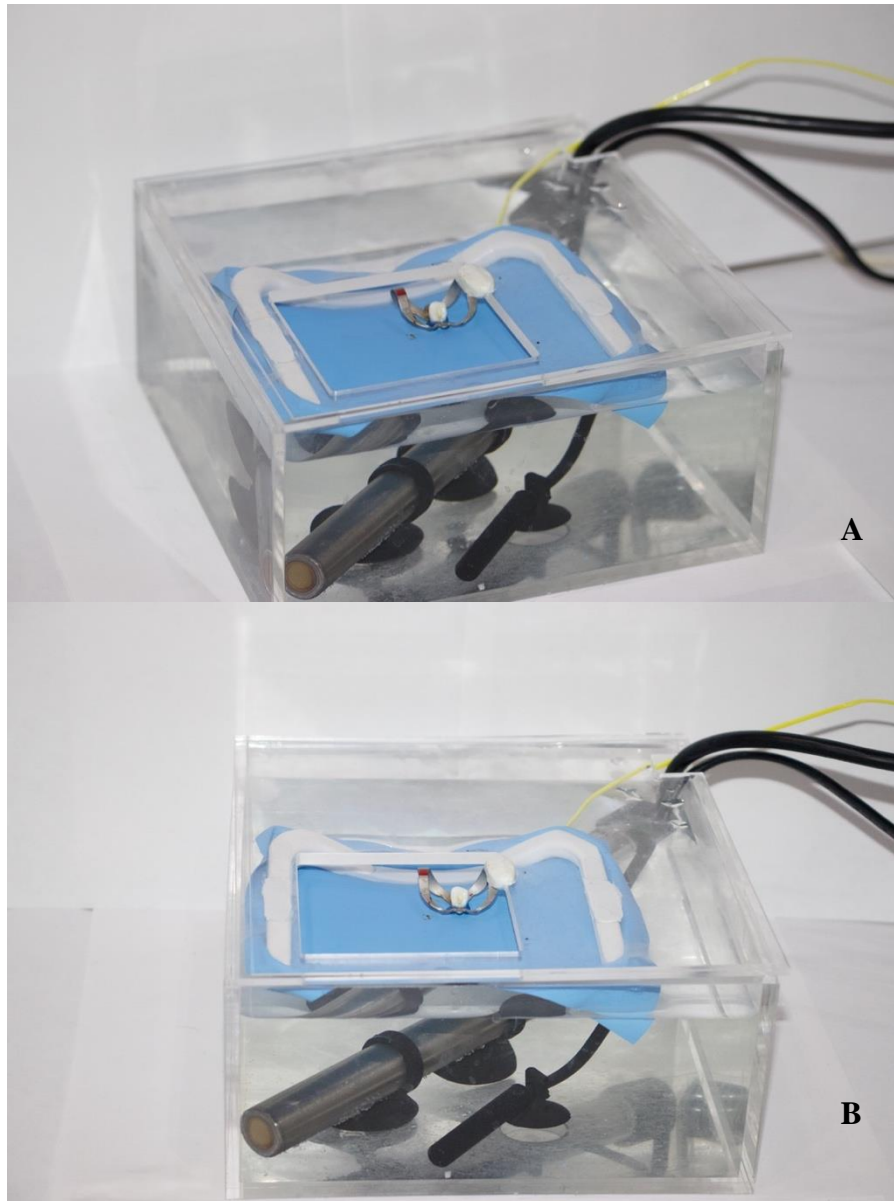


Figura 14. Incubadora de poliacril.

Imagen A y B, diferentes angulaciones de incubadora donde se realizó experimentación, se puede apreciar el nivel del agua sobre el calentador Hygger junto con termometro.

Se aisló diente con grapa W9 (Hygienic) y dique de hule NicTone, también se colocó resina fotocurable (Block-Out) para aislamiento.

8.4.2. Activación Sónica y Ultrasónica de la Solución Irrigante

Se aislaron los dientes con grapa W9 (Hygienic), solo se mantuvo expuesta la corona dental, y se selló con barrera de bloqueo gingival fotopolimerizable para evitar el contacto de la solución irrigante con la superficie externa de la raíz durante la medición térmica. Todo el conjunto se coloca dentro de una incubadora de poliacril a 37 °C para igualar la temperatura corporal. Toda la raíz dental está cubierta en agua a 37 °C(Figura 15).

Posteriormente se dividieron aleatoriamente en grupos de los cuales NaOCl fue activado sónica y ultrasónicamente y EDTA fue activado sónica y ultrasónicamente por lo cual fueron 5 grupos de estudio.

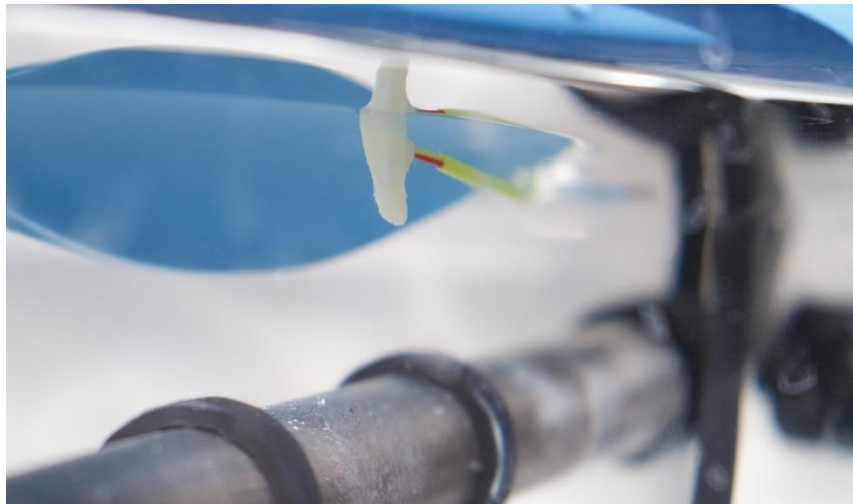


Figura 15. Raíz dental sumergida en agua.

Raíz dental es sumergida en agua unido a termopar, para igualar temperatura corporal a 37°C.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

El primer grupo (G1) fue activado con NaOCl, y se activó con 2 dispositivos diferentes. Primero con activación ultrasónica y después con activación sónica. A cada grupo de activación se le hicieron mediciones a los 30 y 60 s. Después de la activación ultrasónica, se lavaron con solución y secaron los dientes para poder hacer mediciones con activación sónica.

El grupo 2 (G2) fue activado con EDTA, y se activó con 2 dispositivos diferentes. Primero fue activado con activación ultrasónica y después con activación sónica. A cada grupo se les hicieron mediciones a los 30 y 60 s. Después de la activación ultrasónica, se lavaron con solución y secaron los dientes para poder hacer mediciones con activación sónica.

En el grupo 3 (G3), que fue el grupo control, se realizó irrigación manual a 30 y 60 s con NaOCl.

En cada grupo se realizó la activación Ultrasónica con Varios 360 de NSK y la activación sónica con EQS de Metabiomed. Cada uno a velocidad recomendada por fabricante.

Grupo 1: Activación Ultrasónica con NSK Varios 360 con NaOCl y Activación Sónica con EQS Metabiomed con NaOCl (G1)

Grupo 2: Activación Ultrasónica con NSK Varios 360 con EDTA Activación Sónica con EQS de Metabiomed con EDTA (G2).

Grupo 3: Grupo Control Irrigación Manual con NaOCl (G3).

Durante la activación de la solución irrigante en cada grupo experimental la punta ultrasónica y punta sónica utilizadas se mantuvieron en el centro del conducto radicular, evitando el contacto con las paredes radiculares.

8.4.2 Medición del Aumento de la Temperatura

Durante la activación de la solución irrigante, los cambios de temperatura se midieron continuamente usando un termómetro digital conectado a canales tipo K con función de registro de datos, unido al tercio medio radicular de cada órgano dentario (Figura 16).

Se examinó el aumento de temperatura antes de la activación del irrigante y se inició hasta que el órgano dentario igualara la temperatura de incubadora que fue 37 °C. Esto se hizo para evitar alteraciones en la temperatura registrada. El termómetro registro el aumento de temperatura de 1-60 s (Figura 16).

Figura 16. Termómetro marca DANOPLUS



Termómetro digital de 4 canales tipo K con función de registro de datos a tarjeta SD, con sensor de temperatura de varios canales.

