



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL  
NAOCL A DIFERENTES CONCENTRACIONES COMBINADO CON EDTA A  
17% EN LA EFICACIA PARA LA REMOCIÓN DE LODILLO DENTINARIO.  
ESTUDIO IN VITRO**

Opción de Titulación  
**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de  
Especialidad en Endodoncia

**Presenta:**  
L.O. Alba Belén Peguero Araiza

Dirigido por:  
E.E.M.O. Santiago Andaracua García

E.E.M.O. Santiago Andaracua García  
Presidente

C.D.E.E. César López Cruz  
Secretario

M.C.E.E. Rubén Abraham Domínguez Pérez  
Vocal

C.D.E.E. Rosario Briones Villela  
Suplente

C.D.E.E. María Yolanda Elisa López Gómez  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma  
Director de la Facultad

*Santiago Andaracua G.*

Firma

*César López Cruz*  
Firma

*Rubén Abraham Domínguez Pérez*  
Firma

*Rosario Briones Villela*  
Firma

*María Yolanda Elisa López Gómez*  
Firma

*Goarca*

\_\_\_\_\_  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Marzo 2017

## RESUMEN

La combinación del NaOCl al 1.25% a 60°C y EDTA al 17% como protocolo final de irrigación reportó resultados excelentes para la remoción del lodillo dentinario en todos los tercios del conducto. Durante la instrumentación en el tratamiento endodóntico se forma lodillo dentinario, debido a que la anatomía de los conductos radiculares es irregular, la eliminación de este no puede realizarse óptimamente. El protocolo de irrigación actualmente usado es el de NaOCl al 5.25% en combinación con EDTA a 17%, sin embargo, se ha demostrado que sólo es eficaz en los tercios coronal y medio pero no en apical. Esto puede atribuirse a su alta viscosidad, la cual puede disminuirse al calentar NaOCl a bajas concentraciones. El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la temperatura del NaOCl a diferentes concentraciones combinado con EDTA a 17% en la eficacia para LA remoción de lodillo dentinario. El estudio experimental *in vitro* fue realizado en las instalaciones del Posgrado en Endodoncia de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, en 21 premolares inferiores unir radiculares humanos extraídos por razones ortodónticas, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en 7 grupos y conservados en un ambiente húmedo. Se les eliminó la porción coronal para estandarizarlos a 15 mm, posteriormente se instrumentaron con sistema Reciproc® y se aplicaron los protocolos de irrigación dependiendo el grupo: P1: NaOCl al 1.25% a 60°C, P2: NaOCl AL 1.25% a 45°C, P3: NaOCl AL 3% a 45°C, P4: NaOCl AL 3% a 60°C, P5: NaOCl AL 5.25% a 60°C, P6: NaOCl AL 5.25% a 45°C y P7 (GRUPO control): NaOCl AL 5.25% a 25°C. Se dividió la muestra en dos partes iguales para ser examinadas en Microscopía Electrónica de Barrido. Se capturaron micrografías de tres zonas al azar de cada tercio y así registrar los resultados para cada grupo, en donde se evaluaron: Grado1: poca, Grado 2: moderada y Grado 3: abundante concentración de lodillo dentinario. Se aplicó la prueba estadística Kruskal–Wallis y Poshoc de Dunn. La significancia estadística fue de  $p > 0.05$  al comparar todos los protocolos y de  $p < 0.05$  entre algunos protocolos dentro de los tres tercios.  $K \geq 0.80$  para todos los protocolos y en todas las mediciones. Los resultados indicaron que el protocolo 1 conformado por NaOCl al 1.25% a 60°C y EDTA al 17% fue el más efectivo. Estos resultados, coinciden con Xiangjun Guo et al. en donde demostró que a menor concentración del NaOCl y a 60°C combinado con EDTA al 17%, es el protocolo ideal para la remoción de lodillo dentinario. En cuanto a la menor efectividad fue registrada para el protocolo 7.

(**Palabras clave:** lodillo dentinario, NaOCl, concentración, temperatura.)

## SUMMARY

The combination of NaOCl at 1.25% at 60 ° C and EDTA at 17% as the final irrigation protocol reported excellent results for removal of the smear layer in all thirds of the canal. During the instrumentation in the endodontic treatment is formed smear layer. Because the root canal anatomy is irregular, the removal of the smear layer cannot be remove optimally. The irrigation protocol currently used is 5.25% NaOCl in combination with EDTA at 17% has been shown to be effective only in the coronal and middle thirds but not in the apical third. This can be attributed to its high viscosity, which can be lowered by heating NaOCl at low concentrations. The objective of the study was to determine the influence of NaOCl temperature at different concentrations combined with 17% EDTA in the efficiency for removal smear layer. This experimental in vitro study was realized in the Postgraduate in Endodontics of the Faculty of Medicine of the Autonomous University of Querétaro, in 21 human inferior premolars extracted for orthodontic reasons. They were randomly distributed in 7 groups and preserved in a humid environment. The crown was removed to standardize them to 15 mm. P1: NaOCl at 1.25% at 60 ° C, P2: NaOCl 1.25% at 45 ° C, P3: NaOCl 3% at 45 ° C, P4: NaOCl 3% at 60 ° C, P5: NaOCl 5.25% at 60 ° C, P6: NaOCl 5.25% at 45 ° C and P7 (control): NaOCl 5.25% at 25 ° C. The sample was divided in two equal halves and examined in Scanning Electron Microscopy. Three micrographs were taken at random from each third. Results were recorded for each group, where they were evaluated: Grade 1: low, Grade 2: moderate and Grade 3: abundant concentration of smear layer. Statistical test Kruskal - Wallis and Poshoc Dunn were applied. The statistical significance was  $p > 0.05$  when comparing all protocols and  $p < 0.05$  between some protocols within three thirds.  $K \geq 0.80$  for all protocols and for all measurements. The results indicated that protocol 1 who consist in the combination of NaOCl at 1.25% at 60 ° C and EDTA at 17% was the most effective for removal smear layer in all thirds. These results agree with the study of Xiangjun Guo et al., where it showed that at a lower concentration of NaOCl and at 60 ° C combined with EDTA at 17%, is the ideal protocol for the removal of smear layer. The lowest effectiveness was recorded for protocol 7.

**(Key words:** smear layer, NaOCl, EDTA, concentration, temperature.)

A los alumnos de los posgrados de la Universidad Autónoma de Querétaro

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradezco a mis papas, mi hermana, hermano y novio, por haberme apoyado incondicionalmente durante todo el proceso para poder realizar mi especialidad y tener su amor, confianza y paciencia en los momentos buenos y sobre todo en los malos. Este logro es en gran parte gracias a ustedes.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por haberme brindado la oportunidad y las herramientas para realizar mi especialidad; así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mis asesores de Tesis E.E.M.O. Santiago Andarácua García, D. en C.E.E. Rubén Abraham Domínguez Pérez y C.D.E.E. César López Cruz por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido al Dr. Lino Sánchez Segura por haberme aceptado y apoyado para la realización de mi tesis en Cinvestav Irapuato.

