

**Determinación de la ruptura de burbuja apical en dos equipos ultrasónicos. estudio
descriptivo**

Liliana Marcela Infante Suárez, Carolay Yisseth Navarro López

Trabajo De Grado Para Optar Por El Título De Especialistas En Endodoncia

Directores:

Dr. Hernán Becerra Buitrago

Odontólogo Especialista En Endodoncista

Dra. Vicky Constanza Ortiz Castro

Odontóloga Especialista En Endodoncista

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División De Ciencias De La Salud

Especialización En Endodoncia

2025

Dedicatoria

A mis padres, por ser mi ejemplo de esfuerzo, perseverancia y amor. Por enseñarme que con disciplina y fe todo es posible. Este logro también es de ustedes.

Liliana Marcela Infante Suárez

A mis papás, a mi hermano y a todos los que hicieron parte del proceso.

Carolay Yisseth Navarro López

Agradecimientos

A Dios, por acompañarnos en cada paso de este camino y darnos fuerzas en los momentos más difíciles.

A nuestras familias, por su amor, su paciencia y su apoyo incondicional.

A nuestros directores y asesores, por su guía, su tiempo y su compromiso durante el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Santo Tomás, por brindarnos la oportunidad de formarnos como especialistas.

Liliana Marcela Infante Suárez

Carolay Yisseth Navarro López

Contenido

1. Introducción	10
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Justificación	12
2. Marco teórico	13
2.1. Marco conceptual	13
2.2. Marco referencial	19
3. Objetivos	26
3.1 Objetivo general	25
3.2 Objetivos específicos	25
4. Método	26
4.1 Tipo de estudio	26
4.2 Selección y descripción de participantes	26
4.2.1 Población	26
4.2.2 Muestra y tipo de muestreo	26
4.2.3 Criterios de selección (inclusión y exclusión)	26
4.3 Variables	27
4.4 Instrumento	27
4.5 Procedimientos	28
4.6 Plan de análisis estadístico	29
4.6.1 Plan de análisis univariado	29
4.6.2 Plan de análisis bivariado	29
4.7 Implicaciones bioéticas	29

DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL

	5
5. Resultados	29
6. Discusión	35
7. Conclusión	38
8. Referencias bibliográficas	40
Apéndices	50
A. Consentimiento informado	50
B. Instrumento	54

Lista de tablas

Tabla 1. *Operacionalización de variables*..... 27

Tabla 2. *Instrumento de recolección de datos*..... 27

Tabla 3. *Frecuencia general de la ruptura de la burbuja apical y tiempo hasta la ruptura de la burbuja*.....30

Tabla 4. *Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical según el tiempo hasta la ruptura con cada equipo*.....31

Tabla 5. *Distribución de la frecuencia de ruptura apical según el tipo de equipo ultrasónico y el tiempo hasta la ruptura*.....34

Lista de figuras

Figura 1. *Formación de la burbuja apical*..... 19

Figura 2. *Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical con equipo ultrasónico alámbrico*.....32

Figura 3. *Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical con equipo ultrasónico inalámbrico*.....33

Resumen

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la adecuada limpieza y desinfección del sistema de conductos. La presencia de una burbuja apical o “vapor lock” puede limitar la penetración del irrigante en el tercio apical. Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del tiempo y del tipo de equipo ultrasónico (alámbrico e inalámbrico) sobre la ruptura de la burbuja apical en dientes unirradiculares. Se realizó un estudio in vitro con 52 dientes extraídos, divididos en dos grupos según el tipo de equipo, utilizando hipoclorito de sodio al 5,25% activado en ciclos de 30 segundos. Se registró radiográficamente la ruptura de la burbuja hasta un máximo de 150 segundos. El 80% de las burbujas se rompieron, principalmente en los primeros 30 segundos (28%). No hubo diferencias significativas entre equipos ($p=1,00$), pero sí con el tiempo ($p<0,001$). Se concluye que el tiempo de activación influye en la ruptura, mientras que el tipo de equipo no.

Palabras clave: irrigación endodóntica, burbuja apical, ultrasonido, cavitación, hipoclorito de sodio.

Abstract

The success of endodontic treatment depends on proper cleaning and disinfection of the root canal system. The presence of an apical bubble or “vapor lock” may limit irrigant penetration into the apical third. This study aimed to determine the effect of activation time and ultrasonic device type (corded and cordless) on apical bubble rupture in single-rooted teeth. An in vitro study was conducted using 52 extracted teeth, divided into two groups according to device type, using 5.25% sodium hypochlorite activated in 30-second cycles. The rupture of the apical bubble was radiographically recorded up to 150 seconds. Results showed that 80% of the bubbles ruptured, mainly within the first 30 seconds (28%). No significant differences were found between devices ($p=1.00$), but a significant relationship with time was observed ($p<0.001$). It is concluded that activation time influences apical bubble rupture, while the type of ultrasonic device does not.

Keywords: endodontic irrigation, apical bubble, ultrasound, cavitation, sodium hypochlorite.

1. Introducción

La burbuja apical es una pequeña acumulación de aire o gas en el área apical del conducto durante su preparación. Esto puede ocurrir debido a la introducción de líquidos o materiales durante el procedimiento, y puede interferir con la desinfección adecuada del sistema de conductos radiculares, afectando el éxito del tratamiento (Mandke, L. 2018).

La presencia de una burbuja apical aumenta el riesgo de una obturación incompleta, dejando espacios donde las bacterias pueden proliferar, provocando una infección persistente (Peters, 2004; Siqueira, 2008). La formación de burbujas apicales en endodoncia representa un desafío clínico importante. (Gupta, 2021) y (Shen & Haapasalo, 2010) señalan que estas burbujas pueden originarse por la turbulencia generada durante la irrigación, la agitación de soluciones o el uso inadecuado de jeringas, lo que afecta el sellado del conducto y aumenta el riesgo de reinfección.

Por su lado (Zehnder, 2006) resalta que la irrigación facilita la desinfección y el trabajo de los instrumentos mecánicos, pero su aplicación inadecuada puede favorecer la formación de burbujas. Se ha demostrado que, en algunos casos, el ultrasonido no es suficiente para eliminar todas las burbujas de aire. Algunos estudios sugieren que, a pesar de la activación ultrasónica, las burbujas pueden persistir debido a factores como la técnica de irrigación, el diseño de la aguja y la configuración del conducto radicular.

El ultrasonido se ha consolidado como un recurso importante en endodoncia, ya que potencia la eficacia de los procedimientos de conducto y aporta diversos beneficios. No obstante, su aplicación también implica algunas limitaciones, por lo que es esencial que los profesionales estén al tanto de sus posibles desventajas y riesgos para emplearlo de manera adecuada y obtener los mejores resultados clínicos.

1.1. Planteamiento del problema

El éxito del tratamiento endodóntico depende de una adecuada preparación, desinfección y obturación del conducto radicular. La irrigación, fundamental para la desinfección, suele realizarse con hipoclorito de sodio, cuya eficacia puede potenciarse mediante activación ultrasónica. No obstante, su desempeño se ve influido por factores como la anatomía del conducto, las limitaciones instrumentales, el barrillo dentinario y la formación de la burbuja apical (*vapor lock*) (Schilder, 1954). La burbuja apical corresponde a aire o gas atrapado en el tercio apical durante la preparación, lo que impide el acceso adecuado del irrigante y aumenta el riesgo de obturaciones incompletas y persistencia bacteriana (Mandke, 2018; Peters, 2004; Siqueira, 2008).

La activación ultrasónica del irrigante ofrece ventajas como mayor limpieza y acceso a zonas complejas; sin embargo, su eficacia depende de una correcta aplicación, ya que un uso inadecuado puede ocasionar fractura del instrumento, aumento de temperatura o una preparación deficiente (Retsas, 2022). Además, se ha observado que, aun con ultrasonido, algunas burbujas pueden persistir por variaciones en la técnica, el diseño de las agujas y la anatomía del conducto (Lee, 2004).

Los dispositivos ultrasónicos, tanto alámbricos como inalámbricos, se han propuesto para favorecer la ruptura de la burbuja apical. Los equipos alámbricos trabajan entre 25 y 50 kHz y producen un movimiento longitudinal controlado, lo que puede mejorar la activación del irrigante (Carrillo Vázquez, 2021). Sin embargo, aún existe poca evidencia sobre su capacidad específica para eliminar el *vapor lock*. De hecho, estudios recientes reportan que el equipo inalámbrico Ultra X Eighteenth no logró eliminar la burbuja tras un ciclo de 30 segundos (Ortiz V. et al., 2024).

Por lo anterior, este estudio busca comparar la eficacia de dispositivos ultrasónicos alámbricos e inalámbricos, evaluando si la variación en el tiempo de activación influye en la eliminación de la burbuja apical, con el fin de mejorar la desinfección del sistema de conductos (Ortiz V. et al., 2024).

Pregunta problema

¿Cuál es el efecto del tiempo y uso de equipos ultrasónicos alámbricos e inalámbricos en la ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares?

1.2. Justificación

Este estudio es relevante porque aborda la necesidad de determinar el tiempo aproximado para lograr la ruptura eficaz de la burbuja apical, y confirmaría que el uso del ultrasonido puede alcanzar este objetivo con éxito. Realizar una activación correcta del hipoclorito de sodio permite que la solución penetre completamente en la profundidad del conducto radicular y su compleja anatomía, contribuyendo a una preparación óptima, eficiente y libre de bacterias y microorganismos (Gu, 2009). Los resultados de este estudio podrían guiar al profesional en el establecimiento del protocolo ideal para la activación del irrigante durante una endodoncia, disminuyendo los fracasos en los tratamientos endodónticos al garantizar la ruptura de la burbuja apical (Gu, 2009).

Según menciona Weller (1980) fue el primero en informar sobre los beneficios de la activación ultrasónica del irrigante tras la instrumentación manual, señalando que la combinación de ambas técnicas era superior a su uso por separado. Estudios posteriores, como los realizados por Goodman et al. y Lev et al., también encontraron que añadir 3 minutos de PUI (activación ultrasónica pasiva) mejoraba significativamente los resultados en la limpieza de los conductos.