8.5. ANALÍISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis estadístico del conjunto de datos del proyecto de investigación, en donde la Variable independiente es el sistema de activación del irrigante a 30 y 60 s, y la Variable dependiente es el cambio de temperaturas. Debido al tamaño de la muestra y el número de grupos, se realiza la prueba ANOVA de 2 vías, seguido de un análisis post hoc para muestras independientes, con un nivel de significancia de 0.05, comparando las medias de ambos grupos y con ayuda del programa Prism Statistics Versión 9.5.1. (528)

La Prueba de ANOVA sugiere que existe diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre algunos de los grupos. Se realiza análisis post hoc.

Comparaciones Múltiples HSD TUKEY

IX. RESULTADOS

Se comparó la activación sónica y ultrasónica sobre la temperatura de la superficie radicular empleando dos sistemas de activación NSK Varios 360 y EQS Metabiomed y NaOCl 5.25% y EDTA 17% como soluciones irrigantes. Para medir los cambios en la temperatura se utilizó un termómetro digital unido a un termopar tipo K el cual midió las fluctuaciones a través del tiempo (ciclos de activación de 30 y 60 s). Los resultados se pueden observar en la Figura 17.

La Figura 17 representa la gráfica de resultados obtenidos utilizando Activación Ultrasónica con NaOCl a los 30 s. Se puede notar el cambio de temperatura desde el inicio de la activación y sus fluctuaciones a lo largo de los 30 s.

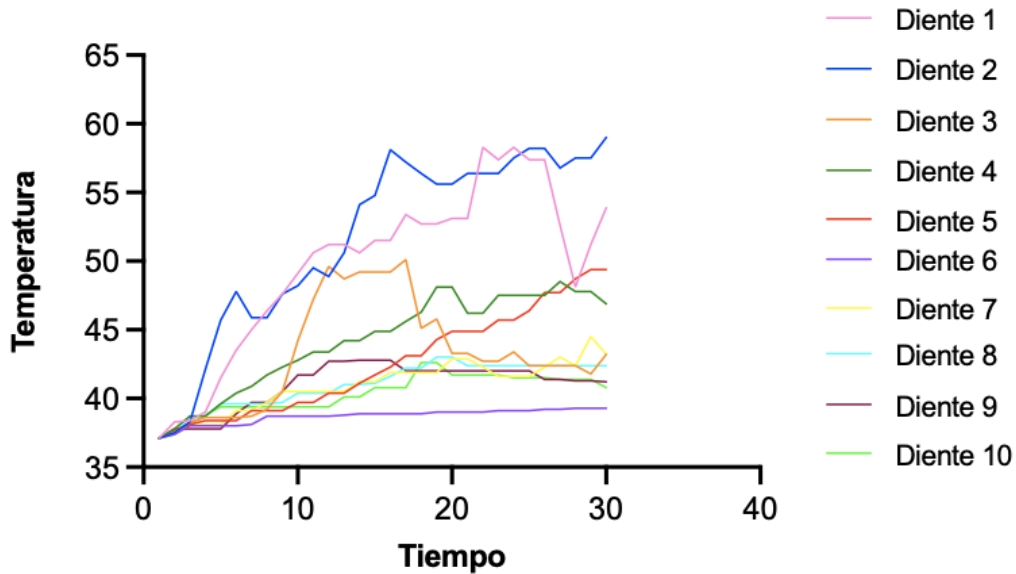


Figura 17. Gráfica de Activación Ultrasónica con NaOCl a los 30 s.

Gráfica de Figura 17 muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Ultrasónica con NaOCl por 30 s.

La gráfica (Figura 17) muestra los resultados de activación de los 10 dientes del grupo con activación ultrasónica con NaOCl, podemos notar un aumento de temperatura en todos los dientes que fueron activados, a lo largo de los 30 s el cambio de temperatura fluctúa, pero podemos notar que llega a temperaturas por encima de los 47 °C. El pico más alto de temperatura es en el diente 1 a los 16 s al llegar a 54 °C. El diente 1 alcanza una temperatura de 47.6 °C a los 6 s, el diente 2 alcanza 47 °C a los 9 s el 3 alcanza los 47 °C a los 11 s, el diente 4 alcanza 48.1 °C a los 20 s, el diente 5 a alcanza los 47.6 °C a los 26 s, los dientes 7,8,9,10 tienen un aumento de temperatura pero esta no sobrepasa los 47 °C.

La gráfica en la Figura 18 contiene resultados obtenidos del grupo utilizando Activación Ultrasónica con NaOCl a los 60 s. Podemos notar el cambio de temperatura durante la activación ultrasónica con fluctuaciones hasta llegar a los 60 s.

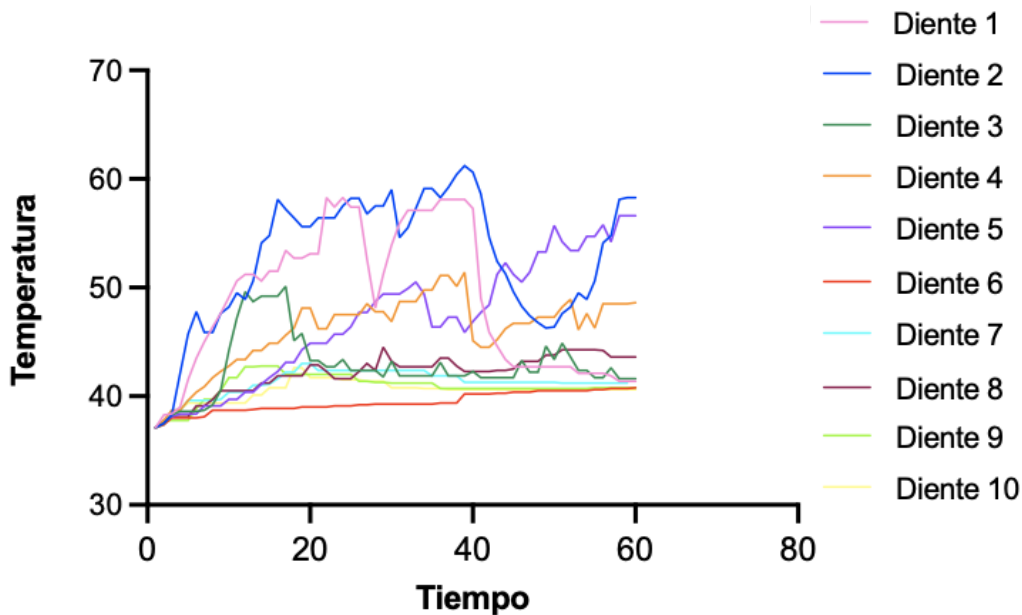


Figura 18. Gráfica de Activación Ultrasónica NaOCl 60 s

Gráfica muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Ultrasónica con NaOCl por 60 s.

La gráfica en Figura 18 nos muestra los cambios de temperatura del grupo activado con NaOCl con activación ultrasónica por 60 s. Podemos notar fluctuaciones de la temperatura a través del tiempo, podemos observar que los cambios de temperatura incrementan por encima de los 47 °C en el diente 1 con 47 °C a los 6 s. En el diente 2 llega a 47 °C a los 10 s, en el diente 3 a los 12 s llega a 49 °C, en el diente 5 llega a los 48 °C a los 20 s. En los dientes 6,7,8 y 9 hubo un aumento de temperatura, pero no mayor a 10 °C.

La tabla de la Figura 19 contiene temperatura de Activación Ultrasónica con NaOCl a los 30 y 60 s.

Muestra	Tiempo	
	30 s	60 s
Diente 1	53.9	41.4
Diente 2	59.0	58.3
Diente 3	43.2	41.6
Diente 4	46.9	48.6
Diente 5	50.5	57.1
Diente 6	39.3	40.8
Diente 7	43.2	43.6
Diente 8	42.4	41.2
Diente 9	41.2	40.8
Diente 10	40.8	40.6

Figura 19. Tabla Temperatura de Activación Ultrasónica NaOCl

Resultados del grupo con activación ultrasónica con NaOCl, temperatura inicial fue de 37°C desde 1 s. Tabla muestra temperatura en 30 y 60 s. Los resultados están expresados en °C.

La figura 20 contiene la tabla con media de resultados de grupo con Activación Ultrasónica con NaOCl 5.25% a 30 y 60 s.