Y por último al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por haberme brindado el financiamiento para poder realizar la tesis.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 Revisión de la Literatura.....	11
2.2 Objetivo General.....	13
2.3 Objetivos Específicos.....	13
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Criterios de Inclusión.....	15
3.2 Criterios de Exclusión.....	15
3.3 Criterios de Eliminación.....	15
3.4 Definición De Variables y Unidades De Medida.....	16
3.5 Grupos Experimentales.....	17
3.6 Mediciones y Análisis.....	18
3.7 Análisis Estadístico.....	20
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Resultados.....	21
4.2 Imágenes Representativas de Puntaje 1.....	26
4.3 Imágenes Representativas de Puntaje 2.....	26
4.4 Imágenes Representativas de Puntaje 3.....	26
4.5 Discusión.....	27
4.6 Conclusión.....	30
<b>5. REFERENCIAS.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1 -1</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario en los 7 protocolos utilizados.....	21
<b>Tabla 4.1 -2</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 1 (NaOCl 1.25% a 60°C + EDTA 17%).....	21
<b>Tabla 4.1 -3</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 2 (NaOCl 1.25% a 45°C + EDTA 17%).....	22
<b>Tabla 4.1 -4</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 3 (NaOCl 3% a 45°C + EDTA 17%).....	22
<b>Tabla 4.1 -5</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 4 (NaOCl 3% a 60°C + EDTA 17%).....	23
<b>Tabla 4.1 -6</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 5 (NaOCl 5.25% a 60°C + EDTA 17%).....	23
<b>Tabla 4.1 -7</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 6 (NaOCl 5.25% a 45°C + EDTA 17%).....	24
<b>Tabla 4.1 -8</b> Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 7 (NaOCl 5.25% a 25°C + EDTA 17%).....	24
<b>Tabla 4.1 -9</b> Puntuaciones obtenidas tras la evaluación por tercios de la remoción del lodillo dentinario utilizando los 7 diferentes protocolos.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

Los objetivos del tratamiento endodóntico consisten en la conformación, limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares (Haapasalo et al., 2005), al respecto, la limpieza y desinfección consisten en la eliminación de los desechos orgánicos e inorgánicos, donde los restos orgánicos incluyen tejido pulpar vital y necrótico, microorganismos, saliva o líquidos tisulares, endotoxinas y otros componentes extraños que han entrado en el sistema de conductos radiculares; En contraste, los restos inorgánicos incluyen minerales que se depositan en el sistema de conductos y desechos depositados en las paredes, posterior a la instrumentación. (Desai y Himel, 2009; Ribeiro et al., 2012)

Durante la instrumentación, gran cantidad de restos de dentina con restos vitales y necróticos de tejido pulpar en combinación con microorganismos y toxinas microbianas adheridas a la pared del conducto radicular forman lo que se conoce como lodillo dentinario (Violich y Chandler, 2010; Eick et al., 1970) el cual se define como una entidad amorfa e irregular formada por partículas que varían en tamaño desde <0.5 a 15 micrómetros (McComb y Smith, 1975; Lui et al., 2007).

Debido a que la anatomía de los conductos radiculares se compone de numerosas irregularidades, la eliminación del lodillo dentinario no puede realizarse óptimamente sólo con instrumentación mecánica, por lo que el uso de irrigantes proporciona un mejor acceso a las complejidades anatómicas presentes (Torabinejad et al., 2002; Uroz-Torres et al., 2010).

El proceso de irrigación durante el procedimiento endodóntico se considera la clave para la limpieza y desinfección de las áreas en las que los instrumentos endodónticos no pueden llegar, eliminando así la mayor cantidad de tejido residual como sea posible, debido a que las soluciones de irrigación actúan principalmente como lubricante y agente de limpieza. (Hülsmann y Hahn, 2000)

En la mayoría de los casos el lodillo dentinario impide que las sustancias irrigantes penetren en los túbulos dentinarios del sistema de conductos radiculares, lo que compromete el éxito del tratamiento endodóntico, ya que no es posible la



eliminación total de bacterias, además, la capa de lodillo también disminuye la capacidad de adaptación de los materiales de relleno y su penetración en las paredes del conducto, reduciendo así su capacidad de sellado (Violich y Chandler, 2010; Torabinejad et al., 2002; Şen et al., 1995).

Las tres características más importantes que debe de cumplir un irrigante endodóntico son su capacidad de disolución de tejido (orgánico e inorgánico), actividad antimicrobiana y capacidad para eliminar la capa de lodillo dentinario, por lo que en la actualidad los tres irrigantes endodónticos más comúnmente utilizados son el hipoclorito de sodio (NaOCl), ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y la Clorhexidina (Carvalho et al., 2008; Vasconcelos et al., 2007; Kuah et al., 2009).

En la actualidad, no existe un irrigante endodóntico que sea capaz de satisfacer todos los requisitos deseados, por lo que se sugiere la combinación de uno o más irrigantes dependiendo el estado de infección del conducto radicular, donde la combinación más recomendada y efectiva es de NaOCl y EDTA, ya que elimina efectivamente tanto los componentes orgánicos e inorgánicos de la capa de lodillo (Şen et al., 1995; Carvalho et al., 2008; Peters y Barbakow, 2000).

El NaOCl es el irrigante endodóntico más recomendado y utilizado debido a su actividad antimicrobiana y capacidad de disolver tejido orgánico de la capa de lodillo (Vasconcelos et al., 2007; Gutarts et al., 2005); en cuanto a la disolución de tejido orgánico, es más efectivo cuando se aumenta la concentración, área de superficie disponible del tejido afectado, (Rosenfeld et al., 1978; Moorner y Wesselink, 1982) tiempo de exposición, variaciones en la temperatura (Sirtes et al., 2005), tensión superficial, y volumen del irrigante (Moorner y Wesselink, 1982). Así mismo, se ha demostrado que cuando se aumenta la temperatura del hipoclorito de sodio mejora su eficacia como irrigante (Sirtes et al., 2005; Rossi-Fedele y De Figueiredo, 2008; Stojicic et al., 2010).

En la actualidad el NaOCl ha sido recomendado para ser utilizado en el ámbito endodóntico en concentraciones que van desde 0.5 % hasta 6% (Zehnder, 2006) donde las concentraciones más comúnmente empleadas son 5.25%, 2.5% y

1.25% (Moorer y Wesselink, 1982; Cunningham y Balekjian, 1980; Torabinejad et al., 2003).

