



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA DE LOS TÚBULOS
DENTINARIOS
LOGRADA CON DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN
CASOS DE RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO”
ESTUDIO CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO**

TESISTA:

OD. MARIANA I. CARVAJAL

DIRECTOR:

PROF. DRA. CECILIA N. DE CASO

CÓRDOBA, 2020



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE POSGRADO**

Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Odontología

**“EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA DE LOS TÚBULOS DENTINARIOS
LOGRADA CON DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN CASOS DE
RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO”
ESTUDIO CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO**

Doctorando

Esp. Od. Mariana I. Carvajal

Directora

Prof. Dra. Cecilia N. de Caso

Co - Directora

Prof. Dra. Elba G. Priotto

2020

COMISIÓN DE TESIS

Prof. Dra. Susana Rodrigo

Prof. Dra. Ana De Paul

Prof. Dra. María Luisa de la Casa

DEDICATORIA

*A mi familia,
en especial a mi madre, Sara
a mi esposo Fabián, a mis hijos Franco y Martina
a Alicia y Fernando, mis hermanos
a todos ellos
por sus ejemplos de vida, por el apoyo constante y por el tiempo concedido.*

AGRADECIMIENTOS

Pocas cosas tienen tanto valor para un ser humano como tener la oportunidad de acceder a la educación, a la formación y al conocimiento de las ciencias. La decisión de transitar estos caminos, por arduos que sean, nos conduce a crecer, a ser mejores cada día y, también, a dar parte de lo recibido. Nada más que agradecidos debemos estar cuando se cumplen las metas.

A mi Directora de Tesis Prof. Dra. Cecilia N. de Caso, con quien he tenido la oportunidad de compartir el desarrollo de este trabajo, por su generosidad, capacidad y orientación.

A mi Codirectora de Tesis, la Dra. Elba Priotto, por su constante gestión y preocupación por el avance de este trabajo.

A la Dra. Liliana Menis de Mutal por su guía y motivación en el inicio de mi trabajo Tesis.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba que me brindó la formación de Grado, Posgrado y me integró como docente de la Institución.

A ambas Cátedras de Cirugía II de la Facultad de Odontología, en especial al Dr. Jorge Gilligan, al Dr. Adrián Ulfohn y la Dra. Juana Bozatello, por poner generosamente a disponibilidad las piezas dentales destinadas a la investigación.

A todo el personal del Laboratorio Lamarx perteneciente a la Facultad de Astronomía, Matemática y Física de la Universidad Nacional de Córdoba, en especial al Dr. Alberto Riveros quien, con su gran capacidad, sencillez y generosidad, arbitró los medios para la visualización y registro de las imágenes digitalizadas en el Microscopio Electrónico de Barrido.

Al Ing. Luis Croharé, del Área de Biología Oral (ABO) de la Facultad, por su colaboración y aporte en el análisis estadístico de los resultados.

A los Miembros de la Comisión de Tesis, Dra. Ana de Paul, Dra. Susana Rodrigo y Dra. María Luisa de la Casa, por su contaste orientación, acompañamiento y sugerencias.

A la Dra. Ana Lía Arena y a mis colegas compañeros de la Cátedra B de Endodoncia, con quienes compartimos experiencias y aprendizajes, científicos y de la vida.

A mis queridos compañeros y colegas docentes de la Especialidad de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo, en especial al Dr. Julio Caram y la Dra. Graciela Peña, por su generosidad y acompañamiento siempre.

En suma, a todas aquellas personas que, desde su lugar, sin dudarlo, y desinteresadamente contribuyeron al desarrollo y finalización de este trabajo.

Llegados hasta aquí, sólo estaremos en un nuevo punto de partida...

*“El arte y la ciencia de hacernos preguntas
es la fuente de todo conocimiento”*

Thomas Louis Berger

CERTIFICACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA

 	
COMITÉ ACADÉMICO DE INVESTIGACIONES EN SALUD (CAIS) FACULTAD DE ODONTOLOGIA. UNC	
Título del Proyecto N° CAIS 26 T	CAIS 26 T Evaluación de la limpieza de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas en caso de retratamiento endodóntico.
Autor responsable	Mariana Inés Carvajal
Director responsable	Dra. Cecilia de Caso
Trabajo Patrocinado	no
APROBADO	Objetivo: Evaluar la limpieza de los túbulos dentinarios lograda por diferentes técnicas de irrigación y con un solvente específico, en casos de retratamiento endodóntico.
Firma Coordinador (o en su reemplazo quien corresponda)	Lugar y Fecha
	Córdoba, 18/10/2018

Dra ANA B. FINKELBERG
COORDINADORA

ÍNDICE

ABREVIATURAS. SÍMBOLOS.....	10
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
FUNDAMENTACIÓN. IMPLICANCIA CLÍNICA.....	34
HIPÓTESIS.....	35
OBJETIVOS.....	35
OBJETIVO GENERAL	35
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
A- ESTUDIO MACROSCÓPICO	48
B- ESTUDIO MICROSCÓPICO.....	49
RESULTADOS	57
A- ESTUDIO MACROSCÓPICO	57
RESULTADOS ESTUDIO MACROSCÓPICO. SÍNTESIS.....	77
B- ESTUDIO MICROSCÓPICO.....	79
RESULTADOS ESTUDIO MICROSCÓPICO. SÍNTESIS.....	102
DISCUSIÓN	104
CONCLUSIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS.....	131
ANEXO I.....	132
ANEXO II.....	133
ANEXO III.....	135
ANEXO IV.....	136
ANEXO V.....	137
ANEXO VI.....	138

ABREVIATURAS. SÍMBOLOS.

ANOVA: Análisis de Varianza

DDCt: Índice de Obstrucción Tubular Relativa

dif: diferencia

DMS: Diferencia Mínima Significativa

EDTA: ácido etilendiaminotetracloroacético

EE: Error Estándar

ER: Endosolv R

et al: y otros, del latín *et alii* (y colaboradores)

FAMAF: Facultad de Astronomía, Matemática y Física

Fig: figura

NaClO: solución de hipoclorito de sodio

LTD: longitud de trabajo definitiva

M.E.B: Microscopio Electrónico de Barrido

min: minutos

ml: mililitros

MLG: Modelo de Regresión Lineal Generalizado

mm: milímetros

MR: Medidas Repetidas

Ncm: Newton-centímetro, unidad de medida de torque.

NiTi: Niquel Titanio (aleación)

nm: nanómetros

OTR: Obstrucción Tubular Relativa

Ppm: partes por millón

P.U.I: Irrigación Ultrasónica Pasiva

pH: potencial de hidrogeniones

rpm: revoluciones por minuto

S.E.M: scanning electronic microscopy

U.N.C: Universidad Nacional de Córdoba

Vs: versus

#: número-calibre de instrumento endodóntico

%: porcentaje de dilución de soluciones irrigantes y de humedad

RESUMEN

Objetivo. El objetivo general de este trabajo fue evaluar la limpieza de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas de Irrigación y con un solvente específico, en casos de retratamiento endodóntico. **Materiales y Método.** Se utilizaron cien dientes humanos premolares inferiores unicanaliculares ($n = 100$), recientemente extraídos, con sus raíces intactas, procedentes de exodoncias de pacientes entre 25 y 45 años. Luego de su descontaminación y limpieza fueron radiografiados en vistas ortorradiar y proximal para corroborar la presencia de un solo conducto y evaluar el ángulo de curvatura. Una vez seccionadas las porciones coronales y estandarizadas las raíces a 16mm se procedió al montaje en modelo para la realización del tratamiento endodóntico con Sistema Mecanizado de Níquel-Titanio MTwo y obturación con técnica de compactación lateral con conos de gutapercha y sellador AH Plus. Luego de su conservación a 37°C y 100% de humedad se efectuó la desobturación con Sistema MTwo-Retratamiento para ser sometidos a una irrigación complementaria con diferentes técnicas e irrigantes a los fines de evaluar la limpieza lograda con éstas. Para ello fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos de estudio: G1: Irrigación Manual ($n:40$), G2: Irrigación Ultrasónica Pasiva ($n:40$) y G3: Control ($n:20$). Asimismo, cada grupo se subdividió en dos subgrupos: SG1: Irrigación con NaClO y EDTA y SG2: Irrigación con Endosolv R. Finalizada la Irrigación Complementaria se seccionó cada muestra en sentido vestíbulo-lingual para visualizar la pared y túbulos dentinarios canaliculares mediante Lupa Estereoscópica primero (Estudio Macroscópico) y luego con Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) (Estudio Microscópico). A los fines estadísticos se aplicó el modelo de Análisis de Varianza (ANOVA), de Medidas Repetidas (MR) de dos factores, Inter e Intra-sujetos, con un nivel de significación de $p < 0.05$. Se complementó con un modelo de Regresión Lineal Generalizada, incluyendo los factores Tercio, Técnica de Irrigación y Solución Irrigante. **Resultados.** Los subgrupos que luego del procedimiento de irrigación complementaria obtuvieron los mayores niveles de limpieza fueron los irrigados manualmente, en el estudio macroscópico con el solvente específico Endosolv R (SG 1.2) y en el estudio microscópico el irrigado con NaClO/EDTA (SG 1.1). Los menores niveles de limpieza y mayores porcentajes de obstrucción tubular se observaron en el SG 2.2 irrigado con Endosolv R y Activación Ultrasónica en el estudio microscópico, acentuándose la tendencia en el tercio apical. **Conclusiones.** Los métodos empleados para evaluar la limpieza de la dentina radicular en casos de Retratamiento Endodóntico fueron muy diferentes. La evidencia macroscópica de una superficie limpia y libre de detritus no implicó la existencia de un sustrato dentinario libre de micro contaminantes con túbulos abiertos. En el estudio macroscópico la variable que más influyó para obtener una superficie limpia fue el tercio radicular seguido del tipo de irrigante usado, mientras

que en el estudio microscópico esta situación se invirtió, ya que fue más importante la solución irrigante seguida del tercio radicular. La naturaleza química del Irrigante tuvo más influencia en la limpieza de la superficie dentinaria (macro y microscópicamente) que el sistema de irrigación empleado.

ABSTRACT

Objective: The general objective of this study has been to evaluate the cleanliness of the dentin tubules achieved through different irrigation techniques and with a specific solvent, in cases of endodontic re-treatment.

Materials and Methods: 100 recently extracted single-canal inferior premolar human teeth were utilized (n = 100), with their roots intact, coming from extractions of patients within an age range of 25 and 45. After decontaminating and cleaning the teeth were radiographed in orthoradial and proximal views to corroborate the presence of only one canal and to evaluate the angle of the curvature. Once coronal portions were sectioned and roots were standardized at 16mm, the samples were placed in a model for endodontic treatment using the Mechanized System by Níquel-Titanio MTwo. Then they were sealed with a side compaction technique of lateral compaction using gutta-percha cones and AH Plus sealant. After its conservation at 37°C temperature and 100% humidity, the gutta-percha obturation was removed with the system MTwo-Retreatment to carry out a complementary irrigation procedure with different techniques and irrigants. The aim of these procedures has been to evaluate the degree of cleanliness achieved. The samples were randomly distributed in three study groups; G1: Manual irrigation (n:40), G2: Passive Ultrasonic Irrigation (n:40) and G3: Control (n:20). Likewise, each group was divided into two subgroups: SG1: Irrigation with NaClO and EDTA and SG2: Irrigation with Endosolv R. After the complementary irrigation was completed, each sample was sectioned in vestibular-lingual direction to visualize the canalicular dentin wall and tubules. This observation was first carried out using a stereoscopic microscope (Macroscopic Study) and later using a Scanning Electron Microscope (Microscopic Study). For statistical purposes, the Analysis of Variance (ANOVA), Repeated Measures (MR) model of two factors, Inter and Intra-subjects, was applied with a significance level of $p < 0.05$. It was complemented with a Generalized Linear Regression model, including the following factors: Radicular Third, Irrigation Technique and Irrigant Solution.

Results. The subgroups that obtained the highest levels of cleaning after the supplementary irrigation procedure were those irrigated manually with a syringe and needle; according to the macroscopic study it was the case of those irrigated with the specific solvent Endosolv R (SG 1.2) ; and according to the microscopic study , it was the case of those irrigated with NaClO / EDTA (SG 1.1). The lowest levels of cleaning and highest percentages of tubular obstruction were observed in SG 2.2 irrigated with Endosolv R and Ultrasonic Activation; this pattern was even more evident in the apical third. **Conclusions:** The methods used to evaluate the cleaning of the root dentin in cases of Endodontic Re-treatment were very different. The macroscopic evidence of a clean and detritus-free surface did not guarantee the existence of a dentin substrate with open tubules free of micro-contaminants.

In the macroscopic study, the variable that most influenced to obtain a clean surface was the root third followed by the type of irrigant solution used, while in the microscopic study this situation was reversed: the irrigating solution was followed by the root third as most important variables. The chemical nature of the Irrigant solution had more influence on the cleaning of the dentin surface (macro and microscopically) than the irrigation system used.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de un tratamiento endodóntico es limpiar y desinfectar el sistema de conductos con el propósito de reducir el número de microorganismos, retirar el tejido vital o necrótico y, finalmente, proceder a su sellado para evitar la recontaminación. Si bien, en la evaluación a distancia de los tratamientos endodónticos iniciales se han reportado tasas de éxito de hasta el 97%, pueden ocurrir fracasos después de dicho tratamiento. La persistencia o reingreso de microorganismos dentro el sistema del conducto radicular puede inducir una inflamación y una respuesta inmunológica dentro de los tejidos perirradiculares que resulta en una lisis ósea local, lo que perjudica la curación del tejido. Esta situación motiva la realización de un nuevo tratamiento endodóntico como primera alternativa para lograr la conservación de la pieza dentaria (Del Fabbro *et al.*, 2007).

La preparación biomecánica realizada con instrumental manual o mecanizado en combinación con la irrigación con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) durante un tratamiento endodóntico, es considerada una técnica eficaz para limpiar y dar forma al sistema de conductos radiculares, como así también para lograr la eliminación de la mayoría de las bacterias y del tejido contaminado (Ordinola-Zapata *et al.*, 2009) (McGurkin-Smith *et al.*, 2005).

El irrigante y el procedimiento de irrigación cumplen múltiples funciones durante la preparación del conducto radicular, y aunque muchos de estos procesos ocurren simultáneamente, conceptualmente cada una de estas funciones de irrigación desempeña un rol dominante en las diferentes fases de la preparación del conducto radicular. Es así como la preparación biomecánica radicular puede dividirse en tres fases distintas en relación al rol que cumple la irrigación: fase de exploración del conducto, fase de ampliación o instrumentación y fase de activación de la irrigación. En este sentido, los roles dominantes del procedimiento de irrigación en las tres fases pueden ser resumidos de la siguiente manera: inicialmente se produce un efecto lubricante durante la inserción de los instrumentos y exploración del conducto radicular, seguidamente un efecto de enjuague y descombro mecánico de los desechos sueltos generados durante la preparación del conducto radicular y finalmente ejerce efecto de disolución e inactivación de la biopelícula bacteriana y el tejido pulpar, eliminación de las bacterias y desnaturalización de las toxinas en los sitios más anfractuados del sistema de conducto radicular (Gulabivala *et al.*, 2010).

Históricamente, innumerables compuestos en solución acuosa han sido sugeridos como irrigantes del conducto radicular, incluidas sustancias inertes como el cloruro

de sodio o biocidas altamente tóxicas y alergénicas como el formaldehído. La solución de irrigación más utilizada es el hipoclorito de sodio y si bien posee muchas cualidades y propiedades deseables, por sí solo no es suficiente para limpiar totalmente el sistema de conducto radicular. Para un resultado óptimo, se debe utilizar una combinación de diferentes soluciones de distinta naturaleza como quelantes, ácidos, antibacterianos, entre otras sustancias (Basrani and Haapasalo, 2012) (Zehnder, 2006).

En concordancia con numerosos autores, parece evidente que los irrigantes del conducto radicular deberían tener, idealmente, un amplio espectro antimicrobiano y alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biopelículas, disolver los restos de tejido pulpar necrótico, inactivar las endotoxinas y prevenir la formación de una capa de barro dentinario durante la instrumentación o disolver este último una vez que se haya formado. Además, como los irrigantes endodónticos entran en contacto con los tejidos, deben ser sistémicamente no tóxicos, no cáusticos y tener poco potencial para causar una reacción anafiláctica (Zehnder, 2006).

De hecho, la solución de hipoclorito de sodio, (NaClO), se usa con frecuencia como desinfectante o como un agente blanqueador. Es el medicamento de elección durante los tratamientos endodónticos debido a su eficacia contra organismos patógenos y a su capacidad de digestión del tejido orgánico pulpar. Las principales propiedades y acciones químicas que lo hacen la solución irrigante de elección son su comportamiento como agente antimicrobiano eficaz, excelente solvente orgánico para tejidos, lubricante efectivo y su acción rápida. En contraposición, dentro de sus limitaciones se encuentran, específicamente, su toxicidad, la ausencia de sustentividad, su poder corrosivo, olor desagradable y su capacidad de eliminación de la parte orgánica de la capa del barro dentinario (Basrani and Haapasalo, 2012).

Por tanto, cuando el NaClO entra en contacto con las proteínas del tejido, se generan y liberan dentro de un corto tiempo sustancias como nitrógeno, formaldehído y acetaldehído. Además, se produce la ruptura de los enlaces peptídicos y la posterior disolución de las proteínas. Durante este proceso, el hidrógeno presente en los grupos amino se reemplazan por cloro formando cloraminas, las que desempeñan un rol importante por su efectividad antimicrobiana. Así, el tejido necrótico y el contenido purulento se disuelven y el agente antimicrobiano puede alcanzar y limpiar mejor las áreas infectadas. De igual modo, el cloro como fuerte oxidante, presenta acción antimicrobiana al inhibir enzimas bacterianas que conducen a la oxidación irreversible de los grupos

sulfhidrilo de enzimas esenciales para las bacterias. El hipoclorito de sodio, químicamente, es una base fuerte ($\text{pH} > 11$) y su efectividad antimicrobiana basada en su alto pH es similar al mecanismo de acción del hidróxido de calcio. El alto pH del hipoclorito sodio interfiere en la integridad de la membrana citoplasmática con una inhibición enzimática irreversible y produce además alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y degradación de los fosfolípidos (Estrela *et al.*, 2002). Como solución irrigante el NaClO se utiliza en concentraciones entre el 0.5 al 6%, pero no existe consenso en la literatura científica respecto de la concentración más adecuada para su uso clínico durante la terapia endodóntica. Retamozo *et al.* (2010) refieren que el régimen de irrigación más efectivo es NaClO 5,25% por 40 minutos y que la irrigación con concentraciones de 1,3 % y 2,5% para el mismo intervalo de tiempo es inefectivo para remover *Enterococo faecalis* desde los túbulos dentinarios. De igual manera, en referencia al tiempo necesario para alcanzar niveles óptimos de acción química, algunos artículos refieren la acción bactericida en 30 minutos usando NaClO al 0,5%, mientras más alta es la concentración se necesitará solo 30 segundos para lograr el mismo efecto (Zehnder, 2006). Algunos estudios *in vitro* han demostrado que el NaClO en concentraciones más altas es más efectivo contra *Enterococcus faecalis* y *Cándida albicans* (Gomes *et al.*, 2001). En contraste, estudios clínicos han indicado que las concentraciones bajas y altas son igualmente efectivas para reducir las bacterias del sistema de conducto radicular (Byström and Sundqvist, 1981). De igual manera, Zehnder (2006), refiere que las altas y bajas concentraciones son igualmente eficientes en reducir el número de bacterias en sistemas de conductos infectados pero el efecto de disolución de tejidos está directamente relacionado a la concentración. Grossman observó la capacidad de disolver el tejido pulpar y reportó que el NaClO al 5% disolvió este tejido entre 20 minutos y 2 horas (Estrela *et al.*, 2002). Un aumento de la temperatura en el NaClO de baja concentración mejora su capacidad de disolver tejidos y remueve virutas de dentina más eficientemente. Zehnder, (2006) sostiene que, la eficacia del NaClO al 1 % a 45°C es igual a una solución al 5,25% a 20°C para disolver la pulpa dental humana.

Es así como existe una variación considerable en la literatura científica con respecto al efecto antibacteriano de NaClO. En algunos artículos, se informa que el NaClO alcanza en segundos su efecto bactericida en los microorganismos, incluso a bajas concentraciones, aunque otros estudios han informado la necesidad de tiempos considerablemente más largos para la neutralización de la misma especie (Haapasalo *et al.*, 2010).

Asimismo, se ha demostrado en estudios *in vitro* que el NaClO posee acción bactericida sobre los microorganismos rápidamente incluso a bajas concentraciones de menos del 0.1%. Sin embargo, *in vivo* la presencia de materia orgánica, el exudado inflamatorio, los tejidos remanentes y la biomasa microbiana consumen al NaClO y debilitan su efecto. Por lo tanto, una irrigación constante, continua en el tiempo son factores importantes para la efectividad de NaClO (Haapasalo *et al.*, 2010).

En síntesis, el NaClO en concentraciones más altas tienen una mejor capacidad de disolución del tejido orgánico, pero incluso en concentraciones más bajas cuando es usado en grandes volúmenes puede ser igualmente efectivo (Siqueira *et al.*, 2000) (Moorer and Wesselink, 1982).

Además de la acción química de las sustancias irrigantes, la cinemática de movimiento o la acción de los instrumentos endodónticos durante la preparación biomecánica conduce a la formación de una capa delgada de escombros, conocida como barro dentinario o smear layer. Esta capa está compuesta de sustancias orgánicas e inorgánicas potencialmente infecciosas que deben eliminarse de las paredes del conducto radicular, de sus ramificaciones y anfractuosidades y de los túbulos dentinarios con la ayuda de irrigantes del conducto radicular (Dioguardi *et al.*, 2018).

Violich y Chandler (2010) refieren la sugerencia de algunos autores como Michelich *et al.* (1980), Pashley *et al.* (1981), Safavi *et al.* (1990), Drake *et al.* (1994), Galvanet *et al.* (1994) de mantener la capa de barro dentinario con el propósito de bloquear los túbulos dentinarios y así limitar la penetración de las bacterias o de toxinas al alterar la permeabilidad dentinaria. En contraposición, otros investigadores tales como McComb y Smith (1975), Goldberg y Abramovich (1977), Wayman *et al.* (1979), Cunningham y Martin (1982), Yamada *et al.* (1983) y George *et al.*, (2005) consideran que la capa de smear layer, siendo una estructura débilmente adherente, debe ser completamente eliminada de la superficie de la pared del conducto radicular porque puede albergar bacterias y proporcionar una vía para la microfiltración (Violich and Chandler, 2010).

Cierto es que, la capa de barro dentinario o smear layer impide la penetración suficiente de los irrigantes y de los medicamentos intraconducto en los túbulos dentinarios; además, puede comprometer la adaptación entre los materiales de obturación y la dentina. Si bien, la capa de barro dentinario no ha sido directamente implicada sobre el resultado del tratamiento del conducto radicular, un desbridamiento incompleto durante el tratamiento puede conducir a una disminución en el éxito del mismo (Ballal *et al.*, 2018).

A causa de ello es que, durante este procedimiento de limpieza, además del hipoclorito de sodio son utilizados otros irrigantes capaces de eliminar la materia de naturaleza inorgánica y el barro dentinario. Entre ellos se encuentra el ácido etilendiaminotetracloroacético al 17% (EDTA) el cual posee la capacidad de eliminar el barro dentinario (smear layer) generado durante la instrumentación, dejando la superficie y los conductillos dentinarios libres de detritus.

La palabra EDTA es un acrónimo ampliamente utilizado para el compuesto químico ácido etilendiaminotetraacético, el cual es un ácido poliaminocarboxílico representado por la fórmula $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2]_2$. Este sólido incoloro, soluble en agua se produce a gran escala para muchas aplicaciones. Su característica como agente quelante surge por su capacidad para "secuestrar" metales di y tri catiónicos, es decir iones como Ca^{+2} y Fe^{+3} . Después de ser tomados por el EDTA, los iones metálicos permanecen en solución, pero exhiben una disminución en su reactividad y pueden ser fácilmente eliminados. Dentro de sus propiedades, el EDTA se caracteriza por su capacidad para eliminar la parte inorgánica de la capa de barro dentinario después de la irrigación con NaClO , por contribuir a la eliminación de bacterias en el conducto radicular con cierta actividad antifúngica, desmineralizar la dentina (20–50 μm) y poseer baja toxicidad. El EDTA es utilizado normalmente en una concentración del 17% lo cual elimina la capa de barro dentinario en menos de 1 minuto si la solución alcanza la superficie de la pared del conducto radicular. No obstante, el proceso de descalcificación que ejerce es autolimitante debido a que la solución agota sus partículas quelantes a medida que actúa. (Basrani and Haapasalo, 2012).

En concordancia con lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta las propiedades que se requieren de una sustancia irrigante al realizar un tratamiento endodóntico podría decirse que el protocolo de irrigación ideal o "gold estándar" que propone la literatura científica se basa en el uso de una solución de hipoclorito de sodio alternado con un agente quelante como el EDTA. En suma, para un protocolo ideal de irrigación, es esencial el uso de una solución de NaClO concentrada al 5,25% durante un tiempo adecuado, alternado con agua destilada y en la fase final realizar la irrigación con EDTA al 17% y un último enjuague con agua destilada (Dioguardi *et al.*, 2018).

De manera óptima, después del proceso de irrigación, el conducto radicular debe estar libre de todos los desechos orgánicos, microorganismos y del barro dentinario. Además, las bacterias que pudieren haber penetrado en los túbulos dentinarios deberían estar neutralizadas y las características de la dentina tales

como la resistencia y la composición, no deberían haber sido afectadas negativamente de ninguna manera (Qian, Shen and Haapasalo, 2011).

Técnicas de Irrigación

A lo largo de la historia de la endodoncia, se han desarrollado diversas técnicas o sistemas eficaces de suministro y agitación de irrigantes a fin de optimizar la limpieza en el interior de los conductos y la remoción de detritus y de restos de materiales remanentes. Estas técnicas pueden agruparse en dos grandes categorías, según se apliquen la agitación manual o dispositivos de agitación asistidos mecánicamente (Mozo *et al.*, 2012) (Gu *et al.*, 2009).

Es así como una de las técnicas manuales para potenciar la acción de limpieza del NaClO consiste en movilizarlo dentro del conducto con un cono de gutapercha, con movimientos de amplitud de 2–3 mm dentro y fuera del conducto. Este movimiento provoca un efecto hidrodinámico suficiente que hace que la solución de irrigación penetre en los espacios más estrechos. La agitación de la solución irrigante no mejora su velocidad de reacción, sino que aumenta su contacto superficial con las paredes del canal y también disminuye la tensión superficial (Dioguardi *et al.*, 2018).

Por otra parte, otros procedimientos con asistencia mecánica incluyen el uso de cepillos rotatorios, la irrigación simultánea con instrumental rotatorio del canal, dispositivos de alternancia de presión y los sistemas sónicos y ultrasónicos. Todos ellos parecen mejorar la limpieza del conducto en comparación con la irrigación convencional con jeringa y aguja (Mozo *et al.*, 2012).

Sistemas de Ultrasonido

Los aparatos de ultrasonido se utilizan en Odontología desde hace muchos años para eliminar materiales y residuos no deseados. En 1957 Richman publicó un trabajo sobre el uso del ultrasonido para la preparación de conductos y la resección apical; no obstante, durante más de 20 años no se propusieron otras aplicaciones endodónticas.

En 1976 Martin y Cunningham comenzaron a publicar diversos trabajos sobre los diferentes aspectos del tratamiento con ultrasonidos y fueron los primeros en desarrollar un dispositivo, ponerlo a prueba y comercializarlo en 1976. Este aparato se denominó Cavitron Endodontic System (Dentsply/Caulk) y posteriormente aparecieron en el mercado la unidad Enac (Osada Electric Co.) y

el Piezon Master 400 (Electro Medical Systems, Suiza), así como otros diversos sistemas y aparatos.

Básicamente, todos estos dispositivos realizan la limpieza del conducto mediante una lima endodóntica acoplada a la unidad en continua vibración, combinada con la descarga de una solución irrigante generalmente de hipoclorito de sodio en la luz del conducto.

Inicialmente se atribuyó el efecto limpiador de los ultrasonidos a un mecanismo de implosión o cavitación. La cavitación se produce cuando una lima ultrasónica vibra en el seno de un líquido creando burbujas que se vuelven inestables, se colapsan y originan una implosión semejante a un vacío. Esto promueve un efecto combinado de presiones de choque, implosión y vacío (Johnson and Zelikow, 1987).

Ahmad y col. (1987), han publicado distintos trabajos en los que proponen otro mecanismo para la limpieza por ultrasonidos. Aseguran que la potencia a la que funciona la unidad endodóntica es demasiado baja para producir cavitación o si ésta se produce es una cavitación transitoria, la cual no contribuiría a una adecuada limpieza del conducto radicular, por lo cual concluyen que el verdadero mecanismo sería la formación de corrientes acústicas, proceso por el cual la lima en su movimiento vibratorio genera un flujo de líquido que produce remolinos y corrientes oscilatorias. Asimismo, señalaron que la corriente acústica va a depender de la amplitud de desplazamiento libre de la lima y de que la vibración de ésta no se vea “amortiguada” por las paredes del conducto.

Cualquiera sea el mecanismo implicado, el empleo del ultrasonido para la preparación quirúrgica de los conductos ha mostrado diversos resultados, a veces contradictorios.

Se han realizado muchos trabajos de investigación para comparar la instrumentación manual y ultrasónica con distintas soluciones irrigantes, evaluando la eficacia de la limpieza, la eliminación del smear layer, el tiempo necesario, la forma que adopta el conducto, los peligros de la sobreextensión con una y otra técnica, precauciones, entre otras variables, pero no hay resultados concluyentes (Cymerman *et al.*, 1983) (Stamos *et al.*, 1987) (Colman *et al.*, 1988) (Haidet *et al.*, 1989) (Orts Rodriguez *et al.*, 1989) (Tang and Stock 1989) (Yahya and Eldeeb, 1989) (Archer *et al.*, 1992) (Lumley *et al.*, 1993).

Esto quizás pueda ser explicado por las diferencias en la curvatura de los conductos, en el tipo de piezas dentarias empleadas, en la variabilidad del operador, en el aparato ultrasónico usado, en el tipo y la cantidad de irrigante empleado y los criterios de evaluación (Walker and del Rio, 1989).

Aparentemente los sistemas ultrasónicos logran un mejor debridamiento de los conductos cuando se utilizan como complemento de la instrumentación y no como único método (Weller *et al.*, 1980) (Goodman *et al.*, 1983).

Los sistemas de ultrasonido convierten la energía eléctrica en energía de vibración de tipo electromagnético y piezoeléctrico a 20-25 kHz. El efecto piezoeléctrico se obtiene sometiendo a determinados cristales como el cuarzo a presiones mecánicas. Las unidades piezoeléctricas para uso odontológico son mucho más potentes que las unidades electromagnéticas.

Actualmente, un sistema adaptador permite acoplar limas endosónicas o limas endodónticas al equipo ultrasónico o el empleo de diferentes puntas ultrasónicas para distintas aplicaciones, incluyendo las puntas de extremo inactivo o diamantadas, que aparentemente conducirían muy bien el ultrasonido. Esto ha posibilitado el uso del ultrasonido para la remoción de cementos duros del interior del conducto durante el retratamiento endodóntico (Krell and Neo, 1985) (Jeng and Eldeeb, 1987) (Stamos *et al.*, 1987), la eliminación de obstrucciones metálicas ya sean conos de plata, instrumentos fracturados o pernos (Gaffney *et al.*, 1981) (Sierasky and Zillich, 1983) (Krell *et al.*, 1985) (Chenail and Teplitsky 1987) (Gilbert and Rice, 1987) (Nehme, 2001), la colocación de cemento sellador (Hoen *et al.*, 1988) (West *et al.*, 1989) (Wiemann and Wilcox, 1991) (Stamos *et al.*, 1995) y la preparación de retrocavidades en la cirugía apical (Wuchenich *et al.*, 1994) (Gutman *et al.*, 1994) (Sumi *et al.*, 1996).

También se han empleado estos sistemas para la obturación de conductos radiculares, colocando atacadores o espaciadores endodónticos en la unidad ultrasónica (Lauricheese, 1984) (Baumgardner and Krell, 1990) (Deitch *et al.*, 2002).

La energía ultrasónica puede influir en la dinámica de los fluidos dentro del sistema de conductos radiculares, lo que mejora el contacto de los irrigantes con regiones del conducto radicular que no pueden alcanzarse con instrumentos rotatorios convencionales o modernos (George, 2019). Hay dos tipos de activación ultrasónica: primero, la pasiva, definida como irrigación ultrasónica pasiva (PUI), con la introducción de la solución irrigante dentro del conducto y luego la punta ultrasónica, sin tocar las paredes del conducto, y la segunda, definido como irrigación con aguja ultrasónica (UNI), donde la activación de la solución irrigante se realiza simultáneamente con su administración dentro del conducto. PUI utiliza insertos ultrasónicos sin filos que reducen la posibilidad de daños en la anatomía del conducto debido al contacto accidental (Dioguardi *et al.*, 2018).

Munley y Goodell (2007), afirman que es más ventajoso el uso de ultrasonido para irrigación pasiva.

Asimismo, Hargreaves *et al.* (2011) sugieren que, si se utiliza la activación ultrasónica del irrigante, es importante aplicar el instrumento ultrasónico una vez finalizada la preparación del conducto. Un instrumento oscilatorio libre en el interior del conducto radicular transmitirá las ondas ultrasónicas a la solución irrigante con mayor eficacia que otro que se encuentre ajustado a las paredes del conducto. De igual forma, nuevos estudios deberían evaluar el efecto de la irrigación ultrasónica en la limpieza de los túbulos dentinarios durante el retratamiento endodóntico (Horvath *et al.*, 2009).

De forma similar, también existen sistemas sónicos para mejorar la dinámica de fluidos durante la irrigación del sistema de conducto radicular que producen un movimiento en el área de irrigación que resulta en una limpieza mejorada en comparación con la irrigación tradicional con una sola jeringa pero que es inferior si se compara con el método ultrasónico (Dioguardi *et al.*, 2018). El sistema sónico Endo Activator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, EE. UU.) es un sistema de irrigación que incluye una pieza de mano y puntas de polímero flexibles desechables de diferentes tamaños que no cortan la dentina radicular (Elnaghy *et al.*, 2017). Los instrumentos para la activación sónica de los irrigantes utilizan una frecuencia más baja (1000-6000 Hz) en comparación con los instrumentos ultrasónicos (25000 Hz). En ambos tipos de instrumentos, la punta activa está conectada en un ángulo de 60-90 grados en relación con eje largo de la pieza de mano. Sin embargo, la vibración de los dispositivos ultrasónicos es diferente del de los instrumentos sónicos. Las puntas activadas por ultrasonido tienen numerosos nodos (punto fijo en un cuerpo vibrante) y antinodos a lo largo del instrumento, mientras que los instrumentos sónicos tienen un nodo cerca del inserto y un antinodo en la punta del instrumento (Mohammadi *et al.*, 2015). En concordancia, estudios recientes han demostrado que la agitación del irrigante mediante una aguja de irrigación, la activación sónica y ultrasónica fueron igualmente efectivos para aumentar la velocidad de disolución del tejido por parte del NaClO, hasta diez veces más en comparación con la irrigación pasiva (sin activación). Este resultado sugiere que el movimiento del irrigante y su renovación son los factores claves en su efectividad (Haapasalo *et al.*, 2014).