Tiempo (s)	Media	DE
30	43.333	4.209
60	44.194	4.361

Figura 20. Media Activación Ultrasónica NaOCl 5.25% 30 y 60 s

Tabla muestra media de resultados en grupo de Activación Ultrasónica de 10 órganos dentarios con NaOCl a 30 y 60 s. Resultados expresados en °C.

La Figura 21 contiene gráfica de resultados obtenidos en el grupo de activación Sónica con NaOCl a los 30 s. Se puede notar el cambio de temperatura desde el inicio de la activación y sus fluctuaciones a lo largo de los 30 s.

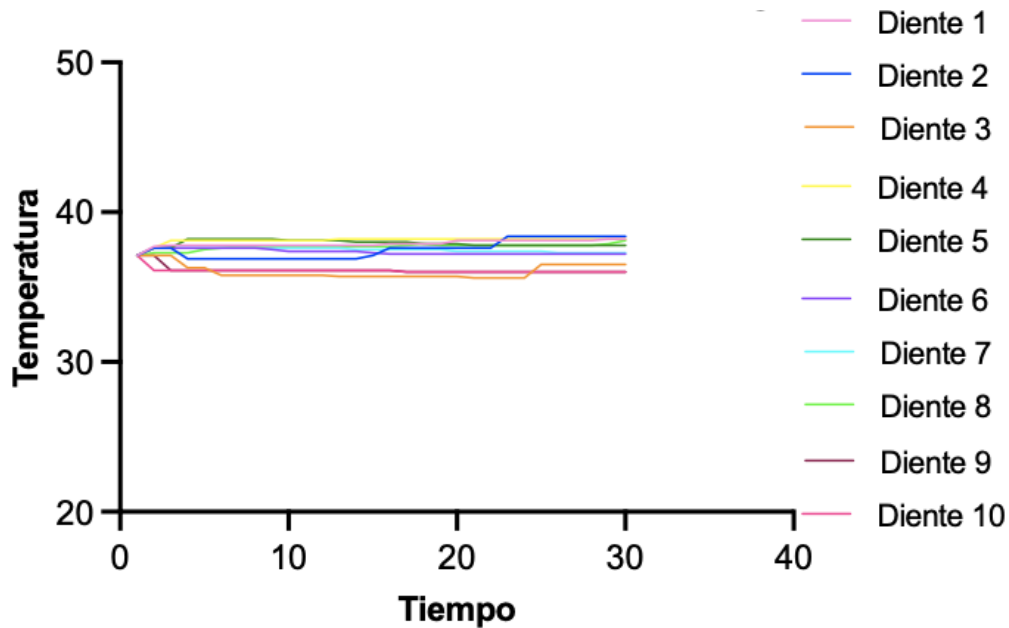


Figura 21. Activación Sónica de NaOCl a 30 s

Gráfica muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Sónica con NaOCl por 30 s.

La figura 21 demuestra gráfica de resultados obtenidos por medio de activación de grupo con NaOCl con activación sónica durante 30 s. Podemos notar que es mínimo el aumento de temperatura. El diente 1 alcanza la mayor temperatura en este grupo llegando a 39.2°C a los 30 s. Todos los dientes aumentan de .5 a 2 grados °C con excepción del diente 3, 9 y 10 los cuales demuestran un descenso de la temperatura de 1 °C. Llegando a 35.8 °C en el diente 3. El diente 9 y 10 desciende a 36.5 °C.

La Figura 22 contiene gráfica con resultados obtenidos del grupo utilizando activación Sónica con NaOCl a los 60 s.

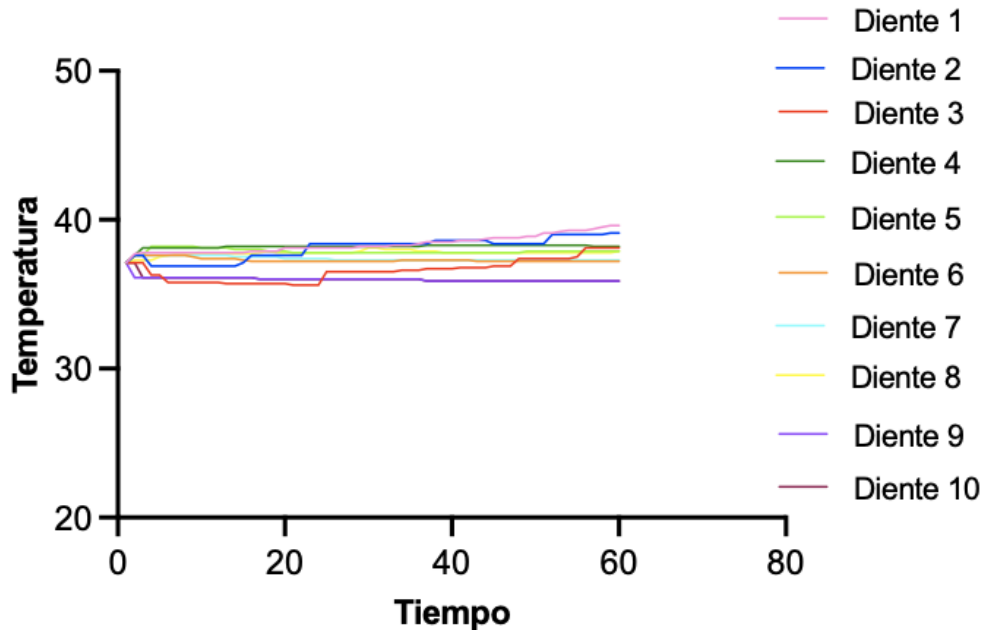


Figura 22. Activación Sónica NaOCl 60 s

Gráfica muestra los cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de activación sónica con NaOCl por 60 s.

La Figura 22 muestra el gráfico con cambios de temperatura del grupo activado con activación sónica durante 60 s. Podemos observar un ligero aumento temperatura en dientes 1,2,4,5,7,8, que aumenta de 0.5 a 1 °C. Mientras que en dientes 3 se puede observar en la gráfica un descenso que llega hasta los 35 °C, seguido de un aumento de temperatura en el s 24 hasta llegar a los 38 °C a los 57 s En el diente 9 y 10 hay un descenso de temperatura que llega a los 36 °C el cual se mantiene hasta llegar a los 60 s.

La Figura 23 contiene tabla con resultados de grupo con activación sónica con NaOCl a los 30 y 60 s.

Muestra	Tiempo (s)	
	30	60
Diente 1	39.2	38.5
Diente 2	38.2	39.6
Diente 3	38.4	39.1
Diente 4	36.5	38.1
Diente 5	38.2	38.2
Diente 6	37.8	37.9
Diente 7	37.2	37.2
Diente 8	37.3	37.3
Diente 9	38.1	37.9
Diente 10	36.0	35.9

Figura 23. Tabla Activación Sónica con NaOCl a los 30 y 60 s.

Resultados del grupo con activación sónica con NaOCl, temperatura inicial fue de 37°C desde 1 s. Tabla muestra temperatura en 30 y 60 s. Los resultados están expresados en °C.

La Figura 24 muestra la media de resultados de grupo con activación sónica de NaOCl 5.25% a 30 y 60 s.

Tiempo (s)	Media	DE
30	37.221	816
60	37.356	875

Figura 24. Activación Sónica de NaOCl 5.25% a 30 y 60 s

Tabla de media de resultados en grupo de Activación Sónica de 10 órganos dentarios con NaOCl a 30 y 60 s. Resultados expresados en grados °C.

La Figura 25 contiene gráfica con resultados obtenidos del grupo utilizando activación Ultrasónica con EDTA a los 30 s.