Uno de los parámetros más esenciales relacionados con las características del NaOCl es su viscosidad dinámica, la cual se refiere a la resistencia exhibida por un fluido mientras está siendo deformado por esfuerzos de tracción o tensión cortante; por lo que entre menor sea la viscosidad, más fácil es el movimiento de fluido (Gopikrishna et al., 2014); Cabe señalar que en cualquier tipo de flujo, las capas de fluido se mueven a diferentes velocidades, y la viscosidad dinámica resultante surge debido a la tensión cortante necesaria para oponerse a la fuerza aplicada (Viswanath et al., 2007).

La temperatura es una de las variables que afectan principalmente la viscosidad del NaOCl; Existen al respecto, diversos estudios que han evaluado el efecto de la temperatura del NaOCl en términos de su eficacia antibacteriana pero no en cuanto a su viscosidad (Cunningham y Balekjian, 1980; Bukiet et al., 2013; Guerisoli et al., 1998).

En cuanto a la eliminación de tejido inorgánico debe considerarse el uso del EDTA, ya que es un agente de descalcificación que se emplea como irrigante final debido a su capacidad para eliminar el componente inorgánico, recomendándose en una concentración de 17% por un período de tiempo de un minuto (Calt y Serper, 2002), su mecanismo de acción consiste en reaccionar con los iones calcio de la dentina provocando la formación de quelatos de calcio (Kandaswamy y Venkateshbabu, 2010).

Existen varios estudios que han demostrado la eficacia al combinar estos dos irrigantes, sin embargo, no logran una completa desinfección, especialmente en el tercio apical, debido a que el tamaño de la preparación apical afecta la irrigación en los conductos radiculares (Teixeira et al., 2005; Khedmat y Shokouhinejad, 2008; Senia et al., 1971; Baker et al., 1975).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Revisión de la literatura

Se han realizado estudios en donde se ha sustentado que los cambios en la temperatura y en la concentración han proporcionado mejores resultados en la eliminación del lodillo dentinario mediante la mayor eliminación de materia orgánica e inorgánica, obteniendo mayor cantidad de túbulos dentinarios expuestos y así permitir una mejor adhesión de los materiales de obturación y por lo tanto, mejorar el pronóstico del tratamiento endodóntico (Caron et al., 2010; Herrera et al., 2013).

En el estudio realizado por Xiangjun Guo et al. (2014), determinaron que durante la preparación biomecánica, la irrigación con 1ml de NaOCl al 3% a 60° por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación es el protocolo ideal para mejorar una mejor remoción del lodillo dentinario.

En otro estudio realizado por Gopikrishna et al. (2014) los cambios en las concentraciones del NaOCl y la temperatura afectaron su viscosidad dinámica; lo que a su vez repercute en su capacidad de fluidez, disminuyendo la viscosidad y aumentando a su vez su fluidez, obteniendo una mejor difusión para mejorar la limpieza y desinfección de toda la trayectoria del conducto radicular. Las concentraciones del NaOCl variaron a 5.25%, 2.6% y 1.25%, así mismo, la viscosidad se midió usando un viscosímetro digital de rotación a temperatura ambiente (25°C), en cuanto a las temperaturas estudiadas fueron A 25°C, 45 °C y 60°C. La viscosidad aumentó estadísticamente con la concentración de NaOCl y disminuyó con el aumento de la temperatura. Entre los grupos de NaOCl, la concentración 5.25% a temperatura ambiente fue significativamente más viscoso, mientras que el NaOCl a 1.25% a 60°C fue significativamente menos viscoso.

Estos resultados mostraron que el NaOCl a temperatura ambiente (25°C) y en mayor concentración (5.25%) es significativamente menos viscoso que en una concentración de 1.25% a 60°C, por lo cual se determinó que el NaOCl con estas características tenía un mejor resultado. También se determinó que al aumentar la

temperatura del NaOCl aumentaba la eficacia bactericida, la cual casi se duplicaba cuando se aumentaban 5°C de la temperatura ambiente.

En el estudio realizado por Ligeng Wu et al. (2012) demostraron que los factores que afectaban la capacidad de limpieza del NaOCl, en cuanto a remoción de lodillo dentinario eran la concentración, temperatura y el tiempo de irrigación, por lo que determinaron que el mejor estado del NaOCl era cuando se encontraba en una concentración de 3%, a una temperatura de 60°C utilizándolo por 1 minuto, Así mismo, también determinaron que existía mayor eliminación de lodillo dentinario cuando se realizaba la aplicación final con un agente descalcificante, donde demostraron que el EDTA al 17% era el agente más efectivo en comparación con otros agentes disponibles como ácido cítrico al 20%, MTAD, etc.

En cuanto al estudio que realizaron Torabinejad et al. (2003) demostraron que los agentes descalcificantes eran más eficaces para la eliminación de lodillo dentinario al usarse como irrigante final y el NaOCl como irrigante durante la preparación del conducto pero en concentraciones bajas (1.3%), ya que cuando se aplica en concentraciones más altas, el NaOCl sólo se vuelve más tóxico y no aumenta su propiedades de remover materia orgánica, incluso es menos efectivo para la remoción de tejido necrótico; En cuanto a los agentes descalcificantes, encontraron que el MTDA era el más recomendado, ya que el EDTA al 17% al utilizarse como irrigante por más de 1 minuto causa erosión de la dentina radicular.

En el estudio realizado por Sonja et al. (2010) encontraron que al usar el NaOCl como irrigante durante todo el tratamiento endodóntico, tiene mejores resultados en cuanto a la disolución de materia orgánica cuando se utiliza en concentraciones altas (5.8%) a una temperatura de 45°C, ya que lo compararon con protocolos en concentraciones menores a temperatura ambiente en la eliminación de materia orgánica obteniendo resultados menores; sin embargo, al elevar la temperatura debería tenerse precaución, ya que de no utilizarse en un tiempo menor a 1 hora, pierde sus propiedades.

Sirtes et al. (2005) realizaron una comparación de la eficacia del NaOCl para disolución de tejido pulpar cuando se utilizaba en concentraciones altas a

temperaturas elevadas, encontrando que la eficacia era similar cuando se empleaban concentraciones bajas de NaOCl pero elevando la temperatura al igual que concentraciones altas pero a una temperatura ambiente, aunque se reportó mayor eficacia al utilizar NaOCl en una concentración de 1% a una temperatura de 60°C, por lo que determinaron que al elevar la temperatura del NaOCl potencian su eficacia en la remoción de materia orgánica.

## **2.2 Objetivo General**

Determinar la influencia de la temperatura del NaOCl a diferentes concentraciones combinado con EDTA al 17% en la eficacia para la remoción de lodillo dentinario.

## **2.3 Objetivos Específicos**

Evaluar la capacidad del NaOCl al 3% a 60°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 1.25% a 60°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 5.25% a 60°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 3% a 45°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 1.25% a 45°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 5.25% a 45°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Evaluar la capacidad del NaOCl al 5.25% a 25°C combinado con EDTA al 17%, para la eliminación de lodillo dentinario en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular.