Esta investigación busca abordar este vacío y proporcionar una solución basada en la recomendación sugerida, modificando el tiempo y evaluando los equipos ultrasónicos para facilitar la ruptura de la burbuja apical, con el fin de lograr una limpieza intrarradicular más eficaz. Esto es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico (Ortiz, 2024).

2. Marco teórico

2.1 Marco conceptual

La irrigación en endodoncia se refiere al proceso de introducción de soluciones líquidas en el sistema de conductos radiculares durante el tratamiento de conducto. Su objetivo principal es limpiar, desinfectar y eliminar residuos, microorganismos y tejidos necróticos, facilitando así el acceso a las áreas difíciles de alcanzar. Las soluciones más comunes incluyen hipoclorito de sodio, EDTA y clorhexidina, cada una con propiedades específicas que contribuyen a la efectividad del tratamiento (Haapasalo, 2014). El objetivo final es la eliminación completa y desinfección del espacio del conducto radicular. (Basrani, 2015). La pregunta es si ese objetivo es realmente alcanzable utilizando las técnicas estándar que actualmente nos enseñan

Las ventajas de la irrigación en endodoncia (Pedullà E, 2019):
Eliminación de Microorganismos: La irrigación efectiva ayuda a eliminar bacterias y patógenos del sistema de conductos, reduciendo la posibilidad de infecciones postoperatorias.

Remoción de Tejidos Necróticos: Las soluciones irrigantes ayudan a disolver y remover tejidos muertos y residuos, mejorando la limpieza del conducto radicular.

Desinfección del Sistema de Conductos: Los irrigantes, como el hipoclorito de sodio, tienen propiedades antimicrobianas que desinfectan el conducto y su entorno.

Facilitación de la Actividad de Instrumentos: La irrigación mejora la eficacia de los instrumentos

mecánicos al eliminar los residuos que pueden dificultar su acción.

Lubricación: La irrigación proporciona un efecto lubricante que puede disminuir el riesgo de fracturas instrumentales. La desinfección y el desbridamiento podrían mejorarse mediante diferentes dispositivos de entrega de irrigantes que utilizan presión sonora, ultrasónica y negativa. En las últimas décadas, se han propuesto muchos nuevos dispositivos y técnicas para este propósito, pero aún no hay consenso sobre cuál es el más fiable y eficiente para el uso clínico. Además de los conceptos de presión positiva y negativa, las diferencias entre dispositivos se basan principalmente en la fuente y cantidad de energía liberada, pero en dispositivos similares, la conformación de la punta podría alcanzar diferentes resultados (Basrani, 2012). El ultrasonido en endodoncia ha mejorado la calidad del tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles. Desde su introducción, el ultrasonido se ha vuelto cada vez más útil en aplicaciones como el acceso a las aberturas de los conductos, la limpieza y el modelado, la obturación de los conductos radiculares, la eliminación de materiales y obstrucciones intraconductos y la cirugía endodóntica (Zehnder, 2006).

Existen tres soluciones de irrigación comúnmente utilizadas en endodoncia: Hipoclorito de sodio (NaOCl), Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Clorhexidina (CHX). Sin embargo, ninguno de estos irrigantes es capaz de cumplir con los requisitos ideales como son: ser antibacteriano, disolver tejido orgánico e inorgánico, tener sustentividad o efecto residual, lubricar adecuadamente las paredes dentinales y no ser citotóxico. (Miliani, Lobo, & Morales, 2012) Cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas en diferentes concentraciones: Las principales ventajas de NaOCl son su capacidad de disolver tejido orgánico y sus propiedades antibacterianas contra la mayoría de los microorganismos por tener un pH alcalino. La desventaja es su gran citotoxicidad en altas concentraciones. El EDTA, en cambio, elimina parte de la capa de barrillo

dentinario, pero tiene que ser utilizado con un agente antibacteriano.

La Clorhexidina (CHX), por su parte, tiene buenas propiedades antibacterianas y posee sustantividad, pero tiene la desventaja de no disolver tejido orgánico, tampoco elimina la capa de barrillo dentinario y producir reacciones alérgicas en algunos pacientes. Teniendo en cuenta las limitaciones de estos tres irrigantes. (Miliani, Lobo, & Morales, 2012).

Para limpiar y desinfectar eficazmente el sistema del conducto radicular, un irrigante idealmente debería: (a) tener un amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia, (b) ser capaz de digerir proteínas y tejido necrótico, (c) prevenir la formación de una capa de barrillo dentinario durante la instrumentación o disolver esta última una vez que se ha formado, (d) presentar baja tensión superficial para alcanzar áreas inaccesibles a las herramientas (túbulos dentinarios), (e) ofrecer un efecto antibacteriano a largo plazo, (f) mantener los restos dentinarios en suspensión, (g) proporcionar una acción lubricante para los instrumentos del conducto radicular, (h) ser no antigénico, no tóxico y no cancerígeno. Además, no debería tener efectos adversos sobre la dentina o la capacidad de sellado de los materiales de relleno. Además, debería ser relativamente económico, cómodo de aplicar y no causar decoloración de los dientes. (Borzini, 2016).

Hipoclorito de sodio: El hipoclorito de sodio (NaOCl) es uno de los irrigantes endodóncicos más recomendados y utilizados por su acción antibacteriana y su capacidad para disolver tejidos orgánicos, y lo ha sido durante más de 70 años. (Borzini, 2016).

Hipoclorito de sodio (NaClO) comúnmente usado en endodoncia. Contiene cloro en estado de oxidación +1, adjudicándole un fuerte poder oxidante en sustancias orgánicas y microorganismos. El ácido hipocloroso es el responsable de la actividad antibacteriana. El NaClO opera mediante tres mecanismos de acción: a) Saponificación: actúa como solvente orgánico al ser capaz de degradar grasas en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerina. b) Oxidación: actúa

oxidando aminoácidos formando principalmente aldehídos. c) Cloraminación: es la interacción del cloro y el grupo amino con la formación de cloraminas, las que interfieren en el metabolismo celular de las bacterias. Ésta acción antibacteriana se debe a la inhibición de enzimas esenciales de las bacterias por medio de la oxidación. El NaClO es usado frecuentemente en concentraciones que varían entre los 0,5% y 6% (Rochenszwalb, 2023).

La actividad antimicrobiana del NaClO depende de su concentración, siendo 5,25% la más eficiente en la eliminación de microorganismos facultativos. El NaClO al 5,25% disminuye el módulo elástico y la flexibilidad de la dentina, no así cuando es empleado en una concentración de 0,5%. Esto se debe en gran parte a la acción proteolítica del hipoclorito concentrado en la matriz dentinaria. Cuando es usado al 6% es capaz de desorganizar el biofilm y eliminar las bacterias de éste. El NaClO es el único irrigante endodóntico que disuelve tejido necrótico y materia orgánica. Disuelve efectivamente remanentes pulpares y colágeno, principal componente de la parte orgánica de la dentina. La presencia de materia orgánica (exudado inflamatorio, tejido remanente y bacterias) debilita el efecto del NaClO, por lo tanto, el tiempo y la irrigación constante son factores importantes en su efectividad. Entre las debilidades del NaClO se describen sabor desagradable, fuerte irritación de los tejidos periapicales e inhabilidad de remover el barro dentinario por sí solo, pues sólo remueve materia orgánica (Rochenszwalb, 2023).

El ultrasonido se utilizó por primera vez en odontología para preparar cavidades. El concepto de “odontología mínimamente invasiva” y el deseo de preparaciones de cavidades de tamaño pequeño significaron una nueva aplicación del ultrasonido para la preparación de cavidades. No obstante, su uso no se popularizó hasta 1955, cuando comenzó a emplearse de manera efectiva para eliminar depósitos de sarro y placa de las superficies dentales. Aunque el ultrasonido tiene múltiples aplicaciones terapéuticas y diagnósticas en odontología, así como en la

limpieza de instrumentos antes de la esterilización, su principal uso ha sido en el raspado y alisado de superficies radiculares de los dientes y el tratamiento del conducto radicular (Gupta, 2021). El ultrasonido es una vibración u onda acústica de la misma naturaleza que el sonido pero a una frecuencia superior a la frecuencia más alta perceptible por el oído humano [aproximadamente 20.000 Hz] (Shen, 2010).

La corriente acústica también puede derivarse de la oscilación de ultra alta frecuencia de la punta ultrasónica colocado en un líquido. Limpiar un objeto requiere disolver un contaminante (remover la sustancia de una pared y ponerlo en solución) y luego desplazar la capa saturada del contaminante para que una solución de limpieza fresca pueda entrar en contacto con la superficie no saturada del contaminante. El efecto de implosión de la cavitación ultrasónica es increíblemente efectivo para lograr esto, especialmente eficaz en superficies irregulares y de difícil acceso que normalmente son inaccesibles a través de medios convencionales, como solo la irrigación (Siqueira, 2008).

Otro estudio sugiere que cuando se proyecta una onda ultrasónica en un líquido, se crea una presión negativa que causa la fractura del líquido, un proceso conocido como cavitación. La cavitación crea burbujas que oscilan en las ondas ultrasónicas proyectadas. A medida que las ondas ultrasónicas continúan, estas burbujas crecen y se vuelven muy inestables, colapsando eventualmente en una implosión violenta. Las implosiones irradian ondas de choque de alta potencia que se disipan repetidamente a una tasa de 25,000 a 30,000 veces por segundo (25-30 kHz). Además, la implosión de las burbujas de cavitación crea temperaturas que superan los 5,000 °C y presiones que superan las 500 atmósferas. Las ondas de choque generadas por la implosión viajan a velocidades superiores a 500 mph dentro del fluido, y esta corriente se llama corriente acústica (Dutner, 2012).