Asimismo, son numerosas las investigaciones realizadas que refieren el logro de una mejor limpieza de las paredes dentinarias canaliculares luego de la aplicación de soluciones irrigantes activadas con ultrasonido. Estudios como los de Cavenago *et al.* (2014), Bernardes *et al.* (2015) y Grischke, Müller-Heine y

Hülsmann (2014), han recomendado el uso de PUI como paso final en el retratamiento ya que este procedimiento mejora la eliminación del material de relleno residual y la limpieza de las paredes dentinarias. De igual forma Kato *et al.* (2016) concluyen que PUI promueve una limpieza más efectiva más aún en las zonas intermedias del conducto que la de los últimos milímetros. Igualmente, estudios previos como los de Lee, Wu y Wesselink (2004) y Sluis, Wu y Wesselink (2007) también demostraron una mejor limpieza después de PUI.

Éxito y Fracaso Endodóntico

Un correcto tratamiento endodóntico está basado en una secuencia de factores que se relacionan entre sí y que culminan con una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función.

La literatura científica propone evaluar el éxito del tratamiento mediante parámetros sintomáticos, radiográficos e histológicos. El éxito sintomático es aquel en el cual el paciente no experimenta molestias en la pieza tratada endodónticamente a pesar del tiempo transcurrido, quizá años, desde que se efectuó el tratamiento. El éxito radiográfico se caracteriza por la falta de formación y/o desaparición radiográfica de lesiones periapicales después del tratamiento de conductos y la ausencia de sintomatología. Es importante considerar que la evaluación radiográfica postoperatoria por sí sola no es un parámetro objetivo y completo para analizar la calidad del tratamiento endodóntico.

El éxito histológico en humanos es casi imposible de constatar debido a que no puede ser valorado por razones éticas, solo se puede evaluar cuando se diagnostica un fracaso y se practica una cirugía endodóntica removiendo parte de la raíz y los tejidos que la rodean.

Teniendo en cuenta estos parámetros es posible afirmar que un tratamiento endodóntico exitoso debe reunir algunas condiciones tales como la permanencia de la pieza dental funcionando en la boca del paciente, la ausencia de síntomas clínicos, la ausencia radiográfica de lesiones periapicales, la reparación o regeneración de los tejidos periapicales y que estos conserven un estado histológico normal.

Las causas por las cuales fracasa un tratamiento endodóntico son diversas, pero hay algunos factores que son preponderantes como; la falta de un correcto sellado apical, una instrumentación apical insuficiente, la presencia de microorganismos o sus productos bacterianos, la filtración coronaria y la presencia de materiales extraños en los tejidos periapicales.

El retratamiento endodóntico no quirúrgico debe ser siempre la primera opción terapéutica para solucionar un fracaso endodóntico. El procedimiento consiste en la eliminación de la obturación presente, la nueva limpieza y conformación de los conductos, así como la identificación y corrección de la causa del fracaso del tratamiento previo, para eliminar o reducir sustancialmente el componente microbiano de los conductos radiculares. Los conductos vuelven a ser obturados y sellados, para realizar posteriormente un seguimiento clínico y radiográfico a fin de valorar la evolución. (Dadresanfar *et al.*, 2011).

En los últimos años se ha incrementado el número de piezas que han recibido tratamiento endodóntico. A pesar de que el porcentaje de éxito está aproximadamente alrededor de un 90%, existe una elevada incidencia de fracasos, debido al desconocimiento de muchos de los aspectos básicos y primordiales como son el diagnóstico, la morfología dentaria, la asepsia (aislamiento absoluto) del campo operatorio e incluso la falta de experiencia del operador para realizar un correcto acceso, localización de conductos o una buena instrumentación y obturación.

Aunque se ha demostrado que el principal factor en el éxito de la endodoncia es la calidad de obturación intraconducto, un sellado impermeable en el área coronal es indispensable para un pronóstico exitoso. La presencia de la restauración coronal ayuda a proteger el diente tratado endodónticamente y el sistema de conductos radiculares de la filtración coronal y reinfección, y se define como adecuada cuando se mantiene íntegra en cuanto a anatomía y función, acompañada del adecuado ajuste a los márgenes cavitarios, sin presentar caries (Tandra Das and Pradeep, 2016). Una restauración coronal con adecuado sellado es esencial después de la finalización de la obturación endodóntica ya que impide el reingreso de microorganismos presente en la cavidad bucal (Bayram *et al.*, 2013).

Asimismo, numerosos estudios han demostrado cómo la limpieza insuficiente del conducto radicular puede conducir al fracaso del tratamiento endodóntico. Cuando las bacterias se organizan en biofilms o biopelículas en el interior de un conducto pueden producir lesiones laterales o apicales, incluso con la presencia de un sellado apical adecuado. Una de las principales causas de fracaso de un retratamiento endodóntico es la presencia de la especie bacteriana *Enterococcus faecalis*, la cual es capaz de sobrevivir a los procedimientos de irrigación con soluciones de NaClO de diferente concentración (Dioguardi *et al.*, 2019).

De igual manera, las especies bacterianas anaerobias son las que se han observado principalmente en túbulos dentinarios de conductos radiculares

infectados y parecen persistir en la luz del túbulo, incluso en piezas dentarias con tratamiento endodóntico. Aún no está claro si estos últimos organismos se encuentran viables, no viables o en un estado de latencia. Los estudios *in vitro* indican que entre todas las especies, el *Enterococcus faecalis* parece tener una mayor propensión a invadir y colonizar los túbulos dentinarios (Taschieri *et al.*, 2014).

Por otra parte, otros factores que pueden contribuir a la limpieza inadecuada del conducto radicular son los relacionados con la anatomía, tales como la presencia de istmos, anastomosis y canales laterales, que pueden no ser alcanzados por la acción mecánica de limpieza de la mayoría de los instrumentos endodónticos; de modo similar otras circunstancias influyentes pueden tener origen en el procedimiento, como la formación de bloqueos y escalones y el escaso alcance de las soluciones irrigantes (Dioguardi *et al.*, 2019).

La remoción y eliminación del material de obturación existente en el conducto radicular a través de la limpieza y conformación del conducto retratado sigue siendo un desafío para el odontólogo (Lin *et al.*, 1992) (Siqueira, 2002) (Nair, 2006) (Siqueira and Rôças, 2008) (Rodrigues *et al.*, 2015).

Durante el retratamiento endodóntico, es fundamental la remoción del material de obturación del tratamiento primario, de modo que se pueda acceder a la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares. Siqueira y Rocas (2008), y Sundqvist y colaboradores (1998), sugieren que en esas condiciones las bacterias podrían permanecer ocultas en ramificaciones anatómicas obliteradas por el material de obturación del tratamiento previo. En ese sentido, numerosas publicaciones destacan la dificultad de eliminar completamente dicho material de obturación, quedando generalmente restos de gutapercha o sellador endodóntico, adherido a las paredes, en los distintos tercios del conducto radicular (Saad, Al-Hadlaq and Al-Katheeri, 2007) (Hammad *et al.*, 2008) (Somma *et al.*, 2008).

Como se expresó anteriormente, la gutapercha, en sus diferentes formas, es uno de los materiales de relleno más utilizados y en los casos de fracaso endodóntico, se han introducido varios métodos para eliminarlo del sistema de conductos radiculares. Estos incluyen fresas de Peeso, Largo, Gates Glidden, sistemas de Limas Mecanizados, instrumentos ultrasónicos, limas manuales combinados con calor o productos químicos y puntas de papel embebidas en solventes. Actualmente, los sistemas mecanizados han adquirido popularidad entre los profesionales y la mayoría de ellos los prefieren debido a que reducen el tiempo operatorio en relación a las técnicas de instrumentación manual (Dadresanfar *et al.*, 2011). En un estudio realizado por Garg (2015), en relación al tiempo requerido

para la desobturación endodóntica mediante diferentes sistemas rotatorios se demostró que el sistema de retratamiento mecanizado era significativamente más rápido que la instrumentación manual, en concordancia a la mayoría de los estudios publicados anteriormente. Se sugiere que la razón es la plastificación que sufre la gutapercha debido a la instrumentación rotatoria, lo que resulta en una fácil y rápida penetración y recuperación del material (Garg *et al.*, 2015).

Diferentes sistemas mecanizados como Profile, Quantec, GT Rotary, K3, Protaper y Race entre otros, han sido evaluados para la remoción del relleno canalicular y la reinstrumentación del conducto radicular. Más recientemente, el sistema de instrumentos de níquel – titanio ProTaper, se ha actualizado como sistema mecanizado con el sistema ProTaper Universal, que ofrece, además de instrumentos para dar forma y acabado, limas de retratamiento diseñados específicamente para eliminar material de obturación de conductos radiculares (Réis Só *et al.*, 2008). Por otra parte, los instrumentos MTwo R, también están diseñados específicamente para el retratamiento o la desobturación de los materiales de obturación. Las limas de retratamiento son MTwo R 15.05 y MTwo R 25.05 presentan una punta activa que permite a los clínicos penetrar fácilmente a través del material de obturación.

En el sistema de limas NiTi MTwo, la distancia entre los bordes cortantes (pitch) se incrementan desde la punta del instrumento hacia el mango. La profundidad del espacio diseñado para la eliminación de dentina se incrementa, lo cual proporciona un mayor espacio para la eliminación de dentina y permite una más eficiente remoción de gutapercha y sellador (Akhavan *et al.*, 2012). Considerando el parecido de las limas MTwo a la de las limas Hedström, es razonable concluir que tienden a eliminar el material de relleno en forma masiva, es decir en bloque (Akhavan *et al.*, 2012).

En un estudio comparativo realizado por Yadav (2013), los instrumentos de retratamiento de MTwo dejaron el menor remanente de gutapercha seguido por los de retratamiento ProTaper y por las limas Hedström. Entre todos los sistemas, el mejor rendimiento de las limas MTwo de retratamiento se atribuyen al diseño del instrumento. Las mismas tienen una sección transversal en forma de S, una longitud de paso creciente en la dirección apical-coronal y una punta de corte. Por lo tanto, estos instrumentos se caracterizan por un ángulo de inclinación positivo con dos filos de corte. Los bordes cortantes forman espirales largas y verticales que aseguran un mejor control de instrumento en progresión a través del conducto. La presencia de bordes afilados posibilita cortar a través de la gutapercha y alcanzar el punto final apical mientras se atraviesa el material de

obtención. Además, a diferencia de otros instrumentos NiTi, los instrumentos MTwo no requieren una secuencia de instrumentación en sentido corono-apical (Yadav *et al.*, 2013).

Solventes

La eliminación del material de relleno del conducto radicular es un requisito en los casos de retratamiento endodóntico. Existen varios métodos para eliminar el material de obturación, incluido el uso de solventes, calor e instrumentación mecánica, ya sea solos o en combinación con otros. La gutapercha, junto con una variedad de selladores del conducto radicular, es el material de relleno más utilizado para el conducto radicular. Se puede remover sin gran dificultad con el uso de solventes orgánicos o instrumentos calentados. Sin embargo, el sellador puede resistir la disolución y completar su eliminación puede variar considerablemente. Los selladores endodónticos disponibles comercialmente difieren en cuanto a características fisicoquímicas, lo cual podría influir y consecuentemente determinar la eficacia clínica de cualquiera de los solventes. Algunos estudios han sugerido al cloroformo como el solvente más efectivo para la mayoría de los materiales de relleno. Se ha demostrado que tiene una excelente capacidad de disolución en comparación con otros disolventes como eucaliptol, xilol o halotano. Dado que es importante usar solventes que no dañen tejidos periapicales, el uso de aceite de naranja fue propuesto para la desintegración de selladores a base óxido de zinc-eugenol (Martos *et al.*, 2006).

En general, en los casos en que la gutapercha se encuentra bien condensada puede ofrecer resistencia a la penetración de los instrumentos endodónticos, por lo que el uso de un solvente orgánico puede favorecer su disolución (Good and McCammon, 2012).

La elección de un solvente ideal para el retratamiento endodóntico requiere un equilibrio entre seguridad clínica en uso, es decir sustancias con baja toxicidad y agresividad hacia los tejidos, y la más alta capacidad de disolución (Martos *et al.*, 2006). En consecuencia, el solvente ideal debería ser eficiente, no tóxico para el personal y para el paciente, no cancerígeno, de fácil disponibilidad y accesible. Entre los disolventes disponibles se incluyen el cloroformo, metilcloroformo, halotano, aceite rectificado de trementina, aceite de naranja, xilol, eucaliptol, d-limoneno y etiloacetato, pero ninguno de estos logra cumplir con todos los requisitos anteriormente citados (Good and McCammon, 2012).

En relación a estas soluciones, los mismos investigadores Good y McCammon (2012), refieren algunas de las propiedades de los solventes de gutapercha comúnmente utilizados en cuanto a características tales como eficacia en la disolución de gutapercha y de selladores endodónticos, propiedades antimicrobianas, toxicidad y ablandamiento de la dentina.

Entre los que poseen mayor capacidad de disolución de gutapercha y de selladores endodónticos se encuentran cloroformo, xilol y aceite de naranja, mientras que el halotano solo es efectivo en la disolución de gutapercha. En referencia a su alta toxicidad fueron citados el cloroformo, xilol, d-limoneno y aceite rectificado de trementina (Good and McCammon, 2012).

Aunque el cloroformo se considera cancerígeno, se reconoce como el solvente más eficiente para el retratamiento del conducto radicular (Hwang *et al.*, 2015). El vapor de cloroformo es un depresor del sistema nervioso central y es tóxico para el hígado y los riñones. En estudios experimentales en seres humanos las exposiciones muestran que 14,000 a 16,000 ppm causan pérdidas rápidas de conciencia en el hombre, mientras que las exposiciones individuales de 1000 ppm causan mareos, náuseas y efectos de la fatiga y dolor de cabeza. La exposición prolongada a 80 a 240 ppm causa lasitud, trastornos digestivos y embotamiento mental, mientras que 20 a 70 ppm producen síntomas más leves. Las rutas primarias de la posible exposición humana al cloroformo son la ingestión, puede ocurrir al respirar aire contaminado con cloroformo, comiendo alimentos o bebiendo agua que contiene cloroformo, o por absorción de cloroformo a través de la piel. Igualmente, el agua potable puede contener cloroformo como subproducto de la cloración para fines de desinfección (McDonald and Vire, 1992). La toxicidad de algunos de estos solventes, como el cloroformo, podrían ser de preocupación si se inhalan o extruyen más allá de la constricción apical. Sin embargo, McDonald y Vire (1992) informaron que, durante el tratamiento endodóntico, los niveles de vapor de cloroformo no fueron los suficientes como para inducir efectos negativos en la salud, ya sea para el odontólogo o para el paciente. Chutich y colaboradores (1998) también demostraron que usando cantidades mínimas de cloroformo no existe riesgo de toxicidad. A pesar de esto, es importante tener en cuenta que el cloroformo es altamente volátil y puede evaporarse completamente en escaso tiempo en contacto con el aire. Tanto el cloroformo y el xileno como solventes para el sellador del conducto radicular han sido estudiados y la Administración de Drogas y Alimentos de EE. UU. ha prohibido el cloroformo debido a su potencial de carcinogenicidad y citotoxicidad (Shenoi, Badole and Khode, 2014). Además, la Administración de Seguridad y

Salud Ocupacional (OSHA) sostiene que el xileno causa irritación en los ojos y membranas mucosas, trastorno gastrointestinal y hepatitis tóxica cuando se ingiere, neumonitis química, hemorragias cuando se inhala y reacción citotóxica cuando se extruye periapicalmente. En consideración de estos reportes, el uso en endodoncia de D-limoneno, aceite de naranja refinado, se está volviendo popular debido a que posee propiedades solventes significativas ante selladores a base de óxido de zinc eugenol, hidróxido de calcio y de silicona. Asimismo se caracteriza por su biocompatibilidad, seguridad y propiedad no cancerígena, aunque como solvente es inferior a xileno y cloroformo (Martos *et al.*, 2006).

Debido a las desventajas del cloroformo, médicos e investigadores han desarrollado un renovado interés en encontrar un solvente alternativo (Kfir *et al.*, 2012). Los solventes orgánicos son una clase química de compuestos que se aplican durante el retratamiento para disminuir la resistencia de materiales de relleno en el conducto radicular (Tasdemir *et al.*, 2008). En 2013 Müller *et al.* demostraron en un estudio *in vitro* que Endosolv R es un solvente orgánico que facilita la eliminación y disolución de la estructura del sellador AH Plus, teniendo mejor desempeño que el aceite de naranja y el agua destilada.

Igualmente, el uso de Endosolv R para la eliminación de selladores a base de resina ha sido sugerido por Cohen (2005) y Duncan y Chong (2008). Contiene 66.5 gramos de formamida y 33.5 gramos de alcohol fenil etílico y actúa produciendo un ablandamiento del material que facilita su eliminación mediante el efecto de depuración proporcionado por los instrumentos. De igual manera, Vranas *et al.* (2003) han informado que Endosolv R produce, progresivamente, el reblandecimiento significativo en las pastas de resorcinol-formalina después de 2 minutos. Gambrel *et al.* (2005) concluyeron en otro estudio similar que el reblandecimiento logrado por Endosolv R después de 20 minutos fue superior a otros solventes probados.

La composición y el fraguado de los selladores a base de resinas epóxicas implica la polimerización y reticulación de sus monómeros, lo que resulta en una trama o enrejado tridimensional. Este conjunto de polímeros no se ve afectado por la solución salina o agua. Los disolventes orgánicos hidrofóbicos como xileno y Endosolv R puede tener la capacidad de penetrar este entramado tridimensional que resulta en la reducción de la resistencia y la dureza. Así se produce el ablandamiento que facilita su eliminación sumado al efecto mecánico proporcionado por los instrumentos (Shenoi *et al.*, 2014).

Ramzi *et al.* (2010) refieren que Endosolv R combinado con instrumentos rotatorios ha eliminado los materiales de relleno de los conductos radiculares de manera más efectiva, especialmente en el tercio apical.

Sin embargo y a pesar de los variados recursos diseñados para este fin, el material de relleno bien compactado ofrece resistencia a los instrumentos y la eliminación incompleta de gutapercha y sellador limita el acceso al foramen apical interfiriendo en la desinfección del conducto radicular y, en consecuencia, en la recuperación de la salud periapical. Varios estudios, como los realizados por Sae-Lim V (2000) y Somma F (2008), entre otros, han informado que después del retratamiento endodóntico, quedan detritus remanentes en la pared del conducto independientemente del tipo de instrumentación (manual o mecanizado), el tipo de material de relleno y del uso o no de solventes (Réis Só *et al.*, 2008). También otros autores como Kosti E (2006), Zmener O (2006), Schirmeister JF (2006) y Saad AY (2007), han encontrado que no se lograban paredes del conducto completamente limpias aun con diversas técnicas investigadas.

Teniendo en cuenta estas observaciones, es necesaria la realización de nuevas investigaciones que contribuyan al conocimiento y aplicación de diferentes alternativas para mejorar los procedimientos ligados al retratamiento endodóntico.

FUNDAMENTACIÓN. IMPLICANCIA CLÍNICA.

El éxito de un tratamiento de segunda intención o retratamiento endodóntico depende no sólo de la eliminación completa de los materiales de obturación sino también, del descombro de los detritus, de la eliminación del barro dentinario que bloquea los túbulos dentinarios y de la neutralización bacteriana, propósitos que deben lograrse mediante las diferentes soluciones y técnicas de irrigación.

Sin bien han sido realizados numerosos trabajos acerca de la eliminación de la gutapercha del interior del conducto, aún son escasas las investigaciones en relación al uso de solventes específicos combinados con diferentes técnicas de activación para alcanzar los propósitos anteriormente citados.

Es así como se propone el presente estudio en el que se incorpora este tipo de sustancia utilizada en forma pasiva y también activado con mecanismos ultrasónicos con el propósito de evaluar otros métodos que optimicen la remoción del barro dentinario que bloquea los túbulos dentinarios y limita la permeabilidad en los retratamientos endodónticos.

HIPÓTESIS

En los retratamientos endodónticos, el uso de una sustancia solvente y la aplicación complementaria de ultrasonido, como técnica de irrigación, produce una mayor limpieza de la superficie del conducto radicular y una mayor eliminación de detritus remanentes de los túbulos dentinarios.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la limpieza de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas de Irrigación y con un solvente específico, en casos de retratamiento endodóntico.

Objetivos Específicos

- Evaluar la capacidad de limpieza de las soluciones irrigantes convencionales y la de un solvente específico cuando son utilizados con irrigación manual.
- Evaluar la capacidad de limpieza de las soluciones irrigantes convencionales y la de un solvente de sellador cuando son sometidas a una técnica de activación: Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI).
- Corroborar y cuantificar mediante imágenes obtenidas con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) la limpieza de los túbulos dentinarios una vez realizados los procedimientos de desobturación e irrigación complementaria.
- Comparar la capacidad de eliminación de detritus de las soluciones irrigantes con la de un solvente específico cuando son utilizados con irrigación manual y asimismo cuando son sometidas a la técnica de activación PUI.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental ex vivo, en el cual se utilizaron cien dientes humanos premolares inferiores unicanalulares ($n = 100$), recientemente extraídos, con sus raíces intactas y de similar tamaño (Figura N°1). Los mismos fueron piezas dentarias procedentes de exodoncias realizadas en la Cátedra de Cirugía II B de la Facultad de Odontología de la UNC a pacientes de entre 25 y 45 años. Se muestra en el Anexo I y II el modelo de Historia Clínica realizada en dicha cátedra, previo a la exodoncia, en la cual quedó registrada la conformidad de cada paciente de ceder para fines de investigación la pieza dentaria extraída. Igualmente, consta en el Anexo III el certificado de Aprobación de este estudio por parte del Comité de Ética (CIEIS).

Seguidamente, se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% por 5min con el propósito de lograr su descontaminación y desinfección para luego limpiar su superficie externa (Figura N°2). Posteriormente se tomaron de cada pieza dental radiografías periapicales en vistas ortorradiar y proximal para corroborar la presencia de un solo conducto y evaluar el ángulo de curvatura de éste, el cual no debía superar los 30 grados (Criterios de Schneider, 1971) para quedar incluidas en este estudio (Figura N°3). Con posterioridad las piezas dentarias se preservaron en solución de formol al 10% hasta el momento de su utilización.



Fig. N°1. Premolar Inferior



Fig. N°2. Frascos de conservación



Fig. N°3. Radiografías. A. Vista Ortorradial.
B. Vista Proximal.

Se excluyeron de este estudio dientes que hubieren sufrido enfermedad periodontal moderada o grave, piezas dentarias con tratamiento endodóntico previo, reabsorciones radiculares, fracturas, ápices inmaduros, para lo cual fueron evaluados con aumento usando lupa de 4x y además piezas con abrasiones coronales y/o cervicales graves que hubieren alterado la anatomía quirúrgica original del conducto.

Las porciones coronales de los premolares inferiores fueron seccionadas con piedra diamantada cilíndrica N° 167 (Dentsply Maillefer-Suiza) y las longitudes de éstos se estandarizaron en 16mm. Seguidamente, mediante muescas, se realizó la marcación de los tercios coronal, medio y apical de cada pieza y luego se introdujo una Lima K #10 o # 15 (Dentsply Maillefer-Suiza) acorde al calibre del conducto radicular hasta que se visualizó a través del foramen (Figura N°4).

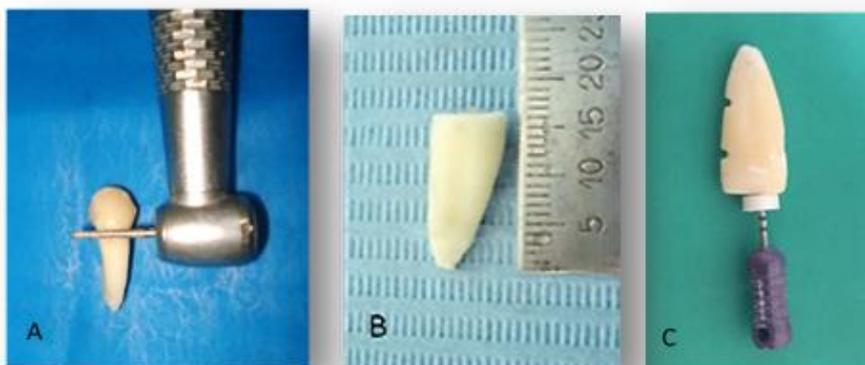


Fig. N°4. Muestras. A y B. Sección a nivel coronal. C. Determinación de Longitud de Trabajo.

Se estableció registro de dicha medida y la longitud de trabajo definitiva se determinó retrocediendo 1mm de dicha longitud. Se procedió entonces a numerar los especímenes y a registrar las longitudes de trabajo definitivas de cada uno de ellos en una planilla ad hoc diseñada para tal fin.

Con la finalidad de recrear la situación clínica, los especímenes fueron ubicados y fijados en un modelo acrílico transparente para simular la arcada dental inferior completa (Figura N°5) y se aislaron en forma absoluta con dique de goma (Goma Super Madeitex- 12,5 x 12,5cm), arco de aislamiento plástico y clamps de premolares y/o raíces inferiores, individual y secuencialmente para su instrumentación (Figura N°6). Se pretendió de esta forma reproducir la realidad de trabajo de la situación clínica en cuanto a posición de trabajo, reducción de campo, uso de visión indirecta, forma de usar las soluciones irrigantes, etc. A continuación, se procedió a realizar los tratamientos endodónticos con Sistema Mecanizado de Limas de Níquel Titanio MTwo y Motor Silver Reciproc (VDW GmbH, München, Germany).

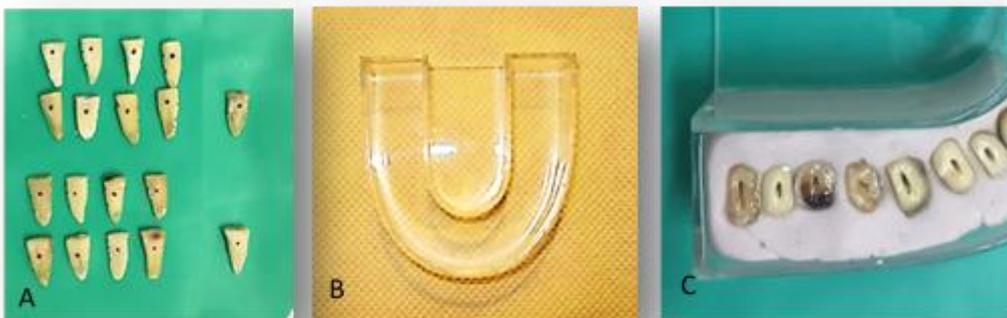


Fig. N°5. Modelo de Montaje. A y B Previo al montaje. C. Montaje de muestras.

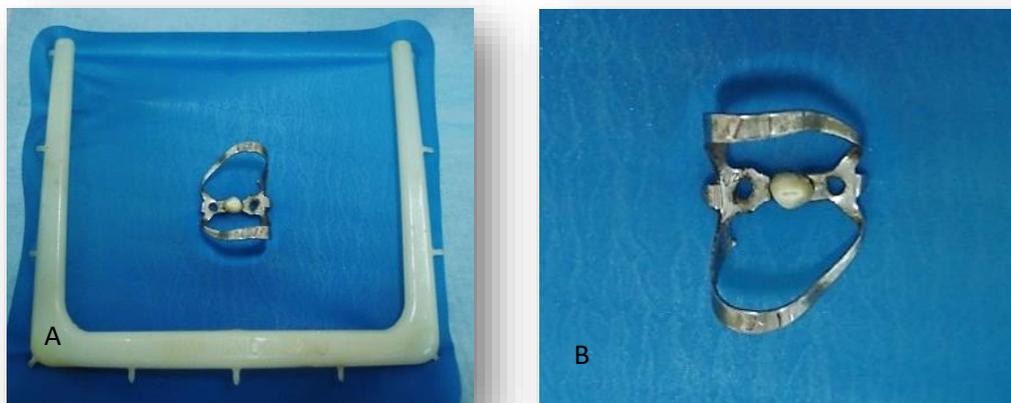


Fig. N°6. A y B. Aislamiento Absoluto de las muestras.

Protocolo de Instrumentación

El Sistema MTwo (VDW GmbH, München- Germany) es un conjunto de instrumentos de níquel titanio para la preparación quirúrgica mecanizada en endodoncia y se utilizan en rotación continua sentido horario de 360 grados a una velocidad de 280-300 rpm y un torque de hasta 3Ncm según especificaciones del fabricante (Figura N°7). El avío estándar incluye una secuencia básica de 4 instrumentos con calibres en la punta (D1) que van del 10 al 25 según Normas Iso para los instrumentos endodónticos, presentando una conicidad que varía según el instrumento. El calibre en el punto D1 y la conicidad correspondiente son las siguientes: 10.04, 15.05, 20.06, 25.06 respectivamente. Después de esta secuencia básica, el sistema MTwo proporciona una segunda secuencia con los siguientes calibres y conicidades: Punta y Conicidad 30.05, 35.04, 40.04 y 25.07 respectivamente. Las limas 30, 35 y 40 de esta segunda secuencia permiten una instrumentación apical más completa y el uso de la lima 25 /07 facilita la técnica de condensación con gutapercha al ampliar los tercios medio y coronal, sin alterar el diámetro apical final.



Fig. N° 7. Limas de Níquel Titanio M MTwo (VDW GmbH, München- Germany).



Fig. N° 8. Motor Silver Reciproc (VDW GmbH, München- Germany).

Una vez obtenida la longitud de trabajo definitiva (LTD) descripta previamente, se instrumentó manualmente hasta la lima 10 a LTD en un primer momento. Luego se procedió a utilizar los instrumentos mecanizados en el Motor Silver Reciproc (VDW GmbH, München- Germany) (Figura N°8), a la velocidad recomendada por el fabricante de 280-300 rpm, para evitar un exceso de tensión en los instrumentos que pudieran provocar una separación en los mismos. Todos los instrumentos, desde el primero hasta el último se utilizaron a LTD siguiendo la siguiente secuencia: 1) 10/04, 2) 15/05, 3) 20/06, 4) 25/06, y 5) 30/05 con una copiosa irrigación según protocolo.

Debido a su conicidad, el diámetro de la lima 10 de MTwo en el punto D2 (16 mm) es de 0.74mm, y esto nos brindó la oportunidad de evitar el uso de Fresas de Gates, o cualquier sistema destinado a ensanchar la parte cervical del conducto. En el caso de conductos amplios, donde el ápice es alcanzado fácilmente con limas 15 o 20 no fue necesario utilizar la lima 10/04, comenzando la instrumentación con la lima MTwo correspondiente a la lima manual utilizada para alcanzar la LTD.

Protocolos de Irrigación

Durante todo el procedimiento de preparación biomecánica se llevó a cabo el siguiente protocolo de irrigación: se utilizaron 2,5ml de hipoclorito de sodio (NaClO) al 5.25% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) (Fig. N° 9 A) por cada instrumento utilizado. Una vez finalizada la instrumentación se realizó una irrigación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), un agente quelante

hexadentado como sal disódica del EDTA a pH fisiológico es decir a pH = 7.4 (EDTA 17% Tedequim SRL), 3ml por 2 min. para lograr la eliminación del barro dentinario (smear layer) generado durante toda la preparación y conformación con el instrumental mecanizado. A continuación, se procedió a una última irrigación con 5ml de agua destilada para eliminar las moléculas residuales del irrigante previo y como irrigación final 3ml de alcohol 95% como sustancia azeotrópica, cuyo propósito fue reducir al mínimo la humedad del interior del conducto radicular. Todos estos procedimientos de Irrigación Manual se realizaron con Jeringas Tipo Luer Lock de dos piezas (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) de 5ml usadas independientemente para cada tipo de irrigante, con aguja descartable sin bisel de 25mm de largo y 0.5mm de diámetro (Tedequim SRL) (Figura N°9 B). Una vez concluida la última irrigación se procedió a aspirar el conducto mediante cánulas de bajo calibre y con sistema de aspiración de potencia, para posteriormente secar cada conducto con conos o puntas de papel absorbentes estériles (Meta-Biomed, Co LTD, Corea del Sur) acordes al calibre final del mismo.

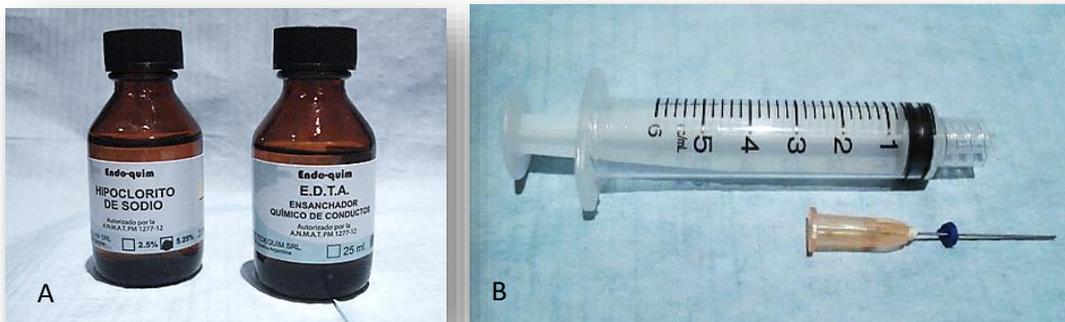


Fig. N° 9. Recursos de Irrigación. A. Soluciones Irrigantes. B. Jeringas de Irrigación.

Protocolo de Obturación

Las piezas dentarias ya instrumentadas fueron obturadas mediante la técnica de Compactación Lateral, utilizando conos de gutapercha con taper .04 (Figura N°10 A), adaptados y calibrados apicalmente, y el cemento sellador a base de resinas AH Plus (Dentsply Maillefer-Suiza) (Figura N°10 B). Con el propósito de optimizar la visualización del cemento sellador en la masa de obturación se agregó un pigmento compatible con la naturaleza química del sellador en una mínima proporción. Con espaciadores de acero inoxidable tamaños A-D (Dentsply Maillefer, Tulsa, USA) (Figura N°10 C) se realizó el procedimiento de espaciado y

colocación de conos accesorios y con condensadores el corte del sobrante de gutapercha y compactación cervical.

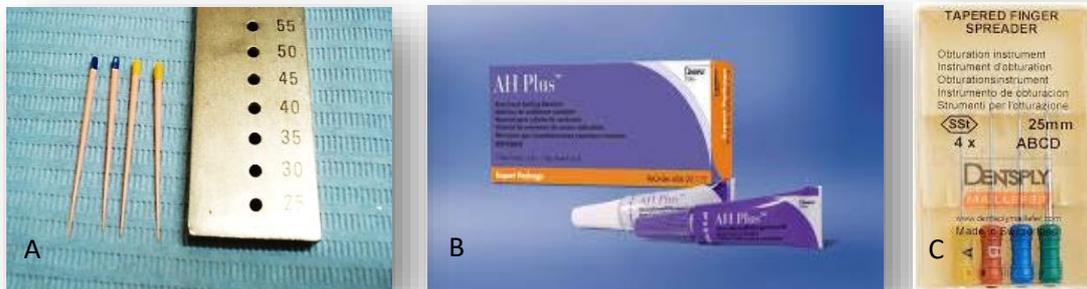


Fig. N°10. A. Regla Calibradora de Conos Maestros. B. Sellador Endodóntico. C. Espaciadores Endodónticos.