Comparar la capacidad de todas las técnicas utilizadas y establecer cuál es la más efectiva.

### **3. METODOLOGÍA**

El estudio fue realizado en el Posgrado en Endodoncia de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Es un estudio experimental *in vitro* realizado en premolares inferiores unirradiculares humanos.

El tamaño de la muestra fue de 21 premolares inferiores humanos que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en 7 grupos de estudio.

Los premolares inferiores humanos fueron extraídos por razones ortodónticas de pacientes jóvenes que oscilaban en edades de 14–25 años de edad, con diámetros similares, sin importar el sexo del paciente y que fueran conservados adecuadamente para mantenerse hidratados.

#### **3.1 Criterios de Inclusión**

Premolares inferiores humanos unirradiculares sanos, sin caries, restauraciones coronales ni calcificaciones, con un solo conducto radicular, con diámetros similares, que presenten raíz recta y completamente formada.

#### **3.2 Criterios de Exclusión**

Premolares inferiores humanos unirradiculares que presenten más de una raíz o conducto radicular, reabsorción radicular interna o externa, fracturas o fisuras, formación radicular incompleta, con tratamiento endodóntico, con un conducto pero con diámetro más amplio al estandarizado.

#### **3.3 Criterios de Eliminación**

Premolares inferiores humanos unirradiculares que durante la preparación o sección, se fracture la raíz o presenten alguna fisura, conductos radiculares calcificados, separación de instrumentos y perforaciones durante el procedimiento.

### 3.4 Definición de Variables y Unidades de Medida

#### Variables Dependientes

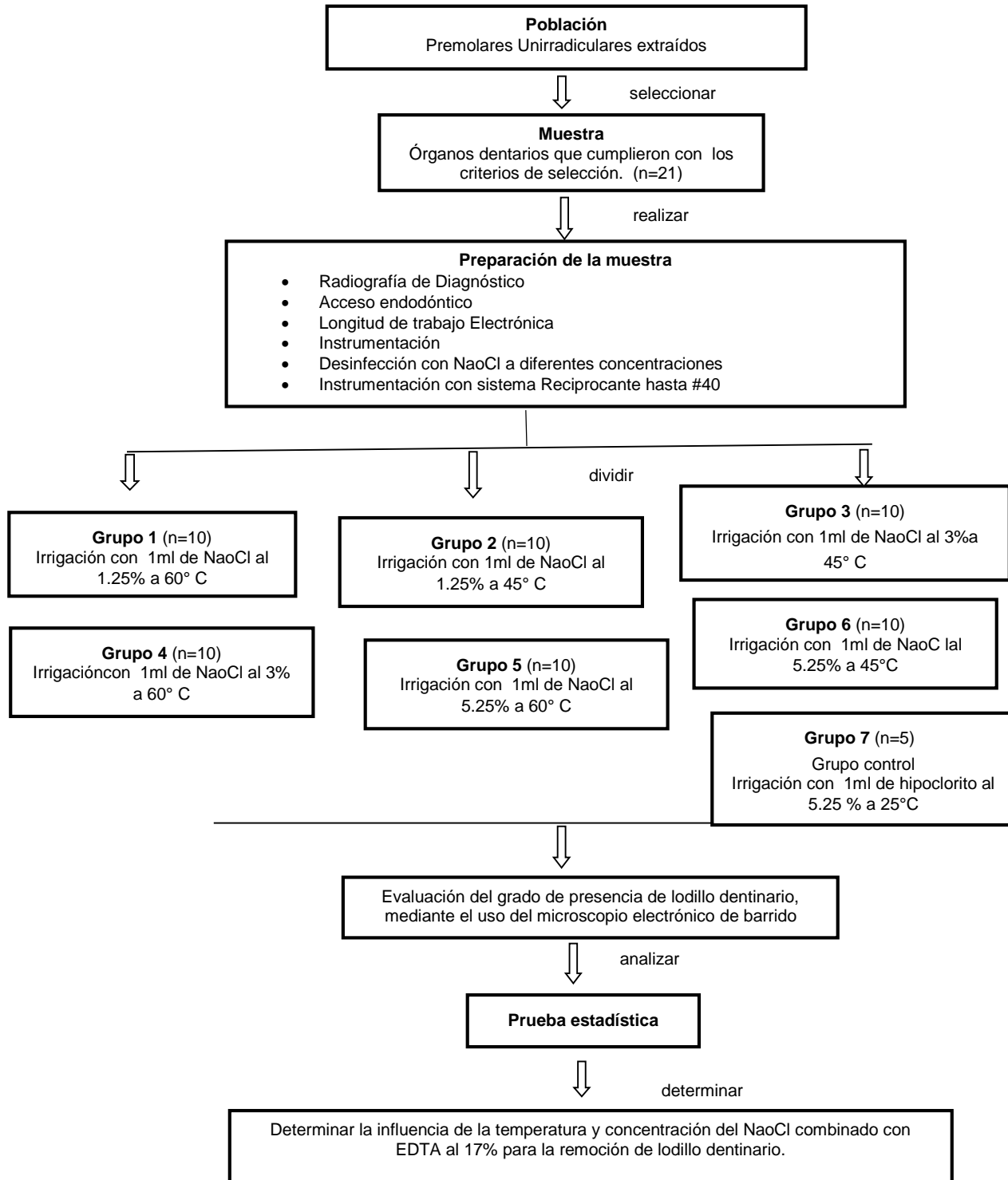
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Lodillo Dentinario	Compuesto formado por detritos compactados dentro de la superficie de los túbulos dentinarios por la acción de los instrumentos endodónticos. Se compone de fragmentos de dentina resquebrajada y de tejidos tanto orgánicos como inorgánicos del conducto radicular.	Mediante el uso del microscopio electrónico de barrido	Cualitativa	Nominal	Clasificando su presencia o ausencia en 3 grados: Grado 1: poca presencia; en 25%-50% total de la muestra Grado 2: moderada presencia; presente en 50% - 75% total de la muestra Grado 3: abundante presencia; presente en + 75% total de la muestra

#### Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración del NaOCl	Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen.	Mediante soluciones comerciales a diferentes concentraciones	Cuantitativa	de razón	%
Temperatura del NaOCl	Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.	Mediante termómetro digital	Cuantitativa	de razón	°C