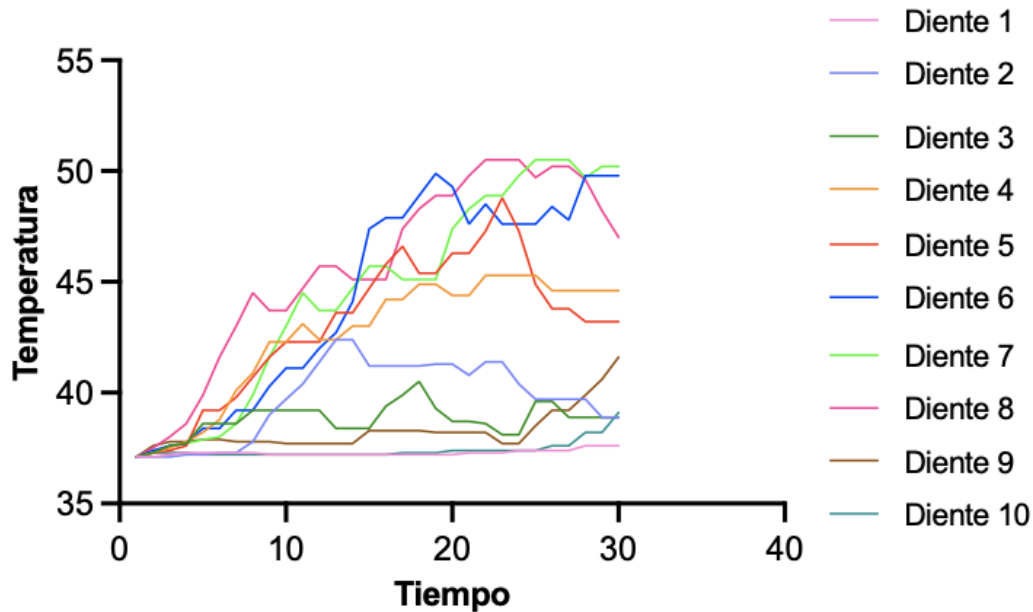


Figura 25. Gráfica Activación Ultrasonica EDTA 30 s

Gráfica muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Ultrasonica con EDTA por 30 s.

La figura 25 muestra gráfica de las fluctuaciones de temperatura en el grupo activado con EDTA mediante activación ultrasónica por 30 s. Podemos observar incremento de temperatura en la mayoría de los órganos dentarios en este grupo de estudio. Se puede observar en la gráfica un aumento de temperatura por encima de los 47 °C en dientes 5,6,7,8, de los cuales el diente 8 llega a una temperatura máxima de 50.5°C a los 24 s. El diente 5 llega los 47.3 °C a los 22 s. El diente 6 llega a una temperatura máxima de 49.9 °C a los 19 s y el diente 7 llega a una temperatura máxima de 49.9 °C a los 26 s.

La Gráfica 6 contiene resultados obtenidos del grupo utilizando activación Ultrasónica con EDTA a los 60 s.

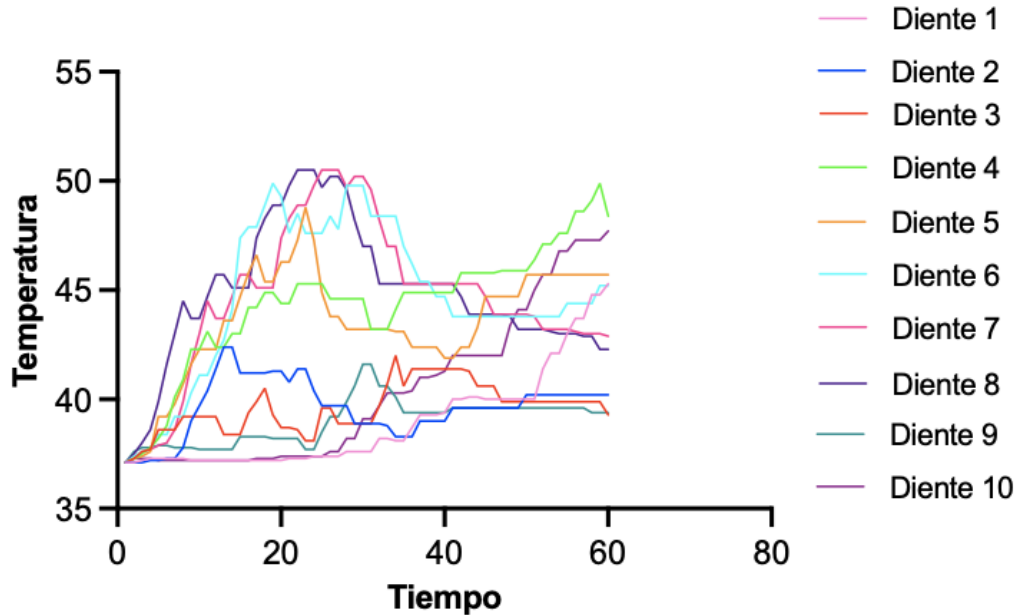


Figura 26. Activación Ultrasónica EDTA 60 s

Muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Ultrasónica con EDTA por 60 s.

La figura 26 muestra los cambios de temperatura del grupo activado con EDTA y activación ultrasónica a los 60 s. Podemos notar incremento de la temperatura en la mayoría de los órganos dentarios estudiados. En los dientes 7 y 8 podemos notar el mayor aumento de temperatura. En el diente 7 podemos ver un incremento de temperatura de 50.06 °C a los 24 s y en el diente 8 podemos ver un incremento de temperatura de 50.05 °C a los 27 s. También podemos notar un aumento de la temperatura por encima de los 47 °C en los dientes 5,6,10. En el diente 5 llega a los 47.3 °C a los 22 s. En el diente 6 llega a los 47.7 °C a los 15 s. En el diente 10 llega a los 47.7 °C a los 57 s.

La figura 27 contiene tabla resultados de grupo con Activación Ultrasónica con EDTA a los 30 y 60 s.

Muestra	Tiempo (s)	
	30	60
Diente 1	37.6	45.3
Diente 2	38.9	40.2
Diente 3	38.9	39.3
Diente 4	44.6	48.4
Diente 5	43.2	45.7
Diente 6	49.8	45.2
Diente 7	50.2	42.9
Diente 8	48.2	42.3
Diente 9	41.6	39.4
Diente 10	39.1	47.7

Figura 27. Activación Ultrasónica con EDTA 30 y 60 s

Resultados del grupo 2, temperatura inicial fue de 37°C desde 1 s. Tabla muestra temperatura en 30 y 60 s. Los resultados están expresados en °C.

La Figura 28 contiene media de resultados de grupo con Activación Ultrasónica con EDTA a 30 y 60 s.

Tiempo (s)	Media	DE
30	41.161	3.207
60	43.39	3.247

Figura 28. Activación Ultrasónica con EDTA a 30 y 60 s

Media de resultados en grupo con Activación Ultrasónica de 10 órganos dentarios con EDTA a 30 y 60 s. Resultados expresados en °C.

La Figura 29 contiene resultados obtenidos del grupo utilizando activación Sónica con EDTA a los 30 s.

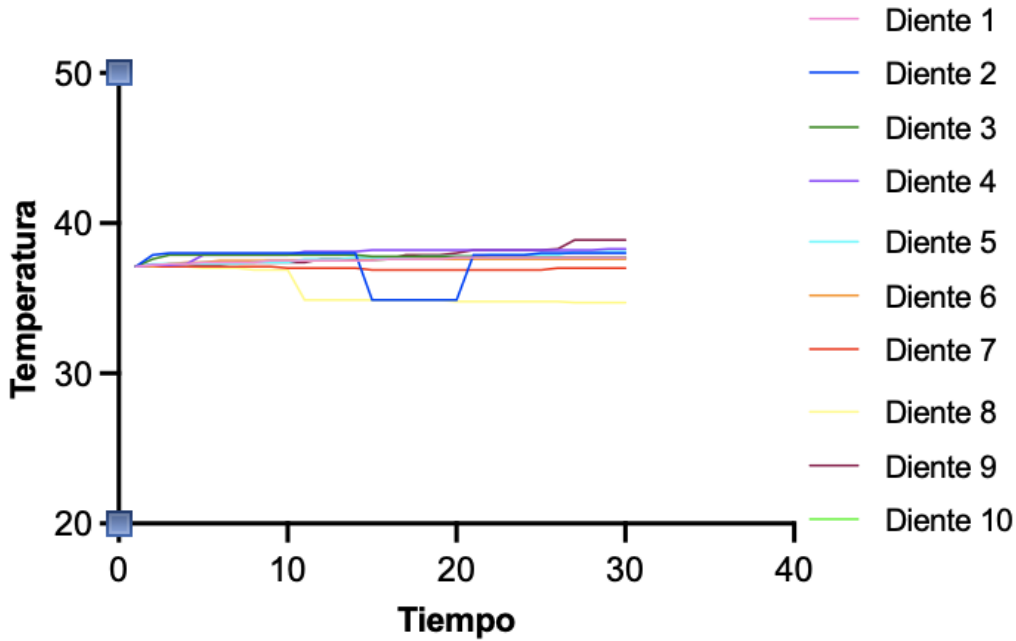


Figura 29. Activación Sónica EDTA 30 s

En gráfica se observan cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Sónica con EDTA por 30 s.