Una vez realizada la obturación del conducto radicular, el acceso coronario fue sellado con un material de restauración a base de cemento de ionómero vítreo (Ionofil Plus, Voco GmbH, Alemania) (Figura N°11) y se procedió al retiro del aislamiento absoluto y desmontaje del modelo para conservar cada pieza dentaria en humedad por cinco días.



Fig. N° 11. Ionómero de Vidrio para el sellado coronal.

Para ello se introdujeron las muestras en una esponja vegetal (Figura N° 12 A) la cual se colocó con un fondo de agua en un recipiente que fue conservado en estufa a 37°C y 100% de humedad (Figura N° 12 B) en el Laboratorio Bioquímico perteneciente a la Maternidad Nacional de la Ciudad de Córdoba (Anexo VI).

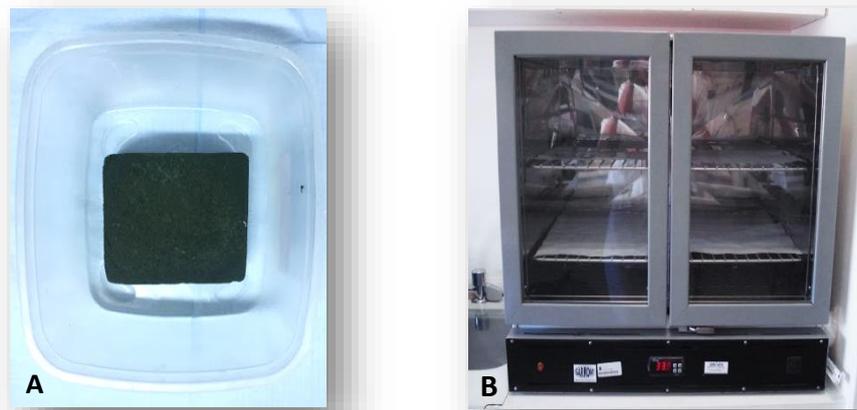


Fig. N°12. Conservación a T° y Humedad. A. Esponja vegetal húmeda. B. Estufa 37°C.

Protocolo de Desobturación

Para el procedimiento de desobturación, las piezas dentarias fueron montadas en simulador y aisladas en forma absoluta nuevamente, se utilizaron limas MTwo R # 25/05 y # 15/05 (VDW GmbH, München- Germany) con técnica corono apical. Con posterioridad se llevó a LT la lima # 15/05 y para lograr una preparación apical final se instrumentó con lima 35/04 y 40/04 del mismo sistema. Todo el procedimiento de desobturación del núcleo central de la obturación fue realizado sin uso de solventes y con irrigación manual con 1ml de hipoclorito de sodio al 5.25% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) después de cada instrumento usado y 3ml de EDTA al 17% (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina) para la eliminación del barro dentinario una vez finalizada la instrumentación. Con posterioridad, se utilizaron 3ml de agua destilada para la eliminación de moléculas remanentes de los irrigantes usados previamente. Una vez cumplimentado con el protocolo de desobturación se procedió a realizar la toma radiográfica de frente y perfil en cada espécimen del estudio con el propósito de corroborar la completa eliminación o no del material central de obturación del conducto radicular.

Protocolo de Irrigación Post-Desobturación. Grupos y Sub-grupos.

Luego de la desobturación, fueron aplicadas diferentes técnicas de irrigación y soluciones irrigantes, en un procedimiento complementario, con el propósito de potenciar la limpieza y la eliminación del barro dentinario residual pos-desobturación. Para ello la totalidad de las muestras se distribuyeron aleatoriamente al azar en tres grupos.

En el Grupo N° 1 (n: 40) se realizó la irrigación habitual manual con jeringa y aguja descartables sin activación alguna, mientras que en el Grupo N° 2 (n: 40) se llevó a cabo la Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI). El tercer grupo se constituyó como Grupo Control (n: 20) en el cual el irrigante utilizado fue solución fisiológica.

La irrigación ultrasónica pasiva se efectuó en ciclos de 10 segundos en potencia media, nivel III del selector en uso endodóntico, mediante un Ultrasonido Piezoeléctrico (NSK Nakanishi Inc. Japan) (Figura N°13) con punta de activación lisa E 8 de acero inoxidable (Figura N°14) ubicada a 1-2 mm. de la LTD, una vez depositado en el interior del canal el líquido irrigante.



Fig. N°13. Irrigación Ultrasónica.
Ultrasonido Piezoeléctrico.



Fig. N°14. Irrigación Ultrasónica.
Punta para P.U.I.

Asimismo, cada grupo fue subdividido en dos subgrupos, con cantidades iguales de muestras (n: 20) en el que se utilizaron diferentes soluciones irrigantes. En dos de los Subgrupos la irrigación complementaria se realizó con los irrigantes convencionales considerados gold standard en la terapia endodóntica, NaOCl y EDTA mientras que en los otros dos subgrupos se utilizó un solvente específico para selladores endodónticos a base de resinas: Endosolv R (Septodont Inc, París, France) (Figura N°15).



Fig. N°15. Endosolv R. (Septodont Inc, France)

En consecuencia, los grupos y subgrupos de este estudio (Figura N°16), quedaron determinados de la siguiente forma:

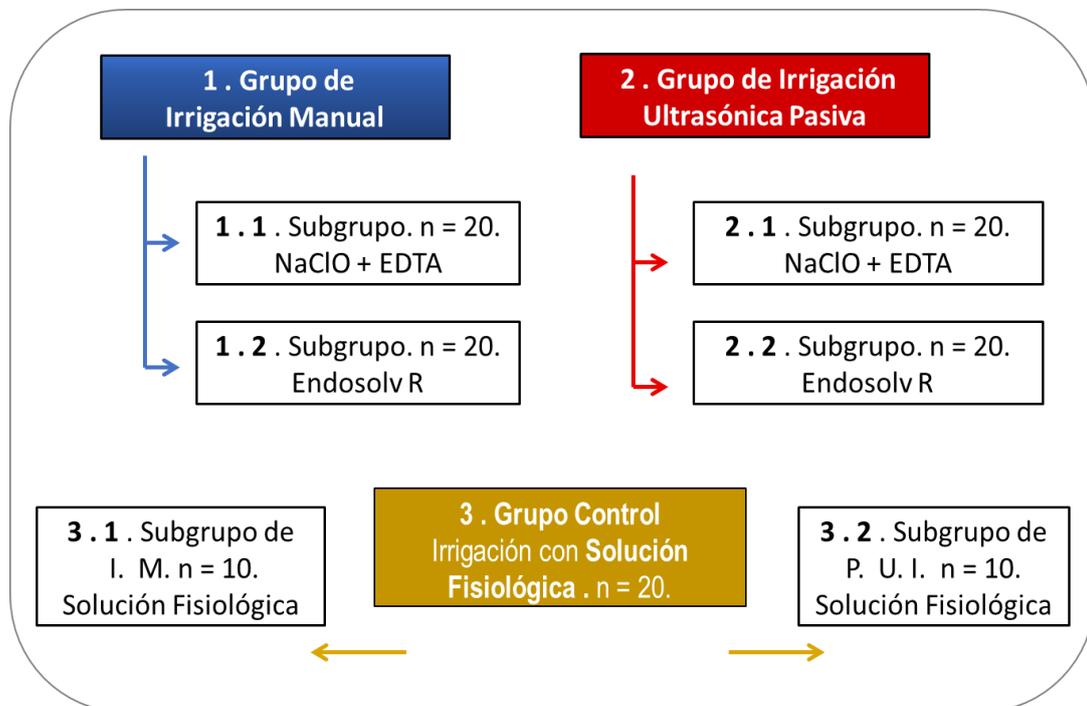


Fig. N°16. Protocolos de Irrigación Post-desobturación. Grupos y Subgrupos.

Subgrupo 1.1: la irrigación complementaria post-desobturación en este grupo fue manual convencional utilizando 2,5ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, 3ml de EDTA al 17% y 3ml de solución fisiológica en ese orden.

Subgrupo 1.2: la irrigación complementaria post-desobturación en este grupo fue manual convencional utilizando 2,5ml de Endosolv R (Septodont Inc.,France) depositados en el interior del conducto y 3ml de solución fisiológica.

Subgrupo 2.1: la irrigación complementaria post-desobturación en este grupo fue realizada utilizando 2,5ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, 3ml de EDTA al 17% y 3ml de solución fisiológica en ese orden (igual modalidad que en el subgrupo 1.1), sólo que los irrigantes fueron sometidos a la activación ultrasónica pasiva con el método descripto.

Subgrupo 2.2: la irrigación complementaria post-desobturación en este grupo fue efectuada utilizando 2,5ml de Endosolv R depositados en el interior del conducto y 3ml de solución fisiológica (igual modalidad que en el subgrupo 1.2) sólo que el solvente fue sometido a la activación ultrasónica pasiva con el método descripto, al igual que la solución fisiológica.

Subgrupo 3.1: fue el grupo control en el que posterior a la desobturación del núcleo central de gutapercha sólo se efectuó una irrigación convencional con 3ml de solución fisiológica.

Subgrupo 3.2: fue el grupo control en el que posterior a la desobturación del núcleo central de gutapercha se efectuó una irrigación ultrasónica pasiva con 3ml de solución fisiológica.

Cada pieza se identificó con un número que indicaba el subgrupo al cual pertenecía.

Una vez concluida la irrigación complementaria post-desobturación de los diferentes subgrupos, los conductos fueron aspirados y secados con puntas de papel estériles (Meta-Biomed, Co LTD, Corea del Sur) llevadas a longitud de trabajo. Luego las piezas dentarias se seccionaron longitudinalmente en sentido vestíbulo-lingual para su observación y análisis.

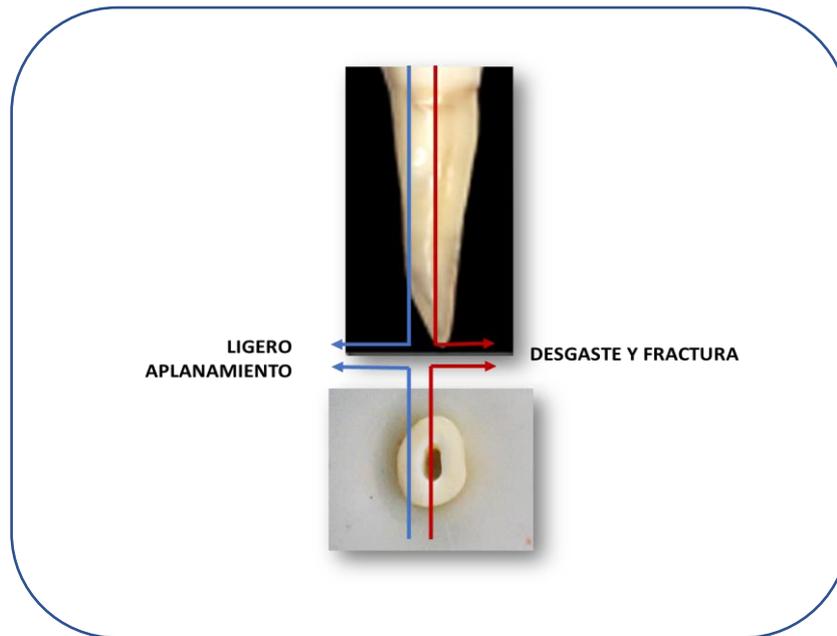


Fig. N° 17. Diseño de Aplanado, Desgaste y Fractura.

Para ello, primeramente, se efectuó un ligero aplanado de la cara convexa de la pieza (Figura N°17) a los fines de crear una superficie de futura fijación al momento de ser visualizada en el Microscopio Electrónico de Barrido. Posteriormente, con una fresa de fisura N° 701 (SBT, Co., LTD. Ningbo, China) (Figura N°18, A) a alta velocidad, se realizó un desgaste en la otra cara de la muestra, desde las zonas proximales vestibular y lingual, hasta las proximidades del conducto radicular como muestra la imagen de B de la Figura N° 18. Luego se procedió a exponer el canal radicular mediante el procedimiento de fractura. (Figura N° 18, C).

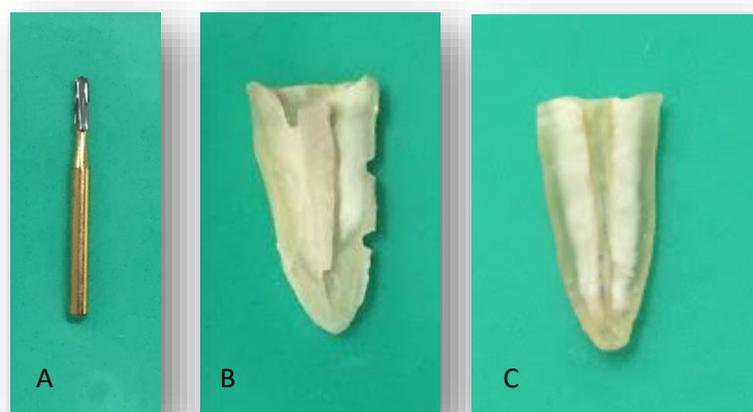


Fig. N° 18. A. Fresa para desgaste. B. Desgaste lateral. C. Fractura para la exposición del canal radicular.

Una vez finalizado el procesamiento de las muestras se procedió a realizar dos estudios.

A- ESTUDIO MACROSCÓPICO

Objetivo General

Evaluar la limpieza de la pared dentinaria lograda con diferentes técnicas de Irrigación y con un solvente específico mediante el registro y el análisis de Imágenes Macroscópicas.

Inicialmente, se realizó un registro de imágenes a 10X mediante la Lupa Estereoscópica Digital (Microscopio Digital Galileo M500, Italy) y para ello cada muestra fue posicionada sobre una regla lo cual permitió delimitar, con posterioridad, cada zona de estudio. Seguidamente, mediante un software específico, Programa Image ProPlus V5 (Media Cybernetics, Inc., USA), se procedió a delimitar las zonas con presencia de detritus para luego poder cuantificar y comparar los resultados obtenidos para cada subgrupo (Figura N°19).

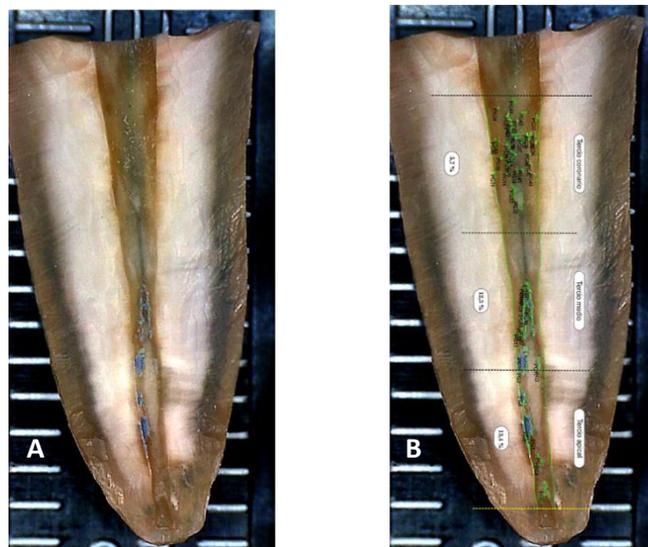


Fig. N° 19. A. Registro de imágenes a 10X mediante Lupa Estereoscópica Digital. B. Análisis y cuantificación de detritus mediante Image ProPlus V5.

Posteriormente, para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó el test de Varianza de Medidas Repetidas (Anova MR). Asimismo, la comparación múltiple

entre sectores se realizó con el análisis LSD (Least Significant Difference) y el límite de significación se fijó en $p < 0.05$.

B- ESTUDIO MICROSCÓPICO

Una vez finalizado el Estudio Macroscópico de la pared dentinaria canalicular en cada una de las muestras de todos los subgrupos mediante los procedimientos anteriormente detallados, se procedió a efectuar en segunda instancia el Estudio Microscópico de las mismas.

Objetivo General

Evaluar la limpieza de la pared y de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas de Irrigación y con un solvente específico mediante el registro y el análisis de Imágenes Microscópicas obtenidas con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

La preparación de todas las muestras para el Estudio Microscópico, al igual que su visualización con Microscopio Electrónico de Barrido Carl Zeiss Sigma (MEB Carl Zeiss Sigma, Jena, Germany) y posterior registro de imágenes, fue realizada en el Laboratorio Lamarx perteneciente a la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba (FAMAF) tal como lo muestra la Figura N° 20 en la siguiente página. Asimismo, cada muestra biológica fue sometida con antelación a un proceso de metalización con oro a los fines de la visualización y el registro de las imágenes.



Fig. N° 20. MEB. Laboratorio Lamarx. FAMAf.UNC.

Las imágenes fueron tomadas en la zona central del conducto radicular, en cada tercio de cada muestra (coronal, medio y apical) con el propósito de visualizar la pared y los túbulos dentinarios en forma transversal tal como muestra la Figura N° 21.

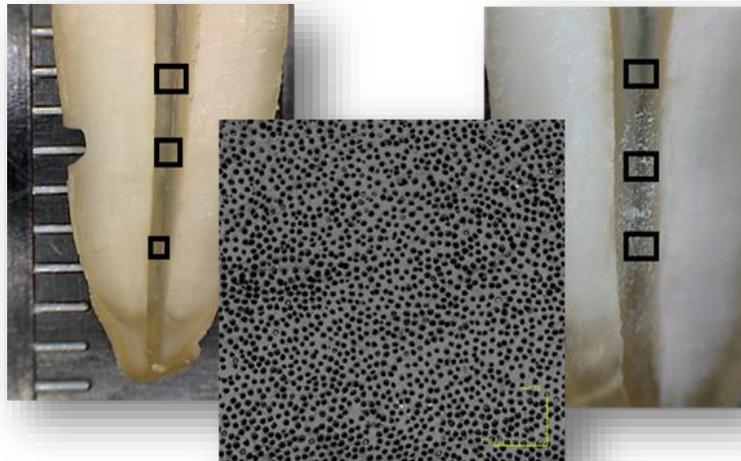


Fig. N° 21. Zona de visualización de pared y túbulos dentinarios.

La técnica de selección de las zonas fue aleatoria sistemática, observándose primero todo el tercio a estudiar. Luego se seleccionó la zona más representativa del tercio, de mayor nitidez y visión transversal de los túbulos, para posteriormente registrar estratos con escasa, mediana y abundante cantidad de detritus

respectivamente, en aumentos de 350X y 900X a los fines de la representatividad en los estudios estadísticos.

Para realizar el estudio microscópico en MEB y con el propósito de obtener una medición cuantitativa inicial de referencia, se tomaron primeramente imágenes de la pared y los túbulos dentinarios de cada tercio radicular, en premolares inferiores que no recibieron obturación alguna, a las que se denominó Registros Basales (Figura N° 22). Con posterioridad se procedió al registro de imágenes de las muestras de todos los grupos de trabajo y de los grupos controles.

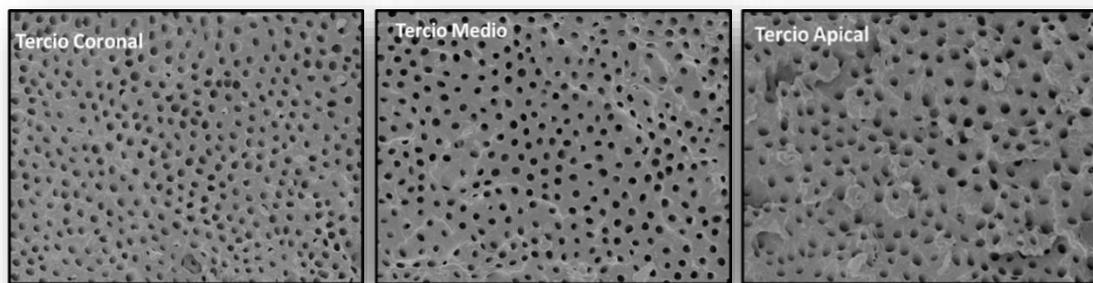


Fig. N° 22. Imágenes MEB 900X. Basales.

Una vez concluido este estudio, los especímenes serán conservados en solución fisiológica bajo refrigeración en el Banco de Dientes para Investigación perteneciente a la Facultad de Odontología durante un período de tres años para recién luego ser desechados mediante el procedimiento y protocolo para la eliminación de tejidos de origen humano que es llevado a cabo por la Universidad.

IMÁGENES MEB DE GRUPOS DE ESTUDIO

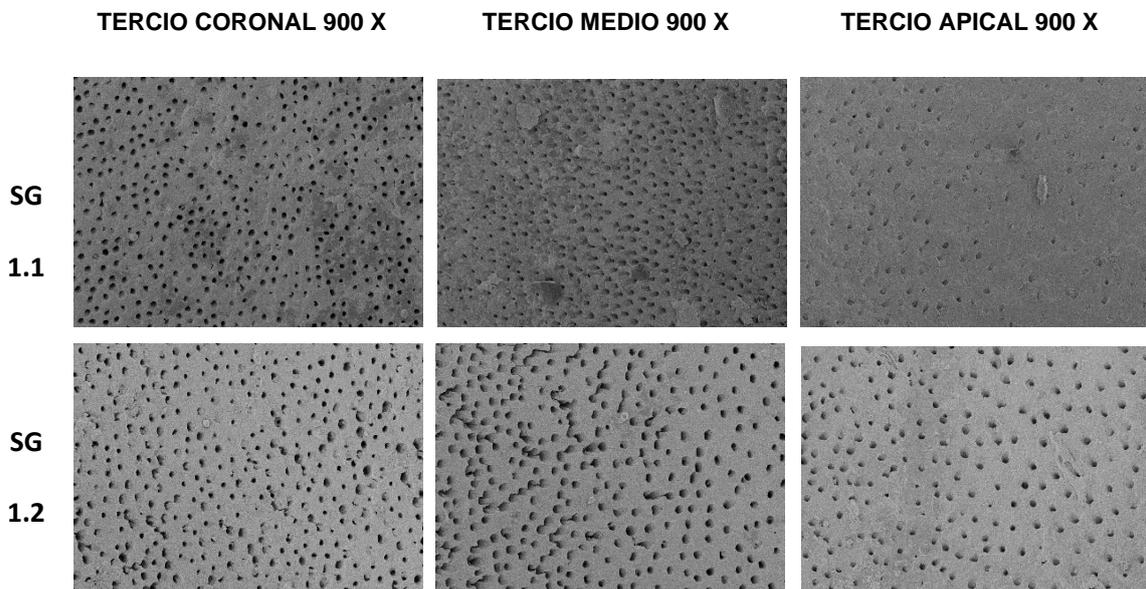


Fig. N°23. Imágenes MEB 900 X. Grupo de estudio N° 1.

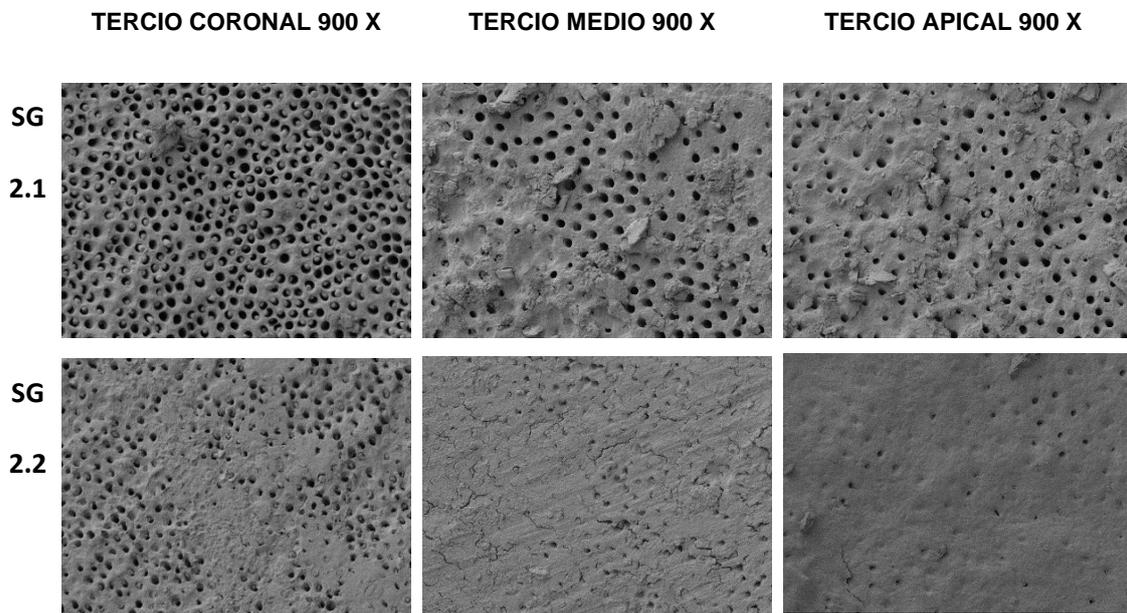


Fig. N° 24. Imágenes MEB 900 X. Grupo de estudio N° 2.

IMÁGENES MEB DE GRUPOS CONTROL

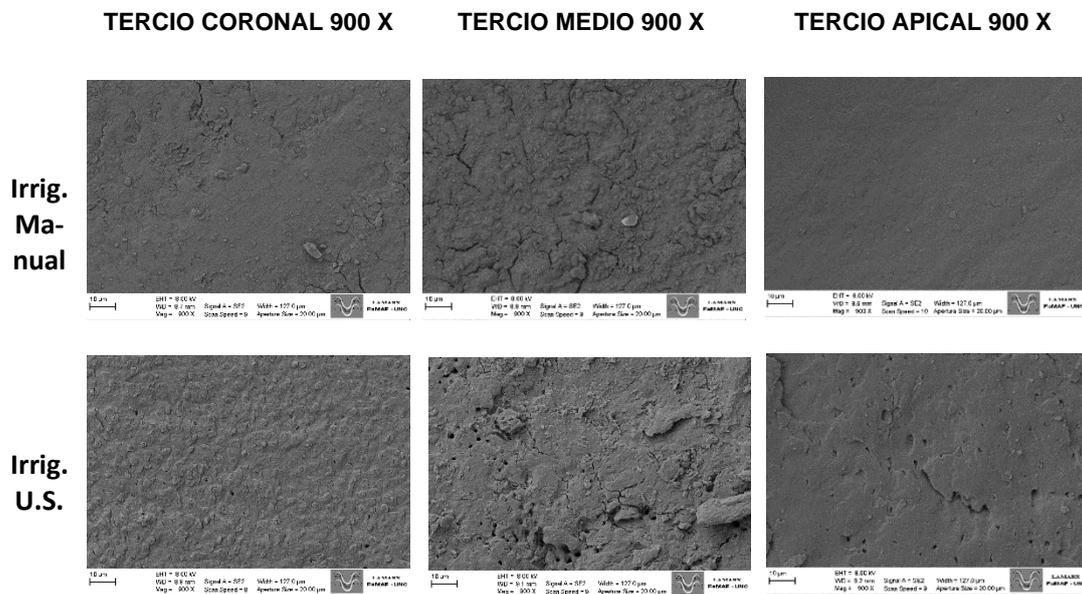


Fig. N°25. Imágenes MEB 900 X. Grupos Control.

Luego, con el propósito de iniciar el proceso de análisis, se procedió a determinar la Densidad de Túbulos Dentinarios Abiertos mediante la utilización del software Image Pro-Plus V5 (Media Cybernetics Inc, USA). La densidad de túbulos dentinarios abiertos fue considerada un parámetro pertinente y representativo para evaluar el grado de limpieza, ya que la presencia de túbulos abiertos evidencia la capacidad de una solución irrigante o de una técnica de activación, de remover y eliminar la capa de desecho adherida sobre la pared dentinaria. Para este procedimiento primero se realizó la segmentación de la imagen MEB original basal como lo muestran las Figuras N°26 y 27 en la siguiente página, mediante un histograma de intensidad para seleccionar zonas oscuras (túbulos) y se ajustaron los parámetros de selección, acotando el rango de niveles a seleccionar. En este caso se fijó de 0 a 40 en la escala de intensidad (áreas más oscuras).

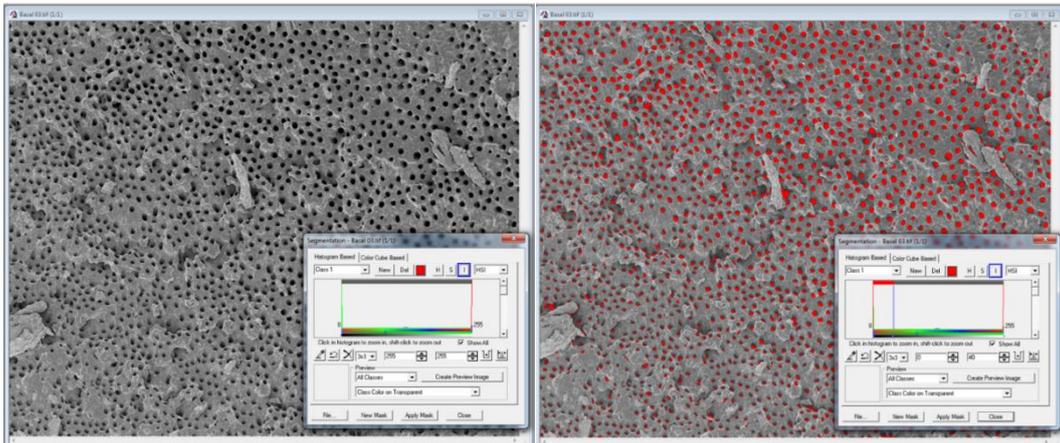


Fig. N° 26. Imagen Basal en Image Pro Plus V5.

Fig. N° 27. Imagen Basal Segmentada en Image Pro-Plus V5.

Para lograr determinar el porcentaje de superficie ocupada por túbulos, seguidamente, se convirtió la imagen a blanco y negro (Figura N°28) fijando como límite de segmentación el mismo que se utilizó para el procedimiento anterior: niveles de intensidad de 0 a 40 (negro) y Niveles > 40 (blanco). A partir del histograma de intensidad de la imagen generada se calculó el porcentaje (11,5% de la imagen ocupada por túbulos).

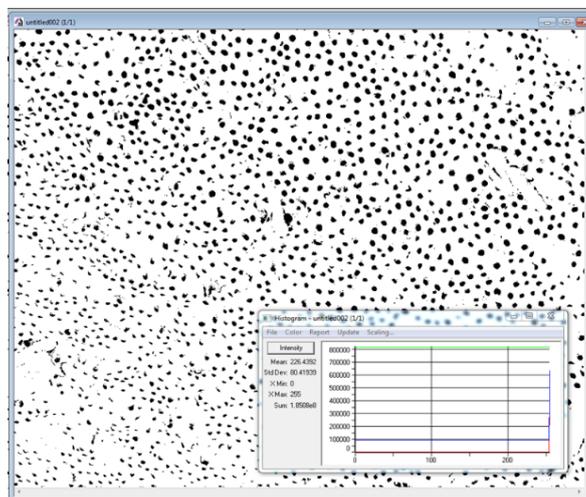


Fig. N° 28. Imagen Basal Segmentada. Blanco y negro.

Es así como se obtuvo el porcentaje de superficie ocupada por túbulos: $226,44 / 256 = 0,885$, es decir 88,5% (blanco) y el resto 11,5% (negro o túbulos). Este valor

obtenido se relaciona al menos con tres variables: densidad de túbulos, dimensiones de túbulos y obstrucción de túbulos.

Posteriormente, se definió un Índice Tubular (DDCt) asociado a la densidad de los túbulos abiertos y parcialmente obstruidos, al diámetro medio de los túbulos y a la circularidad de éstos, al que se denominó DDCt. Se incluyeron estos tres parámetros ya que los tres son indicadores indirectos de la obstrucción tubular. Para cada imagen MEB 350X se calculó el índice DDCt mediante la siguiente ecuación:

$$DDCt = 1 + \frac{\text{Densidad } T \left(\frac{n}{mm^2} \right) \cdot \text{Diámetro } T(mm)}{\text{Circularidad } T}$$

A mayor valor de este índice más cantidad de túbulos abiertos o limpios.

El primer parámetro incluido fue la Densidad Tubular y se relaciona con la obstrucción total de túbulos, porque el rango de dimensiones de objetos oscuros de la imagen MEB (túbulos dentinarios) que fueron detectados automáticamente por el software excluyó objetos de reducidas dimensiones; por lo tanto, los túbulos muy obstruidos no se contabilizaron para el cálculo de densidad. El segundo parámetro fue el Diámetro Tubular y se refiere al diámetro medio de cada orificio, cuyo valor se obtiene a partir del tamaño del área oscura; cuanto más obstruido el tubo menor el diámetro calculado, independientemente de la forma de éstos. Por último, el tercer parámetro fue la Circularidad Tubular relacionada también a la obstrucción. Respecto a los valores de circularidad, cuanto más próximo a 1 más circular o redondo es el objeto, y a valores crecientes de circularidad (>1) más oval o irregular el polígono evaluado. Por tal motivo se lo ubicó en el denominador, es decir por guardar una relación inversa con los otros dos parámetros.

El valor DDCt Basal obtenido dependió del tercio considerado: Tercio Coronario (65,76); Tercio Medio (57,37) y Tercio Apical (44,27).

A partir de estos valores se obtuvo el Índice de Obstrucción Relativa (OTR), esta vez relacionando las imágenes y los índices de cada grupo del estudio con las medidas o índices basales considerando así la variabilidad anatómica normal correspondiente a los tres tercios radiculares, que manifiestan una disminución en la densidad de túbulos y del calibre de éstos en sentido corono-apical.

Los valores de QTR se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Obstrucción Relativa (\%)} = \left(1 - \frac{LN (DDCt)}{LN (DDCt \text{ basal})} \right) \cdot 100$$

Los resultados obtenidos por esta investigación fueron analizados en forma cuantitativa, por lo cual, posteriormente se les aplicaron las pruebas estadísticas para el análisis de datos. Es así como, finalizados los cálculos, se aplicó Análisis de Varianza (ANOVA) de Medidas Repetidas (MR) de dos vías o factores (irrigante y método de irrigación) y pruebas a posteriori, prueba DHS de Tuckey y Diferencia Mínima Significativa (DMS). Para el análisis global se analizaron los datos de obstrucción tubular mediante un Modelo de Regresión Lineal Generalizado. Para todos los contrastes estadísticos se fijó un nivel de significación de $p < 0.05$.

RESULTADOS

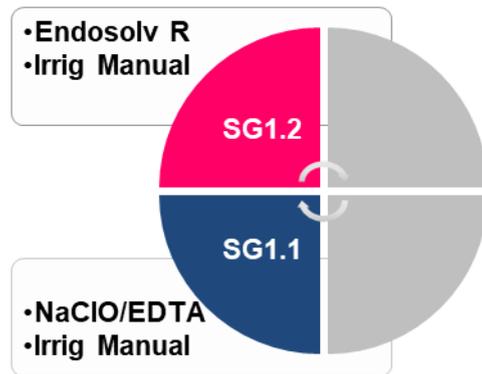
Una vez finalizado el registro de las imágenes y la medición de las superficies cubiertas por detritus, se procedió a realizar el análisis estadístico de los datos. Inicialmente se presentan los datos obtenidos para cada uno de los cuatro subgrupos en forma descriptiva, los que se encuentran plasmados en la tabla 1. Posteriormente, se presentan los cotejos entre subgrupos mediante análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS) según subgrupo y contraste Inter sujetos.