### 3.5 Grupos Experimentales



### 3.6 Mediciones y Análisis

1. 21 premolares inferiores fueron conservados en un ambiente húmedo (solución fisiológica después de la extracción).
2. A cada uno se le eliminó la corona clínica con disco de diamante para estandarizarlos a 15 mm de longitud.
3. Se distribuyeron de forma aleatoria en 7 grupos de los cuales 1 fue el grupo control.
4. Se instrumentaron con limas reciprocantes del sistema Reciproc® hasta lima R#40, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
5. Se aplicaron los diferentes protocolos de irrigación dependiendo del grupo en el que se hayan clasificado:
  - Grupo 1: irrigación con 1ml de NaOCl al 1.25% a una temperatura de 60°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 2: irrigación con 1ml de NaOCl al 1.25 % a una temperatura de 45°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 3: irrigación con 1ml de NaOCl al 3 % a una temperatura de 45°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 4: irrigación con 1ml de NaOCl al 3% a una temperatura de 60°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 5: irrigación con 1ml de NaOCl al 5.25 % a una temperatura de 60°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 6: irrigación con 1ml de NaOCl al 5.25% a una temperatura de 45°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
  - Grupo 7 (grupo control): irrigación con 1ml de NaOCl al 5.25% a una temperatura de 25°C por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación.
6. Se colocaron bolitas de algodón esterilizadas en las entradas de los conductos y se prepararon con disco de carburo de silicio a baja velocidad sin penetrar en el conducto, haciendo una ranura, en donde se colocó una navaja y con un golpe firme se dividió el órgano dentario en dos mitades similares.

7. Las muestras fueron examinada a través de Microscopía Electrónica de Barrido de Presión Variable (SEM-VP, EVO LS40, ZEISS, Alemania), acoplado a una platina peltier con rango de temperatura de -25 °C a 50 °C (Deßen EVO® XVP® Coolstage, Reino Unido). La cámara porta muestra se mantuvo a 160 Pa de presión de vapor de agua con temperatura de estabilización de 8°C, la muestra fue fijada a la platina mediante una cinta de conductiva de cobre. En todos los experimentos se mantuvieron las siguientes condiciones de operación, alta tensión (EHT) 30 kV, Fil I Target 2.508 A, distancia de trabajo 18 mm y Spot Size de 650 ± 5.
8. Se capturaron micrografías de tres zonas seleccionadas al azar de cada tercio a 30X, 90X, y 1.00KX de magnificación y con una resolución de 1024x768 píxeles en escala de grises. En este formato, se asignó una escala de grises con 0 para el negro y 255 para el blanco.
9. Las fotos fueron evaluadas por tres observadores independientes que otorgaron los puntajes, los cuales se procesaron hasta que hubo consistencia interobservador.
10. Se registraron los resultados del grado de eliminación de lodillo dentinario para cada grupo evaluando en que grupo hubo mayor remoción de lodillo, a través de la comparación de las fotografías tomadas con el microscopio electrónico de barrido, en donde se evaluaron:  
Grado 1: Poca presencia de lodillo cuando esté presente en 25%-50% total de la muestra.  
Grado 2: Moderada presencia de lodillo cuando esté presente en 50%-75% total de la muestra.  
Grado 3: Abundante presencia de lodillo cuando esté presente en +75% DEL total de la muestra.

### **3.7 Análisis Estadístico**

Las diferencias entre la presencia de lodillo dentinario en los grupos donde se aplicaron los distintos protocolos, fueron analizados por la prueba estadística Kruskal–Wallis y Poshoc de Dunn. Se consideró significancia estadística cuando  $p < 0.05$ . Solamente se procesaron los datos cuando existió una concordancia interobservador adecuada considerando a  $K \geq 0.80$  para todos los protocolos y en todas las mediciones.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

En la tabla 1, se presentan las puntuaciones totales obtenidas al evaluar cada protocolo en general, en donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 1.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario en los 7 protocolos utilizados.

Protocolos	$\bar{X} \pm DE$
P1:NaOCI 1.25% a 60°C+ EDTA 17%	1.50 $\pm$ 0.50
P2:NaOCI 1.25% a 45°C+ EDTA 17%	1.55 $\pm$ 0.50
P3:NaOCI 3% a 45°C+ EDTA 17%	2.25 $\pm$ 0.66
P4:NaOCI 3% a 60°C+ EDTA 17%	1.59 $\pm$ 0.16
P5:NaOCI 5.25% a 60°C+ EDTA 17%	2.12 $\pm$ 0.78
P6:NaOCI 5.25% a 45°C+ EDTA 17%	2.07 $\pm$ 0.72
Grupo control, P7: NaOCI 5.25% a 25°C+ EDTA 17%	2.36 $\pm$ 0.12

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )

En la tabla 2 a la 8 se muestran las puntuaciones otorgadas al evaluar la remoción del lodillo dentinario por tercios con cada protocolo, encontrando en algunos casos diferencias estadísticamente significativas al comparar la remoción con el mismo protocolo en los diferentes tercios (Tabla 6 y 7).

**Tabla 2.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 1 (NaOCI 1.25% a 60°C + EDTA 17%).

Tercio	$\bar{X} \pm DE$ (Rango)
Coronal	1.5 $\pm$ 0.53 (1.0 – 2.0)
Medio	1.0 $\pm$ 0 (1.0 – 1.0)
Apical	2.0 $\pm$ 0 (2.0 – 2.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )

**Tabla 3.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 2 (NaOCl 1.25% a 45°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	1.66 ± 0.49 (1.0 - 2.0)
<b>Medio</b>	2.0 ± 0.85 (1.0 - 3.0)
<b>Apical</b>	1.0 ± 0 (1.0 - 1.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
 Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
 Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )

**Tabla 4.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 3 (NaOCl 3% a 45°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	2.0 ± 1.06 (1.0 - 3.0)
<b>Medio</b>	1.75 ± 0.46 (1.0 - 2.0)
<b>Apical</b>	3.0 ± 0 (3.0 - 3.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
 Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
 Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )

**Tabla 5.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 4 (NaOCl 3% a 60°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	1.41 ± 0.66 (1.0 - 3.0)
<b>Medio</b>	1.75 ± 0.46 (1.0 - 2.0)
<b>Apical</b>	1.62 ± 0.51 (1.0 - 2.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
 Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
 Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )

**Tabla 6.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 5 (NaOCl 5.25% a 60°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	1.5 ± 0.52 * (1.0 - 2.0)
<b>Medio</b>	1.87 ± 0.35 (1.0 - 2.0)
<b>Apical</b>	3.0 ± 0 (3.0 - 3.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar  
 Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;  
 \*Prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0.05$ ); Posthoc de Dunn con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) al comparar tercio coronal Vs tercio Apical.

**Tabla 7.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 6 (NaOCl 5.25% a 45°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	1.25 ± 0.46 * (1.0 -2.0)
<b>Medio</b>	2.63 ± 0.5 (2.0 -3.0)
<b>Apical</b>	2.33 ± 0.49 (2.0 -3.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar

Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;

\*Prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0.05$ ); Posthoc de Dunn con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) al comparar tercio coronal Vs tercio medio y tercio coronal Vs tercio apical

**Tabla 8.** Puntuaciones obtenidas al evaluar la remoción del lodillo dentinario utilizando el protocolo 7 (NaOCl 5.25% a 25°C + EDTA 17%).