Existen dos tipos de irrigación ultrasónica: una irrigación que es combinada con la instrumentación ultrasónica, y otra denominada irrigación pasiva ultrasónica (PUI: passive ultrasonic irrigation), donde no se emplea instrumentación ultrasónica. El término PUI, fue introducido por (Weller, 1980). Cuando se habla de irrigación pasiva, se refiere a que el instrumento empleado no tiene efecto cortante sobre las paredes, sino que solamente transmite la energía al irrigante. La cavitación acústica se puede definir como la creación de nuevas burbujas o la expansión, contracción y/o distorsión de las burbujas pre-existentes (núcleos) en un líquido, un proceso que está asociado a la energía acústica (Martin, 1976).

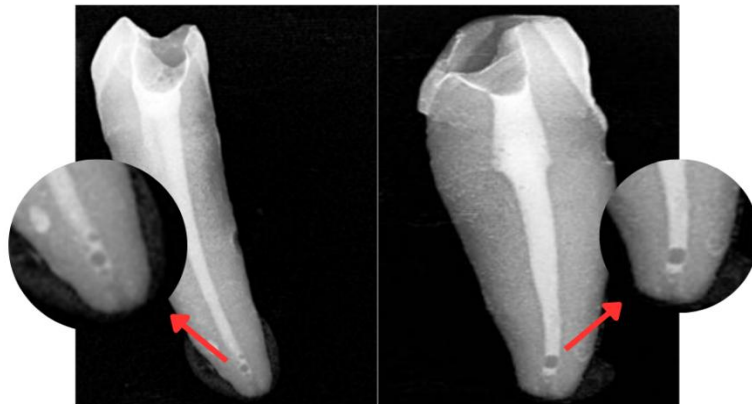
La mayoría de los estudios han mostrado resultados favorables para la PUI en comparación con la irrigación sónica. La PUI tiene algunas ventajas, a saber, el efecto de transmisión acústica que aumenta la tensión cortante de la pared y mejora la ruptura de la biopelícula intrarradicular. Sin embargo, la PUI también tiene algunas desventajas. En primer lugar, el contacto de la lima con las paredes del conducto radicular amortigua la energía del instrumento oscilante y limita el movimiento de la lima. Esta es una limitación importante en los conductos radiculares curvos, ya que la lima se detiene y no puede oscilar libremente. Además, las limas ultrasónicas, aunque tienen una punta no cortante, están hechas de acero, y el acero es más duro que la dentina, por lo que las puntas ultrasónicas podría deformar el conducto radicular y solo se recomiendan como irrigación final (Walmsley, 1989).

La burbuja apical se produce durante la irrigación, el NaOCl reacciona con tejido orgánico en el sistema de conductos radiculares, y la hidrólisis resultante libera abundantes cantidades de amoníaco y dióxido de carbono (Figura 1). La mezcla gaseosa queda atrapada en la región apical y rápidamente forma una columna de gas en la que es imposible una mayor penetración de líquido. Lo que permite que no se reduzca o se elimine la burbuja de gas ubicada en el tercio apical

impidiendo un flujo adecuado del irrigante (Basrani, 2015).

La formación de burbujas apicales durante el tratamiento endodóntico puede comprometer la eficacia del sellado y la desinfección. Para evitar su aparición, se pueden seguir varias estrategias (Zehnder, 2006):
Uso Adecuado de Soluciones Irrigantes: Evitar la agitación excesiva de las soluciones irrigantes y utilizarlas a temperaturas adecuadas para reducir la formación de burbujas.
Técnicas de Irrigación Alternativas: Emplear métodos de irrigación como la irrigación ultrasónica o el uso de jeringas con agujas especiales que minimicen la turbulencia.
Control de la Presión: Aplicar irrigantes a baja presión y con una técnica de aspiración adecuada para evitar la creación de burbujas.
Selección de Agujas de Irrigación: Utilizar agujas de irrigación con diseño específico que reduzcan el riesgo de burbujas al permitir un flujo más controlado.
Técnica de Obturación: Durante el sellado del conducto, asegurarse de que se utilicen materiales que minimicen la incorporación de aire.

Figura 1. *Formación de la burbuja apical*



2.2 Marco Referencial

Estudios (Gupta, 2021; Shen & Haapasalo, 2010) resaltan que la formación de burbujas apicales puede ocurrir debido a la turbulencia generada durante la irrigación, la agitación de

soluciones o el uso de jeringas inapropiadas. Estas burbujas pueden afectar el sellado del conducto, aumentando el riesgo de reinfección y disminuyendo la efectividad del tratamiento. Por lo tanto, es fundamental adoptar técnicas que minimicen su formación, como el uso de agujas de irrigación adecuadas y la aplicación de soluciones a baja presión.

Respecto a (Zehnder, 2006) menciona que la irrigación no solo mejora la desinfección del conducto, sino que también facilita la actividad de los instrumentos mecánicos utilizados durante el tratamiento. Sin embargo, la forma en que se aplica la irrigación puede influir en la formación de burbujas apicales, un fenómeno que puede comprometer el sellado y la efectividad del tratamiento.

Por su parte (Siqueira, & Rôças, 2008) menciona que la burbuja apical en endodoncia representa un desafío significativo en el tratamiento de conductos radiculares, ya que su presencia puede comprometer la efectividad del procedimiento. No eliminar esta burbuja puede llevar a la incapacidad de desinfectar completamente el sistema de conductos, aumentando el riesgo de reinfección y complicaciones postoperatorias. Además, la burbuja puede interferir con la obturación adecuada del espacio, lo que resulta en un sellado deficiente y, en consecuencia, en una mayor probabilidad de fracaso del tratamiento a largo plazo. Por tanto, es crucial que los profesionales de la odontología implementen técnicas efectivas para asegurar la eliminación de la burbuja apical, garantizando así un resultado favorable y la salud dental del paciente.

La activación del irrigante endodóntico parece ser un paso necesario para una limpieza más completa del sistema de conductos radiculares. Una encuesta realizada por (Dutner, 2012) Sobre el uso de irrigantes y dispositivos auxiliares para ayudar a la irrigación encontró que casi el 50% de los encuestados utilizan algún tipo de ayuda para la irrigación. De ese grupo, el 48% utilizó ultrasonido y el 34% empleó alguna forma de activación sónica.

Según (Martin H, 1976) menciona que Richman introdujo por primera vez la instrumentación ultrasónica en endodoncia en 1957 para la terapia de conductos radiculares con Cavitron© como irrigación y obtuvo buenos resultados. Sin embargo, las limas K activadas ultrasónicamente no se utilizaron para preparar los conductos antes del relleno hasta el estudio de Martin et al. El término "endosónico" fue acuñado por Martin y Cunningham y se definió como el sistema sinérgico ultrasónico de instrumentación y desinfección de conductos. Según (Walmsley, 1989) menciona que muchos artículos han probado y comparado dispositivos ultrasónicos y sónicos para la activación de irrigantes: la función principal de las piezas de mano sónicas es producir un movimiento vigoroso del líquido intracanal a través de la 'cavitación' y 'corriente acústica'.

Por lo tanto, (Boutsioukis, 2022) mencionan que la eficacia de la activación ultrasónica parece haber sido sobrevalorada en los primeros estudios in vitro y ex vivo, lo que probablemente contribuyó a su adopción prematura por una gran parte de endodoncistas y dentistas generales. La evidencia actual indica que es claramente más eficaz que la irrigación con jeringa en lo que respecta al desbridamiento de extensiones ovals no instrumentadas, aletas, istmos y canales laterales, pero hay muy poca información disponible sobre su efecto antimicrobiano en esas áreas y ningún ensayo clínico ha encontrado aún ninguna mejora en el resultado del tratamiento a largo plazo.

De la misma forma, el estudio de (Zhang , 2011) refiere que el ultrasonido se ha incorporado como una técnica innovadora en la irrigación endodóntica. Los dispositivos ultrasónicos generan vibraciones de alta frecuencia que activan soluciones irrigantes, mejorando su capacidad para penetrar y desinfectar el sistema de conductos. El uso de ultrasonido ha demostrado ser efectivo para remover tejidos necróticos y debris, así como para reducir la

formación de burbujas al facilitar un flujo más controlado de las soluciones. Además, (Bäumer, 2010) refieren que el ultrasonido permite una limpieza más eficiente, lo que puede resultar en un mejor sellado del conducto radicular y, por ende, en un menor riesgo de complicaciones postoperatorias. La combinación de técnicas ultrasónicas con irrigantes adecuados puede ofrecer resultados superiores en comparación con la irrigación convencional.

Por otro lado, (Zhang, 2011) menciona que el ultrasonido acarrea varias ventajas que son: mejora de la limpieza y desinfección permitiendo la activación de soluciones irrigantes, mejorando su capacidad para eliminar residuos y microorganismos en los conductos radiculares. Las vibraciones ultrasónicas aumentan la penetración de los irrigantes en las áreas más inaccesibles. Y menciona que al proporcionar una limpieza más eficaz, el ultrasonido mejora el sellado del conducto, lo que puede resultar en un menor riesgo de reinfección. (Zhang, 2011) recalca que se requiere capacitación adicional para que los odontólogos se familiaricen con su uso, lo que puede ser una barrera para algunos profesionales.

De otro modo, (Bäumer, 2010) aclara que estos instrumentos son eficaces para remover tejidos necróticos y detritos, lo que facilita una limpieza más completa del conducto. (Shen & haapasalo, 2010) enfatizan que la minimización de la fractura de instrumentos por la lubricación proporcionada de las soluciones irrigantes activadas ultrasónicamente reduce la fricción y el riesgo de fractura de los instrumentos mecánicos. En cuanto a (Bäumer, 2010) enfatiza que la aplicación inadecuada o excesiva del ultrasonido puede provocar daño térmico o mecánico a los tejidos circundantes, especialmente en dientes con una anatomía compleja y, que puede contribuir a la formación de burbujas apicales si no se maneja adecuadamente, lo que puede comprometer la efectividad del sellado del conducto.