A- ESTUDIO MACROSCÓPICO

Sub Grupo	Tercio	n	Media	DE	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1.1	Coronal	17	0,71	0,46	0,04	0,77	1,57	1,53
	Medio	17	0,52	0,41	0,02	0,50	1,64	1,62
	Apical	17	0,29	0,20	0,03	0,20	0,63	0,60
	Total	51	0,50	0,41	0,02	0,41	1,64	1,62
1.2	Coronal	16	0,36	0,36	0,01	0,17	1,15	1,13
	Medio	16	0,28	0,23	0,00	0,16	0,68	0,68
	Apical	16	0,28	0,20	0,02	0,23	0,64	0,62
	Total	48	0,30	0,27	0,00	0,18	1,15	1,14
Sub Grupo	Tercio	n	Media	DE	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
2.1	Coronal	18	0,73	0,38	0,25	0,69	1,50	1,25
	Medio	18	0,47	0,30	0,12	0,38	1,05	0,92
	Apical	18	0,35	0,29	0,02	0,28	0,92	0,90
	Total	54	0,51	0,36	0,02	0,40	1,50	1,48
2.2	Coronal	19	0,40	0,30	0,06	0,36	1,31	1,25
	Medio	19	0,62	0,38	0,07	0,58	1,76	1,70
	Apical	19	0,38	0,28	0,05	0,30	1,17	1,11
	Total	57	0,46	0,33	0,05	0,40	1,76	1,71

Tabla 1.- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo. Valores expresados en mm².

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 1.1 y SubGrupo 1.2



Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo). Con este modelo se estudió el efecto de ambos factores sobre la superficie del conducto radicular.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	1,020	1	1,020	10,851	0,002
Tercio * Subgrupo	0,512	1	0,512	5,448	0,026
Error	2,914	31	0,094		

Tabla 2.a. - Contraste intra-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG1.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,05$), así como la interacción entre tercios y solución irrigante al considerar los dos subgrupos que fueron irrigados mediante la técnica de irrigación convencional o manual (tablas 2.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG1.2
API	MED	0,007	0,876
	COR	0,002	0,459
MED	API	0,007	0,876
	COR	0,134	0,368
COR	API	0,002	0,459
	MED	0,134	0,368

Se realizaron contrastes múltiples entre sectores según subgrupo (tabla 2.b), resultando significativas las diferencias sólo al considerar el subgrupo SG1.1, no así en SG1.2 que registró valores similares de detritus en todo el trayecto radicular.

Tabla 2.b.- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

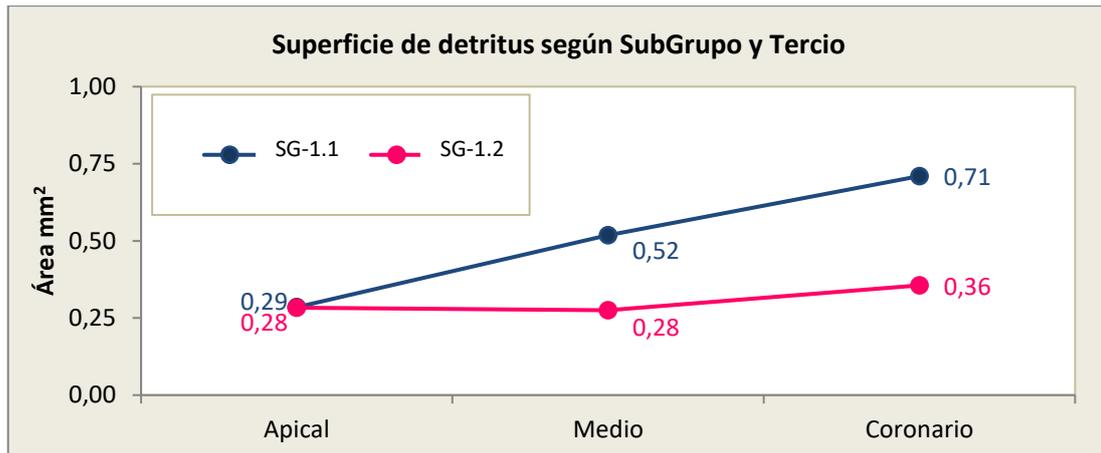


Fig. N° 29- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

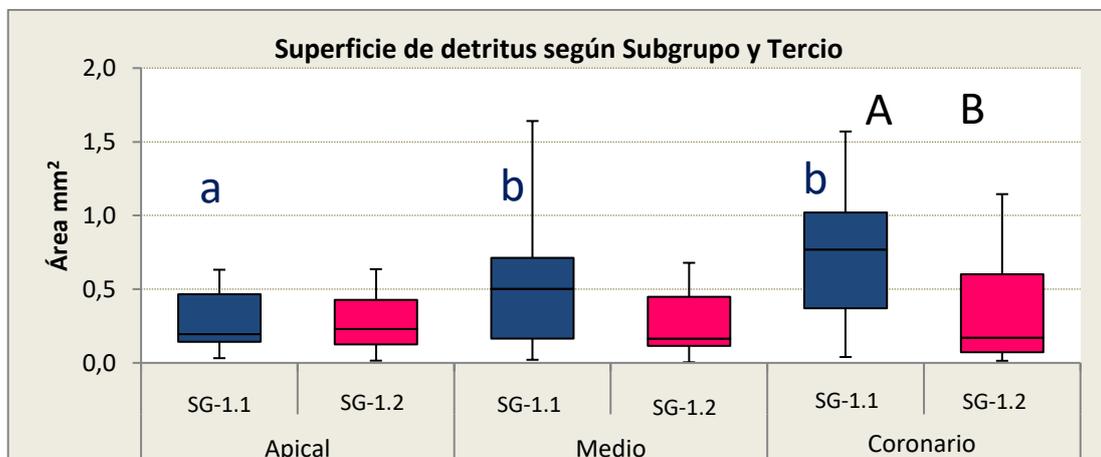
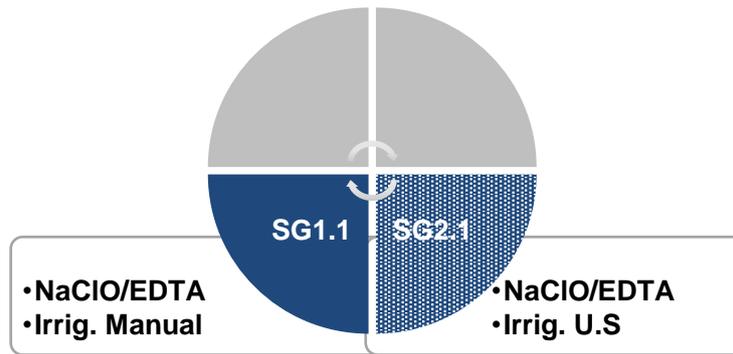


Fig.N°30.- Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,986	1	0,986	5,599	0,024
Error	5,460	31	0,176		

Tabla 3.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG1.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 3), las diferencias entre los subgrupos SG1.1 y SG1.2 resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Este resultado global se complementó con un análisis más detallado, teniendo en cuenta las distribuciones de valores según subgrupo y tercio se observó que las mayores diferencias entre subgrupos se manifestaron en el tercio coronal, y éstas fueron decreciendo en sentido corono-apical, llegando a ser insignificantes en el tercio apical. La tendencia fue muy clara en los tercios medio y coronario (subgrupo SG1.2).

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 1.1 y SubGrupo 2.1

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	2,837	1	2,837	25,759	<0,001
Tercio * Subgrupo	0,009	1	0,009	0,078	0,782
Error	3,635	33	0,110		

Tabla 4.a- Contraste intra-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente muy significativas ($p < 0,001$), no así a interacción entre tercios y subgrupos (tabla 4.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG2.1
API	MED	0,007	0,197
	COR	0,002	0,003
MED	API	0,007	0,197
	COR	0,134	0,015
COR	API	0,002	0,003
	MED	0,134	0,015

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios radiculares según subgrupo (tabla 4.b), resultando significativas las diferencias al considerar por separado los subgrupos SG1.1 y SG2.1. Excepto escasas diferencias puntuales en cada tercio, ambos subgrupos mostraron una tendencia similar en cuanto a restos de detritus, con una disminución cuasi lineal desde coronal hacia apical.

Tabla 4.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

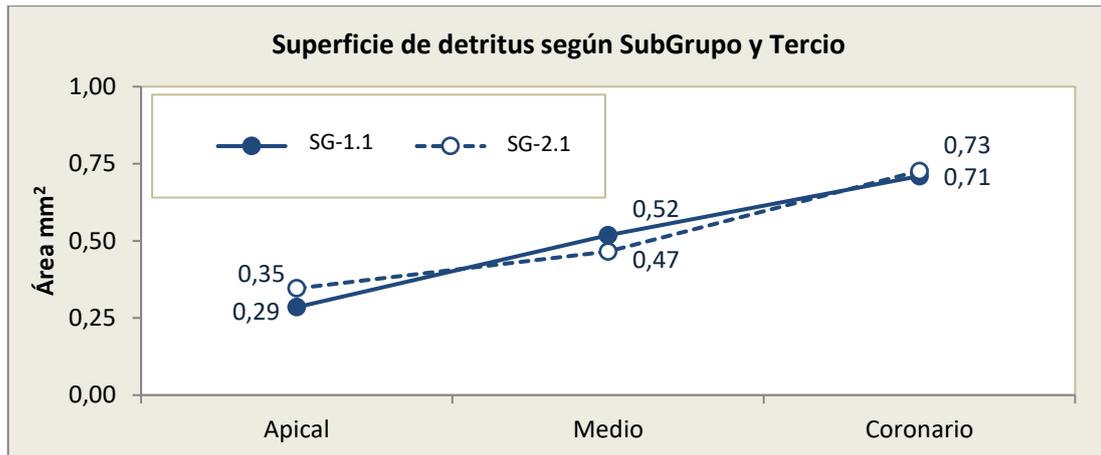


Fig. N°31- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

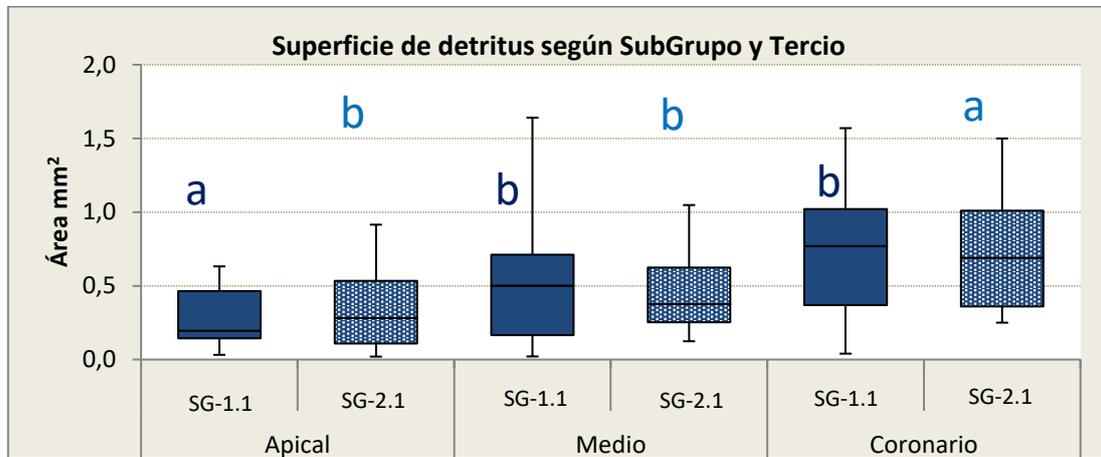
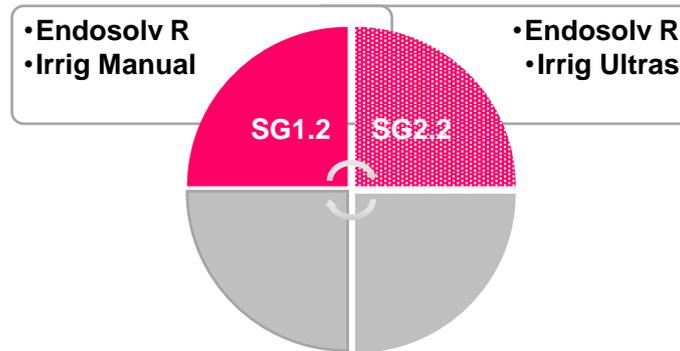


Fig.N°32.- Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,002	1	0,002	0,009	0,923
Error	6,052	33	0,183		

Tabla 5.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG2.1).

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 5), las diferencias entre los subgrupos SG1.1 y SG2.1 (sistemas de irrigación) no resultaron significativas. Tal como se mencionó con anterioridad, el comportamiento de los subgrupos fue similar en todo el trayecto evaluado del conducto, con mayores valores absolutos de detritus en el tercio coronario y gradualmente menos hacia el tercio apical.

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 1.2 y SubGrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,035	1	0,035	0,658	0,423
Tercio * Subgrupo	0,013	1	0,013	0,253	0,618
Error	1,745	33	0,053		

Tabla 6a.- Contraste intra-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.2 y SG2.2).

Las diferencias globales entre tercios en este caso no resultaron significativas ($p > 0,05$), tampoco se verificó interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 6.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.2	SG2.2
API	MED	0,876	0,001
	COR	0,459	0,786
MED	API	0,876	0,001
	COR	0,368	0,003
COR	API	0,459	0,786
	MED	0,368	0,003

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios radicales considerando cada subgrupo por separado (tabla 6.b), resultando significativas las diferencias sólo al considerar el subgrupo SG2.2, específicamente en el tercio medio con valores significativamente mayores que los registrados en las secciones coronaria y apical.

Tabla 6.b.- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

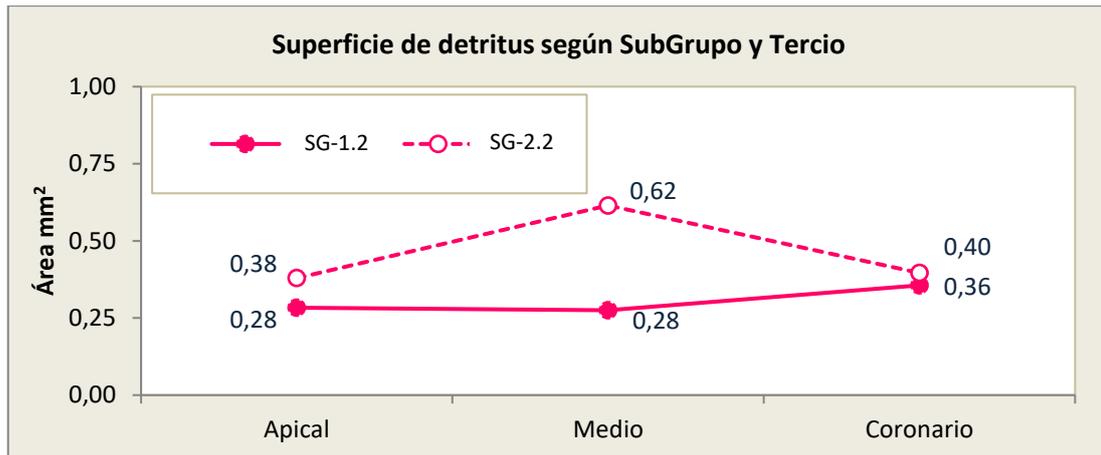


Fig. N°33- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

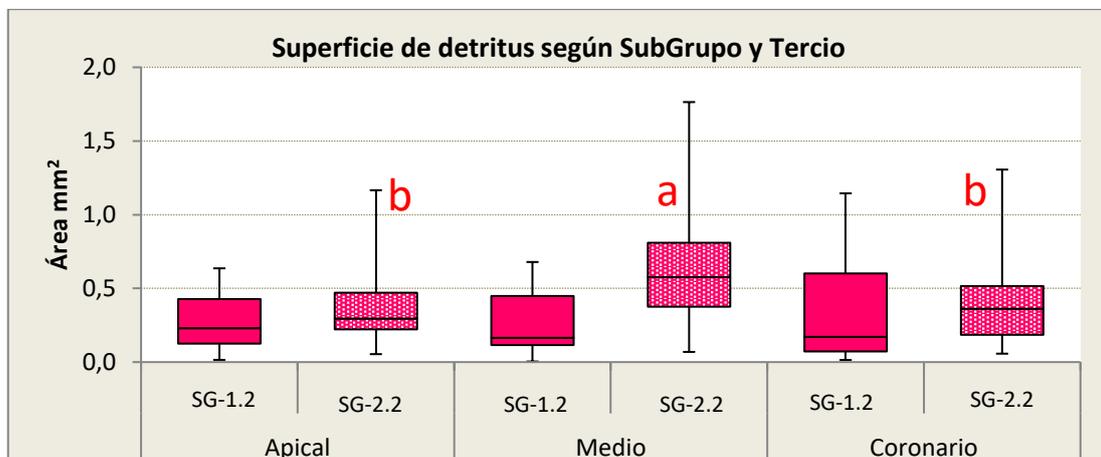
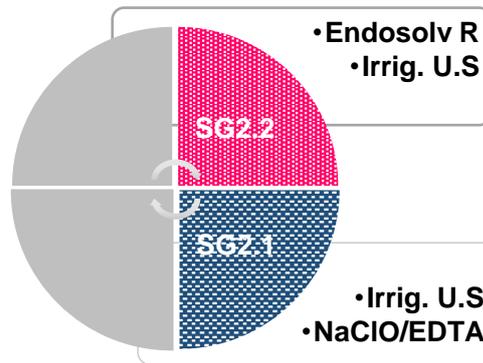


Fig. N°34.- Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,657	1	0,657	3,526	0,069
Error	6,145	33	0,186		

Tabla 7.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus. (SG1.2 y SG2.2)

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 7), las diferencias entre los subgrupos SG1.2 y SG2.2 no llegaron a ser significativas en general. Pese a este resultado, es importante observar el tercio medio del subgrupo 2.2.

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 2.1 y SubGrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,731	1	0,731	10,371	0,003
Tercio * Subgrupo	0,611	1	0,611	8,673	0,006
Error	2,467	35	0,070		

Tabla 8.a. - Contraste intra-sujetos. *Variable dependiente: Superficie de detritus (SG2.1 y SG2.2).* Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, y también lo fue la interacción entre tercios y subgrupos (tabla 8.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG2.1	SG2.2
API	MED	0,197	0,001
	COR	0,003	0,786
MED	API	0,197	0,001
	COR	0,015	0,003
COR	API	0,003	0,786
	MED	0,015	0,003

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios radiculares según subgrupo (tabla 8.b), resultando significativas las diferencias al considerar por separado ambos subgrupos SG2.1 y SG2.2, pero el esquema fue diferente para cada uno, tal como puede observarse en la Figura N° 35.

Tabla 8.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

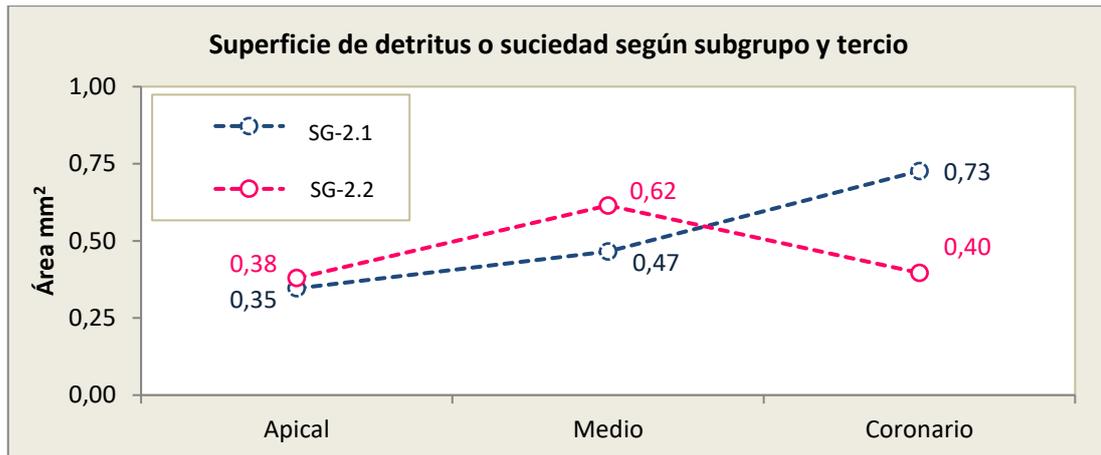


Fig.N°35- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

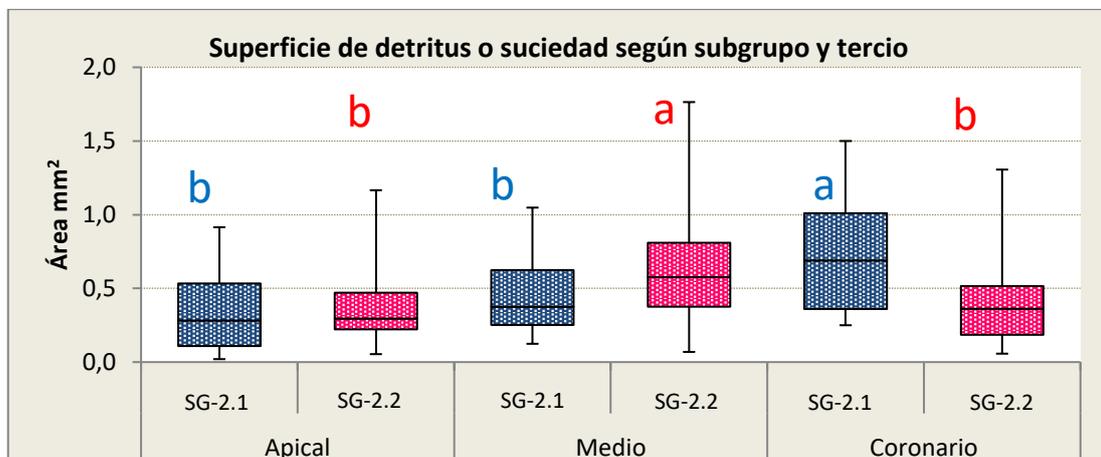
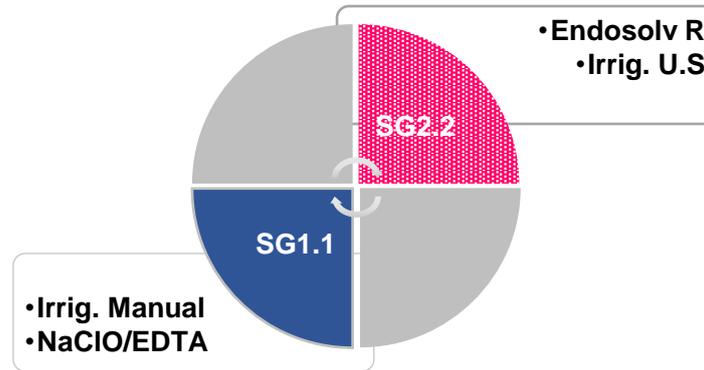


Fig. N°36.- Diagrama de cajas: Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,067	1	0,067	0,347	0,560
Error	6,738	35	0,193		

Tabla 9.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG2.1 y SG2.2).

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 9), las diferencias entre los SG2.1 y SG2.2 no resultaron significativas en términos generales, pero sí se observan marcadas diferencias entre subgrupos a nivel coronario.

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 1.1 y SubGrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,876	1	0,876	12,058	0,001
Tercio * Subgrupo	0,747	1	0,747	10,274	0,003
Error	2,471	34	0,073		

Tabla 10.a- Contraste intra-sujetos. *Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG2.2).* Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG2.2
API	MED	0,007	0,001
	COR	0,002	0,786
MED	API	0,007	0,001
	COR	0,134	0,003
COR	API	0,002	0,786
	MED	0,134	0,003

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas y también la interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 10.a). En el tercio coronario el SG2.2 mostró un mejor desempeño que el SG1.1, pero en los tercios medio y apical la situación fue inversa, con mayores depósitos de detritus en los dientes en los que se utilizó la técnica ultrasónica.

Tabla 10.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

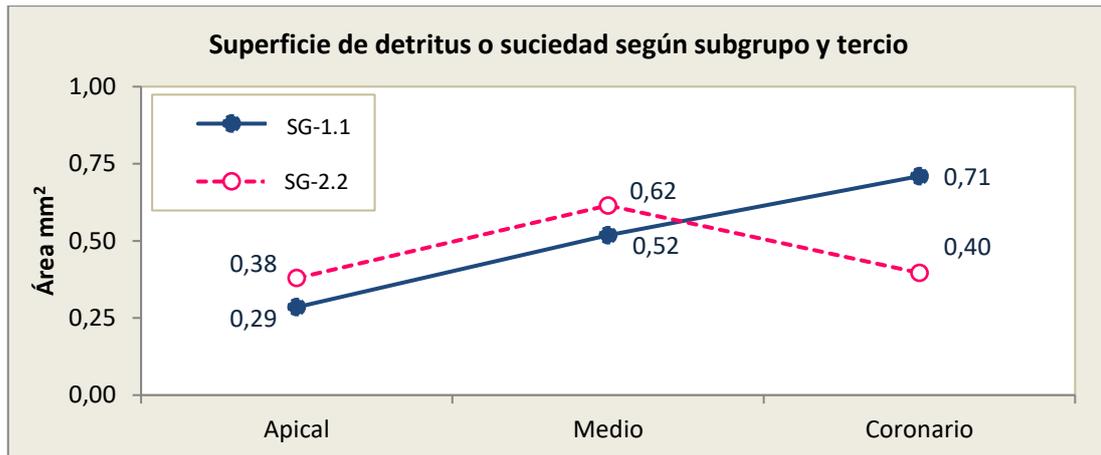


Fig.N°37- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

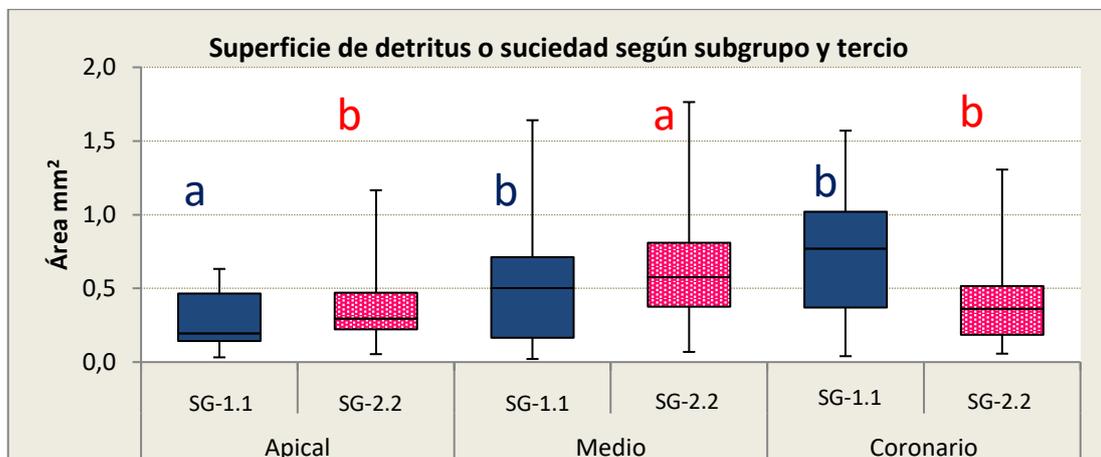
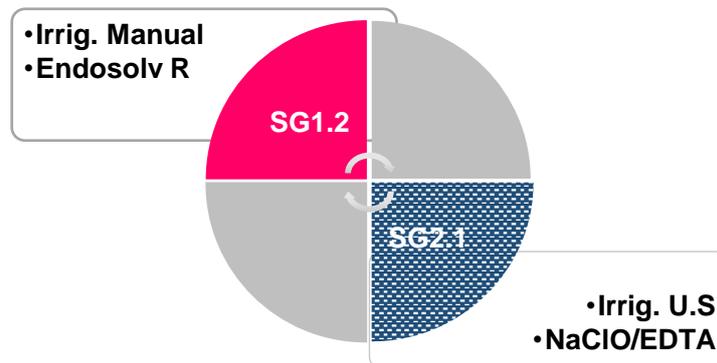


Fig.N°38.- Diagrama de cajas: Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,067	1	0,067	0,347	0,560
Error	6,738	35	0,193		

Tabla 11.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.1 y SG2.2).

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 11), las diferencias entre los SG1.1 y SG2.2 no resultaron significativas en términos generales, pero sí se observan marcadas diferencias entre subgrupos a nivel coronario, tal como sucedió al contrastar SG1.2 con SG2.2.

ANÁLISIS COMPARATIVO SubGrupo 1.2 y Sub Grupo 2.1

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,870	1	0,870	9,567	0,004
Tercio * Subgrupo	0,402	1	0,402	4,424	0,043
Error	2,909	32	0,091		

Tabla 12.a- Contraste intra-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.2 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.2	SG2.1
API	MED	0,876	0,197
	COR	0,459	0,003
MED	API	0,876	0,197
	COR	0,368	0,015
COR	API	0,459	0,003
	MED	0,368	0,015

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas y también la interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 12.a). De los contrastes múltiples entre tercios según subgrupo (tabla 12.b), sólo resultaron significativas las diferencias en el SG2.1, particularmente entre el tercio coronario y los restantes. La Figura N°39 complementa lo expuesto.

Tabla 12.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

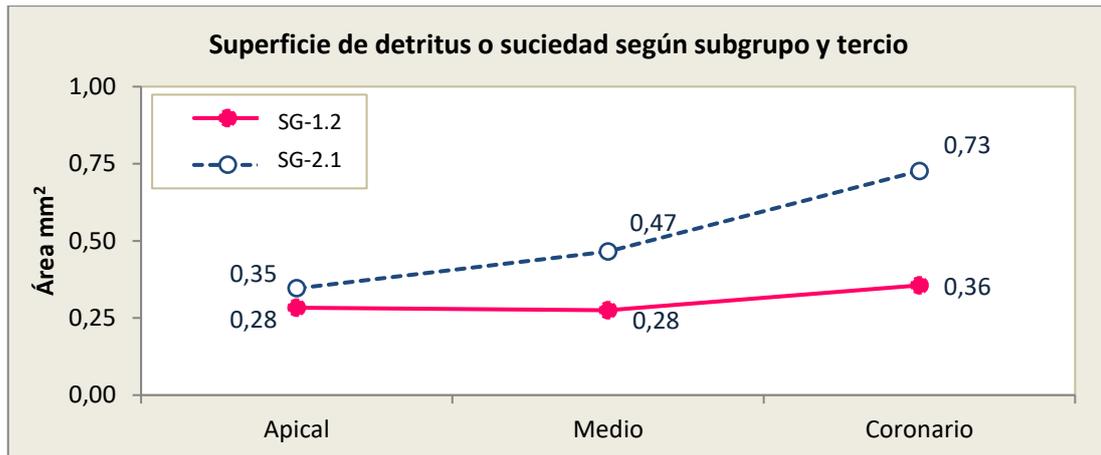


Fig.N°39- Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

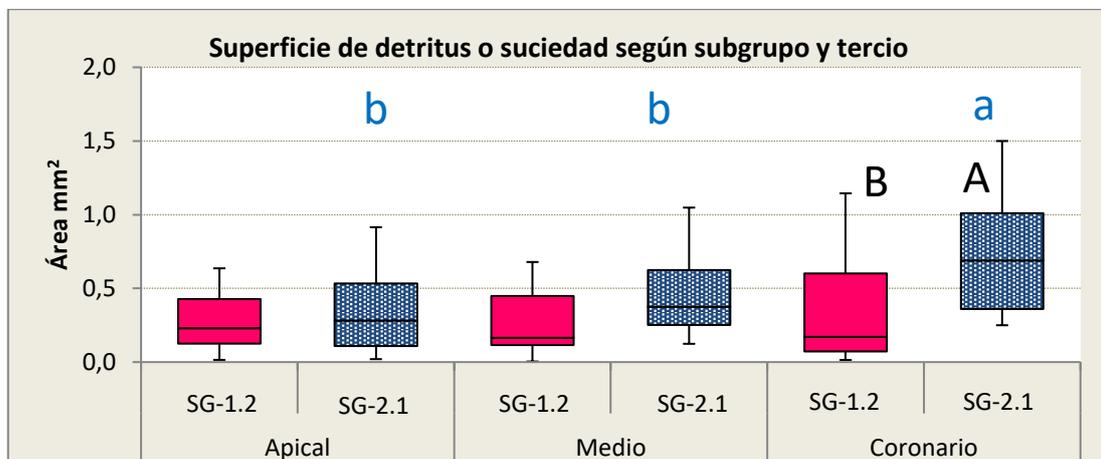


Fig.N°40- Diagrama de cajas: Superficie de detritus según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	1,097	1	1,097	8,510	0,006
Error	4,127	32	0,129		

Tabla 13.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Superficie de detritus (SG1.2 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 13), las diferencias entre los subgrupos SG1.2 y SG2.1 resultaron significativas en términos generales, y en particular en el sector o tercio coronario.

ANÁLISIS COMPARATIVO GENERAL

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas (MR) para tres factores (uno intra y dos inter) ya que uno de los factores (tercio) es un factor intra-sujetos, y los otros factores, (solución irrigante y sistema de irrigación) son inter-sujetos.

Origen	Type III SC	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	1,797	2	0,898	13,420	<0,001
Tercio * Sistema I.	0,115	2	0,058	0,861	0,425
Tercio * Solución I.	1,275	2	0,637	9,521	<0,001
Error	8,837	132	0,067		

Tabla 14.- Contraste Intra-sujetos. Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, así como la interacción entre tercios y solución irrigante, dado que el efecto de esta última fue sustancialmente dispar en el tercio coronario, en tanto que el factor sistema de irrigación convencional registró valores medios de detritus inferiores a los registrados para el sistema ultrasónico en todos los tercios, por lo cual la interacción tercio * sistema de I. no resultó significativa.

Origen	Type III SC	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Sistema I.	0,364	1	0,364	1,969	0,165
Solución I.	0,809	1	0,809	4,378	0,040
Sistema * Solución I.	0,297	1	0,297	1,604	0,210
Error	12,197	66	0,185		

Tabla 15.- Contraste Inter-sujetos. Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Respecto al contraste inter-sujetos, sólo resultaron significativas las diferencias entre las soluciones irrigantes, no así al considerar el sistema de irrigación, pese a que el sistema por ultrasonido presentó algo más de restos adheridos. Tampoco resultó significativa la interacción entre el sistema de irrigación y la solución irrigante.