<b>Tercio</b>	<b><math>\bar{X} \pm DE</math> (Rango)</b>
<b>Coronal</b>	2.25 ± 0.70 (1.0 -3.0)
<b>Medio</b>	2.33 ± 0.49 (2.0 -3.0)
<b>Apical</b>	2.5 ± 0.52 (2.0 -3.0)

$\bar{X}$ : Media; DE: Desviación estándar

Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$ ;

Prueba de Kruskal Wallis sin significancia estadística ( $p > 0.05$ )



En la tabla 9 se muestran los puntajes obtenidos tras la evaluación de cada tercio utilizando cada uno de los protocolos en donde se encontró que algunos protocolos presentan diferencias estadísticamente significativas con otros en el mismo tercio.

**Tabla 9.** Puntuaciones obtenidas tras la evaluación por tercios de la remoción del lodillo dentinario utilizando los 7 diferentes protocolos.

Tercio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7: Control
<b>Coronal</b>	1.5 ± 0.53 (1 -2)	1.66 ± 0.49 (1 -2)	2 ± 1.06 (1 -3)	1.41 ± 0.66 (1 -3)	1.5 ± 0.52 (1 -2)	1.25 ± 0.46 (1 -2)	2.25 ± 0.7 (1 -3)
<b>Medio</b>	1 ± 0* (1 -1)	2 ± 0.85 (1 -3)	1.75 ± 0.46 (1 -2)	1.75 ± 0.46 (1 -2)	1.87 ± 0.35 (1 -2)	2.63 ± 0.5 (2 -3)	2.33 ± 0.49 (2 -3)
<b>Apical</b>	2 ± 0 (2 -2)	1 ± 0§ (1 -1)	3 ± 0 (3 -3)	1.62 ± 0.51§ (1 -2)	3 ± 0 (3 -3)	2.33 ± 0.49 (2 -3)	2.5 ± 0.52 (2 -3)

Se aplicó análisis estadístico Kruskal-Wallis y Poshoc de Dunn

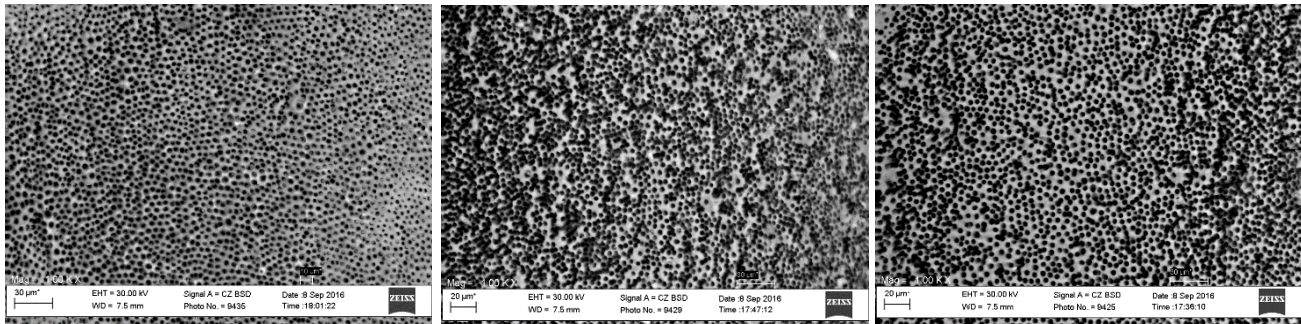
No existió diferencia estadísticamente significativa a nivel coronal ( $p > 0.05$ ),

\*Existió diferencia estadísticamente significativa entre P1 Vs P6 y P1 Vs P7 a nivel medio ( $p < 0.05$ ),

§Existió diferencia estadísticamente significativa entre P2 Vs P3, P5, P6 y P7 y entre P4 Vs P3 y P5 a nivel apical ( $p < 0.05$ ).

Concordancia interobservador  $K \geq 0.80$

## Imágenes Representativas de Puntaje 1

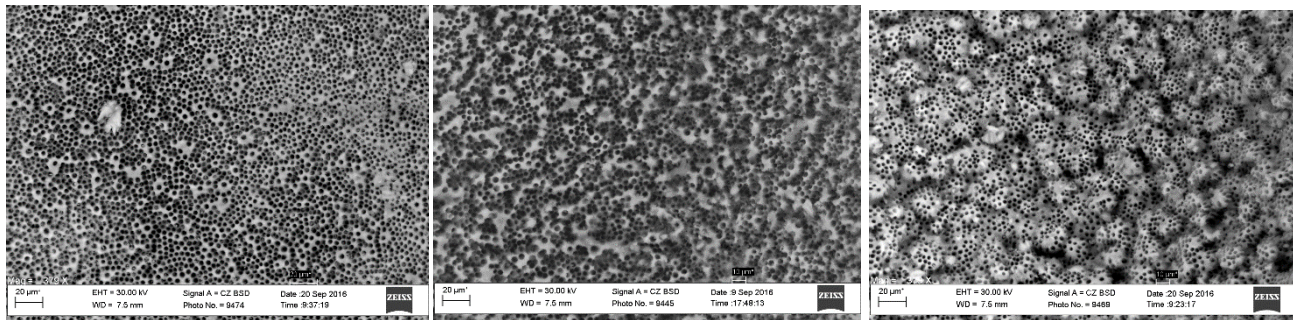


Tercio Cervical

Tercio Medio

Tercio Apical

## Imágenes Representativas de Puntaje 2

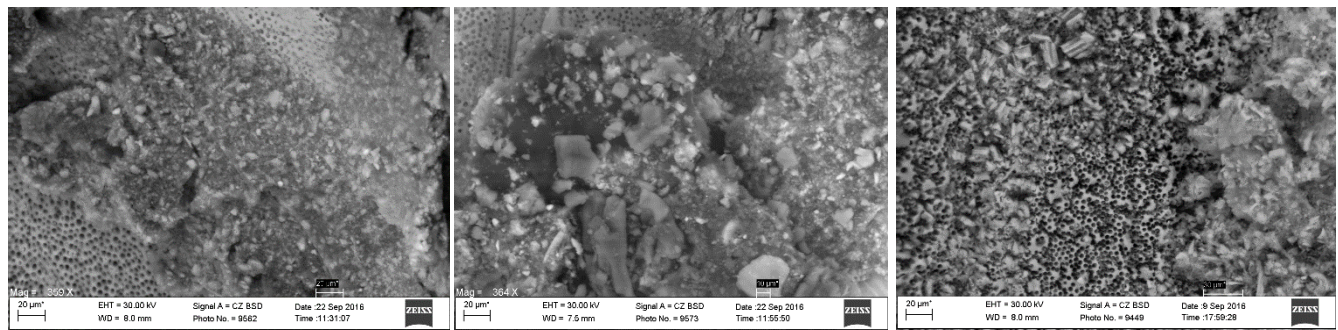


Tercio Cervical

Tercio Medio

Tercio Apical

## Imágenes Representativas de Puntaje 3



Tercio Cervical

Tercio Medio

Tercio Apical

## 4.2 Discusión

Durante el tratamiento de conductos en ocasiones es complicado la eliminación del lodillo dentinario debido a variaciones anatómicas presentes en el sistema de conductos radiculares, lo cual compromete el éxito del tratamiento. (Torabinejad et al., 2002; Uroz-Torres et al., 2010).