En relación con este tema, (Torabinejad & Walton, 2009) resalta que la naturaleza de las

vibraciones ultrasónicas permite una mejor adaptación a las anatomías complejas de los conductos radiculares, lo que es particularmente útil en casos con curvaturas pronunciadas. Menciona que el equipo ultrasónico puede ser costoso, lo que puede limitar su uso en algunas clínicas o entre profesionales con menos recursos.

Así mismo, (Shen & Haapasalo, 2010) demuestran que la eficacia del ultrasonido depende de la habilidad del operador para manejar el dispositivo y aplicar la técnica correctamente, lo que puede llevar a variaciones en los resultados. La necesidad de reponer el irrigante se debe a que los restos de dentina, tejido, bacterias y biofilm saturan la solución de irrigación y aumentan la viscosidad de la solución hasta el punto en que no puede ocurrir actividad ultrasónica en la solución. Este efecto fue reportado por Weller y Moorer y Wesselink.

En este caso, (Bettina, 2015) ha realizado investigaciones significativas que destacan el papel del ultrasonido en el tratamiento endodóntico. En sus trabajos, enfatiza la eficacia del ultrasonido para mejorar la limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Señala que las vibraciones ultrasónicas facilitan la penetración de soluciones irrigantes en áreas difíciles de alcanzar, lo que resulta en una desinfección más completa y efectiva. Además, subraya que el uso adecuado del ultrasonido puede minimizar el daño térmico a los tejidos circundantes, siempre que se aplique con la técnica correcta. A través de su investigación, aboga por la capacitación adecuada de los profesionales para maximizar los beneficios del ultrasonido, convirtiéndolo en una herramienta invaluable en la práctica endodóntica moderna.

En el estudio de (Archer, 1992) analizaron el uso de la instrumentación ultrasónica de manera más pasiva, es decir, se utilizó después de la instrumentación manual y sin la intención de agrandar, instrumentar o impactar las paredes del conducto radicular. Así surgió el término irrigación ultrasónica pasiva (PUI). La parte "pasiva" indicaba que no había una eliminación activa

o intencional de dentina. Desafortunadamente, aunque no se pretende contactar o alterar las paredes del conducto radicular, ocurre contacto del instrumento ultrasónico oscilante con las paredes.

Además, (Bettina, 2015) menciona que la investigación sobre PUI/UAI ha examinado la capacidad de la técnica para eliminar tejido y desechos, bacterias, biopelícula, hidróxido de calcio y otros medicamentos, así como la capa de barrillo. También se ha estudiado el impacto de usar PUI/UAI en conductos curvos, el uso de un instrumento liso en comparación con una lima endodóntica, y los efectos del tamaño del instrumento y la preparación del conducto en los resultados de limpieza/desbridamiento. En general, PUI/UAI consiste en el uso de una lima endodóntica de tamaño 15 o 20 o un alambre unido a una pieza de mano ultrasónica que suministra energía ultrasónica. La profundidad de la lima dentro del conducto y la manera en que se suministra la solución irrigante durante el proceso también han sido evaluadas.

No obstante, (Nehal, 2021) realizó un estudio con el objetivo de evaluar la cantidad de material de obturación residual en el conducto radicular (Guttapercha/sellador biocerámico) después de aplicar diferentes protocolos de irrigación; en el que los resultados mostraron que el porcentaje de área más bajo y estadísticamente significativo de material de obturación restante se asoció con el uso de PUI. El PUI permite que la punta se mueva libremente dentro del conducto, lo que es esencial para la fácil penetración del irrigante y proporciona un fuerte efecto de limpieza. Durante el PUI, la energía se transmite a través de ondas ultrasónicas desde el instrumento al irrigante, produciendo dos fenómenos físicos: flujo acústico y cavitación del irrigante. La vibración que causa el despegue del sellador y el calor generado por la fricción de la punta también contribuyen a este proceso.

En el estudio de (Nehal, 2021) los resultados que ellos obtuvieron concuerdan con los

estudios de (Bernardes et al., Capar et al, 2015.) quienes demostraron que el uso de PUI durante el retratamiento del conducto radicular mejora la eliminación del material de obturación, produciendo superficies del canal más limpias que la irrigación sónica pasiva. Dentro de este estudio también demostraron la superioridad del PUI en los procedimientos de retratamiento.

En cambio, (Grischke, 2014) en su estudio demostraron la superioridad de la irrigación ultrasónica sobre otras técnicas durante procedimientos de retratamiento endodóntico para la eliminación de selladores del espacio del conducto radicular. La irrigación y el uso de ultrasonido en endodoncia son fundamentales para garantizar el éxito del tratamiento de conducto. La comprensión de la formación de burbujas apicales y las técnicas para evitarlas es esencial para mejorar los resultados clínicos. La integración de métodos avanzados, como la irrigación ultrasónica, promete optimizar la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares. El ultrasonido se ha convertido en una herramienta valiosa en endodoncia, mejorando la eficacia de los tratamientos de conducto y ofreciendo múltiples ventajas. Sin embargo, su uso también presenta ciertas limitaciones y es fundamental que los profesionales conozcan las posibles desventajas y riesgos asociados para optimizar su uso y maximizar los resultados clínicos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

➤ Determinar el efecto del tiempo y uso de equipos ultrasónicos alámbricos e inalámbricos en la ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares.

3.2. Objetivos específicos

➤ Establecer la frecuencia de ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares mediante equipos ultrasónicos inalámbricos y alámbricos.

- Examinar el tiempo de ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares según el uso de equipos ultrasónicos inalámbricos y alámbricos.
- Comparar la frecuencia de ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares según el tipo de equipos ultrasónicos y el tiempo.

4. Método

4.1. **Tipo de estudio:** estudio cuantitativo, descriptivo, de diseño cuasi-experimental, in vitro.

4.2. **Población:** dientes humanos unirradiculares.

4.2.1. *Muestra:*

52 dientes humanos unirradiculares extraídos, de los cuales se seleccionaron dos para el grupo control negativo y los 50 restantes para el estudio. De estos, 25 dientes se activaron con un equipo ultrasónico alámbrico y 25 con un equipo ultrasónico inalámbrico.

4.2.2. **Tipo de muestreo:** por conveniencia no probabilístico

4.2.3. **Criterios de selección:** los criterios de selección utilizados en el estudio son:

Criterios de inclusión: dientes humanos unirradiculares con formación radicular completa, dientes cariados coronalmente, dientes extraídos bajo indicación ortodóntica y dientes extraídos con enfermedad periodontal.

Criterios de exclusión: dientes con reabsorción radicular externa e interna, dientes con conductos calcificados, dientes con fractura radicular horizontal y vertical, dientes con caries radicular, dientes con tratamiento endodóntico previo.

4.3. Variables

La operacionalización de variables independientes en cuanto al tiempo.

Tabla 1. *Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES QUE ASUME
TIEMPO (CICLOS)	Medición de ciclos cada 30 segundos en que dura el equipo en romper la burbuja apical	Cuantitativo	Razón	Tiempo en segundos
EQUIPO ULTRASÓNICO	Características del equipo que ayudan a producir el movimiento ultrasónico que genera la ruptura de la burbuja apical	Cualitativo	Nominal	Equipo alámbrico Equipo inalámbrico

4.4. Instrumento.

Tabla 2. *Instrumento de recolección de datos*

ultrasonido \ Diente	Equipo alámbrico	Equipo inalámbrico	RUPTURA (SÍ O NO)
1	Ciclo 1	Ciclo 5	SÍ
2			NO
3			
4			
5			

4.5. Procedimiento.

Se realizó la recolección de 52 dientes humanos unirradiculares extraídos, de los cuales se seleccionaron dos para el grupo control negativo y los 50 restantes para el estudio. De estos, 25 dientes se activaron con un equipo ultrasónico alámbrico y 25 con un equipo ultrasónico inalámbrico.

Los dientes se mantuvieron en solución salina desde la exodoncia hasta el inicio del experimento para conservar su hidratación. Se midieron para determinar la longitud de trabajo y se sellaron apicalmente con esmalte para prevenir la fuga del irrigante.

La apertura cameral se llevó a cabo con una fresa diamantada redonda, y la cavidad se conformará con una fresa endo Z. La longitud de trabajo se estableció mediante radiografía a 1 mm del foramen apical utilizando una lima #10. Los dientes se prepararon con el sistema Wave One Gold (Dentsply) secuencial hasta alcanzar la lima medium y se irrigaron con NaOCl al 5,25 % a temperatura ambiente. Se añadió cloruro de cesio al irrigante como opacificador para facilitar su detección en la radiografía periapical. La activación del irrigante se llevó a cabo con cada instrumento, utilizando dos dientes como control negativo para evaluar la formación de la burbuja apical sin la activación del ultrasonido.

Los dientes se dividieron en dos grupos:

Grupo A (ultrasonido inalámbrico): En los 25 dientes. Se activó el irrigante con ultrasonido inalámbrico, realizando ciclos de 30 segundos cada uno. Después de cada ciclo, se tomará una radiografía para evaluar el momento de la ruptura de la burbuja, con un tiempo máximo de 5 ciclos.

Grupo B (ultrasonido alámbrico): En los 25 dientes. La activación del irrigante se realizó con ultrasonido alámbrico utilizando un inserto de activación, calibrando la potencia durante 30 segundos por ciclo. Se midió el tiempo con un cronómetro, se tomó una radiografía después de

cada ciclo para evaluar la ruptura de la burbuja, con un tiempo máximo de 5 ciclos.

4.6. Plan de análisis estadístico

4.6.1. Plan de análisis Univariado

La ruptura de la burbuja apical y el tiempo para su consecución mediante uso de equipos ultrasónicos inalámbricos y alámbricos se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas.