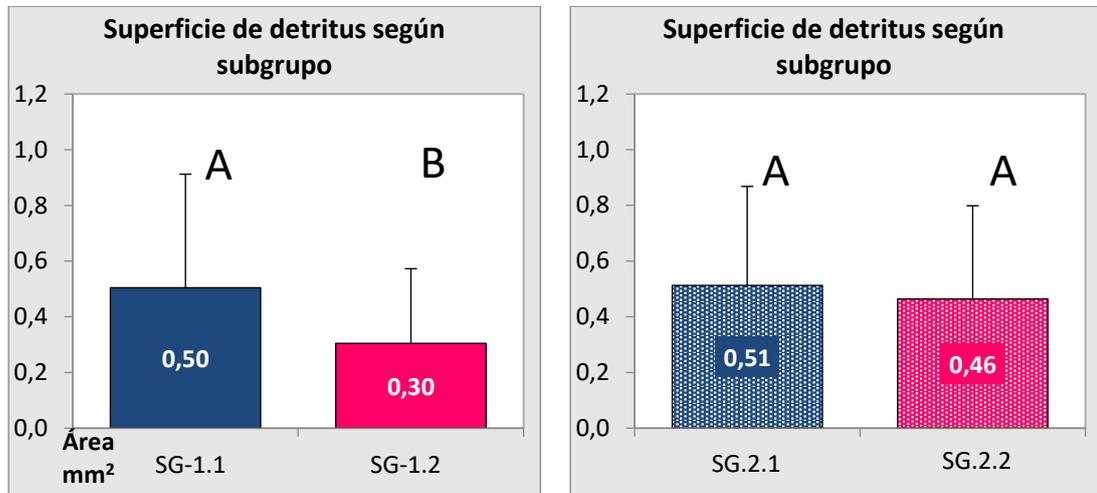


Fig.N°41 - Superficie de detritus según subgrupo (media y desviación estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

Contraste Múltiple Entre Sectores

Comparaciones por pares Medida: Detritus

(I)Sector	(J)Sector	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^b	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b	
					Límite inferior	Límite superior
COR	MED	-,145*	,035	<0,001	-,232	-,058
	API	-,224*	,048	<0,001	-,343	-,105
MED	COR	,145*	,035	<0,001	,058	,232
	API	-,079	,047	,289	-,193	,036
API	COR	,224*	,048	<0,001	,105	,343
	MED	,079	,047	,289	-,036	,193

Tabla 16. Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05. b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni. Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre los tercios medio y apical no resultaron estadísticamente significativas, en términos globales, en tanto que el tercio coronario se diferenció de los otros dos tercios de forma significativa.

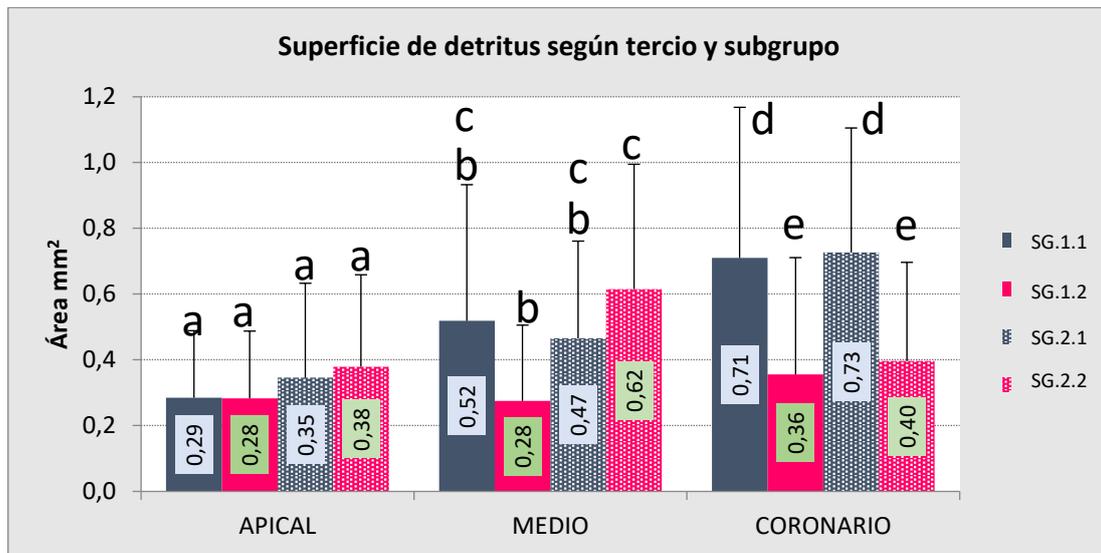


Fig.N°42 - Superficie de detritus según tercio radicular y subgrupo (media y desviación estándar) Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

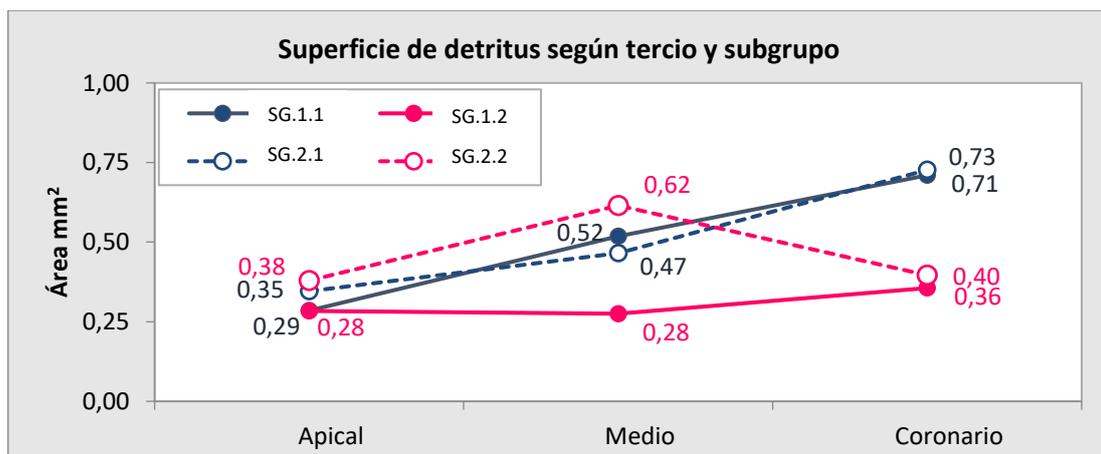


Fig.N°43- Superficie de detritus según tercio y subgrupo (medias marginales estimadas).

En el tercio coronario se hacen evidentes las diferencias entre soluciones irrigantes, con cantidades de detritus significativamente menores dentro de los subgrupos que fueron irrigados con Endosolv R (barras magentas), en contraste con los subgrupos que usaron NaClO/ EDTA. En el tercio medio se observaron menos detritus con Endosolv R con irrigación manual, pero con irrigación ultrasónica el resultado fue el opuesto, en cuanto al tercio apical las diferencias entre subgrupos fueron menores, aunque cabe mencionar que los subgrupos que utilizaron ultrasonido dejaron más cantidad de detritus.

ANÁLISIS COMPARATIVO POR TERCIOS.**Tercio Coronario.**

Para el contraste entre subgrupos se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de una vía.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	2,048	3	0,683	4,841	0,004
Error	9,309	66	0,141		

Tabla 17. TERCIO CORONARIO. Contraste Inter-sujetos. Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre subgrupos resultaron significativas en el tercio coronario.

Resumen de los resultados del contraste múltiple entre subgrupos correspondiente al tercio coronario, en ella se muestran las medias áreas ocupadas por detritus para cada subgrupo agrupados en subconjuntos homogéneos. Los dos subgrupos que utilizaron la solución irrigante Endosolv R conformaron un subconjunto sin diferencias significativas entre sí ($p=0,989$), en tanto que el otro subconjunto estuvo conformado por todos menos SG1.2.

Subgrupo	n	Subconjunto	
		1	2
SG1.2. I. Convencional (Endosolv R)	16	0,36	
SG2.2. I. Ultrasónica (Endosolv R)	19	0,40	0,40
SG1.1. I. Convencional (NaClO + EDTA)	17		0,71
SG2.1. I. Ultrasónica (NaClO + EDTA)	18		0,73
Sig. (p-valor)		0,989	0,055

Tabla 18: Prueba DHS de Tukey. Tercio CORONARIO. Contraste múltiple por subgrupos.

Tercio Medio.

Para el contraste entre subgrupos se utilizó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) de una vía.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	1,045	3	0,348	3,014	0,036
Error	7,629	66	0,116		

Tabla 19.- TERCIO MEDIO. Contraste Inter-sujetos. Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre subgrupos también resultaron significativas en este tercio del conducto, pero con un grado de significación menor que el visto en el tercio coronario.

En la tabla 20 se resumen los resultados del contraste múltiple entre subgrupos correspondiente al tercio medio. Se muestran las medias áreas ocupadas por detritus para cada subgrupo agrupados en subconjuntos homogéneos. Nuevamente el SG1.2 fue el más eficiente en cuanto a la limpieza, por el contrario, el SG2.2, mostró la mayor superficie cubierta de detritus. Los dos subconjuntos homogéneos conformados comparten los subgrupos que registraron valores intermedios: SG2.1 y SG1.1.

Subgrupo	n	Subconjunto	
		1	2
SG1.2. I. Convencional (Endosolv R)	16	0,28	
SG2.1. I. Ultrasónica (NaClO + EDTA)	18	0,47	0,47
SG1.1. I. Convencional (NaClO + EDTA)	17	0,52	0,52
SG2.2. I. Ultrasónica (Endosolv R)	19		0,62
Sig. (p-valor)		0,160	0,566

Tabla 20.- Prueba DHS de Tukey. Tercio MEDIO. Contraste múltiple por subgrupos

Tercio Apical.

Siguiendo el mismo esquema comparativo anterior, se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de una vía para el contraste entre subgrupos.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,119	3	0,040	0,638	0,593
Error	4,096	66	0,062		

Tabla 21.- TERCIO APICAL. Contraste Inter-sujetos.

Las diferencias entre subgrupos no resultaron significativas en el tercio apical.

En la tabla 22 se resumen los resultados del contraste múltiple entre subgrupos correspondiente al tercio apical. Se muestran las medias áreas ocupadas por detritus para cada subgrupo agrupados en subconjuntos homogéneos. Al igual que en los otros dos tercios, el SG1.2 (solución irrigante Endosolv R y sistema de irrigación manual) registró la menor cantidad de detritus, aunque como no llegaron a ser significativas las diferencias entre subgrupos sólo se conformó un subconjunto homogéneo.

Subgrupo	n	Subconjunto
		1
SG1.2. I. Convencional (Endosolv R)	16	0,28
SG2.1. I. Ultrasónica (NaClO + EDTA)	18	0,28
SG1.1. I. Convencional (NaClO + EDTA)	17	0,35
SG2.2. I. Ultrasónica (Endosolv R)	19	0,35
Sig. (p-valor)		0,668

Tabla 22.- Prueba DHS de Tukey. Tercio APICAL. Contraste múltiple por subgrupos.

Finalmente, para determinar la influencia de cada variable estudiada se evaluaron los datos de restos de detritus mediante un modelo de regresión lineal generalizado incluyendo tres factores: Tercio; Sistema de irrigación y Solución irrigante, resultando, en orden decreciente de significatividad de la magnitud de los efectos el factor Tercio, luego el factor Solución irrigante y por último el factor Sistema de irrigación.

Origen del efecto	Categoría asociada a mayor cantidad de restos	Chi-cuadrado de Wald	Sig. (p-valor)
Tercio Radicular	Coronario	15,68	7,5x10 ⁻⁰⁵
Solución Irrigante	Hipoclorito - EDTA (notorio en Tercio Coronario)	6,86	0,009
Sistema de Irrigación	Ultrasónica (sólo con Endosolv R)	3,28	0,070

Tabla 23.- Contraste de los efectos del modelo (MLG). Variable objetivo: Superficie de detritus, Variables predictoras: Tercio; Sistema de irrigación y Solución irrigante.

Finalmente, en el gráfico de la Figura N° 44, se complementa el análisis de regresión anterior a través de una modelización lineal automatizada, mostrando la importancia de cada predictor incluido en el modelo estadístico planteado.

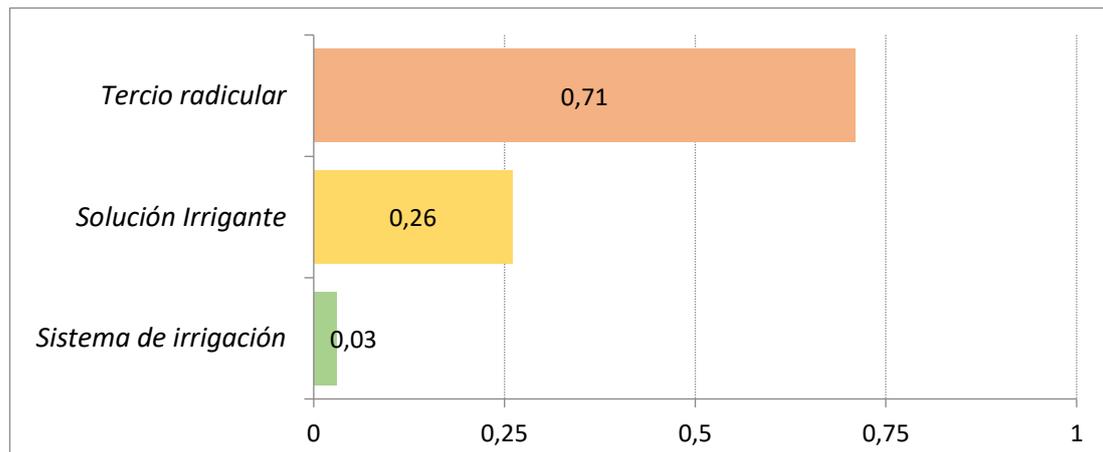


Fig.N°44- Importancia del predictor en relación con la cantidad de detritus.

RESULTADOS ESTUDIO MACROSCÓPICO. SÍNTESIS.

En referencia a la capacidad de limpieza de las Soluciones Irrigantes, la misma estuvo en directa relación con su naturaleza química, evidenciándose diferencias significativas a favor de la solución Endosolv R, solvente específico de selladores endodónticos a base de resina, mediante el cual, en este estudio macroscópico se obtuvieron los mayores niveles de limpieza.

En relación con los Métodos o Técnicas de Irrigación, se evidenciaron mayores niveles de limpieza al utilizarse la irrigación complementaria con la técnica manual convencional, ya que en dichas muestras se observaron cantidades menores de detritus. Por el contrario, al utilizarse la irrigación complementaria con activación ultrasónica se evidenciaron menores niveles de limpieza, ya que se observaron cantidades mayores de detritus.

En referencia a los niveles de limpieza según las Zonas o Tercios estudiados en esta investigación, los tercios coronarios evidenciaron mayores valores de limpieza, especialmente, los irrigados con el solvente específico Endosolv R dispensado con jeringas y agujas, manualmente. En referencia a los tercios medios, el grado de limpieza resultó menor que en los tercios coronales.

En cuanto a los tercios apicales, no se observaron diferencias entre las diferentes soluciones irrigantes ni entre los métodos de irrigación utilizados, sin embargo, se evidenciaron menores niveles de limpieza en las muestras donde fue utilizada la Irrigación Ultrasónica, acentuándose esta tendencia en los tercios apicales. Globalmente, se observó una tendencia decreciente en los niveles de limpieza desde los tercios coronales hacia los apicales.

El Subgrupo que resultó con mayores niveles de limpieza en casos de retratamientos endodónticos, fue el SG 1.2, correspondiente a la utilización del solvente específico Endosolv R dispensado manualmente con aguja y jeringa durante el procedimiento de irrigación complementaria de las muestras.

IMÁGENES ESTUDIO MACROSCÓPICO

	TERCIO CORONAL	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
SUB GRUPO 1.1			
SUB GRUPO 1.2			
SUB GRUPO 2.1			
SUB GRUPO 2.2			

Fig. N° 45. Imágenes Lupa Estereoscópica.

B- ESTUDIO MICROSCÓPICO

La visualización y registro de imágenes de las muestras para el Estudio Microscópico se realizó en el Laboratorio Lamarx de la Facultad de Astronomía Matemática y Física de la UNC, mediante el uso del Microscopio Electrónico de Barrido Carl Zeiss Sigma (SEM Carl Zeiss Sigma)

Para realizar el estudio microscópico en MEB y con el propósito de realizar una medición inicial de referencia, se tomaron primeramente imágenes de la pared y los túbulos dentinarios en cada tercio radicular, correspondientes a premolares inferiores que no recibieron obturación alguna, a las que se denominó Basales (Fig. N° 46 a, b y c).

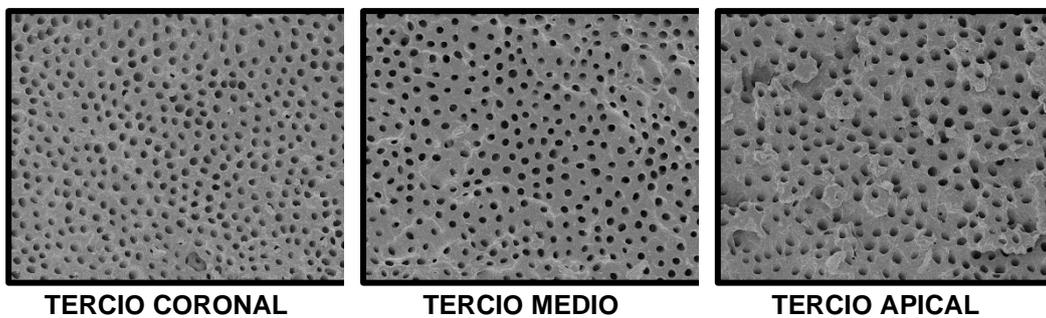


Fig. N° 46 a, b y c. Imágenes MEB 900X. Basales.

Luego, con el propósito de determinar la Densidad de Túbulos Dentinarios Abiertos se propuso un método utilizando el software Image Pro-Plus V5 (Media Cybernetics Inc, USA). En primer lugar, se realizó la segmentación de la imagen MEB original basal (Fig. N° 47 y 48) basada en un histograma de intensidad para seleccionar zonas oscuras (túbulos) y se ajustaron los parámetros de selección, acotando el rango de niveles a seleccionar. En este caso se fijó de 0 a 40 en la escala de intensidad (áreas más oscuras).

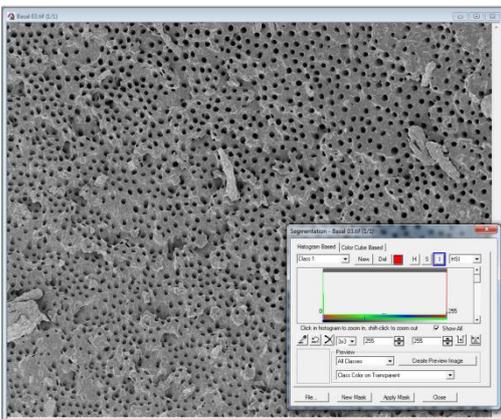


Fig. N° 47. Imagen Basal de MEB en Image Pro Plus.

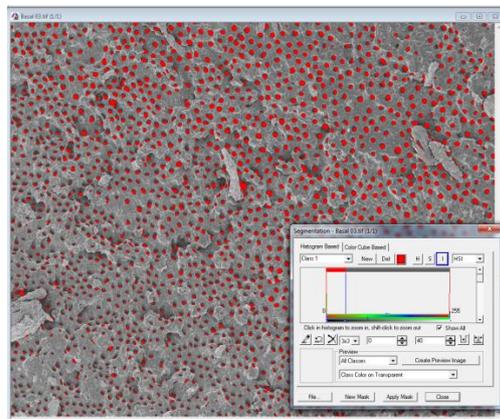


Fig. N° 48. Imagen segmentada en Image Pro Plus.

Para determinar el porcentaje de superficie ocupada por túbulos, seguidamente, se convirtió la imagen a blanco y negro (Fig. N°49 y 50) fijando como límite de segmentación el mismo que se utilizó para el procedimiento anterior: Niveles de intensidad de 0 a 40 (negro) y Niveles > 40 (blanco). A partir del histograma de intensidad de la imagen generada se calculó el porcentaje (11,5% de la imagen ocupada por túbulos) (Fig. N° 51).

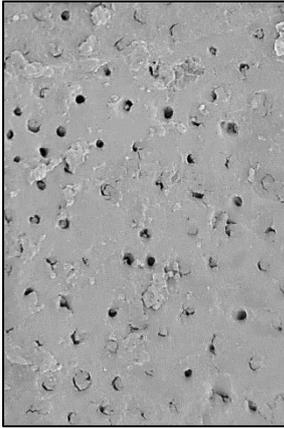


Fig. N° 49 Imagen MEB

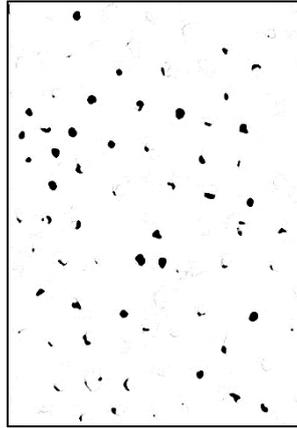


Fig. N° 50 Imagen Segmentada en blanco y negro para medición.

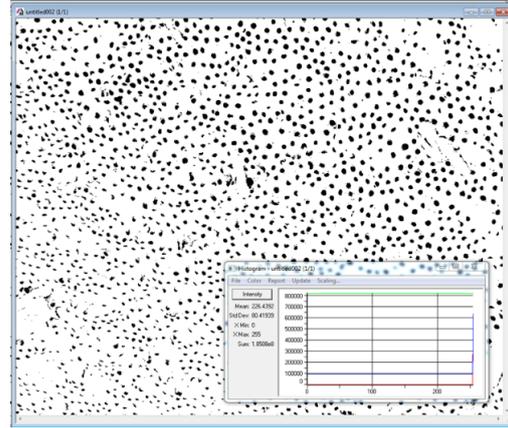


Fig. N° 51 Histograma de densidad tubular

Porcentaje de superficie ocupada por túbulos $226,44 / 256 = 0,885$, es decir 88,5% (blanco) y el resto 11,5% (negro o túbulos). El valor obtenido se relaciona al menos con tres variables: densidad de túbulos, dimensiones de túbulos y obstrucción de túbulos.

Posteriormente, se definió un Índice Tubular (DDCt) asociado a la densidad de los túbulos abiertos y parcialmente obstruidos, al diámetro medio de los túbulos y a la circularidad de éstos, al que se denominó DDCt. Se incluyeron estos tres parámetros ya que los tres son indicadores indirectos de la obstrucción tubular. Para cada imagen MEB 900X se calculó el índice DDCt mediante la siguiente ecuación:

$$DDCt = 1 + \frac{\text{Densidad } T \left(\frac{n}{\text{mm}^2} \right) \cdot \text{Diámetro } T(\text{mm})}{\text{Circularidad } T}$$

Existe una relación directamente proporcional entre el índice y los parámetros considerados, por lo que, a mayor valor de este índice mayor cantidad de túbulos abiertos o limpios.

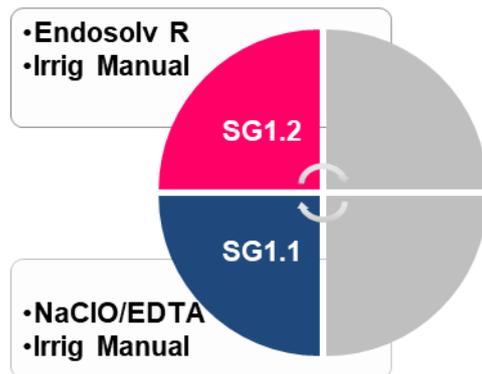
El primer parámetro incluido fue la Densidad Tubular y se relaciona con la obstrucción total de túbulos, porque el rango de dimensiones de objetos oscuros de la imagen MEB (túbulos dentinarios) que fueron detectados automáticamente por el software excluyó objetos de reducidas dimensiones; por lo tanto, los túbulos muy obstruidos no se contabilizaron para el cálculo de densidad. El segundo parámetro fue el Diámetro Tubular y se refiere al diámetro medio de cada orificio, cuyo valor se obtiene a partir del tamaño del área oscura; cuanto más obstruido el túbulo menor el diámetro calculado, independientemente de la forma de éstos. Por último, el tercer parámetro fue la Circularidad Tubular relacionada también a la obstrucción. Respecto a los valores de circularidad, cuanto más próximo a 1 más circular es el objeto, y a valores crecientes de circularidad (>1) más oval o irregular es el polígono evaluado. Por tal motivo se lo ubicó en el denominador, es decir por guardar una relación inversa con los otros dos parámetros.

El valor de Índice Tubular (DDCt) Basal obtenido estuvo en relación con el tercio considerado, para el Tercio Coronario fue de 65,76; para el Tercio Medio fue 57,37 y para el Tercio Apical el valor fue 44,27.

A partir de estos valores se obtuvo el Índice de Obstrucción Relativa (OTR), esta vez relacionando los índices tubulares de las imágenes de cada subgrupo del estudio con los índices basales. Los valores de Índice de Obstrucción Relativa (OTR) se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Obstrucción Relativa (\%)} = \left(1 - \frac{LN (DDCt)}{LN (DDCt \text{ basal})} \right) \cdot 100$$

De esta manera el Índice de Obstrucción Relativa (OTR) nos permitió determinar el porcentaje de obstrucción del tercio considerado y relacionar la variabilidad anatómica normal correspondiente a los tres tercios radiculares, que manifiestan una disminución en la densidad de túbulos y del calibre de los mismos en sentido corono-apical.

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 1.1 y Subgrupo 1.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo). Con este modelo se estudió el efecto de ambos factores sobre la magnitud de la obstrucción tubular de la pared del conducto a escala microscópica.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,422	1	0,422	16,879	4,6E-04
Tercio * Subgrupo	0,002	1	0,002	0,094	0,762
Error	0,551	22	0,025		

Tabla 24 a.- Contraste intra-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.1 y SG1.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, no así la interacción entre el factor tercio y la solución irrigante al considerar los dos subgrupos que fueron irrigados mediante la técnica de irrigación convencional o manual (tabla 24.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG1.2
API	MED	0,575	0,040
	COR	0,076	0,064
MED	API	0,575	0,040
	COR	0,436	0,977
COR	API	0,076	0,064
	MED	0,436	0,977

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios según subgrupo (tabla 24.b), resultando significativas las diferencias sólo al considerar el subgrupo SG1.2. En este grupo el nivel de obstrucción en el sector apical resultó significativamente mayor que en el nivel medio.

Tabla 24.b.- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias entre subgrupos fueron mayores en el tercio coronario lo cual se muestra en las figuras N°52 y N°53.

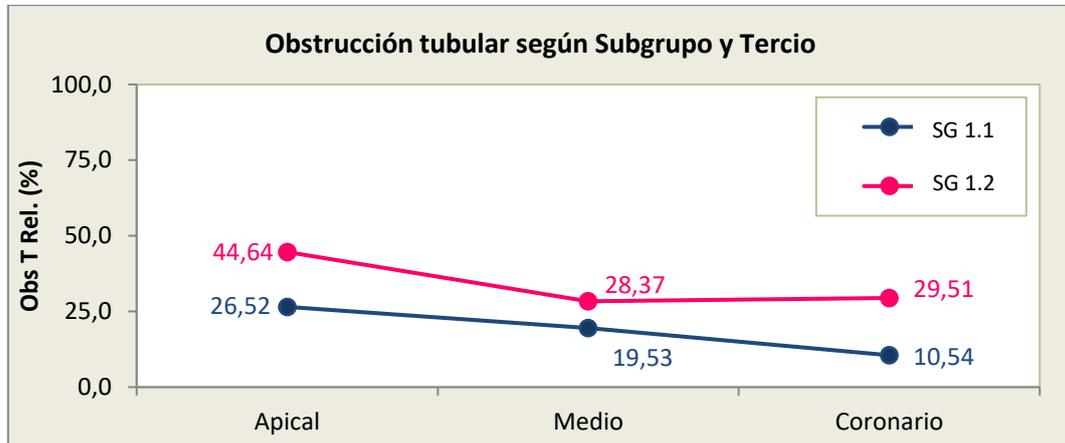


Fig. N° 52- Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y subgrupo (medias estimadas).

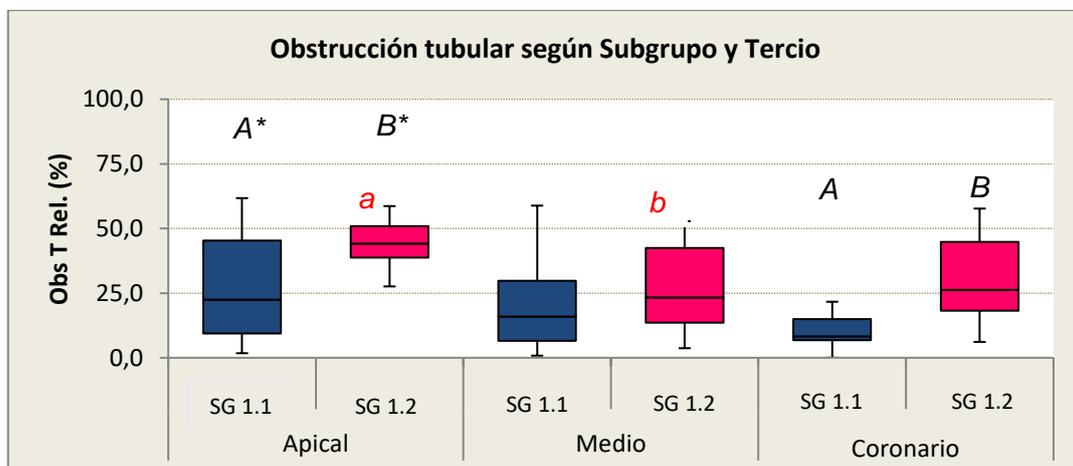


Fig. N°53.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 25.a), la tendencia observada muestra una situación más favorable para el subgrupo SG1.1 (solución irrigante NaClO + EDTA), con menor obstrucción de túbulos en todo el trayecto del conducto radicular respecto al grupo irrigado con Endosolv R. Las diferencias entre estos subgrupos resultaron estadísticamente significativas.

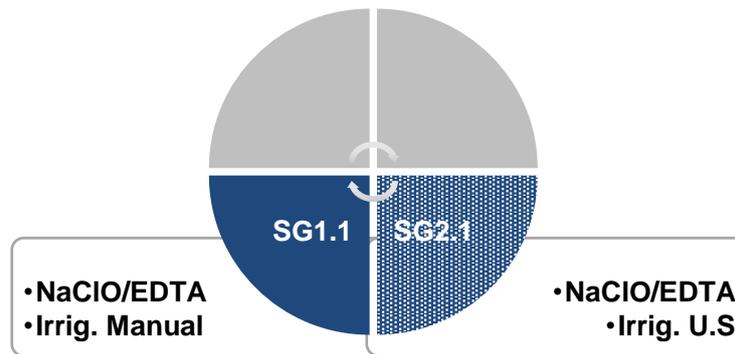
Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,701	1	0,701	11,856	0,002
Error	1,301	22	0,059		

Tabla 25 a.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.1 y SG1.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Este resultado global se complementó con un análisis más detallado, teniendo en cuenta las distribuciones de valores según subgrupo y tercio, en el cual se verificó que las mayores diferencias entre subgrupos se manifestaron en el tercio coronal y algo menos en apical, resultando significativas en ambos niveles ($p < 0,05$), (tabla 25.b).

Tercio	Subgrupo 1.1	Subgrupo 1.2	p-valor
Coronario	10,5	29,5	0,003
Medio	19,5	28,4	0,219
Apical	26,5	44,6	0,013

Tabla 25.b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG1.1 y SG1.2) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 1.1 y Subgrupo 2.1

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,662	1	0,662	20,551	1,6E-04
Tercio * Subgrupo	0,013	1	0,013	0,412	0,528
Error	0,709	22	0,032		

Tabla 26.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.1 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, no así a interacción entre tercios y subgrupos (tabla 26.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG2.1
API	MED	0,575	0,839
	COR	0,076	0,035
MED	API	0,575	0,839
	COR	0,436	0,119
COR	API	0,076	0,035
	MED	0,436	0,119

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios radiculares según subgrupo (tabla 26.b), resultando significativas las diferencias entre los tercios apical y coronario al considerar el subgrupo SG2.1

Tabla 26.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

Ambos subgrupos mostraron una tendencia parecida en cuanto a la obstrucción tubular, con una disminución lineal desde apical hacia coronal; en las figuras N°54 y N°55 se aprecia lo expuesto.

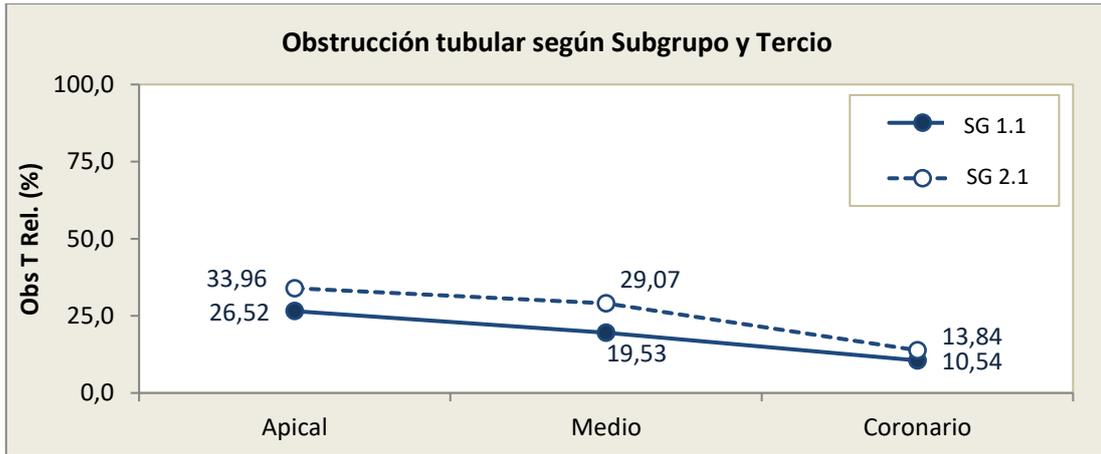


Fig. N°54- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

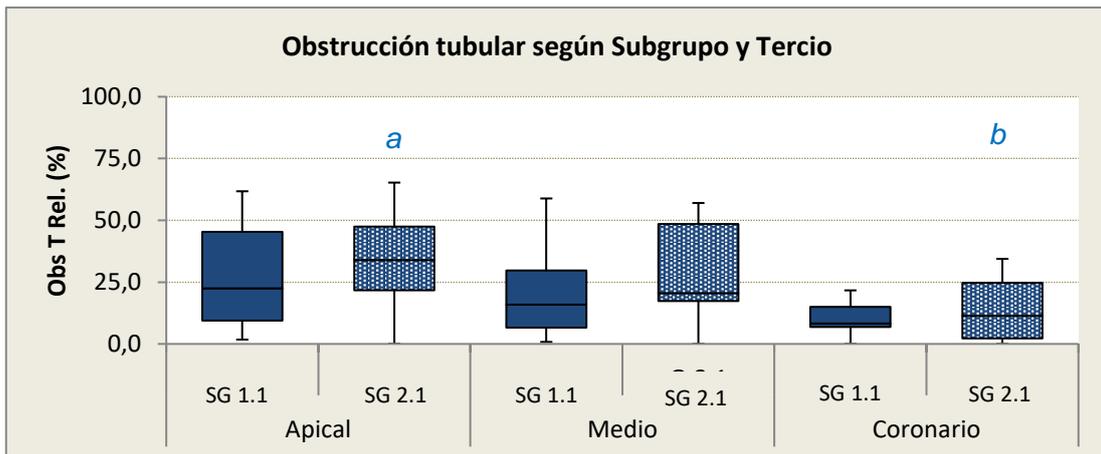


Fig.N°55.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 27.a), las diferencias entre los subgrupos SG1.1 y SG2.1 no resultaron significativas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,096	1	0,096	1,313	0,264
Error	1,603	22	0,073		

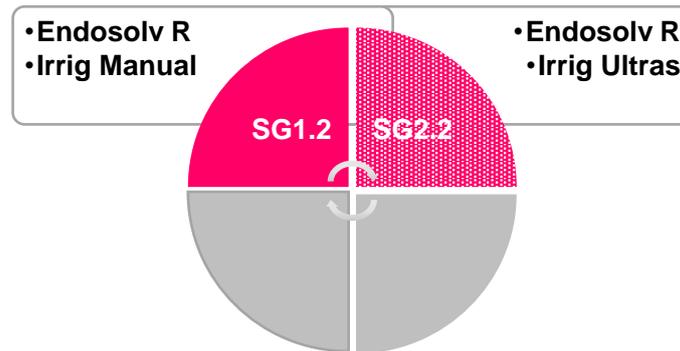
Tabla 27 a.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.1 y SG2.1). Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Tal como se mencionó con anterioridad, el comportamiento de los subgrupos fue similar en todo el trayecto evaluado del conducto, con mayores porcentajes de obstrucción en el tercio apical y gradualmente menos hacia el tercio coronario. La utilización de la técnica por ultrasonido no demostró mejorar la limpieza de los conductos respecto a la técnica convencional, al menos cuando se utiliza las soluciones irrigantes NaClO/EDTA.