Este estudio tuvo el objetivo de conocer la influencia de la temperatura del NaOCl a diferentes concentraciones y combinado con EDTA al 17% en la eficacia para la remoción de lodillo dentinario.

Todos los protocolos fueron aplicados como protocolo final de irrigación y de igual manera; durante la instrumentación se irrigó con NaOCl al 5.25%. La irrigación se realizó de manera pasiva insertando una ajuga con salida lateral a 3mm de la longitud de trabajo, realizando movimientos de vaivén.

Al aplicar los distintos protocolos de irrigación se encontró que el protocolo 1 fue el más efectivo para la remoción del lodillo dentinario en todos los tercios ( $1.50 \pm 0.50$ ); casi con la misma efectividad resultó el protocolo 2 ( $1.55 \pm 0.50$ ). Ambos protocolos fueron realizados con el NaOCl al 1.25% solo variando la temperatura, teniendo un mejor resultado con la más alta temperatura ( $60^{\circ}\text{C}$ ) (Tabla 1). Estos resultados, coinciden con el estudio realizado con Xiangjun Guo et al. (2014), en donde demostró que a menor concentración del NaOCl y elevando la temperatura a  $60^{\circ}\text{C}$  por 1 min, 5 ml de agua bidestilada y 1 ml de EDTA al 17% al final de la instrumentación, era el protocolo que mejor removía el lodillo dentinario.

En cuanto a la menor efectividad para la remoción del lodillo dentinario en todos los tercios, el protocolo 7 (control) registró la mayor cantidad de lodillo dentinario ( $2.36 \pm 0.12$ ) ocluyendo a los túbulos (Tabla1).

Al parecer la hipótesis de trabajo es aceptada, al observar que la mayor remoción de lodillo dentinario se logró con el protocolo de NaOCl al 1.25% a  $60^{\circ}\text{C}$

y la menor con el NaOCl al 5.25% a 25°C; siendo este último protocolo, el utilizado de manera habitual durante el tratamiento de conductos. Sin embargo, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas al comparar los protocolos en general.

Al observar de manera individual la eficacia en todos los tercios de los distintos protocolos, se encontró que a nivel del tercio coronal, estadísticamente, todos los protocolos trabajaron de manera similar, es decir, todos tuvieron la misma eficacia para la remoción del lodillo dentinario. (Tabla 9).

Sin embargo, el protocolo 5 NaOCl 5.25% a 60°C + EDTA al 17% (Tabla 6) mostró mejores resultados para la eliminación de lodillo en el tercio cervical comparado con el tercio apical, incluso mostrando diferencia estadísticamente significativas, es decir, este protocolo es muy adecuado a nivel cervical pero no a nivel apical.

Respecto al protocolo 6 NaOCl 5.25% a 45°C + EDTA 17% (Tabla 7) se encontró ser muy adecuado en tercio cervical pero no en tercio medio y apical, esto con significancia estadística.

Todos los demás protocolos mostraron alguna diferencia en su capacidad para eliminar lodillo dentinario de los tres tercios, sin embargo, no existió diferencia estadísticamente significativa al compararlos.

Al comparar las puntuaciones obtenidas en cada tercio bajo cada uno de los protocolos podemos observar que a nivel cervical todos los protocolos se comportan de forma muy similar y que incluso no existe diferencia significativa al compararlos (Tabla 9), es notable que el peor protocolo en este tercio fue el considerado como control (NaOCl 5.25% a 25°C + EDTA 17%).

Respecto al mejor protocolo en tercio medio, se puede observar que fue el protocolo 1 incluso mostrando diferencias estadísticamente significativas al compararlo con el Protocolo 6 y 7 que fueron los peores para este tercio.

Finalmente el mejor protocolo para la eliminación de barrillo dentinario a nivel apical fue el Protocolo 2, seguido del protocolo 4, encontrando que el protocolo dos es significativamente mejor que el protocolo 3, 5, 6 y 7 a este nivel; Mientras que el protocolo 4 solamente es mejor que el protocolo 3 y 5.

En resumen podemos decir que observamos que la mayoría de los protocolos son eficaces para la remoción del lodillo dentinario a nivel del tercio coronal y medio; sin embargo, a nivel apical el protocolo 2 y 4 fueron los únicos con significancia estadística, siendo el protocolo 2 el mejor en tercio apical (Tabla 9).

Este resultado, coincide con los resultados de Gopikrishna et al. (2014) donde explica que al reducir la concentración (1.25%) y aumentar la temperatura (60°C) del NaOCl reduce su viscosidad y que al combinarlo con EDTA al 17%, es capaz de limpiar las irregularidades que normalmente presenta el tercio apical y que no es posible limpiar al realizar un protocolo de irrigación común, comprometiendo el éxito del tratamiento de conductos. En contraste, el estudio realizado por Baumgartner et al. (1987), reportó que al bajar la concentración del NaOCl seguido de EDTA al 17% mostraba mayor cantidad de lodillo dentinario sobre la superficie de los túbulos.

Basado en los resultados de esta investigación, el protocolo final utilizado cotidianamente de NaOCl al 5.25% a temperatura ambiente (25°C), resultó ser el peor protocolo aplicado para la remoción del lodillo dentinario en todos los tercios del conducto; por lo que lo ideal sería aplicar el protocolo que consiste en disminuir la concentración del NaOCl al 1.25% y aumentar su temperatura a 60°C combinado con EDTA al 17%; con esto es posible tener un menor resultado y éxito del tratamiento de conductos.

### **4.3 Conclusiones**

A pesar de haber realizado una irrigación pasiva, la combinación del NaOCl al 1.25% a 60°C y EDTA al 17% como protocolo final de irrigación reportó resultados excelentes para la remoción de lodillo dentinario en todos los tercios del conducto radicular; aunque con ningún protocolo fue realizada la completa limpieza de los túbulos dentinarios a lo largo de la trayectoria del sistema de conductos radiculares, es necesario emplear técnicas que permitan realizar dicha limpieza lo mejor posible aumentando el éxito y pronóstico del tratamiento de conductos.