4.6.2. Plan de análisis Bivariado

Se calculó la prueba de Chi² o exacta de Fisher (cuando la mitad de casillas tenga recuento esperado menor que 5) para comparar la frecuencia de ruptura de la burbuja apical en dientes humanos unirradiculares según el tipo de equipos ultrasónicos y el tiempo considerando un error alfa tolerable del 5%, es decir significancia estadística con valor $p < 0,05$. Todos los análisis se hicieron en el paquete estadístico STATA V16.

4.7. Implicaciones bioéticas

En este estudio aplican implicaciones bioéticas puesto que se trabajará con dientes humanos representando una clasificación de riesgo bajo de acuerdo con la resolución del Ministerio De Salud de Colombia Número 8430.

5. Resultados

En cuanto a los resultados generales la frecuencia de la ruptura de la burbuja apical se observó que en el 80% de los casos la burbuja se rompió, mientras que en el 20% restante permaneció intacta. Respecto al tiempo que tardó en romperse, los resultados indican que la mayor frecuencia de ruptura ocurrió en los primeros 30 segundos, representando el 28% de los casos.

A medida que transcurre más tiempo, la frecuencia (F_a) de ruptura disminuye; un 20% de las burbujas se rompieron a los 60 segundos, un 16 % a los 90 segundos, un 6 % a los 120 segundos y un 10 % a los 150 segundos (Tabla 3).

Por otro lado, en un 20 % de los casos la burbuja no llegó a romperse, lo que sugiere que ciertos factores pudieron haber contribuido a su resistencia. Esta información podría ser útil para analizar las condiciones en las que se desarrolló el experimento y las características del material de la burbuja.

Tabla 3. *Frecuencia general de la ruptura de la burbuja apical y tiempo hasta la ruptura de la burbuja.*

Ruptura de la burbuja	Fa	%
No	10	20
Sí	40	80
Tiempo de ruptura de la burbuja		
30 segundos	14	28
60 segundos	10	20
90 segundos	8	16
120 segundos	3	6
150 segundos	5	10
No ruptura	10	20

Se observó que en el equipo inalámbrico, la mayor cantidad de burbujas se rompió a los 60 segundos (8 casos), seguido de los 30 segundos (5 casos) y los 90 segundos (4 casos). No se registró ninguna ruptura a los 120 segundos, mientras que a los 150 segundos se rompieron 3 burbujas. En 5 casos, la burbuja no se rompió (Tabla 2).

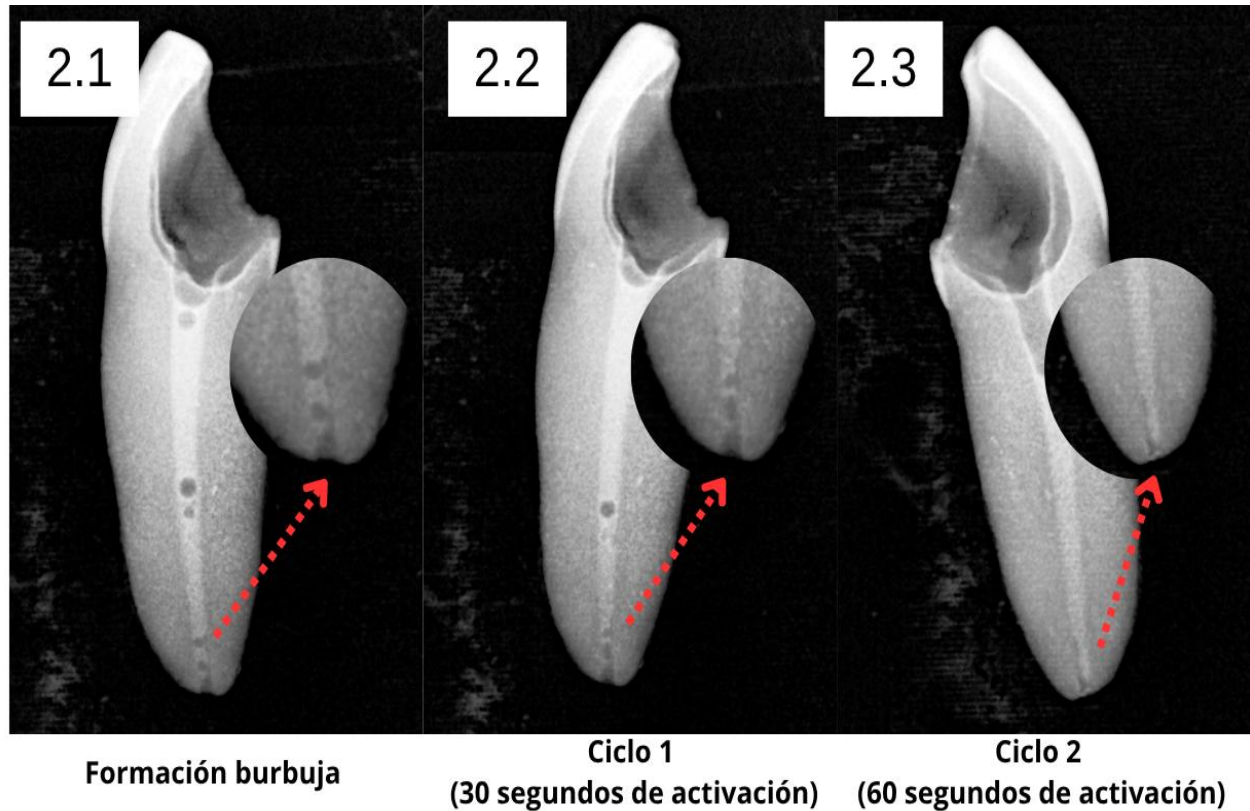
En el caso del equipo alámbrico, la mayor cantidad de rupturas ocurrió a los 30 segundos (9 casos), seguido de los 90 segundos (4 casos) y los 120 segundos (3 casos). A los 60 y 150 segundos, se registraron menos rupturas (2 casos en cada uno). Al igual que con el equipo inalámbrico, en 5 casos la burbuja no se rompió (Tabla 4).

Tabla 4. *Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical según el tiempo hasta la ruptura con cada equipo.*

Equipo inalámbrico	
Ciclos en segundos	Numero de dientes
30	5
60	8
90	4
120	0
150	3
No ruptura	5
Total	25

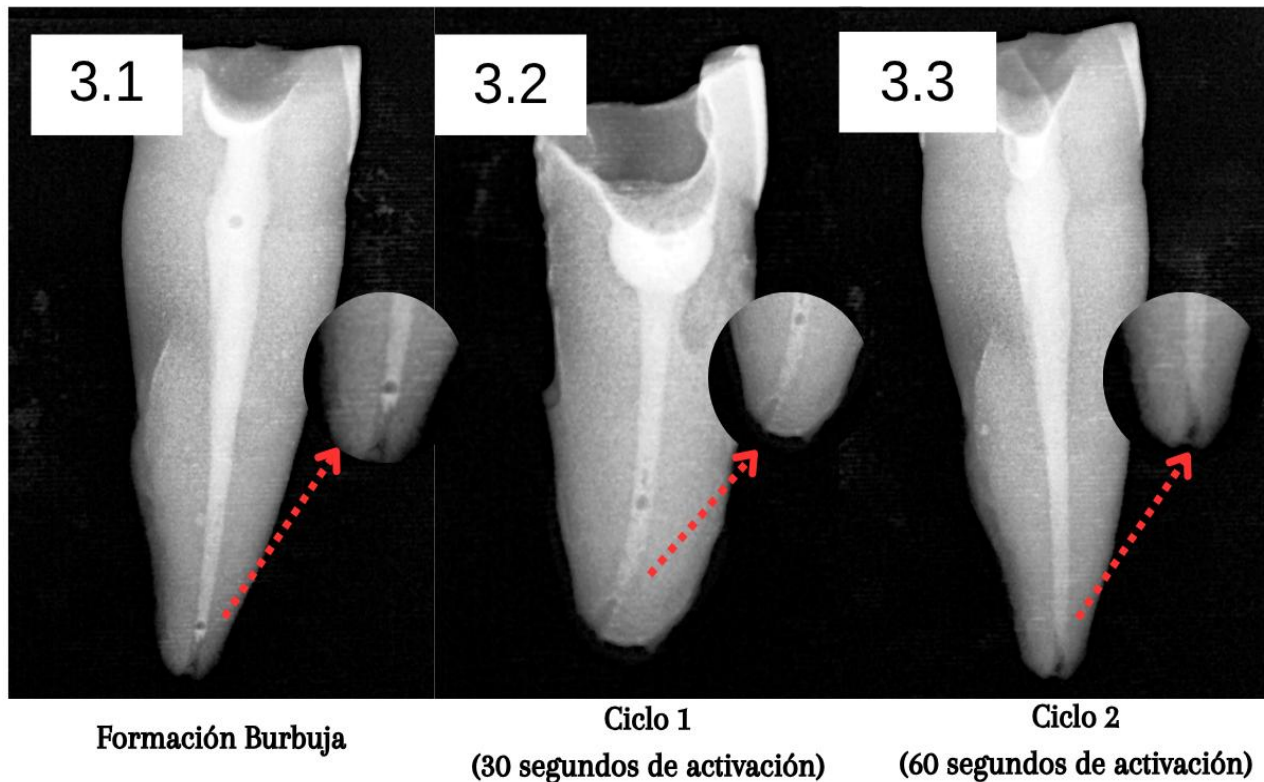
Equipo alámbrico	
Ciclos en segundos	Numero de dientes
30	9
60	2
90	4
120	3
150	2
No ruptura	5
Total	25

Figura 2. Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical con equipo ultrasónico alámbrico.



Nota: Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical con equipo ultrasónico alámbrico. En la imagen 2.1, se observa la formación de la burbuja apical previa a la inyección del hipoclorito de sodio 5.25% con jeringa monojet de salida lateral. En la imagen 2.2, se observa radiografía después de realizar la primera activación de 30 segundos con el ultrasonido alámbrico. En la imagen 2.3 se observa ruptura de la burbuja apical en el ciclo 2 de activación (60 segundos) con el ultrasonido alámbrico.