La Figura 29 contiene gráfica donde se observan los cambios de temperatura en el grupo con EDTA y activación sónica a 30 s. El diente con mayor aumento en la temperatura es el diente 9 el cual alcanzó 38.9°C con un aumento gradual hasta llegar a los 30 s. El diente 4 también tuvo un aumento de temperatura que llegó a los 38.2 °C a los 15 s y se mantuvo hasta llegar a los 28 s donde hubo un incremento de temperatura de .01°C. El diente 2 tuvo un incremento a los 3 s de 38°C el cual se mantuvo hasta llegar a los 14 s donde hubo un descenso de temperatura de hasta llegar a los 35 °C se mantuvo a los 20 s y volvió a aumentar a 37.9 °C. El diente 10 mantuvo una temperatura constante de

37 °C hasta llegar a los 10 s, donde hubo un descenso de la temperatura a 35 °C el cual se mantuvo hasta llegar a los 30 s.

Los dientes 1,3,5,6,7,8,9 tuvieron un ligero incremento de temperatura con algunas fluctuaciones que variaron de .01-.5 °C hasta llegar a los 30 s.

En Figura 30 se observa gráfica donde se encuentran resultados obtenidos en grupo con activación sónica con EDTA a los 60 s.

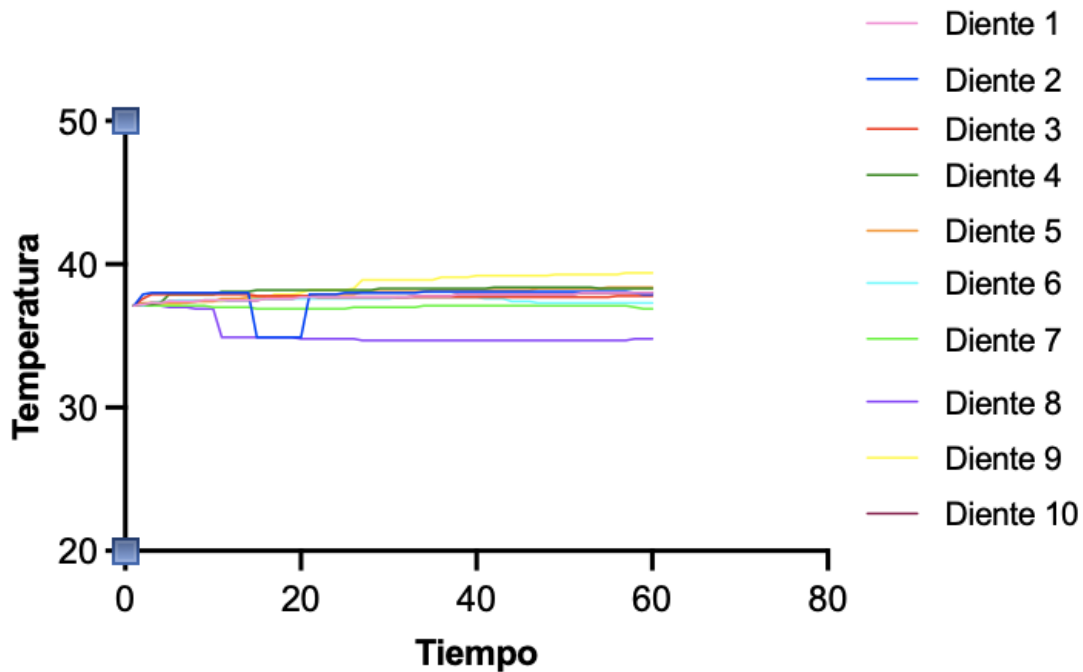


Figura 30. Activación Sónica EDTA 60 s

Gráfica muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Activación Sónica con EDTA por 60 s.

En la figura 30 se muestra gráfica con cambios de temperatura en el grupo de activación con EDTA y activación sónica a los 60 s. El diente 9 es el que demuestra tener un mayor

IX. RESULTADOS

aumento de temperatura, es constante durante el tiempo y llega hasta los 39.4 °C a los 60 s. El diente 2 tuvo un aumento de temperatura a los 3 s a 38 °C y se mantuvo hasta los 14 s donde tuvo un descenso a 35°C se mantuvo hasta los 34 s y volvió a aumentar a los 37.9 °C, y se mantuvo hasta llegar a los 60 s. El diente 10 tuvo un descenso a los 11 s hasta llegar a los 34.9 °C y se mantuvo hasta llegar a los 60 s. Los órganos dentarios restantes tuvieron fluctuaciones en la temperatura que varían de .01-.5 °C.

La Figura 31 muestra tabla con resultados de Activación Sónica con EDTA a 30 y 60 s.

Muestra	Tiempo (s)	
	30	60
Diente 1	37.7	38.0
Diente 2	38.0	37.9
Diente 3	37.7	37.8
Diente 4	38.3	39.3
Diente 5	38.1	38.4
Diente 6	37.6	37.3
Diente 7	37.0	36.9
Diente 8	34.7	34.8
Diente 9	38.9	38.4
Diente 10	37.7	38.0

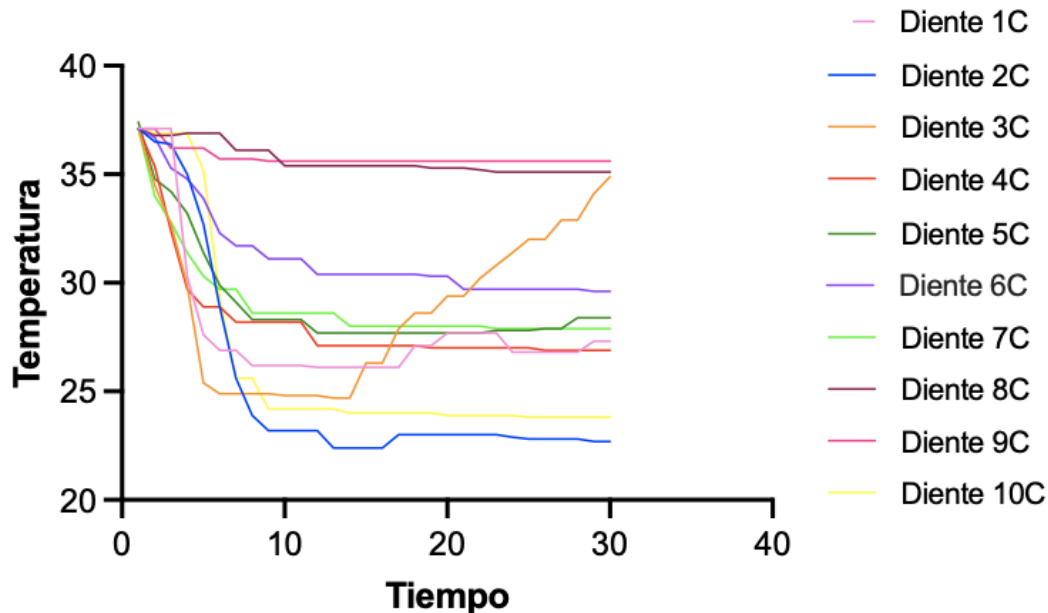
Tabla demuestra resultados del grupo con activación sónica con EDTA, temperatura inicial fue de 37°C desde segundo 1. Tabla muestra temperatura en 30 y 60 s. Los resultados están expresados en °C.

Tiempo	Media	DE
30 s	37.372	698
60 s	37.517	925

Figura 31. Media Activación Sónica EDTA 30 y 60 s

Tabla demuestra media de resultados en grupo con activación sónica de 10 órganos dentarios con EDTA a 30 y 60 s. Resultados expresados en grados Celsius (°C).

La Figura 31 contiene resultados de grupo control a los 30 s. Con irrigación manual.



Gráfica muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Irrigación Manual con NaOCl por 30 s.