## 6. REFERENCIAS

- Baker N., Eleazer P., Averbach R., and Seltzer S. 1975. Scanning Electron Microscopic Study of the Efficacy of Various Irrigating Solutions. *Journal of Endodontics* 1:127–35.
- Baumgartner J., and Mader C. 1987. A Scanning Electron Microscopic Evaluation of Four Root Canal Irrigation Regimens. *Journal of Endodontics* 13:147–57.
- Bukiet F. et al. 2013. Factors Affecting the Viscosity of Sodium Hypochlorite and Their Effect on Irrigant Flow. *International Endodontic Journal* 46:954–61.
- Calt S., and Serper A. 2002. Time-Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. *Journal of Endodontics* 28:17–19.
- Caron G., Nham K., Bronnec F., and Machtou P. 2010. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *Journal of Endodontics* 36:1361–66.
- Carvalho A., Ribeiro C., Carneiro M., Esteves S., and Nadir M. 2008. Smear Layer Removal by Auxiliary Chemical Substances in Biomechanical Preparation: A Scanning Electron Microscope Study.” *Journal of Endodontics* 34:1396–1400.
- Cunningham W., and Balekjian A. 1980. Effect of Temperature on Collagen-Dissolving Ability of Sodium Hypochlorite Endodontic Irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 49:175–77.
- Desai P., and Himel V. 2009. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *Journal of Endodontics* 35:545–49.
- Eick J., Wilko R., Anderson C., and Soren E. 1970. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. *Journal of Dental Research* 49:1359–68.
- Gopikrishna V., Ashok P., Kumar P., and Narayanan L. 2014. Influence of Temperature and Concentration on the Dynamic Viscosity of Sodium Hypochlorite in Comparison with 17% EDTA and 2% Chlorhexidine Gluconate: An in Vitro Study. *Journal of Conservative Dentistry : JCD* 17:57–60.
- Guerisoli D., Zanello M., Silva R., and Djalma J. 1998. Evaluation of Some Physico-Chemical Properties of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite Solutions. *Braz Endod J* 3:21–23.
- Guo X. et al. 2014. Efficacy of Four Different Irrigation Techniques Combined with 60 ° C 3 % Sodium Hypochlorite and 17 % EDTA in Smear Layer Removal. 4–6.
- Gutarts R., Nusstein J., Reader A., and Beck M. 2005. In Vivo Debridement Efficacy of Ultrasonic Irrigation Following Hand-Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics* 31:166–70.
- Haapasalo M., Endal U., Zandi H., and Jeffrey M. 2005. Eradication of Endodontic Infection by Instrumentation and Irrigation Solutions. *Endodontic Topics* 10:77–102.

- Herrera D. et al. 2013. Efficacy of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal by EDTA and Citric Acid. *Microscopy Research and Technique* 76:364–69.
- Hülsmann M. and Hahn W. 2000. Complications during Root Canal Irrigation—literature Review and Case Reports. *International Endodontic Journal* 33:186–93.
- Kandaswamy D., and Venkateshbabu N. 2010. Root Canal Irrigants. *Journal of Conservative Dentistry: JCD* 13:256.
- Khedmat S., and Shokouhinejad N. 2008. Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics* 34:599–602.
- Kuah H., Lui J., Tseng P., and Chen N. 2009. The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *Journal of Endodontics* 35:393–96.
- Lui J., Kuah H., and Chen N. 2007. Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer. *Journal of Endodontics* 33:472–75.
- McComb D., and Smith D. 1975. A Preliminary Scanning Electron Microscopic Study of Root Canals after Endodontic Procedures. *Journal of Endodontics* 1:238–42.
- Moorer W., and Wesselink P. 1982. Factors Promoting the Tissue Dissolving Capability of Sodium Hypochlorite. *International Endodontic Journal* 15:187–96.
- Peters O., and Barbakow F. 2000. Effects of Irrigation on Debris and Smear Layer on Canal Walls Prepared by Two Rotary Techniques: A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics* 26:6–10.
- Ribeiro E. et al. 2012. Debris and Smear Removal in Flattened Root Canals after Use of Different Irrigant Agitation Protocols. *Microscopy Research and Technique* 75:781–90.
- Rosenfeld E., Garth A. James, and Buckner S. Burch. 1978. Vital Pulp Tissue Response to Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics* 4:140–46.
- Rossi-Fedele G., and Figueiredo J. 2008. Use of a Bottle Warmer to Increase 4% Sodium Hypochlorite Tissue Dissolution Ability on Bovine Pulp. *Australian Endodontic Journal* 34:39–42.
- Şen B., Wesselink P., and Türkün M. 1995. The Smear Layer: A Phenomenon in Root Canal Therapy. *International Endodontic Journal* 28:141–48.
- Senia E., Marshall F., and Rosen S. 1971. The Solvent Action of Sodium Hypochlorite on Pulp Tissue of Extracted Teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 31:96–103.
- Sirtes G., Waltimo T., Schaetzle M., and Zehnder M. 2005. The Effects of Temperature on Sodium Hypochlorite Short-Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and Antimicrobial Efficacy. *Journal of Endodontics* 31(9):669–71.
- Stojicic S., Zivkovic S., Qian W., Zhang H., and Haapasalo M. 2010. Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature,



- Agitation, and Surfactant. *Journal of Endodontics* 36:1558–62.
- Teixeira C., Felipe M., and Felipe W. 2005. The Effect of Application Time of EDTA and NaOCl on Intracanal Smear Layer Removal: An SEM Analysis. *International Endodontic Journal* 38:285–90.
- Torabinejad M., Handysides R., Khademi A., and Bakland L. 2002. Clinical Implications of the Smear Layer in Endodontics: A Review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 94:658–66.
- Torabinejad M., Cho Y., Khademi A., Bakland L., and Shabahang S. 2003. The Effect of Various Concentrations of Sodium Hypochlorite on the Ability of MTAD to Remove the Smear Layer. *Journal of Endodontics* 29:233–39.
- Uroz-Torres D., González-Rodríguez M., and Ferrer-Luque C. 2010. Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation. *Journal of Endodontics* 36:308–11.
- Vasconcelos B. et al. 2007. Cleaning Ability of Chlorhexidine Gel and Sodium Hypochlorite Associated or Not with EDTA as Root Canal Irrigants: A Scanning Electron Microscopy Study. *Journal of Applied Oral Science* 15:387–91.
- Violich D., and Chandler N. 2010. The Smear Layer in Endodontics—a Review. *International Endodontic Journal* 43:2–15.
- Viswanath D., Ghosh T., Prasad D., Dutt N., and Rani K. 2007. *Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data*. Springer Science & Business Media.
- Wu L., Mu Y., Deng X., Zhang S., and Zhou D. 2012. Comparison of the Effect of Four Decalcifying Agents Combined with 60°C 3% Sodium Hypochlorite on Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics* 38:381–84.
- Zehnder M. 2006. Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics* 32:389–98.