Figura 3. Frecuencia de la ruptura de la burbuja apical con equipo ultrasónico inalámbrico.



Nota: en la imagen 3.1, se observa la formación de la burbuja apical previa a la inyección del hipoclorito de sodio 5.25% con jeringa monojet de salida lateral. En la imagen 3.2, se observa radiografía después de realizar la primera activación de 30 segundos con el ultrasonido inalámbrico. En la imagen 3.3 se observa ruptura de la burbuja apical en el ciclo 2 de activación (60 segundos) con el ultrasonido inalámbrico.

El análisis bivariado permite identificar que, al comparar el tipo de equipo utilizado (alámbrico o inalámbrico), se observa que los resultados son idénticos en ambos casos, con un 40% de burbujas que se rompieron y un 10% que permanecieron intactas ($\chi^2 = 0,000$; p valor=1,00), sugiriendo que este factor no influye de manera significativa en la ruptura de la burbuja. Por otro lado, el tiempo transcurrido hasta la ruptura de la burbuja sí muestra una relación significativa. Los datos indican que la mayor frecuencia de ruptura se presenta en los primeros 30

segundos (28%), mientras que en los siguientes intervalos de tiempo se observa una disminución progresiva ($\chi^2=37,9590$; p valor $<0,001$), lo que indica una relación significativa entre el tiempo transcurrido y la ruptura de la burbuja. (Tabla 5)

Tabla 5. *Distribución de la frecuencia de ruptura apical con el tipo de equipo ultrasónico y el tiempo hasta la ruptura.*

Variable	Ruptura de la burbuja			Estadígrafo (p valor)
	No	Sí	Total	
Equipo				0,00 (1,00)
Inalámbrico	5 (10%)	20 (40%)	25 (50%)	
Alámbrico	5 (10%)	20 (40%)	25 (50%)	
Tiempo de ruptura de la burbuja				37,959 (<0,001*)
30 segundos	0 (0%)	14 (28%)	14 (28%)	
60 segundos	0 (0%)	10 (20%)	10 (20%)	
90 segundos	0 (0%)	8 (16%)	8 (16%)	
120 segundos	0 (0%)	3 (6%)	3 (6%)	
150 segundos	0 (0%)	5 (10%)	5 (10%)	
No conseguida	10 (20%)	0 (0%)	10 (20%)	

6. Discusión

Durante la irrigación endodóntica, la burbuja apical o vapor lock se forma cuando el irrigante no desplaza completamente el aire atrapado en el tercio apical, creando una interfase aire-líquido que impide su penetración y limita la limpieza y desinfección (Basrani, 2015; Roeland et al., 2010). La activación ultrasónica ha sido ampliamente propuesta para favorecer su ruptura mediante fenómenos de microstreaming y cavitación, los cuales generan energía suficiente para desestabilizar dicha barrera (Ahmad, 1980; Plotino et al., 2007). Su eliminación resulta esencial para optimizar la acción química del hipoclorito y lograr una descontaminación tridimensional más efectiva.

En este estudio se observó la ruptura de la burbuja apical en el 80 % de los casos, principalmente durante los primeros 30 segundos de activación. Este hallazgo confirma que el tiempo es el factor determinante para la ruptura, mientras que el tipo de equipo (alámbrico o inalámbrico) no influyó significativamente, coincidiendo con lo reportado por (Jiang, 2011) respecto a que la eficacia depende más de los parámetros hidrodinámicos que del dispositivo utilizado. De forma similar, los resultados concuerdan con (Boutsioukis, 2013), quienes demostraron que los fenómenos hidrodinámicos iniciales generan los mayores efectos de limpieza, incluso cuando el inserto contacta las paredes del conducto.

El 20 % de burbujas que no se rompieron podría explicarse por la saturación del irrigante y la falta de recambio, factores que disminuyen la transmisión de energía ultrasónica y reducen la cavitación (Weller et al., 1980; Moorer & Wesselink, 1982). La literatura coincide en que la eficacia disminuye conforme el irrigante acumula restos de dentina y gas, lo que altera su viscosidad y reduce la energía disponible. (Park, 2022) señalan que la cavitación es un fenómeno

breve y dinámico, lo cual se refleja en que la mayoría de rupturas se produzcan antes de los 90 segundos.

La persistencia de burbujas intactas también concuerda con lo descrito por (Van der Sluis, 2007), quienes destacan que variables como el volumen del irrigante, la profundidad de inserción del inserto y la frecuencia ultrasónica pueden modificar la estabilidad de la burbuja. Igualmente, (Cohn, 2023) afirma que la capacidad química del irrigante no garantiza su efectividad si el vapor lock impide su llegada al ápice; en este estudio, la ruptura temprana evidencia la capacidad del ultrasonido para eliminar barreras físicas, mientras que la retención de burbujas podría asociarse a condiciones de flujo insuficiente.

Los hallazgos también coinciden con (Barbero, 2025), quienes destacan que la eliminación del vapor lock depende de la cavitación y de las microcorrientes generadas durante la activación ultrasónica. La alta frecuencia de rupturas tempranas observada aquí sugiere una cavitación eficaz durante las fases iniciales, reforzando la necesidad de estandarizar tiempos y parámetros de activación. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los equipos, aspectos como potencia, frecuencia y diseño del dispositivo deben considerarse en la práctica clínica.

De acuerdo con (Pedullà, 2019; Mandke & Padhye, 2018), la eficacia entre dispositivos alámbricos e inalámbricos suele ser comparable siempre que se mantengan tiempos adecuados de activación y una inserción correcta del inserto. Nuestros resultados apoyan esta conclusión, mostrando que la ruptura depende principalmente del tiempo y no del tipo de equipo.

La importancia del tiempo también se relaciona con lo descrito por (Ahmad, 1987; Jiang, 2011 y Plotino, 2019), quienes señalan que durante los primeros segundos se libera la mayor energía acústica, generando microexplosiones y fluctuaciones de presión capaces de romper la burbuja apical. Estudios como el metaanálisis de (Moreira, 2018) refuerzan que la activación

ultrasónica mejora el colapso de burbujas y la limpieza del sistema, dependiendo más de la energía transmitida y la técnica empleada que del dispositivo.

Conforme avanza el tiempo de activación, la eficacia disminuye debido a la saturación del irrigante, con menor energía disponible para mantener el flujo turbulento responsable del colapso de burbujas (Weller, 1980; Boutsoukias & Arias-Moliz, 2022). Esto explica por qué las rupturas se concentraron entre los 30 y 60 segundos, y disminuyeron progresivamente a los 90 y 120 segundos.

Consistente con (Plotino, 2019; Retsas, 2022), este estudio demuestra que la mayor eficacia ocurre en los primeros ciclos de activación. Aunque no se evaluó la desinfección ni la remoción de barrillo dentinario, la limitada penetración del irrigante puede favorecer la persistencia microbiana, como han señalado (Haapasalo & Shen, 2014; Siqueira & Rôças, 2008). Por su lado, (Vera, 2011; Galler; 2019) también mostraron que la activación ultrasónica mejora la penetración del irrigante hacia el tercio apical, lo cual se refleja en nuestra alta tasa de ruptura temprana.

Finalmente, deben considerarse limitaciones como las variaciones anatómicas de la muestra, el diseño del inserto, la dirección de vibración, la potencia y las variables fisicoquímicas del irrigante, entre ellas la temperatura y la desgasificación, las cuales no fueron controladas y pudieron influir en el 20 % de no ruptura observada.

7. Conclusiones

Los datos obtenidos en esta investigación confirman que el tiempo de activación es el principal factor determinante en la ruptura de la burbuja apical, con una mayor frecuencia de rupturas en los primeros 30 segundos. El tipo de equipo utilizado (alámbrico o inalámbrico) no mostró una influencia significativa sobre este fenómeno. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la eficacia de la irrigación ultrasónica está más ligada a factores hidrodinámicos y operativos, como el tiempo, la saturación del irrigante y la dinámica de cavitación, en lugar a las características tecnológicas del dispositivo.

Ambos equipos presentaron el mismo porcentaje de ruptura (40%) y de burbujas intactas (10%), lo que recomienda que este factor no es determinante bajo condiciones controladas. Aunque no se hallaron diferencias significativas, se observaron patrones distintos: en el equipo inalámbrico, la mayoría de rupturas ocurrieron a los 60 segundos, mientras que en el alámbrico predominaron a los 30 segundos. Esto podría estar relacionado con diferencias operativas en el comportamiento de cada equipo, aunque no influyen significativamente en los resultados globales.

La persistencia de burbujas intactas en un 20% de los casos sugiere que condiciones como la saturación del irrigante o el flujo inadecuado pueden limitar la efectividad del procedimiento, lo cual coincide con lo reportado en la literatura sobre la importancia de mantener un medio de irrigación limpio y activo. Además, aunque el rendimiento de los equipos no fue un factor determinante en este estudio controlado, las limitaciones técnicas de los dispositivos inalámbricos en contextos clínicos reales siguen siendo una consideración relevante.

Estos resultados resaltan la necesidad de optimizar los protocolos de activación ultrasónica, prestando especial atención al tiempo de exposición, ya que períodos insuficientes de activación pueden no generar la energía acústica necesaria para inducir el efecto de cavitación o la ruptura de

burbujas en la zona apical. Esta limitación puede comprometer la limpieza del conducto y dejar residuos que favorezcan la reinfección. Y se sugiere que la eficacia del procedimiento depende en mayor medida de la calidad del irrigante y de la dinámica de cavitación, más que de la elección del equipo utilizado.

Para futuros estudios se recomienda profundizar en futuras investigaciones que evalúen variables como la dirección de vibración, la intensidad de la frecuencia del ultrasonido, el tipo de inserto y la técnica de inserción, con el propósito de optimizar la ruptura de la burbuja apical y mejorar la eficacia clínica del tratamiento endodóntico.