Se complementó el análisis contrastando los subgrupos entre sí en cada tercio, en el cual se verificó que las mayores diferencias entre subgrupos se manifestaron en los tercios medio y apical, aunque en ningún caso resultaron significativas (tabla 27 b).

Tercio	Subgrupo 1.1	Subgrupo 2.1	p-valor
Coronario	10,5	13,8	0,444
Medio	19,5	29,1	0,212
Apical	26,5	34,0	0,361

Tabla 27 b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG1.1 y SG2.1) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor).

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 1.2 y Subgrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,840	1	0,840	18,360	3,0E-04
Tercio * Subgrupo	0,099	1	0,099	2,168	0,155
Error	1,006	22	0,046		

Tabla 28.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.2 y SG2.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Las diferencias globales entre tercios resultaron significativas, no así la interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 28.a), aunque en el tercio coronario la diferencia entre subgrupos fue menor que en los tercios medio y apical.

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.2	SG2.2
API	MED	0,040	0,279
	COR	0,064	0,010
MED	API	0,040	0,279
	COR	0,977	0,273
COR	API	0,064	0,010
	MED	0,977	0,273

Para profundizar el análisis se realizaron contrastes múltiples entre tercios radiculares considerando cada subgrupo por separado (tabla 28.b). En las figuras N°56 y 57 se observa esta situación con mayor claridad.

Tabla 28.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

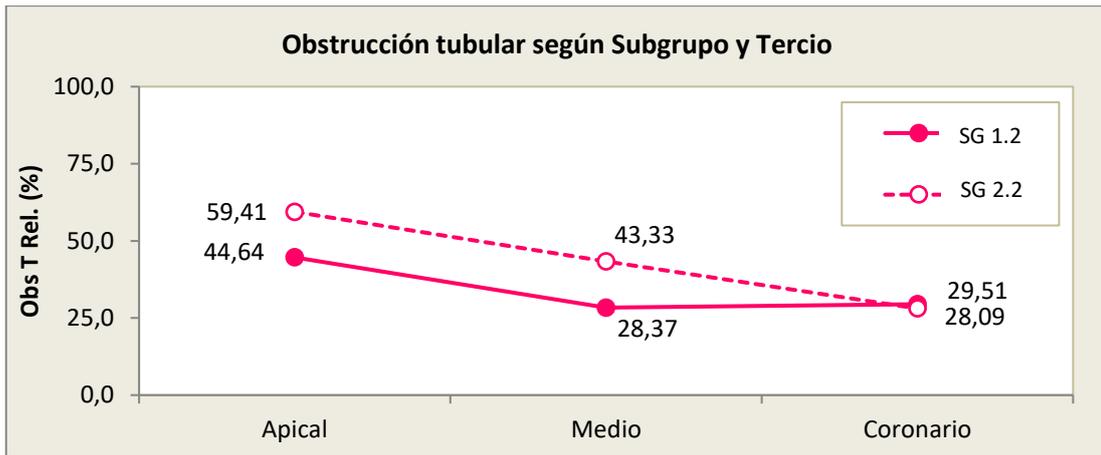


Fig.N°56- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

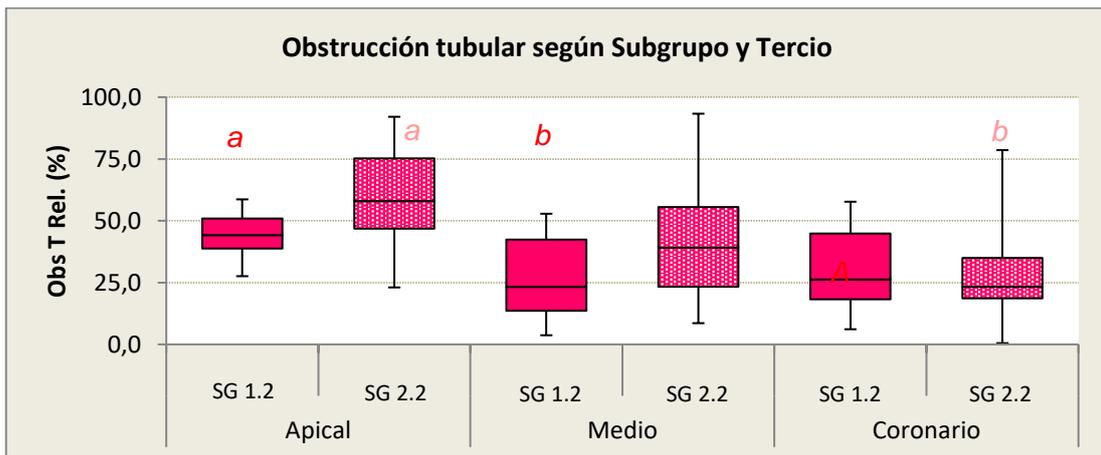


Fig. N°57.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 29 a), las diferencias globales entre los subgrupos SG1.2 y SG2.2 no fueron significativas. Cabe mencionar que valores de obstrucción fueron más elevados en el subgrupo SG2.2 en los tercios medio y apical, resultado que podría ser atribuible a un efecto indeseado del método ultrasónico en combinación con la solución Endosolv R.

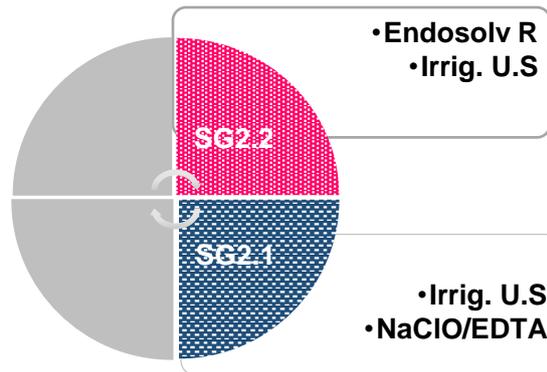
Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,199	1	0,199	2,827	0,107
Error	1,545	22	0,070		

Tabla 29 a.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.2 y SG2.2). Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Se complementó el análisis contrastando los subgrupos entre sí en cada tercio. Las mayores diferencias entre subgrupos se manifestaron en el tercio apical, aunque en ningún caso resultaron significativas ($p > 0,05$) (tabla 29 b).

Tercio	Subgrupo 1.2	Subgrupo 2.2	p-valor
Coronario	29,5	28,1	0,849
Medio	28,4	43,3	0,120
Apical	44,6	59,4	0,054

Tabla 29 b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG1.2 y SG2.2) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor).

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 2.1 y Subgrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	1,167	1	1,167	22,043	1,1E-04
Tercio * Subgrupo	0,023	1	0,023	0,431	0,518
Error	1,164	22	0,053		

Tabla 30.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG2.1 y SG2.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, no así la interacción entre tercios y subgrupos (tabla 30.a), ya que las diferencias entre grupos se mantuvieron similares en los tres tercios.

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG2.1	SG2.2
API	MED	0,839	0,279
	COR	0,035	0,010
MED	API	0,839	0,279
	COR	0,119	0,273
COR	API	0,035	0,010
	MED	0,119	0,273

Se realizaron contrastes múltiples entre tercios radiculares según subgrupo (tabla 30.b), resultando significativas las diferencias al considerar por separado ambos subgrupos SG2.1 y SG2.2, con esquemas similares en ambos subgrupos, tal como puede observarse en la figura N°58 y N°59.

Tabla 30.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

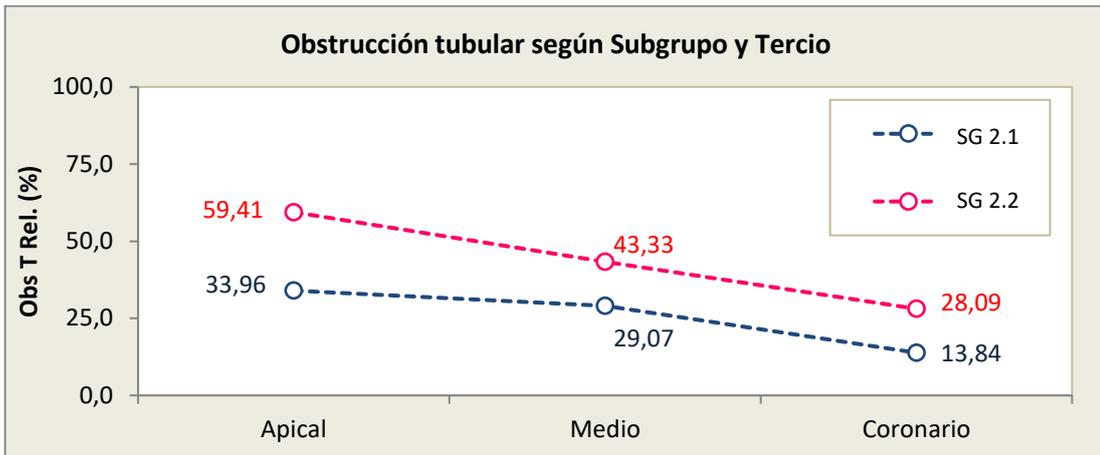


Fig. N°58- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

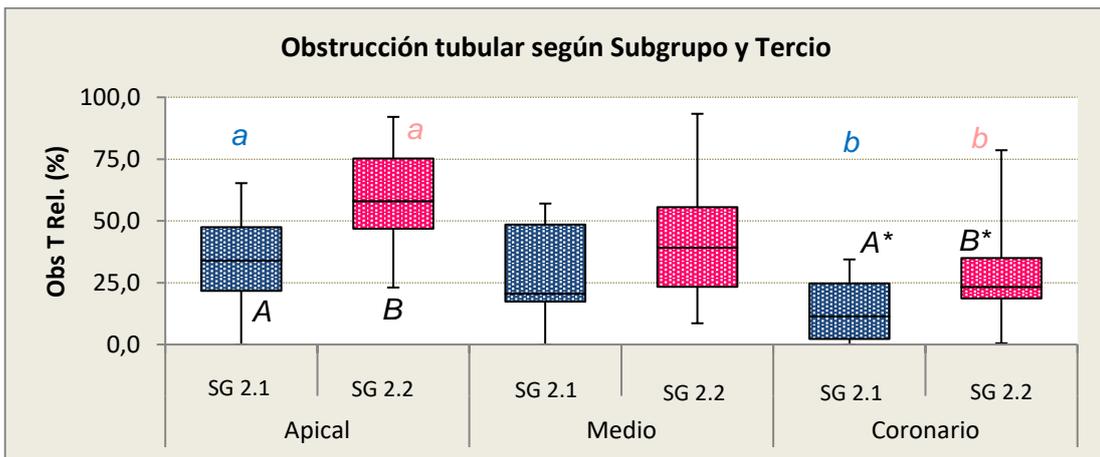


Fig.N°59.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

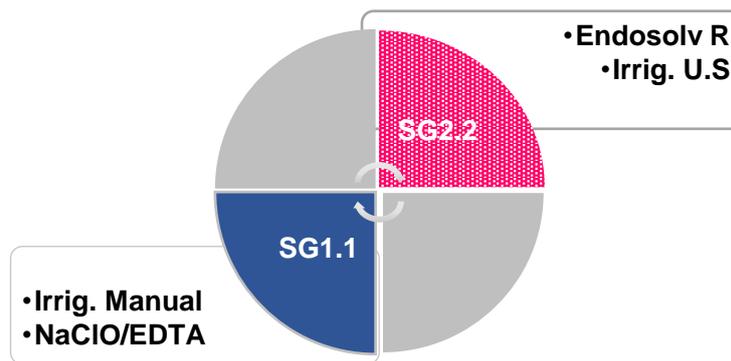
Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 31.a), las diferencias entre los subgrupos SG2.1 y SG2.2 resultaron significativas en términos generales, y en particular se verificaron diferencias significativas al contrastar los grupos en los tercios coronario y apical, resultando más amplias las diferencias en este nivel (tabla 31b).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,948	1	0,948	11,296	0,003
Error	1,847	22	0,084		

Tabla 31.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obst. Tub. Transf. (SG2.1 y SG2.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Tercio	Subgrupo 2.1	Subgrupo 2.2	p-valor
Coronario	13,8	28,1	0,043
Medio	29,1	43,3	0,150
Apical	34,0	59,4	0,007

Tabla 31b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG2.1 y SG2.2) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 1.1 y Subgrupo 2.2

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,931	1	0,931	21,160	1,4E-04
Tercio * Subgrupo	0,071	1	0,071	1,612	0,218
Error	0,968	22	0,044		

Tabla 32.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.1 y SG2.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Los resultados fueron similares al análisis precedente ya que las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, no así la interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 32.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.1	SG2.2
API	MED	0,575	0,279
	COR	0,076	0,010
MED	API	0,575	0,279
	COR	0,436	0,273
COR	API	0,076	0,010
	MED	0,436	0,273

Posteriormente se realizaron contrastes múltiples entre tercios radicales según subgrupo (tabla 32.b), resultando significativas las diferencias al considerar el subgrupo SG2.2, aunque las tendencias fueron semejantes para ambos, tal como puede observarse en las figuras N°60 y 61.

Tabla 32.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

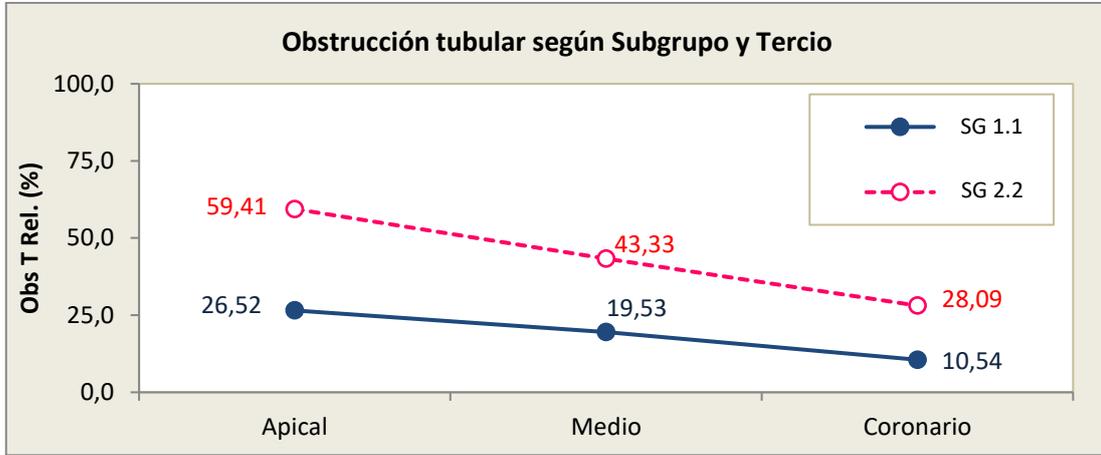


Fig. N°60- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

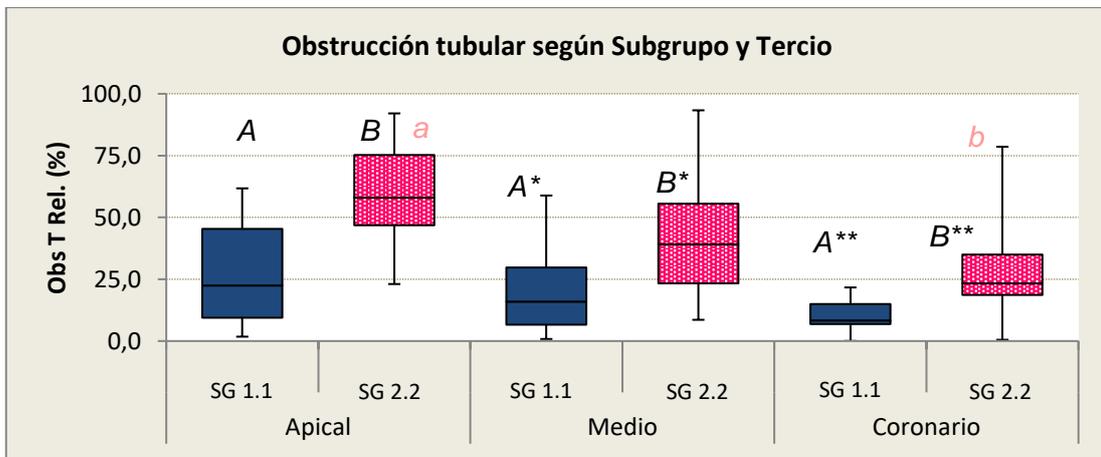


Fig. N°61.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

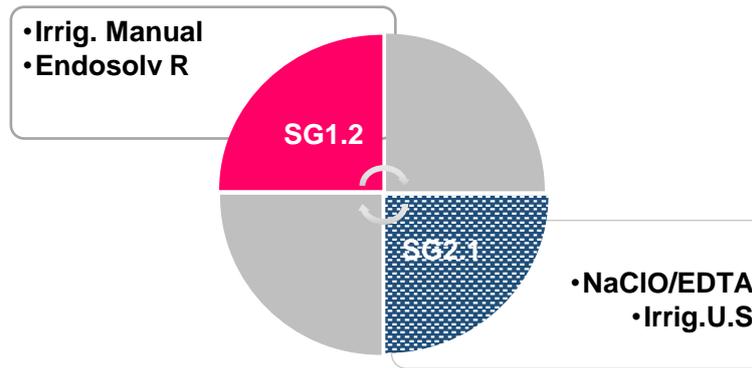
Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 33.a), las diferencias entre los subgrupos SG1.1 y SG2.2 resultaron significativas en términos generales, y también al considerar cada tercio por separado (tabla 33.b), con mayores diferencias en el tercio apical.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	1,646	1	1,646	18,655	2,8E-04
Error	1,942	22	,088		

Tabla 33.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf (SG1.1 y SG2.2). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Tercio	Subgrupo 1.1	Subgrupo 2.2	p-valor
Coronario	10,5	28,1	0,010
Medio	19,5	43,3	0,017
Apical	26,5	59,4	0,001

Tabla 33.b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG1.1 y SG2.2) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

ANÁLISIS COMPARATIVO Subgrupo 1.2 y Subgrupo 2.1

Se utilizó un modelo de análisis de varianza (**ANOVA**) de **medidas repetidas** (MR) de dos factores, uno intra-sujetos (tercio) y otro inter-sujetos (subgrupo).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Tercio	0,586	1	0,586	17,243	4,2E-04
Tercio * Subgrupo	0,027	1	0,027	0,790	0,384
Error	0,747	22	0,034		

Tabla 34.a- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf. (SG1.2 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Las diferencias entre tercios resultaron estadísticamente significativas, no así la interacción entre los factores tercio y subgrupo (tabla 34.a).

(I) Tercio	(J) Tercio	Sig. (p-valor)	
		SG1.2	SG2.1
API	MED	0,040	0,839
	COR	0,064	0,035
MED	API	0,040	0,839
	COR	0,977	0,119
COR	API	0,064	0,035
	MED	0,977	0,119

En la tabla 34.b se muestran las significatividades de las pruebas de contraste entre tercios según subgrupo. De manera similar se evidencian en las figuras N° 62 y N°63.

Tabla 34.b- Contraste múltiple entre sectores (ANOVA-MR / Ajuste DMS). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

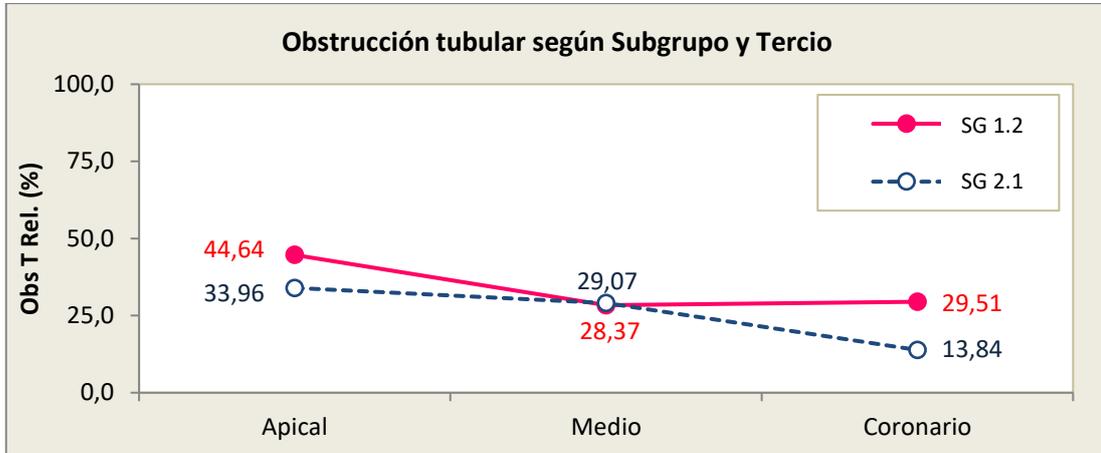


Fig. N°62- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupo (medias marginales estimadas).

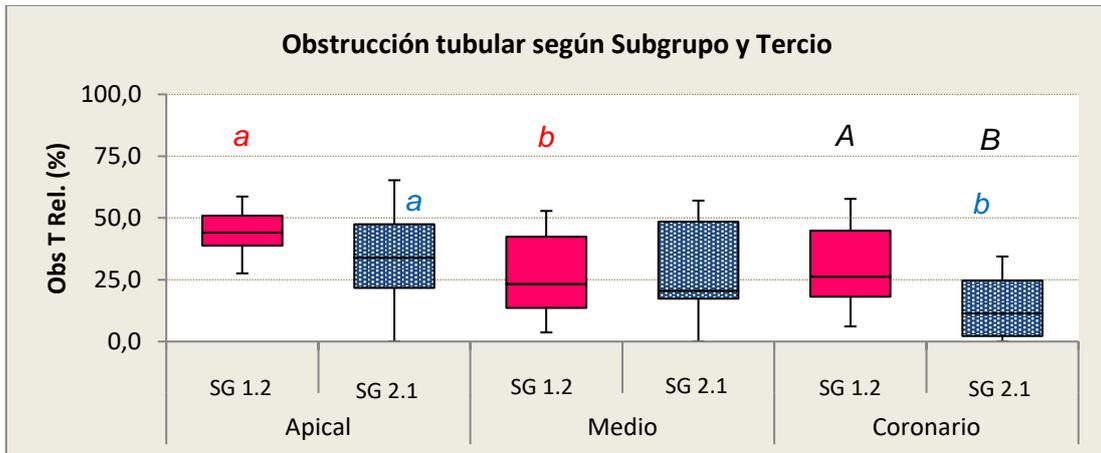


Fig. N°63.- Diagrama de cajas: Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y según subgrupo. Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$). Minúsculas: comparación Intra-subgrupo. Mayúsculas: comparación Inter-subgrupos.

Respecto al contraste inter-sujetos (tabla 35.a), las diferencias entre los subgrupos SG1.2 y SG2.1 resultaron significativas en términos generales, aunque en términos particulares sólo al considerar el tercio coronario (tabla 35.b).

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Subgrupo	0,279	1	0,279	5,086	0,034
Error	1,207	22	0,055		

Tabla 35 a.- Contraste inter-sujetos. Variable dependiente: Obstrucción Tub. Transf (SG1.2 y SG2.1). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Tercio	Subgrupo 1.2	Subgrupo 2.1	p-valor
Coronario	29,5	13,8	0,019
Medio	28,4	29,1	0,926
Apical	44,6	34,0	0,099

Tabla 35.b.- Obstrucción T (%) según tercio radicular y subgrupos (SG1.2 y SG2.1) y resultado de la prueba de contraste entre ellos (Test-T, p-valor). Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas.

ANÁLISIS COMPARATIVO GENERAL

La tendencia general desde coronal hacia apical fue la disminución de los niveles de limpieza, ya que la mayor cantidad de detritus y la mayor obstrucción tubular se observó en el tercio apical (Fig. N° 64 y 65).

En el tercio coronario se hicieron evidentes las diferencias entre soluciones irrigantes, con mayores grados de obstrucción tubular y, en consecuencia, menores niveles de limpieza en los subgrupos que fueron irrigados con solución Endosolv R (barras magentas), en contraste con los subgrupos que utilizaron NaClO/EDTA, los cuales en este tercio registraron valores medios más bajos de obstrucción tubular alcanzando mayores niveles de limpieza (Fig. N°63).

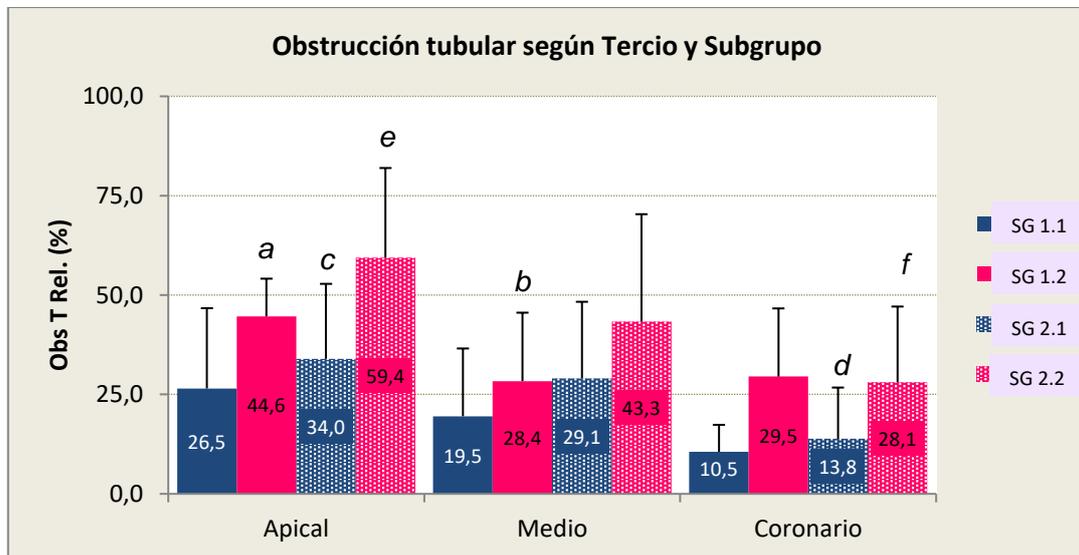


Fig. N°64- Porcentaje de obstrucción según tercio radicular y subgrupo (media y desviación estándar). Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($p < 0,05$).
Minúsculas: comparación Intra-subgrupo.

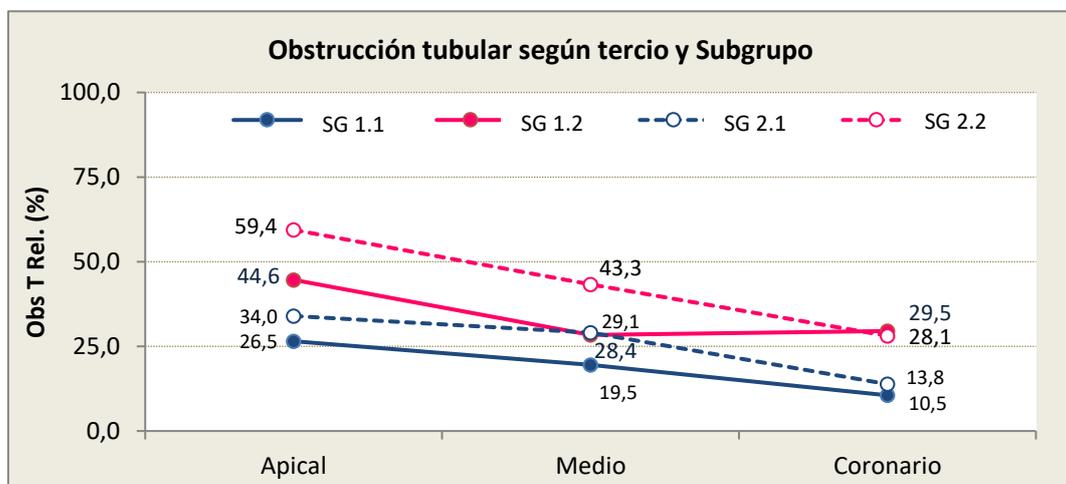


Fig. N°65- Porcentaje de obstrucción según tercio y subgrupo (medias marginales estimadas).

En el tercio medio y en todo el trayecto radicular los mayores niveles de limpieza se evidenciaron en el Subgrupo SG1.1 el cual irrigó de manera manual con soluciones de NaClO/EDTA. El más desfavorable en los tercios medio y apical fue el subgrupo SG2.2, de Irrigación Ultrasónica Pasiva y solución Endosolv R. Asimismo, se evaluaron los datos de obstrucción tubular mediante un modelo de regresión lineal generalizado incluyendo los tres factores: Tercio, Sistema de Irrigación y Solución Irrigante, resultando en orden decreciente de significatividad de la magnitud de los efectos el factor Solución irrigante, luego el factor Tercio y por último el factor Sistema de irrigación (tabla 36).

Origen del efecto	Categoría asociada a mayor obstrucción T	Chi-cuadrado de Wald	Sig. (p-valor)
Solución Irrigante	Apical	33,99	5,5E-09
Tercio radicular	Endosolv R	31,02	1,8E-07
Sistema de irrigación	Ultrasónica	5,91	0,015

Tabla 36. Contraste de los efectos del modelo (MLG). Variable objetivo: Obstrucción Tub. Transf, Variables predictoras: Tercio; Sistema de irrigación y Solución irrigante.

Valores en rojo indican diferencias estadísticamente significativas. Se realizó transformación de los datos porcentuales antes del contraste (vía transformación angular o de Bliss), debido a que, en los porcentajes, de modo natural, la varianza no es homogénea, requisito básico para aplicar modelos paramétricos como ANOVA.

Finalmente, en el gráfico de la figura N°66, se complementa el análisis de regresión anterior a través de una modelización lineal automatizada, mostrando la importancia de cada predictor incluido en el modelo estadístico planteado.

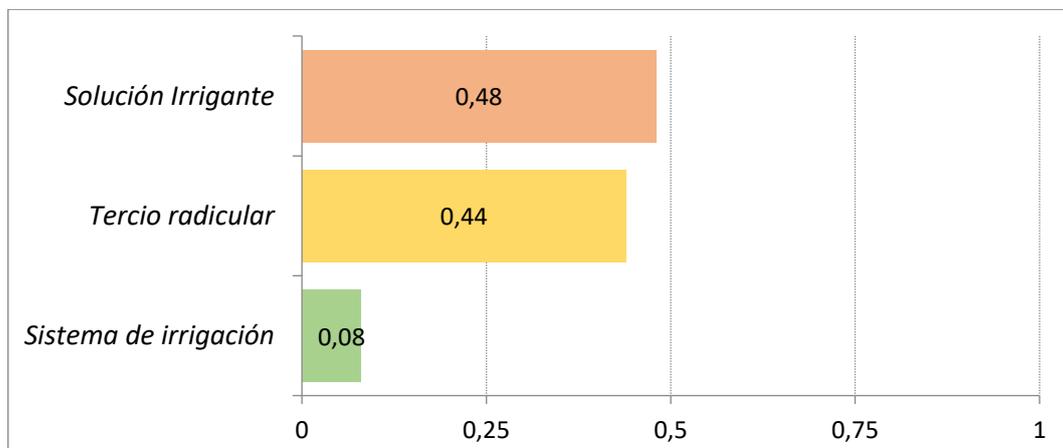


Fig. N°66- Importancia del predictor en relación con el grado de obstrucción tubular.

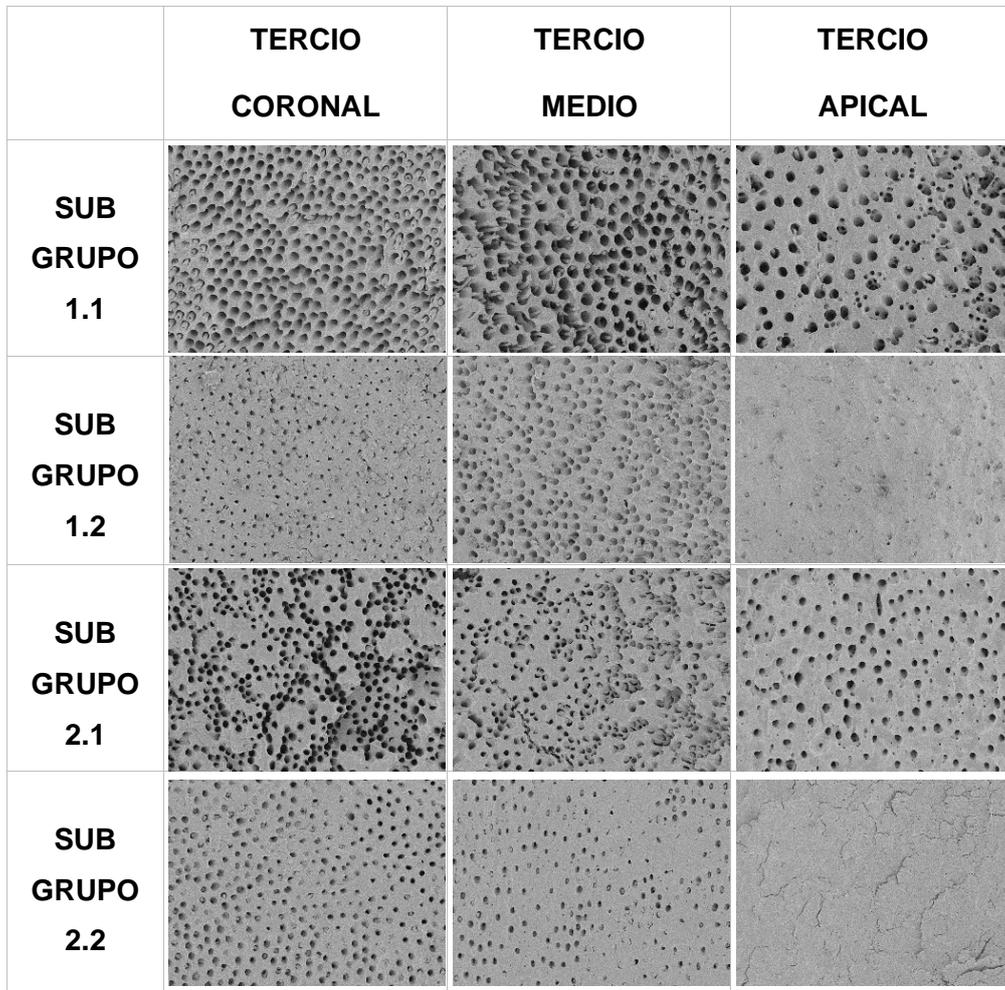
RESULTADOS ESTUDIO MICROSCÓPICO. SÍNTESIS.