La figura 31 muestra gráfica con cambio de temperatura en el grupo 3, que es grupo control, durante la irrigación manual por 30 s. Podemos notar un descenso de la temperatura en todos los órganos dentarios de este grupo de estudio. Podemos notar que el mayor descenso lo tiene el diente 2 desde el primer segundo de irrigación descendiendo hasta los 22 °C, se mantiene y continua lineal hasta los 30 s. El diente 10

IX. RESULTADOS

y diente 9 también tienen un gran descenso de temperatura llegando hasta los 25 y 26 °C. El diente 3 tiene un descenso de temperatura hasta los 25 °C, este vuelve a aumentar su temperatura a los 14 s de manera gradual hasta llegar a los 34.9 °C a los 30 s. Los dientes restantes del grupo tienen un descenso de 2-5 °C.

La Figura 32 muestra los resultados de grupo control a 60 s. Con irrigación manual.

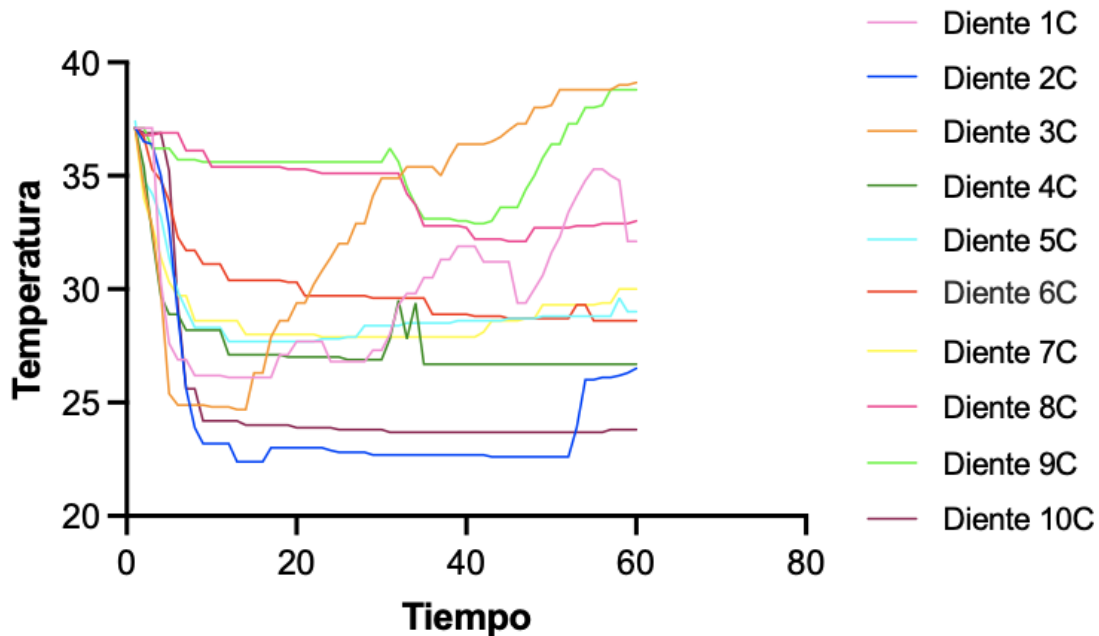


Figura 32. Grupo Control. Irrigación Manual 60 s.

Muestra cambios de temperatura en 10 órganos dentarios por medio de Irrigación Manual con NaOCl por 60 s.

En la Figura 32 podemos observar los cambios de temperatura del grupo control, con irrigación manual. En este grupo podemos observar el descenso de temperatura en la mayoría de los dientes de este estudio. En algunos grupos se ven fluctuaciones de temperatura después del descenso de esta. Podemos observar que el diente con mayor descenso de temperatura es el diente 2 que llega hasta los 22.7 °C y se mantiene hasta llegar a los 52 s donde comienza el aumento de temperatura hasta llegar a los 25 °C y se mantiene hasta llegar a los 60 s. El diente 5 tiene un descenso de la temperatura desde los 5 s hasta los 24.9 °C donde se mantiene estable la temperatura hasta los 14 s, después hay un incremento de temperatura gradual hasta llegar a los 39 °C hasta alcanzar los 60 s.

La Figura 33 muestra gráfica con resultados de Grupo Control con Irrigación Manual a 30 y 60 s.

Muestra	Tiempo (s)	
	30	60
Diente 1	27.3	32.1
Diente 2	22.7	26.5
Diente 3	34.9	39.1
Diente 4	26.9	26.7
Diente 5	28.4	29.0
Diente 6	29.6	28.6
Diente 7	27.9	30.0
Diente 8	35.1	33.0
Diente 9	35.6	38.8
Diente 10	23.7	25.1

Figura 33. Temperatura Irrigación Manual

Resultados del grupo 3, Grupo Control, temperatura inicial fue de 37 °C desde segundo 1.

Tabla muestra temperatura en 30 y 60 s. Los resultados están expresados en °C.

La Figura 34 muestra la media de resultados de Grupo Control con Irrigación Manual a 30 y 60 s.

Tiempo (s)	Media	DE
30	29.764	3.526
60	29.762	3.684

Figura 34. Irrigación Manual

Tabla muestra media de resultados grupo de Irrigación manual de 10 órganos dentarios con NaOCl a 30 y 60 s. Resultados expresados en °C.

Figura 35 muestra gráfica de media de resultados en cada grupo de estudio a los 30 y 60 s.

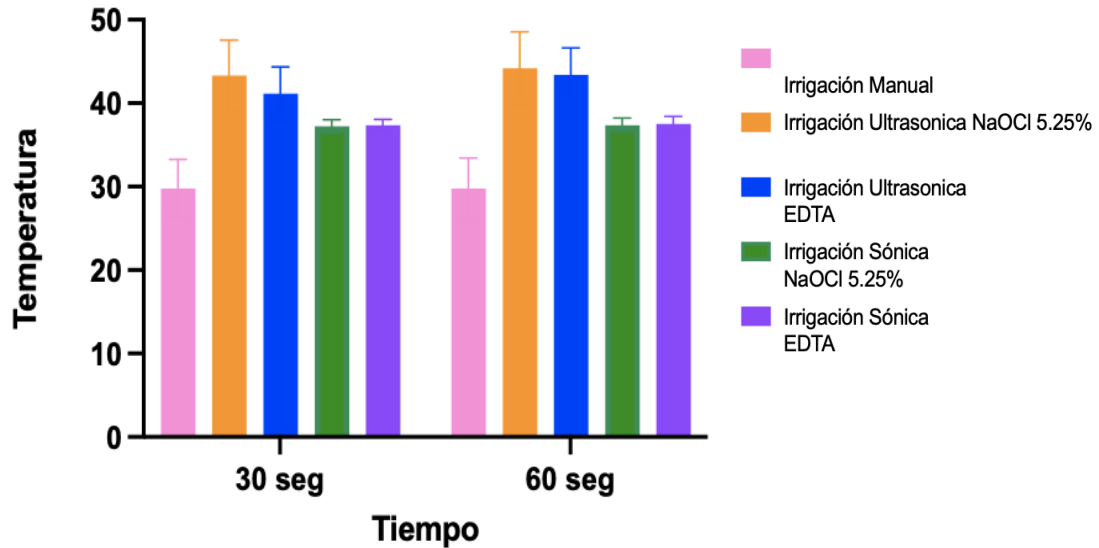


Figura 35. Gráfica de Comparación de Temperaturas

Gráfica muestra diferencias en la media de resultados. En grupo de irrigación manual (GC) a 30 s marcó 29.79 °C, a los 60 s 29.72 °C. En grupo de activación Ultrasónica con NaOCl a 30 s dio resultado de 43.33 °C; a 60 s 44.19 °C. En grupo de activación Ultrasónica con EDTA a 30 s dio resultado de 41.16 °C, a 60 s 43.39 °C. En grupo de activación Sónica con NaOCl a 30 s dio resultado de 37.22 °C, a 60 s 37.35 °C. En el grupo de activación Sónica con EDTA a 30 s dio resultado de 37.37°C y a 60 s 37.51 °C.

Figura 36 muestra diferencia en medias de la temperatura de cada grupo de estudio por 60 s.