8. Referencias bibliograficas

- Archer, R., Reader, A., Nist, R., Beck, M., & Meyers, W. J. (1992). An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 18(9), 549–552. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81659-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81659-4)
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., & Crum, L. A. (1988). Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 14(10), 490–499. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(88\)80195-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(88)80195-8)
- Amza, B.(1980). Acoustic cavitation phenomena in liquids. *Journal of the Acoustical Society of America*, 68(1), 131–141. <https://doi.org/10.1121/1.384658>
- Brenda, C. D., & da Silva, J. B. (2018). Evaluación de la eficacia de diferentes técnicas de irrigación en la eliminación de restos dentinarios en conductos radiculares. *Brazilian Dental Journal*, 34(4), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-4760-bdj-34-04-1>
- Basrani, B. (Ed.). (2015). *Endodontic irrigation: Chemical disinfection of the root canal system*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16456-4_10
- Barbero-Navarro, C., Vera, J., Arias, A., & Romero, M. (2025). Evaluating the preventive and therapeutic roles of active irrigation systems in root canal treatment. *Dentistry*, 13(9), 9. <https://doi.org/10.3390/dentistry13090009>
- Borzini, L., Condò, R., De Dominicis, P., Casaglia, A., & Cerroni, L. (2016). Irrigación del conducto radicular: Agentes químicos y extractos de plantas contra *Enterococcus*

DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

41

faecalis. *The Open Dentistry Journal*, 10, 692–699.

<https://doi.org/10.2174/1874210601610010692>

Boutsoukis, C., & Kastrinakis, E. (2022). Present status and future directions: Irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, 55(Suppl. 1), 588–616.

<https://doi.org/10.1111/iej.13786>

Boutsoukis, C., & Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions: Irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, 55(Suppl. 3), 588–612.

<https://doi.org/10.1111/iej.13739>

Carrillo Vázquez, A. G. (2021). *Efecto de penetración del hipoclorito de sodio bajo sistema de activación ultrasónico NSK Varios 370 y sónico EQ-S, en premolares unirradiculares* [Trabajo de especialidad en Endodoncia, Universidad de Baja California].

Choudhary, A., Farooq, R., & Purra, A. R. (2019). Ultrasonic versus sonic activation of the final irrigant in root canals instrumented with rotary files: An in vitro stereomicroscopic analysis. *International Journal of Research and Review*, 6(1), 22–26.

Cohn, R. (2023). *Irrigación: Limpieza y desinfección del sistema de conductos*.

https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/19759/cohn-roberto.pdf

Crozeta, B. M., Soares, I. M. V., Capelli, A., & Silva, E. J. N. L. (2022). A utilização do ultrassom em endodontia: Princípios básicos e indicações clínicas. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 31(90), 78–93.

<https://doi.org/10.36065/robrac.v31i90.1603>



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

42

Dutner, J., Mines, P., & Anderson, A. (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: A web-based survey. *Journal of Endodontics*, 38(1), 37–40.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.08.014>

Galler, K. M., Grubmüller, V., Schlichting, R., Widbiller, M., Eidt, A., Schuller, C., & Krastl, G. (2019). Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International Endodontic Journal*, 52(9), 1210–1217.

<https://doi.org/10.1111/iej.13104>

Gálvez-Saavedra, A., & Lavallo-Vidal, G. (2024). In vitro analysis of two irrigation activation systems for cleaning mesial canals in lower molars. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia*, 36(1), 42–53.

<https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v36n1a4>

Goodman, A., Reader, A., Beck, M., Melfi, R., & Meyers, W. (1985). An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 11(6), 249–256.

[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(85\)80180-1](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(85)80180-1)

Grischke, J., Müller-Heine, A., & Hülsmann, M. (2014). The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clinical Oral Investigations*, 18(7), 1845–1851.

<https://doi.org/10.1007/s00784-014-1248-0>

Gu, L. S., Kim, J. R., Ling, J., & Lee, Y. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791–804.



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

43

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.010>

Gupta, A., Pareek, A., & Kapila, H. (2021). Ultrasonics in endodontics: A review. *International Journal of Health Sciences*, 5(S1), 264–277.

<https://doi.org/10.53730/ijhs.v5nS1.5602>

Haapasalo, M., & Shen, Y. (2014). Irrigation in endodontics. En M. Haapasalo (Ed.), *Endodontic microbiology* (pp. 203–220). Springer.

Hancock, J. (1994). Ultrasonic cleaning. En *ASM handbook* (Vol. 5, pp. 44–47). ASM International.

<http://bluewaveinc.com/ultrasonic-cleaning-101>

Jiang, L.-M., Verhaagen, B., Versluis, M., & van der Sluis, L. W. M. (2010). Influence of the oscillation direction of an ultrasonic file on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1372–1376.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.036>

Klyn, S. L., Kirkpatrick, T. C., & Rutledge, R. E. (2010). In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator™ system, the F File™, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1367–1371.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.022>

Kumar, S., & Kaur, M. (2012). Management of air emphysema following endodontic treatment: A case report. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 5(3), 241–243.



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

44

<https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1161>

Lee, S.-J., Wu, M.-K., & Wesselink, P. R. (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *International Endodontic Journal*, 37(10), 672–678.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00848.x>

Lev, R., Reader, A., Beck, M., & Meyers, W. (1987). An in vitro comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. *Journal of Endodontics*, 13(11), 523–530.

[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80113-5](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80113-5)

Mandke, L., & Padhye, L. (2018). Apical vapour lock effect in endodontics: A review. *International Journal of Contemporary Medical Research*, 5(2), 77–83.

<https://doi.org/10.21276/ijcmr.2018.5.2.1>

Martin, H. (1976). Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 42(1), 92–99.

[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(76\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(76)90035-9)

Miliani, R., Lobo, K., & Morales, O. (2012). Irrigación en endodoncia: Puesta al día. *Acta Bioclínica*, 2(4), 85.

Moorer, W. R., & Wesselink, P. R. (1982). Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 15(4), 187–196.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1982.tb00683.x>



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

45

Moreira, R. N., De-Deus, G., da Silveira Bueno, C. E., de Almeida, A. L. G., & Neves, A. A.

(2018). Passive ultrasonic irrigation in root canal: Systematic review and meta-analysis.

Acta Odontologica Scandinavica, 76(8), 636–642.

<https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1499960>

Mozo, S., Llena, C., & Forner, L. (2012). Review of ultrasonic irrigation in endodontics:

Increasing action of irrigating solutions. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*,

17(3), e512–e516.

<https://doi.org/10.4317/medoral.17621>

Nabil, N., & Abdel, A. W. (2021). Effectiveness of gutta-percha/bioceramic sealer removal

during retreatment using different irrigation protocols. *Egyptian Dental Journal*, 67(1),

15–24.

<https://doi.org/10.21608/edj.2021.78585.1287>

Ortiz Castro, V. C., Henao Herrera, A. F., Pedraza Reyes, W. D., & Perea Rivas, W. D. J.

(2024). Efectividad de insertos de ultrasonido ULTRA X EIGHTEETH® en eliminar la

burbuja apical y barrillo dentinal. *Revista de Endodoncia*, 12(1), 45–50.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/55359/2024HenaoAndrés.pdf>

Park, R., Choi, M., Seo, J., Park, E. H., Jang, S. W., Shon, W. J., Kim, H. Y., & Kim, W. (2022).

Root canal irrigation system using remotely generated high-power ultrasound.

Ultrasonics Sonochemistry, 90, 106168.

<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106168>

Pedullà, E., Genovese, C., Messina, R., & Testarelli, L. (2019). Antimicrobial efficacy of



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27

Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista

Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista

Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801

www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

46

cordless sonic or ultrasonic devices on *Enterococcus faecalis*-infected root canals.

Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 10(4), e12434.

<https://doi.org/10.1111/jicd.12434>

Pérez-Higueras, J. J., Arias, A., & Romero, M. (2016). The effect of ultrasonic irrigation on air bubble removal from root canal systems. *Journal of Endodontics*, 42(4), 607–611.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.027>

Peters, O. A., & Paqué, F. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *Journal of Endodontics*, 30(8), 559–567.

<https://doi.org/10.1097/01.don.0000129039.59003.9d>

Plotino, G., Grande, N. M., Mercadé, M., Cortese, T., Staffoli, S., Gambarini, G., & Testarelli, L. (2019). Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *Journal of Applied Oral Science*, 27, e20180045.

<https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018>

Plotino, G., Pameijer, C. H., Grande, N. M., & Somma, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: A review of the literature. *Journal of Endodontics*, 33(2), 81–95.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.008>

De Moor, R. J. G., Meire, M. A., Roeland, D., & Martens, L. C. (2010). Ultrasonic versus laser activation of the irrigant in endodontics: A review of the literature. *International Endodontic Journal*, 43(8), 597–609.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01709.x>



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

47

Retsas, A., Dijkstra, R. J. B., Van der Sluis, L. W. M., & Boutsoukis, C. (2022). The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dual-species biofilm from artificial lateral canals. *Journal of Endodontics*, 48(6), 775–780.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.005>

Rochenszwalb-Muñoz, R., & Figueroa-Naranjo, L. (2023). Comparación de la concentración de hipoclorito de sodio en la atención dental entre dentistas generales y especialistas en endodoncia. *Avances en Odontología*, 39(5), 230–240.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S021312852023000500005&lng=es&tlng=es

Santamaría Beltrán, S. (2018). *Propuesta de sistema inalámbrico para aminorar fallas en equipos portátiles* [Archivo PDF]. CORE.

<https://core.ac.uk/download/pdf/480402611.pdf>

Schilder, H. F., & Schilder, D. (1974). *Preparación del conducto radicular: Limpieza y conformación*. Editorial Médica Panamericana.

https://bibliotecas.unr.edu.ar/muestra/medica_panamericana/9789500604024.pdf

Shen, Y., & Haapasalo, M. (2010). Irrigation in endodontics: A review. *Endodontic Topics*, 24(1), 66–70.