Los resultados del Estudio Microscópico evidenciaron que luego de la irrigación complementaria en casos de retratamiento endodóntico los mayores niveles de limpieza en la pared dentinaria se presentaron en las muestras irrigadas con la combinación de irrigantes NaClO/EDTA, resultando similar su eficacia tanto al ser dispensado manualmente como al ser sometido a la activación ultrasónica pasiva. Por otra parte, el estudio evidenció también que la solución solvente Endosolv R mostró los menores niveles de limpieza, especialmente, cuando fue sometido a la activación ultrasónica.

Respecto de los Métodos o Sistemas de irrigación, la irrigación Manual Convencional logró mejores niveles de limpieza, independientemente de la solución irrigante utilizada. Por el contrario, la activación de los irrigantes mediante Irrigación Ultrasónica Pasiva no mejoró los niveles de limpieza en casos de retratamiento endodóntico, observándose mayores niveles de detritus al ser utilizada.

En relación con los tercios canaliculares evaluados, la tendencia de Obstrucción Tubular fue en ascenso desde el Tercio Coronal hacia el Tercio Apical, siendo este último tercio el que presentó mayor porcentaje de detritus y de obstrucción tubular. En el tercio coronario se evidenciaron diferencias entre la eficacia de las soluciones irrigantes mostrándose los mejores niveles de limpieza en este tercio con la asociación de NaClO/EDTA. Los tercios medios mostraron mayor variabilidad de resultados mientras que los tercios apicales evidenciaron los menores niveles de limpieza, es decir mayor presencia de detritus, acentuándose la tendencia al ser utilizado el Endosolv R y la Activación Ultrasónica.

El Subgrupo que resultó con mayores niveles de limpieza y menor obstrucción tubular en todo el trayecto canalicular fue el SG 1.1 irrigado manualmente con NaClO/EDTA, mientras que los menores niveles de limpieza y mayores porcentajes de obstrucción tubular se observaron en el SG 2.2 irrigado con Endosolv R y Activación Ultrasónica, acentuándose la tendencia en el tercio apical.

IMÁGENES ESTUDIO MICROSCÓPICO**Fig. N°67.** Imágenes MEB 900 X.

DISCUSIÓN

Son numerosas las ocasiones en las que, con el propósito de restaurar o prevenir la salud de los tejidos periapicales, el retratamiento endodóntico convencional es el procedimiento alternativo de elección en piezas dentales recontaminadas con posterioridad al tratamiento endodóntico primario (Alves *et al.*, 2014). Es así como, para lograr el éxito en este procedimiento, la eliminación de la mayor cantidad posible de sellador y gutapercha de la obturación inicial del sistema de conductos se constituye en un procedimiento crítico para descubrir restos de tejidos necróticos o bacterias y exponerlos a un protocolo más eficiente de desinfección quimiomecánica (Ørstavik and Haapasalo, 1990). Es decir, el objetivo principal del retratamiento no quirúrgico es la remoción de la totalidad del material de relleno y el logro de paredes y túbulos dentinarios limpios y libres de detritus para la posterior neutralización del contenido bacteriano.

En su mayoría, las investigaciones destinadas a evaluar la limpieza lograda en casos de retratamiento endodóntico son estudios *in vitro* o *ex vivo* en los que, mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), se observa y se evalúa en las muestras biológicas la remoción de detritus alcanzada con las distintas técnicas. Este tipo de microscopía permite obtener registros de imágenes con aumentos de gran magnitud para la evaluación de los túbulos dentinarios, lo cual, según refieren algunos autores, puede conducir a obtener resultados poco exactos debido a la zona examinada que, si bien puede ser aleatoria, no siempre es representativa de toda la luz del conducto radicular de la muestra que se está evaluando (Somma *et al.*, 2008) (Van Meerbeek *et al.*, 2000). Por el contrario, pocos son los autores que seleccionan otro recurso de observación para una visualización más panorámica de las muestras, a menores aumentos y mediante microscopía óptica (Somma *et al.*, 2008). Algunos de los estudios que han medido el área de material de obturación retenido en las paredes del conducto mediante microscopía óptica, inspección visual y evaluación óptica son los realizados por Wolcott *et al.* (1999), Baratto-Filho *et al.* (2002) y Giuliani *et al.* (2008). De manera similar, otras investigaciones más recientes utilizaron recursos de tecnología avanzada como la Micro -Tomografía Computada (Micro-TC), refiriendo además que sus evidencias son limitadas debido a su incapacidad para analizar la capa de detritus resultante y los residuos retenidos en los túbulos dentinarios (Hülsmann and Bluhm, 2004) (Somma *et al.*, 2008). En relación a esto último, es imperativo considerar que el logro de superficies macroscópicamente limpias y libres de detritus no

necesariamente implica un sustrato dentinario con túbulos abiertos, y microscópicamente libre de microcontaminantes. Por todo lo anteriormente expuesto es que, en esta investigación, se planificaron dos tipos de estudio: inicialmente uno macroscópico donde se evaluó el material de obturación residual y posteriormente otro microscópico el cual cuantificó la limpieza de la pared y de los túbulos dentinarios complementando de esta manera los métodos de investigación.

Por otra parte, con el objetivo de alcanzar niveles óptimos de limpieza han sido utilizadas durante la irrigación diferentes soluciones. En relación con éstas, tal como refirió Haapasalo (2014), el NaClO 5,25% es el medicamento de elección durante los tratamientos endodónticos debido a su eficacia contra organismos patógenos y a su capacidad de digestión pulpar. De manera similar y como complemento, el agente quelante EDTA es utilizado normalmente como irrigante final en una concentración del 17%, lo cual permite eliminar el componente inorgánico de la capa de barro dentinario en menos de 1 minuto si la solución alcanza la superficie de la pared del conducto radicular. En este estudio y en concordancia con estos autores se utilizaron las soluciones irrigantes mencionadas con anterioridad durante todo el procedimiento de preparación biomecánica canalicular, previo a la obturación de las piezas dentales. Asimismo, se seleccionó este protocolo, para realizar un procedimiento de irrigación complementaria una vez finalizadas la desobturación y remodelación del conducto radicular, con el propósito de evaluar la eficacia de limpieza de estas soluciones en esta práctica adicional y una vez retirados los materiales de la obturación.

Sin embargo, la combinación de soluciones irrigantes no ha sido suficiente para eliminar completamente los restos de materiales de obturación del conducto radicular en los casos de retratamientos endodónticos, por lo cual, desde hace varios años se incorporaron soluciones solventes de gutapercha y de selladores endodónticos, de diferente naturaleza química para mejorar la remoción de los materiales obturadores. Los disolventes disponibles incluyen cloroformo, metilcloroformo, halotano, aceite rectificado de trementina, aceite de naranja, xilol, eucaliptol, d-limoneno y acetato de etilo, pero ninguno de ellos cumple con todos los requisitos de baja toxicidad, viabilidad, eficacia, etc. Entre ellos el cloroformo, ha sido el de utilización más difundida entre los profesionales por su eficacia, sin embargo ha sido demostrado que posee características desfavorables en cuanto a su toxicidad y carcinogenicidad (Good and McCammon, 2012).

Además, estos disolventes al poseer diferente naturaleza química tienen efectos variables en los diversos tipos de selladores. Es así como, Whitworth y Boursin

(2000), encontraron que una aplicación de 10 min de cloroformo disolvió 62.5% de sellador de óxido de zinc/eugenol Tubliseal, 96% de sellador de resina epoxi AH Plus y 11.6% de sellador de hidróxido de calcio Apexit, mientras que el halotano disolvió el 5,19% de Tubliseal, el 68% de AH Plus y el 14,19% de Apexit. De manera similar, Martos *et al.* (2006), encontraron que el aceite de naranja y el xilol tienen propiedades solventes significativas con selladores a base de óxido de zinc/eugenol, hidróxido de calcio y selladores de silicona.

Sin bien diferentes autores han sugerido que, sin el uso de un solvente, es imposible limpiar eficazmente el conducto radicular (Scelza *et al.*, 2008) (Ferreira *et al.*, 2001) (Betti and Bramante, 2001), otros han referido que los solventes no eliminan la gutapercha por sí mismos, sino más bien crean una fina película de gutapercha, que se adhiere a la pared del conducto, lo que dificulta su detección y eliminación y, en consecuencia, es más probable que quede inhibida la acción de cualquier agente antimicrobiano utilizado durante el retratamiento (Wilcox, 1995) (Hülsmann and Stotz, 1997). De hecho, varios estudios han concluido que el uso de cloroformo en la eliminación de gutapercha produjo menores niveles de limpieza del conducto radicular que cuando se omitió el disolvente (Hülsmann and Stotz, 1997) (Gu *et al.*, 2008).

Más recientemente se han introducido nuevos solventes químicos que poseen acción específica sobre distintos materiales de obturación o selladores endodónticos, cuya eficacia continúa siendo estudiada actualmente. Tal es el caso del solvente Endosolv, el cual se encuentra disponible para su uso con diferentes selladores. En base a ello, estudios realizados por Vranas (2003) mostraron que Endosolv R comenzó a ablandar la resina después de 2 minutos de contactarla y continuó mostrando un efecto de ablandamiento hasta el final del período del experimento. Asimismo, en otro estudio acerca de la acción de diferentes solventes sobre compuestos resinosos, Gambrel *et al.* (2005) demostraron que el cloroformo no tiene efecto sobre la resina de resorcinol fraguada y si lo posee Endosolv R, que exhibió el mayor efecto de reblandecimiento en el material de resina a los 10 y 20 min. También, Cohen (2005) y Duncan y Chong (2008) han sugerido el uso de Endosolv R para mejorar la eliminación de los selladores a base de resina.

En consecuencia, el hecho de que varios autores hayan referido antecedentes de un mejor desempeño justifica nuevas investigaciones, más aún cuando se han incorporado al mercado sistemas de obturación a base de resinas (Ramzi *et al.*, 2010). Investigaciones realizadas por Ramzi *et al.* (2010), demostraron que el uso combinado de limas rotatorias y Endosolv R puede lograr mejores resultados

durante la desobturación de Resilon/ Epiphany especialmente en el tercio apical del canal por lo cual se recomiendan más investigaciones para evaluar la eficacia de este solvente en el éxito clínico de los casos de retratamiento. Asimismo, Sheno y colaboradores (2014), concluyeron que después de 2 minutos, Endosolv R fue, a corto plazo, significativamente más efectivo que el xileno para todos los selladores probados en su estudio y, por lo tanto, puede verse como un sustituto del cloroformo para el ablandamiento y eliminación de selladores a base de resina epoxi. Ante estas evidencias es que en el presente estudio in vitro que utilizó el sellador endodóntico resinoso AH Plus, se seleccionó Endosolv R como sustancia solvente para aplicarse con posterioridad a la desobturación y remodelación del conducto radicular y, en consecuencia, evaluar su eficacia. En referencia a esto último, concretamente al momento de utilización de los solventes, se concuerda con Hülsmann y Bluhm (2004) quienes refirieron que cuando son usados en la etapa inicial de la desobturación, si bien pueden facilitar y acelerar la penetración de los instrumentos, suelen dificultar la limpieza al reblandecer mayores volúmenes de gutapercha coronal. Por el contrario, si se utilizan después de la desobturación e instrumentación, podrían reducir el material de obturación residual. Por ello es que se ha sugerido realizar su aplicación luego de finalizados los procedimientos de desobturación y remodelación canalicular del retratamiento endodóntico, con el propósito de acentuar la limpieza de las paredes y túbulos dentinarios.

Igualmente, fueron considerados los resultados, algunas veces contradictorios, de diversas investigaciones respecto de estas sustancias químicas. Su utilización en este estudio se fundamentó en el propósito de lograr una sinergia con los otros procedimientos realizados, tales como irrigantes convencionales, activación ultrasónica, instrumental mecanizado, etc., y de comparar su eficacia con las soluciones de uso habitual.

En los casos de retratamiento, el material residual de gutapercha y de selladores, invariablemente, no se considera por separado sino juntos como detritus o residuos. Muchos autores refieren que ninguna técnica eliminará por completo todos los restos del material de obturación radicular. También otros autores como Kosti (2006), Zmener (2006), Schirrmeister (2006) y Saad y colaboradores (2007), refirieron que no se lograban paredes del conducto completamente limpias aún con diversas técnicas investigadas. Inevitablemente, la mayor parte del material residual permanece en el tercio apical del conducto radicular (Masiero and Barletta, 2005) (Saad *et al.*, 2007) (Tasdemir *et al.*, 2008) (Baratto *et al.*, 2002). De manera similar otros estudios más recientes concluyen que ninguna técnica o

procedimiento pudo eliminar completamente el material de relleno (Friedman *et al.*, 1993) (Gu *et al.*, 2008) (Hammad *et al.*, 2008) (Betti and Bramante, 2001) (Roggendorf *et al.*, 2010) (Zuolo *et al.*, 2013) (Cavenago *et al.*, 2014) (Fruchi *et al.*, 2014) (Ríos *et al.*, 2014).

Por consiguiente y para alcanzar mejores niveles de limpieza mejorando la dinámica de los fluidos en el interior del sistema de conductos radiculares, han sido aplicadas distintas técnicas de activación. Muchos estudios concluyeron que la utilización del ultrasonido en la activación de los irrigantes, contribuía a una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares, ya que la cavitación y el flujo acústico de la solución contribuyen a optimizar su efectividad (Haapasalo *et al.*, 2010) (Stojicic *et al.*, 2010) (Huang *et al.*, 2008) (Desai and Himel, 2009) (Van Der Sluis *et al.*, 2007) (Moorer and Wesselink, 1982) (Good and McCammon, 2012). En referencia a las técnicas de activación ultrasónicas, la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) de NaClO y EDTA ha sido propuesta para mejorar la limpieza del conducto radicular mediante la eliminación de restos de tejido orgánico, restos de dentina y microorganismos de las paredes del conducto radicular y áreas anatómicas que son de difícil acceso (Alves *et al.*, 2011). De manera similar, un estudio comparativo realizado por Chen y colaboradores (2018) acerca de la remoción de sellador y barro dentinario concluyó que el sellador AH Plus fue el material más fácil de eliminar mientras que la oscilación ultrasónica mejoró la eliminación de la capa de barro dentinario después de la preparación y fue tan eficaz como la irrigación convencional con jeringas. Es así como, en concordancia con los antecedentes de esta técnica, se utilizó en uno de los grupos de estudio de este trabajo la activación de los irrigantes y del solvente mediante la Irrigación Ultrasónica Pasiva con el propósito de evaluar su eficacia con estas soluciones en el procedimiento de irrigación complementaria en casos de retratamiento endodóntico.

Por otra parte, en este estudio fueron estandarizados los parámetros vinculados al conducto radicular en relación a las variables de la anatomía canalicular (radio de curvatura, edad, longitud, etc.) debido a que ésta se constituye como un factor influyente en los resultados. Sin embargo y de manera similar, las distintas zonas o tercios del conducto radicular favorecen o perjudican los procedimientos de limpieza por su variable visibilidad, acceso, amplitud y vías de comunicación con las estructuras vecinas. En consecuencia, la evaluación de los resultados de este estudio se realizó considerando las diferentes zonas o tercios del conducto radicular. De hecho, una estrecha relación que se evidenció en este estudio fue la existente entre las variables limpieza y tercio radicular. Se observó en todos los

subgrupos de ambos estudios una marcada y sostenida tendencia al incremento de niveles de barro dentinario cubriendo las paredes y túbulos dentinarios, desde el tercio coronal hacia el tercio apical en el cual se registraron los mayores niveles de detritus. Es así como, los resultados del estudio macroscópico evidenciaron que en los tercios coronarios y medios existieron diferencias significativas con mayores niveles de limpieza en el subgrupo SG 1.2 irrigado manualmente con solvente, manteniéndose la tendencia en el tercio apical, aunque sin alcanzar diferencias significativas. Por otra parte, y de manera similar en los resultados del estudio microscópico se observó que los tercios que evidenciaron mayores niveles de limpieza fueron los coronales cuando fueron irrigados manualmente, pero con NaClO/EDTA, mientras que fueron los tercios apicales irrigados ultrasónicamente con el solvente los que registraron los menores niveles de limpieza.

En efecto, en relación a la capacidad de limpieza de las Soluciones Irrigantes y del solvente Endosolv R utilizados en el presente trabajo, se observó que la misma estuvo en directa relación con su naturaleza química, evidenciándose diferencias significativas a favor de la solución Endosolv R, solvente específico de selladores endodónticos a base de resina, mediante el cual, en este estudio macroscópico se obtuvieron los mayores niveles de limpieza. Sin embargo, la evidencia de resultados similares fue escasa debido a que en su mayoría, las investigaciones se realizaron mediante estudios microscópicos (Sağlam *et al.*, 2014) (Ramzi *et al.*, 2010) (Müller *et al.*, 2013). Igualmente ocurrió en relación a la modalidad de utilización del solvente, ya que lo habitual en las investigaciones fue su utilización en las etapas iniciales, simultáneamente al procedimiento de la desobturación (Lathoff *et al.*, 2016) (Dixit *et al.*, 2014) (Hedge and Murkey, 2017) (Obeid and Nagy, 2015) (Sunil *et al.*, 2020). Sin embargo, los estudios realizados por Shenoj, Badole y Khole (2014), Tyagi *et al.* (2020) y Bedi *et al.* (2018), efectuados en bloques de sellador en moldes de teflón y de acero inoxidable, refieren al solvente Endosolv R como el que mayor reblandecimiento produjo en los selladores resinosos.

En contraposición, los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos de Akhavan *et al.* (2012), quienes evidenciaron mediante una lupa estereoscópica a 16x que el solvente disminuyó significativamente la eliminación de gutapercha y sellador y reveló un efecto negativo del mismo en la remoción de ambos materiales cuando se usó simultáneamente tanto MTwo o D-RaCe en las secciones coronal y media de las muestras.

En relación a la eficacia de limpieza evidenciada con la aplicación de los Métodos o Técnicas de Irrigación, en el presente estudio se evidenciaron mayores niveles

de limpieza al utilizarse la irrigación complementaria con la técnica manual convencional, ya que en dichas muestras se observaron cantidades menores de detritus. Por el contrario, al utilizarse la irrigación complementaria con activación ultrasónica se evidenciaron menores niveles de limpieza, ya que se observaron cantidades mayores de detritus. Ello concuerda con los resultados de Barreto y colaboradores (2016), quienes observaron mediante Micro CT que ninguno de los protocolos de PUI fue capaz de incrementar la remoción del material de obturación. Los protocolos de PUI/NaClO y PUI/aceite de naranja no fueron capaces de eliminar mayores volúmenes de obturación. Este resultado puede explicarse porque el disolvente entra en contacto con la gutapercha y forma una pasta que se adhiere a las paredes del conducto radicular al penetrar en las irregularidades del conducto. Por el contrario, los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos de Bernardes y colaboradores (2015), quienes utilizaron Micro-CT para evaluar cuantitativamente la cantidad de material de obturación residual después de usar varias técnicas para eliminar obturaciones radiculares con y sin activación ultrasónica, y concluyeron que la activación ultrasónica redujo significativamente la cantidad de relleno residual de raíces en todos los grupos. Tampoco hubo concordancia con Grischke y colaboradores (2014), quienes evidenciaron mediante una lupa a 30x que la irrigación ultrasónica con NaClO muestra un efecto superior sobre la eliminación del sellador de la superficie del conducto radicular durante el retratamiento endodóntico.

En referencia a los niveles de limpieza según las Zonas o Tercios estudiados en esta investigación, los tercios coronarios evidenciaron mayores valores de limpieza, especialmente, los irrigados con el solvente específico Endosolv R dispensado con jeringas y agujas, manualmente. En referencia a los tercios medios, el grado de limpieza resultó menor que en los tercios coronales, con la misma sustancia. En cuanto a los tercios apicales, no se observaron diferencias entre las diferentes soluciones irrigantes ni entre los métodos de irrigación utilizados, sin embargo, se evidenciaron menores niveles de limpieza en las muestras donde fue utilizada la Irrigación Ultrasónica. Globalmente, se observó una tendencia decreciente en los niveles de limpieza desde los tercios coronales hacia los apicales, lo cual podría estar motivado por la variabilidad en la amplitud y el confinamiento de los mismos. Ello concuerda con los resultados de Akhavan y colaboradores (2012), quienes evidenciaron mediante una lupa estereoscópica a 16x que, en la región apical, la presencia o ausencia de solvente no tuvo efecto en la remoción del material de obturación, ni tampoco los dos sistemas mecanizados de NiTi utilizados para la desobturación.

En cuanto a los diferentes subgrupos, los mayores niveles de limpieza a nivel macroscópico en casos de retratamientos endodónticos se obtuvieron en SG 1.2, correspondiente a la utilización del solvente específico Endosolv R dispensado manualmente con aguja y jeringa durante el procedimiento de irrigación complementaria de las muestras. Por el contrario, los menores niveles de limpieza macroscópica fueron observadas en los subgrupos donde se aplicó la irrigación ultrasónica pasiva. Finalmente, en base a los resultados obtenidos en la comparación de los distintos grupos estudiados en este estudio macroscópico, se sugiere la realización de una irrigación complementaria convencional con el solvente específico para el logro de una menor cantidad de detritus.

A continuación, y en relación a los resultados del Estudio Microscópico, es infrecuente encontrar en la literatura científica un método cuantitativo de análisis de los datos obtenidos en los registros de imágenes de microcopia electrónica de barrido; habitualmente se presentan mediciones de niveles de detritus o barro dentinario en escalas categóricas cualitativas, las cuales llevan implícitas cierto sesgo de subjetividad e impiden validar de manera homogénea los resultados de diferentes trabajos a fin de generar evidencia científica. Numerosos estudios científicos como los realizados por Rome (1985), Gambarini (1999), Jhadav y colaboradores (2016) y Sharma (2015) aplican para la evaluación de las imágenes de MEB escalas categóricas cualitativas.

En consecuencia, y con el propósito de lograr una medición cuantitativa objetiva de las imágenes se generó mediante procedimientos específicos en el programa Image Pro-Plus V un método cuantitativo de medición de superficies libres de detritus con visualización de túbulos dentinarios abiertos tanto total como parcialmente.

Al realizar el análisis del Estudio Microscópico en el presente trabajo y en relación a la eficacia de las Soluciones irrigantes utilizadas, se observó que luego de la irrigación complementaria en casos de retratamiento endodóntico los mayores niveles de limpieza en la pared dentinaria se presentaron en las muestras irrigadas con la combinación de irrigantes NaClO/EDTA, resultando similar su eficacia tanto al ser dispensado manualmente como al ser sometido a la activación ultrasónica pasiva. Ello concuerda con los resultados de Horvath y colaboradores (2009), quienes evidenciaron que los restos de material residual de la obturación cubrieron menos superficie en el grupo de las muestras que no utilizaron solventes y que habían sido irrigadas con la combinación de NaClO/EDTA. Estas evidencias podrían adjudicarse a la capacidad y eficacia de limpieza de EDTA como agente quelante que produce en la pared dentinaria túbulos abiertos y limpios. Esto es

relevante, ya que cuando se limpian los túbulos dentinarios y se quita la capa de detritus, cualquier medicamento intracanal y sellador que se utilice durante el proceso de retratamiento puede penetrar más profundamente. De manera similar, el estudio realizado por Jain y colaboradores (2015) concluyó que tanto la irrigación activada con ultrasonido como la irrigación con jeringa mostraron paredes dentinarias más limpias cuando no se utilizó cloroformo.

En relación a la eficacia de limpieza evidenciada con la aplicación del Solvente Endosolv R, en el presente estudio se observó que esta solución mostró los menores niveles de limpieza a nivel de los túbulos dentinarios, especialmente, cuando fue sometido a la activación ultrasónica. Ello concuerda con los resultados de Horvath y colaboradores (2009), Wilcox y Juhlin (1994), Hülsmann y Stotz (1997) y Gu y colaboradores (2008), quienes concluyeron que los disolventes produjeron más restos de gutapercha y sellador en las paredes del conducto radicular y en el interior de los túbulos dentinarios. De manera similar, existe concordancia con los hallazgos observados también en MEB por Müller y colaboradores (2013), quienes evidenciaron que la Irrigación Ultrasónica Pasiva con Endosolv R no fue eficaz en la eliminación de materiales residuales de obturación de las paredes del conducto radicular. Por el contrario, los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos reportados por otros autores (Cohen, 2005; Duncan y Chong, 2008; Sheno y colaboradores, 2014; Ramzi y colaboradores, 2010) que han sugerido el uso de Endosolv R para mejorar la eliminación de los selladores a base de resina.

En relación a la eficacia de limpieza evidenciada con la aplicación de los diferentes Métodos o Sistemas de irrigación, en el presente trabajo se observó que la irrigación Manual Convencional logró mejores niveles de limpieza, independientemente de la solución irrigante utilizada, mientras que la activación de los irrigantes mediante Irrigación Ultrasónica Pasiva no mejoró los niveles de limpieza a nivel de los túbulos dentinarios en casos de retratamiento endodóntico, observándose mayores niveles de detritus al ser utilizada, lo cual se presume podría ser causado por un mayor desprendimiento, movilización y permanencia en suspensión del material residual de la obturación al no producirse el desalojo de los mismos. Es así como los resultados microscópicos de este estudio en relación a las técnicas de irrigación concuerdan con los resultados de Costa y colaboradores (2017), quienes concluyeron que la eficacia del sistema de activación sónica para eliminar la capa de barro dentinario en los tercios cervical y medio de los conductos radiculares fue significativamente mayor que la de PUI o la irrigación no activada y tanto la activación sónica como la PUI se comportaron

de manera semejante en el tercio apical. Resultados similares se observaron también en el estudio de Müller y colaboradores (2013), donde no existieron diferencias significativas entre los grupos que utilizaron PUI e irrigación sin activación alguna.

Por el contrario, los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos obtenidos por Bernardes y colaboradores (2015), quienes luego de sus evaluaciones en el microscópico electrónico de barrido concluyeron que la activación ultrasónica ayudó a la eliminación del material de relleno de manera significativa ($p < 0.05$). Sin embargo, cabe destacar que en dicho estudio la evaluación de los resultados se realizó mediante una escala categórica cualitativa. Los datos del análisis MEB en la investigación de Bernardes y colaboradores (2015), revelaron que tanto el grupo de instrumentación mecanizada con PUI como el grupo de lima manual con PUI dejaron menos material residual en los túbulos dentinarios y eliminaron la capa de detritus en los tercios apical y medio. Además, tampoco se correspondieron con los resultados obtenidos por Chen y colaboradores (2018), quienes concluyeron que las muestras que utilizaron AH Plus y fueron sometidas a la activación ultrasónica post desobturación en combinación con ultrasonido o enjuague de jeringas mostraron los mejores resultados de limpieza. La activación ultrasónica mejoró la eliminación de la capa de detritus después de la desobturación y fue tan eficaz como el enjuague regular con jeringas. Igualmente, no hubo concordancia con los resultados del estudio de Fonseca de Castro y colaboradores (2018), quienes evidenciaron que la instrumentación mecanizada asociada a PUI produjo mejores resultados en la eliminación del material de obturación del área del conducto mientras que ninguno de los protocolos logró paredes canaliculares completamente libres de restos. Las evidencias del presente estudio difieren también de los hallazgos observados por Jain y colaboradores (2015), quien concluye que la irrigación cuando se activa con mecanismos ultrasónicos produce túbulos más limpios que la irrigación con jeringa y, por lo tanto, los métodos de irrigación ultrasónica pasiva deben ser parte del protocolo de retratamiento. Resultan importantes los beneficios del ultrasonido para mejorar la dinámica de los fluidos en el interior del conducto radicular, sin embargo, la diversidad de características de los mismos en cuanto a curvaturas, amplitud y longitud pueden conducir a resultados dispares.

En referencia a los niveles de limpieza evidenciada según las diferentes zonas o tercios del conducto radicular, en el presente estudio se observó que la tendencia de obstrucción tubular fue en ascenso desde el tercio coronal hacia el tercio apical, siendo este último tercio el que presentó mayor porcentaje de detritus y de

obstrucción tubular, lo cual, como se refirió anteriormente, podría estar causado por la variabilidad de las características de amplitud, forma y confinamiento de los diferentes tercios. Cabe destacar que es en la porción coronal donde se encuentran acentuadas las condiciones de accesibilidad, divergencia y comunicación al exterior del conducto, lo cual influiría favorablemente en la limpieza. Además, en los tercios coronarios, se evidenciaron diferencias entre la eficacia de las soluciones irrigantes mostrándose los mejores niveles de limpieza con la asociación de NaClO/EDTA. Esta tendencia favorable se mantuvo, aunque no tan acentuada, en los tercios medios y apicales. Los menores niveles de limpieza se evidenciaron en los tercios apicales, al ser utilizado el Endosolv R y la Activación Ultrasónica. En contraposición, los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos de Müller y colaboradores (2013), quienes concluyeron que no hubo diferencias significativas entre los tercios del conducto radicular dentro de cada grupo al evaluarse la aplicación de PUI y Endosolv R posteriores al procedimiento de desobturación.

Finalmente, el Subgrupo que resultó con mayores niveles de limpieza y menor obstrucción tubular en todo el trayecto canalicular fue el SG 1.1 irrigado manualmente con NaClO/EDTA, mientras que los menores niveles de limpieza y mayores porcentajes de obstrucción tubular se observaron en el SG 2.2 irrigado con Endosolv R y Activación Ultrasónica, acentuándose la tendencia en el tercio apical.

Para finalizar, y considerando los resultados obtenidos en ambos estudios, se puede inferir que la evidencia de una superficie libre de detritus macroscópicos no implica la existencia de un sustrato dentinario limpio, con túbulos abiertos. Por esto, es que puede sugerirse realizar, una vez finalizados los procedimientos de desobturación y remodelación canalicular, la irrigación complementaria con el solvente, seguida con la asociación de NaClO/EDTA, a los fines de establecer sinergia en cuanto a la eficacia de las soluciones. Ello produciría un sustrato dentinario más limpio, a los fines de la desinfección y de la neutralización del componente bacteriano necesarios para el éxito del retratamiento endodóntico. Este protocolo puede asimismo aplicarse en los casos de que resulte necesaria la desobturación parcial del conducto radicular a los fines de generar el anclaje radicular para perno, lo cual daría lugar a una mejor adhesión y sellado del conducto en los procedimientos de rehabilitación.

CONCLUSIONES

La capacidad de limpieza de las soluciones irrigantes estuvo en directa relación con su naturaleza química en ambos estudios, siendo la irrigación complementaria con el solvente Endosolv R la que produjo los mayores niveles de limpieza macroscópica y con NaClO/EDTA la que produjo los mayores niveles de limpieza microscópica.

En ambos estudios, macroscópico y microscópico, la irrigación complementaria con la técnica manual convencional produjo los mayores niveles de limpieza mientras que con activación ultrasónica se evidenciaron menores índices de limpieza.

La tendencia en los niveles de limpieza desde los tercios coronales hacia los apicales fue decreciente, evidenciándose los mayores niveles de limpieza en los tercios coronales irrigados manualmente con el solvente en el estudio macroscópico y con la asociación NaClO/EDTA en el microscópico.

Ninguna de las soluciones irrigantes ni métodos de irrigación lograron, por sí solas, eliminar completamente los detritus residuales producidos por los procedimientos de desobturación en los casos de retratamiento endodóntico, por lo que se sugiere continuar con la realización de nuevas investigaciones.

La evidencia u observación de una superficie macroscópicamente limpia y libre de detritus no implica la existencia de un sustrato dentinario libre de detritus microscópicos con túbulos dentinarios abiertos.

Los resultados macroscópicos y microscópicos de esta investigación permitirían sugerir como protocolo de irrigación complementaria, una vez finalizados los procedimientos de desobturación e instrumentación canalicular, la aplicación del solvente seguido por NaClO/EDTA con el propósito de complementar la eficacia de limpieza de cada una de ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M., Pitt Ford, T. and Crum, L. (1987) Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*.13 (10),490-499
- Akhavan, H. *et al.* (2012) "Comparing the efficacy of Mtwo and D-RaCe retreatment systems in removing residual gutta-percha and sealer in the root canal," *Iranian Endodontic Journal*, 7(3), pp. 122–126. doi: 10.22037/iej.v7i3.3414.
- Alves, F. R. F. *et al.* (2011) "Disinfecting oval-shaped root canals: Effectiveness of different supplementary approaches," *Journal of Endodontics*, 37(4), pp. 496–501. doi: 10.1016/j.joen.2010.12.008.
- Alves, F. R. F. *et al.* (2014) "Comparison of the efficacy of nickel-titanium rotary systems with or without the retreatment instruments in the removal of gutta-percha in the apical third," *BMC Oral Health*, 14(1), pp. 1–5. doi: 10.1186/1472-6831-14-102.
- Archer, R. *et al.* (1992) An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars. *Journal of Endodontics* 18(11):549-552
- Balguerie, E. *et al.* (2011) "Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: A scanning electron microscopic study," *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 37(11), pp. 1576–1579. doi: 10.1016/j.joen.2011.07.005.
- Ballal, N. V. *et al.* (2018) "Evaluation of final irrigation regimens with maleic acid for smear layer removal and wettability of root canal sealer," *Acta Odontologica Scandinavica*. Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group, 76(3), pp. 199–203. doi: 10.1080/00016357.2017.1402208.
- Baratto Filho F., Ferreira E.L. and Fariniuk L.F. (2002) Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int Endod J*: 35: 651–654.-73.
- Barreto, M. S. *et al.* (2016) "Efficacy of ultrasonic activation of NaOCL and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus," 7757201500(1), pp. 37–44.
- Basrani, B. and Haapasalo, M. (2012) "Update on endodontic irrigating solutions," *Endodontic Topics*, 27(1), pp. 74–102. doi: 10.1111/etp.12031.