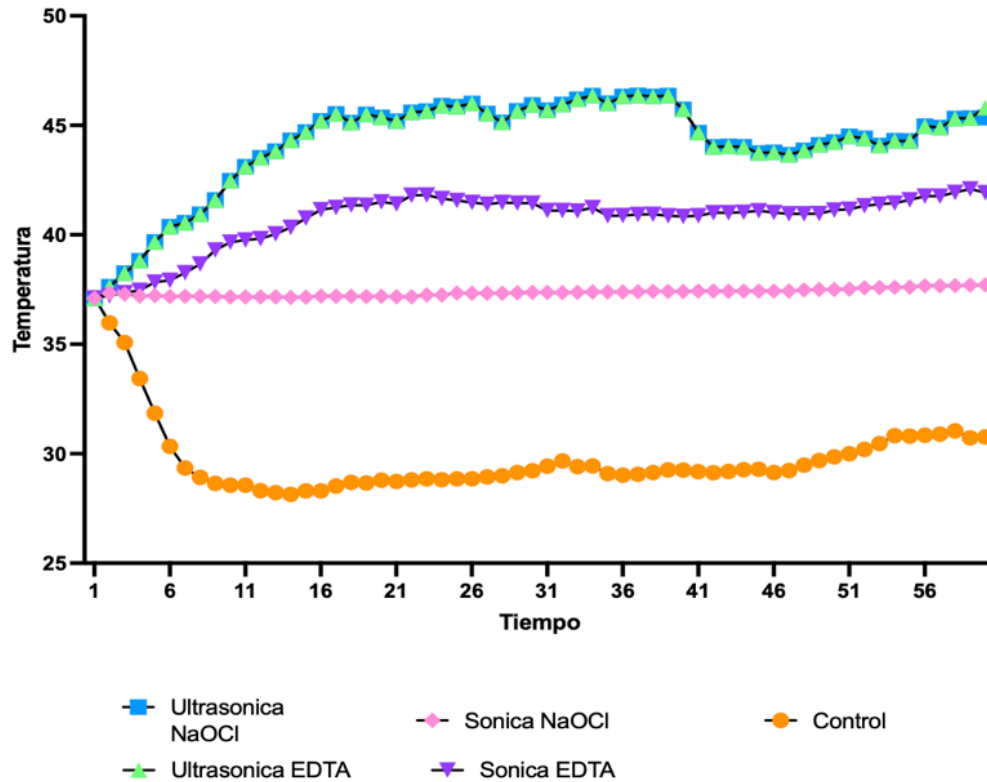


Figura 36. Diferencia en Medias de Grupos de Estudio

En la figura 36 podemos observar los cambios de los diferentes grupos de activación cada uno con los tipos de irrigantes estudiados. Podemos notar que la activación ultrasónica ya sea con EDTA o con NaOCl tiene un incremento de temperatura constante y se mantiene durante el tiempo de activación con algunas fluctuaciones en temperatura.

La activación sónica con EDTA presenta un aumento de temperatura con un máximo de 39 °C y se mantiene constante hasta llegar a los 60 s.

IX. RESULTADOS

La activación sónica con NaOCl tiene una media la cual aumenta muy poco, aproximadamente de 1 grado evaluando desde los 37 °C.

La prueba control tiene un descenso al comenzar con la activación, desde el segundo 1, hay algunas fluctuaciones de la temperatura, pero esta se mantiene por debajo de la temperatura corporal.

Los resultados del análisis sugieren que existe una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre Irrigación manual y usar todos los grupos de Activación. También existe una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre usar Activación Ultrasónica con NaOCl y Activación Sónica con NaOCl a los 30 segundos. También sugieren que hay una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre usar Activación Ultrasónica con EDTA y Activación Sónica con EDTA.

Post hoc Tukey	Dentro intervalo de confianza	Resumen	Valor de P Ajustado
30 s			
Activación Ultrasónica NaOCl vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Ultrasónica EDTA vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Sónica NaOCl 5.25% vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Sónica EDTA vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Ultrasónica EDTA vs. Activación Ultrasónica NaOCl	No	ns	4.682
Activación Sónica NaOCl 5.25% vs. Activación Ultrasónica NaOCl	Si	***	1
Activación Sónica EDTA vs. Irrigación Ultrasónica EDTA	Si	*	386
Activación Sónica EDTA vs. Irrigación Sónica NaOCl 5.25%	No	ns	>0.9999

Figura 37. Tabla de prueba de comparación post hoc Tukey 30 s

****: *Muy significativo*, ***: *Significativo*, P: 0.05, ns: *No significativo*

Los resultados del análisis estadístico sugieren que existe una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre Irrigación manual y usar todos los grupos de Activación. También resultados del análisis sugieren que existe una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre usar Activación Ultrasónica con NaOCl y Activación Sónica con NaOCl a los 60 s. También sugieren que hay una diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) entre usar Activación Ultrasónica con EDTA y Activación Sónica con EDTA.

Post hoc Tukey	Dentro intervalo de confianza	Resumen	Valor de P ajustado
60 s			
Activación Ultrasónica NaOCl 5.25% vs Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Ultrasónica EDTA vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Sónica NaOCl 5.25% vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Sónica EDTA vs. Irrigación Manual	Si	****	<0.0001
Activación Ultrasónica EDTA vs. Activación Ultrasónica NaOCl	No	ns	9.729
Activación Sónica NaOCl 5.25% vs. Activación Ultrasónica NaOCl	Si	****	<0.0001
Activación Sónica EDTA vs. Activación Ultrasónica EDTA	Si	***	2
Activación Sónica EDTA vs. Activación Sónica NaOCl 5.25%	No	ns	>0.9999

Figura 38. Tabla de prueba comparación post hoc Tukey 60 s

****: *Muy significativo*, ***: *Significativo*, P: 0.05, ns: *No significativo*

X. DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluaron dos dispositivos de activación ambos a diferentes potencias, con el fin de evaluar el aumento de temperatura en la superficie radicular de órganos dentarios uniradiculares extraídos durante la activación de NaOCl y EDTA, en diferentes grupos de estudio, esto utilizando un termopar unido al tercio medio radicular.

En 1988 Cameron *et al.* realizaron una prueba sobre los cambios de temperatura en la superficie radicular de un canino con raíz inmadura y otro con raíz madura se midieron con termopares colocados dentro del conducto radicular y en la superficie externa de la raíz. Un flujo continuo de irrigante hizo que la temperatura externa cayera de 37° a 32°. En la técnica intermitente registró un pico de temperatura de 45° internamente y 40° en la superficie externa de la raíz. El grosor de la pared del conducto radicular tuvo un efecto sobre la tasa de cambio de temperatura más que sobre la temperatura final.

En 2007 Zehlter *et al.* realizaron un estudio acerca de los cambios de temperatura durante la activación ultrasónica donde el estudio evaluó los cambios de temperatura durante la activación ultrasónica. Los conductos radiculares de tres caninos maxilares extraídos se agrandaron al tamaño #45. Se montaron termopares a 3, 6 y 9 mm del agujero apical. Los dientes se colocaron en un baño de agua a 37 °C. Se suministró agua destilada (20°C) de forma continua a través de una unidad ultrasónica (grupo 1) y se depositó en el conducto radicular antes de la activación ultrasónica (grupo 2); para la activación, se utilizaron insertos de níquel-titanio (NiTi) no cortantes o limas K de acero inoxidable #15, #25 y #35. Antes y durante la activación ultrasónica, las temperaturas se midieron continuamente durante 210 s. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza y pruebas post hoc de Scheffe. Las temperaturas disminuyeron inicialmente hasta en 7.4 °C; estas gotas fueron significativamente menores en el grupo 1 que en el grupo 2 ($p < 0,001$) en el tercio medio y apical del conducto radicular. Las disminuciones

fueron seguidas por aumentos de temperatura para todos los insertos en el grupo 2. Sin embargo, en el grupo 1, las temperaturas apenas alcanzaron los valores de referencia en los tercios medio y apical; en el tercio coronal del conducto radicular se midieron temperaturas más bajas. En el grupo 2, los aumentos medios de temperatura fueron de 7.7 °C, 7.5 °C y 4.2 °C en los tercios coronal, medio y apical del conducto radicular. Aquí, las inserciones de tipo K-file de tamaño #35 generaron la temperatura más alta y las inserciones de tamaño #15 generaron las temperaturas más bajas; Los insertos de NiTi fueron más efectivos que las limas K de tamaño #15 y menos efectivos que las limas K #35. El flujo continuo anuló el potencial de la activación ultrasónica para calentar las soluciones de riego. Los instrumentos de NiTi que no cortan y las limas K grandes fueron más efectivos que las limas K pequeñas para calentar los irrigantes depositados.