<https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2010.00216.x>

Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of apical periodontitis. *Dental Clinics of North America*, 52(1), 165–184.

<https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.08.005>



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

48

Tonini, R., Salvadori, M., Audino, E., Sauro, S., Garo, M. L., & Salgarello, S. (2022).

Irrigating solutions and activation methods used in clinical endodontics: A systematic review. *Frontiers in Oral Health*, 3, Article 838043.

<https://doi.org/10.3389/froh.2022.838043>

Torabinejad, M., & Walton, R. E. (2009). *Endodontics: Principles and practice*. Elsevier Health Sciences.

Van der Sluis, L. W. M., Versluis, M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007).

Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415–426.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x>

Vera, J., Arias, A., & Romero, M. (2011). Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical third of root canals when using passive ultrasonic irrigation: An in vivo study. *Journal of Endodontics*, 37(9), 1276–1278.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.05.042>

Wagner, M. H., da Rosa, R. A., de Figueiredo, J. A. P., Duarte, M. A. H., Pereira, J. R., & Só, M.

V. R. (2017). Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clinical Oral Investigations*, 21(7), 2173–2182.

<https://doi.org/10.1007/s00784-016-2006-x>

Walmsley, A. D., & Williams, A. R. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *Journal of Endodontics*, 15(4), 189–194.

[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80263-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80263-0)



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

49

Weller, R. N., Brady, J. M., & Bernier, W. E. (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*, 6(12), 740–743.

[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(80\)80081-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(80)80081-4)

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389–398.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.01.001>

Zhang, H., Dummer, P. M. H., & Ng, Y. L. (2011). Efficacy of ultrasonic irrigation in endodontics: A review. *Journal of Endodontics*, 37(3), 310–317.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.006>



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

50

Apéndices

Apéndice A. consentimiento informado

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. POSGRADO DE ENDODONCIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTALES UNIRADICULARES EXTRAIDOS CON FINES ORTODONTICOS, CON ENFERMEDAD PERIODONTAL O FINES PROSTODONTICOS PARA EL ESTUDIO DENOMINADO “DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO”

Nombre del Paciente: _____

Documento de Identidad: _____

Edad: _____ Género: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Correo Electrónico: _____

Introducción

El objetivo de este documento es proporcionarle información completa sobre su participación en una investigación llevada a cabo por estudiantes de la especialización en Endodoncia de la Universidad Santo Tomás, sede Bogotá. Su participación consiste únicamente en la donación de dientes unirradiculares (como premolares o incisivos) que serán extraídos por indicación clínica (tratamientos ortodónticos, periodontales o protésicos), los cuales serán utilizados exclusivamente con fines de investigación científica. La decisión de donar es completamente voluntaria y no afectará la calidad ni continuidad de su tratamiento odontológico.



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

51

Descripción del estudio

El objetivo de este estudio es determinar la efectividad de los equipos ultrasónicos inalámbricos y alámbricos en la ruptura de la burbuja apical en dientes unirradiculares humanos al modificar el tiempo de activación. La investigación se realizará utilizando dientes unirradiculares humanos previamente extraídos y donados. La única participación que se solicita de usted como paciente consiste en la donación de los dientes que serán extraídos debido a indicaciones clínicas dentro de su tratamiento integral, ya sea con fines ortodónticos, periodontales o de rehabilitación, y no por motivo de esta investigación.

Procedimiento

La extracción de los dientes unirradiculares será realizada por profesionales capacitados en cirugía oral o maxilofacial, bajo condiciones clínicas adecuadas y como parte del tratamiento integral indicado para usted, ya sea con fines ortodónticos, periodontales o de rehabilitación. Una vez extraídos por motivos clínicos, los dientes podrán ser donados de manera voluntaria para ser utilizados exclusivamente en el desarrollo del estudio titulado “Determinación de la ruptura de burbuja apical en dos equipos ultrasónicos. Estudio descriptivo”. Su participación se limita únicamente a la donación de las piezas dentales, sin que esto implique ningún otro procedimiento adicional asociado al proyecto de investigación.

Riesgos y complicaciones

Es importante aclarar que los riesgos o posibles complicaciones derivados del procedimiento de exodoncia (como dolor, inflamación, sangrado o infección) corresponden únicamente al tratamiento clínico realizado por su equipo odontológico tratante. El presente estudio no interviene en el procedimiento de extracción ni asume responsabilidad sobre los efectos derivados del mismo, ya que estos se realizan exclusivamente por razones terapéuticas previamente definidas en su plan de tratamiento.



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

52

Confidencialidad

La información personal y los datos relacionados con su participación serán tratados con estricta confidencialidad y serán utilizados únicamente para los propósitos de este estudio. Los resultados serán reportados de manera anónima, si usted tiene preguntas adicionales que considera deben ser respondidas puede comunicarse con las Doctoras Liliana Infante Suarez, Tel 3142321313 y Carolay Navarro, Tel 3125763038.

Beneficios

Aunque no obtendrá un beneficio directo por su participación, su colaboración mediante la donación de las piezas dentales contribuirá significativamente al progreso de la investigación científica en el ámbito de la Endodoncia, lo que podría favorecer futuros avances en los tratamientos odontológicos.

Derecho a retirarse

Usted puede decidir, en cualquier momento, no continuar con la autorización para la donación sin necesidad de explicar los motivos. Esta decisión no afectará de ninguna manera la atención ni los procedimientos clínicos que reciba.

Consentimiento

Manifiesto que he leído cuidadosamente la información contenida en este documento y que he recibido respuestas claras y satisfactorias a todas las dudas que expuse. De manera libre y voluntaria, autorizo la entrega de los dientes unirradiculares que serán extraídos como parte de mi tratamiento odontológico, para ser empleados únicamente en la investigación titulada “**Determinación de la ruptura de burbuja apical en dos equipos ultrasónicos. Estudio descriptivo**”.

Firma del Paciente: _____

Fecha: _____

Firma del Investigador Responsable: _____



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

53

Nombre del Investigador Responsable: _____



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6

Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

54

Apéndice B. Tablas de recolección de datos

ultrasonido Diente	Equipo alámbrico	Equipo inalámbrico	RUPTURA (SÍ O NO)
1	Ciclo 3	Ciclo 3	SÍ
2	Ciclo 1	Ciclo 5	SÍ
3	Ciclo 4	----	SÍ / NO
4	----	Ciclo 2	NO/ SI
5	Ciclo 4	-----	SÍ / NO
6	Ciclo 4	-----	SÍ / NO
7	----	Ciclo 1	NO/ SI
8	Ciclo 1	Ciclo 2	SI / SI
9	Ciclo 1	Ciclo 1	SI / SI
10	Ciclo 1	Ciclo 5	SI / SI
11	----	Ciclo 2	NO / SI
12	Ciclo 2	----	SI / NO
13	Ciclo 1	Ciclo 5	SI / SI
14	Ciclo 3	-----	SÍ / NO
15	Ciclo 3	Ciclo 3	SI / SI
16	----	Ciclo 2	SÍ / NO
17	Ciclo 5	Ciclo 3	SI / SI
18	Ciclo 1	Ciclo 1	SI / SI
19	Ciclo 1	Ciclo 2	SI / SI
20	Ciclo 1	Ciclo 2	SI / SI
21	Ciclo 5	Ciclo 3	SI / SI
22	Ciclo 1	Ciclo 1	SI / SI
23	-----	Ciclo 2	SÍ / NO
24	Ciclo 2	Ciclo 2	SI / SI
25	Ciclo 3	Ciclo 1	SI / SI



Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - Vigilada Mineducación - NIT 860.012.357-6


Campus Bucaramanga Carrera 18 No. 9-27
Campus Floridablanca Carrera 27 No. 180-395 Km. 6 Autopista
Campus Piedecuesta Finca Colorados Km. 13 Autopista
 Línea gratuita nacional: 01 8000 917044 PBX: (+57 7) 6 800 801
www.ustabuca.edu.co



DETERMINACIÓN DE LA RUPTURA DE BURBUJA APICAL EN DOS EQUIPOS ULTRASÓNICOS. ESTUDIO DESCRIPTIVO

55

Apéndice C. Autorización y acuerdo de publicación


UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
— BUCARAMANGA —
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SINIES 1706

Bogotá, Octubre 18 2025

Señores:
Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás

Estimados señores:

El (los) suscrito (s):
Liliana Marcela Infante Suarez, con C.C. N° 1032422284
Carolay Yisseth Navarro López, con C.C. N° 1065833884
_____, con C.C. N° _____

En mí (nuestra) calidad de autor (es) de la: Tesis doctoral ___ Tesis de Maestría ___
Trabajo de grado x Trabajo de grado pregrado Otro: Titulada:
especialización ___
Determinación de la ruptura de burbuja apical en dos equipos ultrasónicos. Estudio descriptivo


presentado y aprobado en el año, 2025, como requisito para optar al título de:
Endodoncista

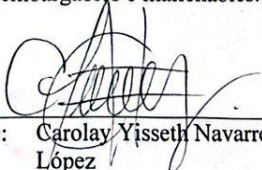
SI NO autorizo (autorizamos) a la Universidad Santo Tomás para que pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación con fines académicos, nunca para usos comerciales, siempre dando crédito al trabajo y al autor mediante la correspondiente cita bibliográfica. Así mismo, manifiesto (manifestamos) que la elaboración del trabajo de grado o tesis, es producto de mí (nuestra) plena autoría.

Nota: se autoriza al CRAI la reproducción parcial, total o cambio de formato del documento, únicamente con fines de conservación.
En caso de **No autorizar** la consulta de su trabajo de grado o tesis, toda solicitud de acceso a su documento será remitida a su correo electrónico registrado en este formato. Esto con el fin de que permita o deniegue de manera expresa la consulta de este.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Cordialmente,


Nombre: Liliana Marcela Infante Suarez
C.C. 1032422284


Nombre: Carolay Yisseth Navarro López
C.C. 1065833884