Los resultados del presente estudio nos mostraron aumento de temperatura en los dos sistemas de activación, comparados a la temperatura inicial, creado por las vibraciones del activador. El dispositivo NSK Varios tuvo mayor aumento de temperatura que llega a una mayor potencia, tuvo mayor aumento de temperatura.

Otro factor que influyó en la temperatura fue que a medida que aumentaba el tiempo aumentaba la temperatura.

XI. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un estudio *in vitro* para evaluar el aumento de temperatura sobre la superficie radicular durante la activación de irrigante NaOCl 5.25% y EDTA 17% con sistema NSK Varios y EQS Metabiomed, a través de un termómetro con sensor digital para evaluar las fluctuaciones de temperatura a través del tiempo.

1. Se observó un cambio de temperatura estadísticamente significativo entre grupo de irrigación (GC) y los diferentes grupos de activación, en la irrigación la temperatura descendió significativamente y en la activación se elevó la temperatura. Por otra parte, el factor tiempo influyó en la temperatura, ya que se observó cómo aumentaba, a medida que aumentaba el tiempo de experimentación.
2. También se notó un cambio de temperatura estadísticamente significativo entre grupo de irrigación (GC) y los diferentes grupos de activación, en la irrigación la temperatura descendió significativamente y en la activación se elevó la temperatura.
3. En grupo con activación NaOCl hubo un aumento estadísticamente significativo en activación ultrasónica, mientras que la activación sónica no tuvo aumento significativo.
4. En el grupo con activación con EDTA hubo incremento de temperatura estadísticamente significativo en activación ultrasónica mientras que en activación sónica sin cambio estadísticamente significativo.

XI. CONCLUSIONES

5. En comparación de activación ultrasónica con NaOCl y activación ultrasónica con EDTA, hubo un ligero aumento de temperatura con NaOCl, sin cambio estadísticamente significativo.
6. En la activación sónica con NaOCl en comparación con activación sónica con EDTA hubo un ligero aumento de temperatura con EDTA, sin cambio estadísticamente significativo.
7. Los cambios de temperatura que provocaron los sistemas de activación estuvieron por encima de la temperatura inicial a 37 °C, la activación ultrasónica de NaOCl marcó una temperatura máxima de 61 °C en la activación a 40 s, con una media de 44.19 °C. La activación ultrasónica de EDTA muestra una máxima de temperatura de 50°C a 30 segundos de activación, con una media de 43.39 °C a los 60 s.

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alternativa.

XII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudio a diferentes concentraciones de NaOCl ya que esta fue la solución en la que hubo un mayor aumento en la temperatura.

También se recomienda realizar estudio con tiempos de activación menores a los realizados en este estudio.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Eleazer PD, Glickman GN, Scott JD, Mcclanahan B, Terry S, Webb D, et al. Glossary of Endodontic Terms. Tenth Edition. 2018.
2. Hargreaves K, BL. Cohen's Pathways of the Pulp. Vol. 13. Elsevier; 2016. 209–260 p.
3. Plotino G, Pameijer C, Grande N, Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. J Endod. 2007 Feb;33(2):81–95.
4. Suresh Chandra BG V. Grossman's Endodontic Practice. 13th ed. Wolters Kluwer Health; 2014. 312–320 p.
5. Patel J, Sheth T, Thakore D, Dhamat D. Biomimetics in Endodontics: A Review of the Changing Trends in Endodontics. J Adv Oral Res. 2018 May;9(1–2):11–4.
6. Soares I, Goldberg F. Endodoncia. Técnicas y Fundamentos. . Medica Panamericana. Buenos Aires; 2002.
7. Vertucci F. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1984 Nov;58(5):589–99.
8. Fox A, Heeley J. Histological study of pulps of human primary teeth. Arch Oral Biol. 1980;25(2):103–10.
9. Zehnder M. Root Canal Irrigants. J Endod. 2006 May;32(5):389–98.
10. Bettina Basrani. Endodontic Irrigation Chemical disinfection of the root canal system. Springer. Vol. 1. Toronto; 2015.
11. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. Dent Clin North Am. 2010 Apr;54(2):291–312.
12. WALMSLEY AD, LUMLEY PJ, LAIRD WRE. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. Int Endod J. 1989 May;22(3):125–32.
13. Bettina Basrani. Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system. 1 st. Springer; 2015.
14. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LWM. Evaluation of a Sonic Device Designed to Activate Irrigant in the Root Canal. J Endod. 2010 Jan;36(1):143–6.

15. Zeltner M, Peters O, Paqué F. Temperature Changes During Ultrasonic Irrigation with Different Inserts and Modes of Activation. *J Endod.* 2009 Apr;35(4).
16. Stock CJR. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J.* 1971;175–82.
17. Eriksson R, Albrektsson A. The Effect of Heat on Regeneration: An Experimental Study in the Rabbit Growth Chamber Bone Using the Bone. Vol. 42, *J Oral Maxillofac Surg.* 1984.
18. Richman JD. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Med Dent J .* 1957;
19. Lucas W. Cristescua R. Los ultrasonidos en endodoncia. 2000;
20. Walmsley A. Applications of ultrasound in dentistry. . *Ultrasound Med Biol.* 1988;
21. Clark D. The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. *DentToday.* 2004;23:74–81.
22. Buchanan L. Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. . *Dent Today .* 2002;
23. Sempira H., Hartwell R. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. *J Endod.* 2000;26:672–3.
24. Ward JR., Parashos P., Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *J Endod.* 2003;
25. Hulsmann M. Removal of silver cones and fractured instruments using the canal finder system. *Journal Endodontics.* 1990;
26. Lin Y, Mickel A, Jones J, Montagnese T, Gonzalez A. Evaluation of cutting efficiency of ultrasonic tips used in orthograde endodontic treatment. . *J Endod.* 2006;
27. Feldman G., Solomon C., Moskovitz E. Retrieving broken endodontic instruments. *Journal Am Dental Association.* 1974;
28. Lee SJ., Wu MK., Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *J Endod .* 1975;16.

29. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* . 1983;
30. Teplitsky P., Chenail B., Mack B., Machnee C. Endodontic irrigation: a comparison of endosonic and syringe delivery systems. *Int Endod J* . 1987;
31. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1977;44.
32. Ahmad M., Pitt T., Crum L. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endodon*. 1987;13.
33. Baumgartner J., Cuenin P. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod*. 1992;18.
34. Walters M., Baumgartner J., Marshall J. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod*. 2002;
35. Carr G. Pathways of the pulp. St. Louis: Mosby, editor. Vol. 4. 1994. 546–552 p.
36. Siqueira JF., Rocas IN., Favieri A., Lima K. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2,5% and 5,25% sodium hypochlorite. . *J Endodon*. 2000;
37. Baumgartner J, Johal S, Marshall J. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for Root Canal Irrigation. *J Endod*. 2007;33(1):48–51.
38. Moreno A. Thermomechanical softened gutta-percha root canal filling. *J Endodon*. 1977;186–8.
39. Moreno A. Temperature changes in thermoplasticized gutta-percha: a comparison of two ultrasonic units. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989;
40. Baumgardner KR., Krell KV. Ultrasoniccondensationofgutta-percha:aninvitro dye penetration and scanning electron microscope study. *J Endod* . 1990;
41. Witherspoon D., Ham K. One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2001;
42. Lawley G., Schindler W., Walker W., Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification.
43. Aminoshariae A., Hartwell G., Moon P. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod*. 2003;29.

44. Sumi Y., Hattori H., Hayashi K., Ueda M. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54.
45. Barnett F., Godick B., Tronstad L. Clinical suitability of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1985;
46. Barnett F., Trope M., Khoja M., Tronstad L. Bacteriological status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 1985;
47. Tronstad L., Barnett F., Schwartzben L., Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1985;
48. Martin H., Cunningham W. Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. *Int Dent J.* 1984;
49. Hashem A. Ultrasonic Vibration: Temperature Rise on External Root Surface during Broken Instrument Removal. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1070–3.
50. Gluskin A., Ruddle C., Zinman E. Thermal injury through intraradicular heat transfer using ultrasonic devices. *Primary Dental Care.* 2006;