- Baumgardner, K. and Krell, K. (1990) Ultrasonic condensation of gutta-percha: an in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics* 16 (6):253-259
- Bayram, H. M. *et al.* (2013) "Fluid flow evaluation of coronal microleakage intraorifice barrier materials in endodontically treated teeth," *European Journal of Dentistry*, 7(3), pp. 359–362. doi: 10.4103/1305-7456.115421.
- Bedi, H. *et al.* (2018) A Comparison Of Effectiveness Of Different Solvents In Dissolving Root Canal Sealers - An In-Vitro Study. *Indian Journal of Comprehensive Dental Care (IJCDC)* . 8 (2), p1146-1150. 5p.
- Bernardes, R. A. *et al.* (2015) "Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy," *International Endodontic Journal*, pp. 1–8. doi: 10.1111/iej.12522.
- Betti, L.V. and Bramante, C.M. (2001) Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 34: 514–519.
- Bitter, K. *et al.* (2004) "A Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine," *International Endodontic Journal*, 37(12), pp. 840–848. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00888.x.
- Byström, A. and Sundqvist, G. (1981) "Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy," *European Journal of Oral Sciences*, 89(4), pp. 321–328. doi: 10.1111/j.1600-0722.1981.tb01689.x.
- Carrigan, P. J. *et al.* (1984) "A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location," *Journal of Endodontics*, 10(8), pp. 359–363. doi: 10.1016/S0099-2399(84)80155-7.
- Cavenago, B. C. *et al.* (2014) "Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth," *International Endodontic Journal*, 47(11), pp. 1078–1083. doi: 10.1111/iej.12253.
- Chen, X. *et al.* (2018) Effects of Endodontic Sealers and Irrigation Systems on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *JOE* 44,(8) pp 1293-1297
- Chenail, B. and Teplitsky, P. (1987) Orthograde ultrasonic retrieval of root canal obstructions. *Journal of Endodontic* 13(4):186-190
- Chutich, M. J. *et al.* (1998) "Risk assessment of the toxicity of solvents of Gutta-Percha used in endodontic retreatment," *Journal of Endodontics*, 24(4), pp. 213–

216. doi: 10.1016/S0099-2399(98)80098-8.

Cohen S, Hargreaves K. Nonsurgical endodontic retreatment In Pathways of the pulp. 9th ed. Roda RS, Gettleman BH. Mosby, Atlanta, 2005. p944-1010.

Costa, T. *et al.* (2017) "Ex-vivo Smear Layer Removal Efficacy of Two Activated Irrigation Techniques After Reciprocating Instrumentation in Curved Canals," pp. 512–519. doi: 10.2174/1874210601711010512.

Cymerman, J., Jerome, L. and Moodnik, R. (1983) A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *Journal of Endodontics*. 9 (8) 327-331

Dadresanfar, B. *et al.* (2011) "Efficacy of two rotary systems in removing guttapercha and sealer from the root canal walls," *Iranian Endodontic Journal*, 6(2), pp. 69–73. doi: 10.22037/iej.v6i2.2094.

De-Deus, G. de *et al.* (2002) "Penetração intratubular de cimentos endodônticos," *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 16(4), pp. 332–336. doi: 10.1590/s1517-74912002000400009.

De-Deus, G. *et al.* (2006) "Polymicrobial Leakage of Four Root Canal Sealers at Two Different Thicknesses," *Journal of Endodontics*, 32(10), pp. 998–1001. doi: 10.1016/j.joen.2006.04.003.

Deitch, A. (2002) A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. *Journal of endodontic* 28(9):665-667

Del Fabbro, M. *et al.* (2007) "Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3). doi: 10.1002/14651858.CD005511.pub2.

Desai, P. and Himel, V. (2009) Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod*; 35:545–9.

Dioguardi, M. *et al.* (2018) "Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems.," *European journal of dentistry*, 12(3), pp. 459–466. doi: 10.4103/ejd.ejd_56_18.

Dioguardi, M. *et al.* (2019) "Passive Ultrasonic Irrigation Efficacy in the Vapor Lock Removal: Systematic Review and Meta-Analysis," *Scientific World Journal*, 2019. doi: 10.1155/2019/6765349.

Dixit, S. *et al.* (2014) Comparative Evaluation Of Effectiveness Of Protaper

Universal Rotary Retreatment System And Mtwo Retreatment System For Gutta-percha Removal With Or Without Solvent-an In Vitro Study. *Indian Journal of Dental Sciences* 6 (3), p012-015. 4p.

Duncan, H.F. and Chong, B.S. (2008) Removal of root filling materials: Root filling removal. *Endod Topics*. 19:33–57).

El-Din Saber, S. and Rahman Hashem, A.A. (2011) Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal *JOE — Volume 37*, Number 9, September.

Elnaghy, A. M., Mandorah, A. and Elsaka, S. E. (2017) “Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study,” *Odontology*. Springer Japan, 105(2), pp. 178–183. doi: 10.1007/s10266-016-0251-8.

Estrela, C. *et al.* (2002) “Mechanism of action of sodium hypochlorite.,” *Brazilian dental journal*, 13(2), pp. 113–117. doi: 10.1590/S0103-64402002000200007.

Ferreira, J.J., Rhodes, J.S. and Pitt Ford, T.R. (2001) The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J* 34: 267–274.

Fonseca de Castro, R. *et al.* (2018) Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. *Braz Oral Res*.32 <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0094>

Friedman, S., Moshonov, J and Trope, M. (1993) Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *Int Endod J*. 26 (3) 169-172

Fruchi, L. *et al.* (2014) Efficacy of Reciprocating Instruments for Removing Filling Material in Curved Canals Obturated with a Single-cone Technique: A Micro-computed Tomographic Analysis. *Journal of Endodontics*. 40 (7) 1000-1004

Gaffney, J., Lehman, J. and Miles, M. (1981) Expanded use of the ultrasonic scaler. *Journal of Endodontics* 7(5):228-229

Gambarini, G. (1999) “Shaping and cleaning the root canal system: A scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique,” *Journal of Endodontics*, 25(12), pp. 800–803. doi: 10.1016/S0099-2399(99)80300-8.

Gambrel, M. *et al.* (2005) “The effect of endodontic solutions on resorcinol-formalin paste in teeth,” *Journal of Endodontics*, 31(1), pp. 25–29. doi:

10.1097/01.don.0000147783.02453.82.

Garg, A. *et al.* (2015) "Comparison of time required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo instruments for retreatment: An in vitro study," *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(2), pp. ZC47–ZC49. doi: 10.7860/JCDR/2015/11100.5596.

George, R. (2019) "Evaluation of the evidence of effectiveness of ultrasonic activated irrigation for root canal treatment.," *Evidence-based dentistry*, 20(3), pp. 83–84. doi: 10.1038/s41432-019-0037-2.

Gharib, S. R. *et al.* (2007) "A Confocal Laser Scanning Microscope Investigation of the Epiphany Obturation System," *Journal of Endodontics*, 33(8), pp. 957–961. doi: 10.1016/j.joen.2007.03.011.

Gilbert Jr, B. and Rice, R. (1987) Re-treatment in endodontics. Oral surgery, oral medicine, oral pathology 64(3):333-338

Giuliani, V., Cocchetti, R. and Pagavino, G. (2008) Efficacy of ProTaper Universal Retreatment Files in Removing Filling Materials during Root Canal Retreatment. *Journal of Endodontics*. 34 (11),1381-1384.

Gomes, B. P. F. A. *et al.* (2001) "In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*," *International Endodontic Journal*, 34(6), pp. 424–428. doi: 10.1046/j.1365-2591.2001.00410.x.

Gonçalves Ribeiro, R. *et al.* (2010). Dentin Permeability of the Apical Third in Different Groups of Teeth. *Braz Dent J* 21(3): 216-219.

Good, M. L. and McCammon, A. (2012) "Removal of gutta-percha and root canal sealer: A literature review and an audit comparing current practice in dental schools," *Dental Update*, 39(10), pp. 703–708. doi: 10.12968/denu.2012.39.10.703.

Goodman, A. *et al.* (1985) An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endodon*:11.249-56

Grischke, J., Müller-Heine, A. and Hülsmann, M. (2014) "The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer," *Clinical oral investigations*, 18(7), pp. 1845–1851. doi: 10.1007/s00784-013-1161-6.

Gu, L. *et al.* (2008) Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*: 41: 288–295.

- Gu, L. *et al.* (2009) "Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices," *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 35(6), pp. 791–804. doi: 10.1016/j.joen.2009.03.010.
- Gulabivala, K. *et al.* (2010) "The fluid mechanics of root canal irrigation," *Physiological Measurement*, 31(12). doi: 10.1088/0967-3334/31/12/R01.
- Gutman, J. *et al.* (1994) Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. *International Endodontic Journal* 27, 318–24
- Gutmann, J.L, Lovdahl, P.E. *Troubleshooting endodontics prevention, identification and management*. Elsevier Mosby, Missouri, 2011- 5^a ed.
- Haapasalo, M. *et al.* (2010) "Irrigation in Endodontics," *Dental Clinics of North America*. Elsevier Ltd, 54(2), pp. 291–312. doi: 10.1016/j.cden.2009.12.001.
- Haapasalo, M. *et al.* (2014) "Irrigation in endodontics," *British Dental Journal*. Nature Publishing Group, 216(6), pp. 299–303. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.204.
- Haidet, J. *et al.* (1989) An in vivo comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *Journal of Endodontics* 15 (5) 195-199
- Hammad, M., Qualtrough, A. and Silikas, N. (2008) "Three-dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials," *Journal of Endodontics*, 34(11), pp. 1370–1373. doi: 10.1016/j.joen.2008.07.024.
- Hargreaves KM, Cohen S. *Instrumentos, materiales y dispositivos en Cohen Los caminos de la pulpa*. Elsevier Science. Madrid 2011. 10^o Edición. 223-282 V
- Hegde, V. and Murkey, L. (2017) Evaluation of residual root canal filling material after retreatment of canals filled with hydrophilic and hydrophobic obturating system: An in vitro scanning electron microscopy study. *Endodontology IES*. 29 (1): 47-52
- Heling, I. and Chandler, N.P. (1996) The antimicrobial effect within dentinal tubules of our canal sealers. *J Endod* 22:257-9.
- Hoehn, M., LaBounty, G and Keller, D. (1988) Ultrasonic endodontic sealer placement. *Journal of endodontics* 14(4):169-174
- Horvath, S. D. *et al.* (2009) "Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: A scanning electron microscopic study," *International Endodontic Journal*, 42(11), pp. 1032–1038. doi: 10.1111/j.1365-

2591.2009.01616.x.

Huang ,T .Y., Gulabivala, K. and Ng, Y. L. (2008) A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*; 41: 60–71.

Hülsmann, M and Stotz, S. (1997) Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*: 30: 227–233.

Hülsmann, M. and Bluhm, V. (2004) “Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment,” *International Endodontic Journal*, 37(7), pp. 468–476. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00823.x.

Hwang, J. I. *et al.* (2015) “The Effectiveness of Endodontic Solvents to Remove Endodontic Sealers,” *Military Medicine*, 180(3S), pp. 92–95. doi: 10.7205/milmed-d-14-00379.

Jadhav, G. R. *et al.* (2016) “Comparative evaluation of canal cleaning ability of various rotary endodontic files in apical third: A scanning electron microscopic study,” *Dental Research Journal*, 13(6), pp. 508–514. doi: 10.4103/1735-3327.197031.

Jain, M. *et al.* (2015) Influence of Ultrasonic Irrigation and Chloroform on Cleanliness of Dentinal Tubules During Endodontic Retreatment-An Invitro SEM Study. *J Clin Diagn Res*. 9(5): ZC11–ZC15. doi: 10.7860/JCDR/2015/12127.5864

Jeng, H. and ElDeeb, M. (1987) Removal of hard paste fillings from the root canal by ultrasonic instrumentation. *Journal of Endodontics* 13(6):295-298

Johnson, T. and Zelikow, R. (1987) Ultrasonic endodontics: a clinical review. *JADA* 114 (5):655-657

Kara Tuncer, A.K. and Tuncer, S. (2012) Effect of Different Final Irrigation Solutions on Dentinal Tubule Penetration Depth and Percentage of Root Canal Sealer. *JOE* — Volume 38, Number 6, June.

Kato, A. S. *et al.* (2016) “Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: An environmental scanning electron microscopic study,” *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 42(4), pp. 659–663. doi: 10.1016/j.joen.2016.01.016.

Kfir, A. *et al.* (2012) “The efficacy of five techniques for removing root filling material: Microscopic versus radiographic evaluation,” *International Endodontic*

Journal, 45(1), pp. 35–41. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01944.x.

Khalilak, Z. *et al.* (2013) *In Vitro* Comparison of Gutta-Percha Removal with H-File and ProTaper with or without Chloroform. *IEJ Iranian Endodontic Journal* 8(1):6-9.

Kosti, E. *et al.* (2006) Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove guttapercha and four types of sealer. *Int Endod J*.39(1):48-54.

Krell, K.V. and Neo, J. (1985) The use of ultrasonic endodontic instruments in the retreatment of paste filled endodontic tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 60:100-2.

Latheef, A. *et al.* (2016) Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on the Cleanliness of Dentinal Tubules in Non-surgical Endodontic Retreatment with and without Solvent: A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of International Oral Health* 2016; 8(7):753-759

Laurichesse, J. (1984) Canal obturation by means of ultrasonic systems. A new concept: combined ultrasonics thermomechanical and ultrasonic sound vibration technics of obturation. *Actualites odonto-stomatologiques* (146):233-244

Lee, S. J., Wu, M. K. and Wesselink, P. R. (2004) "The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals," *International Endodontic Journal*, 37(9), pp. 607–612. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00857.x.

Lin, L. M., Skribner, J. E. and Gaengler, P. (1992) "Factors associated with endodontic treatment failures," *Journal of Endodontics*, 18(12), pp. 625–627. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81335-X.

Lumley, P. *et al.* (1993) Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. *Journal of Endodontics* 19(9):453-547

Malagnino, VA. *et al.* (2008) El sistema rotatorio MTwo NiTi para la preparación de conductos. *Endodoncia* 26 N°1:37-42.

Mamootil, K. and Messer, HH. (2007) Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal* 40, 873–881.

Martin, H. (1976) Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 42:92-9.

Martos, J. *et al.* (2006) Dissolving efficacy of organic solvents on root canal sealers.

Clin Oral Investig; 10: 50–54.42

Masiero, A.V. and Barletta, F.B. (2005) Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*: 38: 2–7.

McDonald and Vire, D. E. (1992) “Chloroform in the endodontic operator,” *Journal of Endodontics*, 18(6), pp. 301–303. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80958-1.

McGurkin-Smith, R. *et al.* (2005) “Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂,” *Journal of Endodontics*, 31(5), pp. 359–363. doi: 10.1097/01.don.0000145035.85272.7c.

Midori Takahashi, C. *et al.* (2009). In Vitro Evaluation of the Effectiveness of ProTaper Universal Rotary Retreatment System for Gutta-Percha Removal with or without a Solvent. *JOE — Volume 35, Number 11, November*.

Mjör, I.A. *et al.* (2001) The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J* 34:346-53.

Mohammadi, Z. *et al.* (2015) “Impact of ultrasonic activation on the effectiveness of sodium hypochlorite: A review,” *Iranian Endodontic Journal*, 10(4), pp. 216–220. doi: 10.7508/iej.2015.04.001.

Moorer, W. R. and Wesselink, P. R. (1982) “Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite,” *International Endodontic Journal*, 15(4), pp. 187–196. doi: 10.1111/j.1365-2591.1982.tb01277.x.

Mozo, S., Llana, C. and Forner, L. (2012) “Review of ultrasonic irrigation in endodontics: Increasing action of irrigating solutions,” *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(3). doi: 10.4317/medoral.17621.

Müller, G. G. *et al.* (2013) “Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal,” *Brazilian Dental Journal*, 24(6), pp. 585–590. doi: 10.1590/0103-6440201302252.

Munley, P. J. and Goodell, G. G. (2007) “Comparison of Passive Ultrasonic Debridement Between Fluted and Nonfluted Instruments in Root Canals,” *Journal of Endodontics*, 33(5), pp. 578–580. doi: 10.1016/j.joen.2007.01.009.

Nair, P.N. (2006) “On the Causes of Persistent Apical Periodontitis-a Review,” *International Endodontic Journal*, 39(4), pp. 249–81.

Nehme, W. (2001) Elimination of intracanal metallic obstructions by abrasion using an operational microscope and ultrasonics. *Journal of Endodontics* 27(5):365-367

Obeid, M. and Nagy, M. (2015) Retreatability of different endodontic sealers using

chemical solvents. *Tanta Dental Journal*. 12 (4) 286-291

Ordinola-Zapata, R. *et al.* (2009) "Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. Elsevier Inc., 108(3), pp. 450–457. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.04.024.

Ørstavik, D. and Haapasalo, M. (1990) "Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules," *Dental Traumatology*, 6(4), pp. 142–149. doi: 10.1111/j.1600-9657.1990.tb00409.x.

Orstavik, D. (2005) Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics* 12:25-38.

Orts Rodríguez, M. (1989) Ultrasonics in endodontics 2. Clinical applications. *Rev Esp Endodoncia* 7(3):107-14

Patel, D. V. *et al.* (2007) "The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: A confocal microscopic study," *International Endodontic Journal*, 40(1), pp. 67–71. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01184.x

Peters, D.D. (1986) Two years in vitro solubility evaluation of our gutta-percha sealer obturation techniques. *J Endod*12:139-45.

Pirani, C. *et al.* (2009) "Effectiveness of Three Different Retreatment Techniques in Canals Filled with Compacted Gutta-Percha or Thermafil: A Scanning Electron Microscope Study," *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 35(10), pp. 1433–1440. doi: 10.1016/j.joen.2009.06.002.

Qian, W., Shen, Y. and Haapasalo, M. (2011) "Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion," *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 37(10), pp. 1437–1441. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.005.

Ramzi, H. *et al.* (2010) "Efficacy of Three Different Methods in the Retreatment of Root Canals Filled with Resilon/Epiphany SE.," *Iranian endodontic journal*, 5(4), pp. 161–166. doi: 10.22037/iej.v5i4.1994.

Reis Só, M. V. *et al.* (2008) "Efficacy of ProTaper Retreatment System in Root Canals Filled with Gutta-Percha and Two Endodontic Sealers," *Journal of Endodontics*, 34(10), pp. 1223–1225. doi: 10.1016/j.joen.2008.07.020.

Retamozo, B. *et al.* (2010) Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics* 36(3):520-523

Rios, M.A. *et al.* (2014) Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod.*40(4):543-6.

Rodrigues, R. C. V. *et al.* (2015) "Infection control in retreatment cases: In vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems," *Journal of Endodontics*, 41(10), pp. 1600–1605. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.005.

Roggendorf, M. J. *et al.* (2010) Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J* 43,(3) 200-209

Rome, W. J., Doran, J. E. and Walker, W. A. (1985) "The effectiveness of Gly-Oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation," *Journal of Endodontics*, 11(7), pp. 281–288. doi: 10.1016/S0099-2399(85)80158-8.

Saad, A. Y., Al-Hadlaq, S. M. and Al-Katheeri, N. H. (2007) "Efficacy of Two Rotary NiTi Instruments in the Removal of Gutta-Percha During Root Canal Retreatment," *Journal of Endodontics*, 33(1), pp. 38–41. doi: 10.1016/j.joen.2006.08.012.

Sae-Lim, V. *et al.* (2000). Effectiveness of ProFile .04 taper rotator instruments in endodontic retreatment. *J Endod* 26:100-104

Sağlam, B. C. *et al.* (2014) "Efficacy of different solvents in removing gutta-percha from curved root canals: A micro-computed tomography study," *Australian Endodontic Journal*, 40(2), pp. 76–80. doi: 10.1111/aej.12041.

Saleh, I. M. *et al.* (2004) "Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro," *International Endodontic Journal*, 37(3), pp. 193–198. doi: 10.1111/j.0143-2885.2004.00785.x.

Scelza, M. F. Z. *et al.* (2008) "Comparative sem evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: An ex vivo study," *Journal of Applied Oral Science*, 16(1), pp. 24–29. doi: 10.1590/S1678-77572008000100006.

Schirrmeister, J.F. *et al.* (2006) Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*101(4):542-7.

Sharma, G. (2015) "A Comparative SEM Investigation of Smear Layer Remaining on Dentinal Walls by Three Rotary NiTi Files with Different Cross Sectional

Designs in Moderately Curved Canals,” *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, pp. 43–48. doi: 10.7860/jcdr/2015/11569.5710.

Shenoi, P. R., Badole, G. P. and Khode, R. T. (2014) “ Evaluation of softening ability of Xylene & Endosolv-R on three different epoxy resin based sealers within 1 to 2 minutes - an in vitro study ,” *Restorative Dentistry & Endodontics*, 39(1), p. 17. doi: 10.5395/rde.2014.39.1.17.

Sieraski, S. and Zillich, R. (1983) Silver point retreatment: review and case report. *Journal of Endodontics* 9(1):35-39

Siqueira, J. F. *et al.* (2000) “Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite,” *Journal of Endodontics*, 26(6), pp. 331–334. doi: 10.1097/00004770-200006000-00006.

Siqueira, J. F. (2002) “Endodontic infections: Concepts, paradigms, and perspectives,” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94(3), pp. 281–293. doi: 10.1067/moe.2002.126163.

Siqueira, J. F. and Rôças, I. N. (2008) “Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures,” *Journal of Endodontics*, 34(11). doi: 10.1016/j.joen.2008.07.028.

Somma, F. *et al.* (2008) “The Effectiveness of Manual and Mechanical Instrumentation for the Retreatment of Three Different Root Canal Filling Materials,” *Journal of Endodontics*, 34(4), pp. 466–469. doi: 10.1016/j.joen.2008.02.008.

Stamos, D. *et al.* (1987) An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *Journal of Endodontics* 13 (9):434-440

Stamos, D., Gutmann, J. and Gettleman, B (1995) In vivo evaluation of root canal sealer distribution. *Journal of endodontics* 21(4):177-179

Stojicic, S. *et al.* (2010) Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod*; 36: 1558–1562

Sumi, Y. *et al.* (1996) Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results *OMS* 54(5):590-593

Sundqvist, G. *et al.* (1998) Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral*

Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology 85(1):86-93

Sunil, S. *et al.* (2020) A comparative evaluation of removal of gutta percha using two retreatment file system: An in vitro study IP Indian Journal of Conservative and Endodontics 5(1):53–57

Tandra Das, T. and Pradeep, S. (2016) “Microbial etiology of root canal treatment failure,” *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(3), pp. 4558–4566.

Tang, M. and Stock, C. (1989) The effects of hand, sonic and ultrasonic instrumentation on the shape of curved root canals. *Int Endod J* 22(2):55-63

Tanomaru-Philo, M. *et al.* (2007) In vitro antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cement. *J Oral Sci* 49:41-5

Taschieri, S. *et al.* (2014) “Microbial invasion of dentinal tubules: a literature review and a new perspective,” *Journal of investigative and clinical dentistry*, 5(3), pp. 163–170. doi: 10.1111/jicd.12109.

Tasdemir, T. *et al.* (2008) “Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Apical Extrusion of Irrigating Solution,” *European Journal of Dentistry*, 02(03), pp. 198–203. doi: 10.1055/s-0039-1697378.

Tasdemir, T. *et al.* (2008) “Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals,” *International Endodontic Journal*, 41(3), pp. 191–196. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01335.x.

Tasdemir, T., Yildirim, T. and C, elik, D. (2008) Comparative study of removal of current endodontic fillings. *J Endod*:34: 326–329.-59.

Taşdemir, T. *et al.* (2014) Bond strength of calcium silicate-based sealers to dentine dried with different techniques. *Med Princ Pract* 23:373-376

Tyagi, S. *et al.* (2020) A Comparative Evaluation of Two Commonly Used GP Solvents on Different Epoxy Resin-based Sealers: An *In Vitro* Study. *Int J Clin Pediatr Dent*;13(1):35–37.

Van Der Sluis, L. W. M. *et al.* (2007) “Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature,” *International Endodontic Journal*, 40(6), pp. 415–426. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x.

Van Meerbeek, B. *et al.* (2000). Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. *American Journal of Dentistry*, 13, 3D–18D

Violich, D. R. and Chandler, N. P. (2010) “The smear layer in endodontics - A review,” *International Endodontic Journal*, 43(1), pp. 2–15. doi: 10.1111/j.1365-

2591.2009.01627.x.

Vranas, R., Hartwell, G. and Moon, P. (2003) "The Effect of Endodontic Solutions on Resorcinol-Formalin Paste," *Journal of Endodontics*, 29(1), pp. 69–72. doi: 10.1097/00004770-200301000-00019.

Walker, T. and del Rio, C. (1989) Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *Journal of Endodontics* 15(2):49-59

Weis, M. V., Parashos, P. and Messer, H. H. (2004) "Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration," *International Endodontic Journal*, 37(10), pp. 653–663. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00839.x.

Weller, R., Brady, J. and Bernier, W. (1980) Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*. 6(9):740-743

Whitworth, J. M. and Boursin, E. M. (2000) "Dissolution of root canal sealer cements in volatile solvents.," *International endodontic journal*, 33(1), pp. 19–24. doi: 10.1046/j.1365-2591.2000.00266.x.

Wiemann, A. and Wilcox, L. (1991) In vitro evaluation of four methods of sealer placement. *Journal of endodontics* 17(9):444-447

Wilcox, L.R. (1989) "Endodontic retreatment: Ultrasonics and chloroform as the final step in reinstrumentation," *Journal of Endodontics*, 15(3), pp. 125–128. doi: 10.1016/S0099-2399(89)80133-5.

Wilcox, L.R. and Juhlin, J.J. (1994) Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endod* 20: 115–117.

Wilcox, L.R. (1995) "Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent," *Journal of Endodontics*, 21(6), pp. 305–307. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81006-X.

Wolcott, J.F., Himel, V.T. and Hicks, M.L. (1999) Thermafil retreatment using a new "System B" technique or a solvent. *J Endod.* 25:761-4.

Wu, M., Wesselink, P. R. and Boersma, J. (1995) "A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses," *International Endodontic Journal*, 28(4), pp. 185–189. doi: 10.1111/j.1365-2591.1995.tb00297.x.

Wuchenich, G., Meadows, D. and Torabinejad, M. (1994) A comparison between two root-end preparation techniques in human cadavers. *Journal of Endodontics* 20, 279–82.

Yadav, P. *et al.* (2013) "An in vitro CT comparison of gutta-percha removal with two rotary systems and hedstrom files," *Iranian Endodontic Journal*, 8(2), pp. 59–64. doi: 10.22037/iej.v8i2.4010.

Yahya, A. and ElDeeb, M. (1989) Effect of sonic versus ultrasonic instrumentation on canal preparation. *Journal of Endodontics* 15 (6): 235-239

Zehnder, M. (2006) "Root Canal Irrigants," *Journal of Endodontics*, 32(5), pp. 389–398. doi: 10.1016/j.joen.2005.09.014.

Zmener, O., Pameijer, C. H. and Banegas, G. (2006) Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.*39 (7) 521-526.

Zuolo, A.S. *et al.* (2013) Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J.* 46(10):947-53.

ANEXOS

ANEXO I

Córdoba, 4 de Junio de 2018.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CÁTEDRA "B" DE CIRUGÍA II

A través de la presente dejamos constancia que esta Cátedra, Cirugía II " B" de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, ha cedido a la Esp. Od Mariana Inés Carvajal DNI N 20150259 , docente de dicha Institución, las piezas dentales premolares inferiores que son extraídas habitualmente durante los trabajos prácticos realizados por los alumnos y supervisados por docentes.

Las piezas dentales cedidas serán utilizadas en el trabajo de Investigación para optar al título de Doctor en Odontología "Evaluación de la Limpieza de los Túbulos Dentinarios lograda con diferentes Técnicas de Irrigación en casos de Retratamiento Endodóntico. Estudio con Microscopía Laser Confocal" que la odontóloga docente lleva a cabo en esta Institución.

Expedimos la presente constancia para ser presentado ante quien corresponda.

Sin otro particular, le saludamos atentamente



Facultad de
Odontología
Cirugía II
Cátedra "B"

Prof. Dr. JORGE M. GILLIGAN
PROF. Dr. Marcelo Gilligan.
CIRUGÍA II Cátedra B
Facultad de Odontología - U.N.C

ANEXO II



400 AÑOS
UNC | Universidad
Nacional de Córdoba



FO
Facultad de
Odontología

CIRUGÍA II
CÁTEDRA "B"

PACIENTE.....ALUMNO.....
 NACIONALIDAD.....FECHA DE ATENCION.....
 EDAD.....ESTADO CIVIL.....DIAGNOSTICO.....
 DOMICILIO: CALLE.....Nº.....P.A.:.....
 BARRIO.....
 ELEMENTO/S A EXTRAER.....
 TÉCNICA ANESTÉSICA.....
 TÉCNICA QUIRÚRGICA.....

PATOLOGÍAS		SI	NO	OBSERVACIONES
ENF. CARDIOVASCULARES	Hipertensión			
	Hipotensión			
	Infartos			
	Angina de pecho			
	Patologías valvulares			
	Arritmias			
	Bloqueos			
	Insuficiencia cardíaca			
	Marcapasos			
	Angioplastias (ByPass)			
ENDÓCRINAS	Diabetes			
	Hipertiroidismo			
	Hipotiroidismo			
	Otros			
INFECCIOSAS	Hepatitis			
	Sida			
	Chagas			
	T.B.C.			
	Sífilis			
	Fiebre Hemorrágica			
TRAST. NERVIOSOS	Mononucleosis Infecciosa			
	Síndromes epilépticos			
TRAST. HEMATOLÓGICOS	Otros			
	Anemias			
	Leucemias			
TRAST. HIPERSENSIBILIDAD	Trast. de la Coagulación			
	Alergias (a que?)			
PACIENTE SEXO FEMENINO	Asma			
	Menstruaciones			
INTERV. QUIRURG. PREVIAS	Embarazo			
	Odontológicas			
	No-Odontológicas			

HÁBITOS TÓXICOS (tabaco, alcohol, otras).....

SE REALIZÓ EL DÍA ___ / ___ / ___

Firma del Alumno

Firma del Paciente

Firma del J.T.P.

Firma del Médico

Marque con un círculo la respuesta correspondiente

- | | | | |
|----------|--|-----------|---|
| 1. SI NO | Cree Ud. que gozará de buena salud? | 6. SI NO | Sufre algún dolor, ¿desde cuándo? |
| 2. SI NO | Ha padecido de variación en su peso?
Cuantos kilos y en que tiempo? | 7. SI NO | Hepatitis, otras enfermedades hepáticas? |
| 3. SI NO | Ha tenido alguna internación? | 8. SI NO | Tuvo problemas estomacales,
gastritis, úlceras, hemorragias? |
| 4. SI NO | Está bajo tratamiento médico?
Fecha último examen.....
Nombre del Médico.....
.....
Servicio de emergencia.....
..... | 9. SI NO | Alergias a drogas, comidas
Medicamentos ú otras. |
| 5. SI NO | Tuvo accidentes o problemas con
tratamientos dentales?
Nombre del odontólogo.....
Domicilio.....
Teléfono.....
Domicilio..... | 10. SI NO | Sufre de diabetes?
Enfermedades cardíacas? |
| | | 11. SI NO | SIDA, HIV, Infecciones? |
| | | 12. SI NO | Tumores, Cáncer? |
| | | 13. SI NO | Artritis, reumatismo, chagas
T.B.C. |
| | | 14. SI NO | Anemia, enfermedades de la
de la sangre. Usa lentes de contacto? |

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El Profesor Asistente, Odontólogo me ha dado una pormenorizada explicación acerca de mi estado de salud bucal y de la naturaleza del procedimiento propuesto:, sus beneficios, sus riesgos, complicaciones y posibles cambios de plan de tratamiento, en el curso del mismo, sus alternativas, incluidas la de no hacer nada.-----

Me someto libre y voluntariamente para que el tratamiento sea efectuado por un alumno en proceso de formación, con la supervisión docente, comprometiéndome a cumplir las indicaciones dadas, y que también se han confeccionado, en la receta por separado.-----

Que he podido reflexionar y he entendido lo suficiente acerca de lo expuesto, a la vez que he podido formular todas las preguntas que tanto yo como mis familiares directos hemos querido hacer para aclarar todas las dudas surgidas. -----
Entiendo y comprendo los riesgos que puede ocasionar que el procedimiento propuesto sea practicado por un estudiante en formación, riesgo que asumo voluntariamente. Entiendo y comprendo que no hay garantías de resultado.-----
Además he sido adecuadamente informado/a sobre el impacto que tiene el trabajo con piezas dentales en la enseñanza, la investigación y el significativo aporte que conlleva para la mejora de la salud de la población. Con conocimiento y libertad expreso mi voluntad de donar a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba la/s pieza/s dental/es que me han sido extraídas en la Cátedra.....de la misma Facultad.-----

Asimismo, he sido adecuadamente informado/a que mis datos personales serán incluidos en un fichero, con las garantías en orden al almacenamiento, ordenación, conservación y protección de la Ley Nacional 25.326 de Habeas Data.-----

Por todo lo expuesto, autorizo al Profesor Asistente Odontólogo y al estudiante en formación que éste me designe para llevar a cabo el procedimiento propuesto.-----

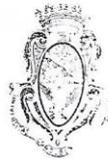
En la ciudad de Córdoba, a los días del mes de de 201....

.....
Firma del Paciente o Representante Legal

.....
Aclaración

.....
Tipo y N° de Documento

Prof. Dr. JORGE M GILLIGAN
PROFESOR TITULAR
CIRUGIA II Cátedra B
Facultad de Odontología - U.N.C



Facultad de
Odontología
Cirugía II
Cátedra "B"

ANEXO III

 					
COMITÉ ACADÉMICO DE INVESTIGACIONES EN SALUD (CAIS) FACULTAD DE ODONTOLOGIA. UNC					
Título del Proyecto N° CAIS 26 T	CAIS 26 T Evaluación de la limpieza de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas en caso de retratamiento endodóntico.				
Autor responsable	Mariana Inés Carvajal				
Director responsable	Dra. Cecilia de Caso				
Trabajo Patrocinado	no				
APROBADO	Objetivo: Evaluar la limpieza de los túbulos dentinarios lograda por diferentes técnicas de irrigación y con un solvente específico, en casos de retratamiento endodóntico.				
	<table border="1"> <tr> <td>Firma Coordinador (o en su reemplazo quien corresponda)</td> <td>Lugar y Fecha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Córdoba, 18/10/2018</td> </tr> </table>	Firma Coordinador (o en su reemplazo quien corresponda)	Lugar y Fecha		Córdoba, 18/10/2018
Firma Coordinador (o en su reemplazo quien corresponda)	Lugar y Fecha				
	Córdoba, 18/10/2018				

DRª ANA B. FINKELBERG
COORDINADORA

ANEXO IV

Córdoba, 5 de Octubre de 2017.

Hospital Universitario de Maternidad y Neonatología

Área de Laboratorio

Sr/a. Director/a

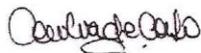
PRESENTE.

De mi mayor consideración:

La que suscribe, Esp. Od. Mariana Inés Carvajal se dirige a Ud. y por su intermedio a quien corresponda, a fin de solicitarle acceder a la infraestructura de dicho Laboratorio, con el propósito de conservar temporalmente en estufa a temperatura y humedad acordes al ambiente bucal, las muestras de mi trabajo de Tesis Doctoral.

Dicho trabajo, "Evaluación de la calidad de limpieza de los túbulos dentinarios en casos de retratamiento endodóntico. Estudio Ex Vivo con Microscopía Laser Confocal", es desarrollado en el ámbito de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, Escuela de Graduados y Cátedra B de Endodoncia, donde me desempeño como Profesor Asistente y se encuentra dirigido por la Dra Cecilia N. De Caso y Dra. Elba G. Priotto.

A la espera de una respuesta favorable, le saluda muy atentamente



.....

Prof. Dra. Cecilia N. De Caso.



.....

Esp. Od. Mariana Inés Carvajal.

ANEXO V

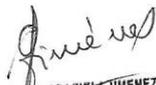
Córdoba, 5 de Octubre de 2017.

Universidad Nacional de Córdoba.
Facultad de Odontología.
Escuela de Graduados.
Cátedra B de Endodoncia.

De mi mayor consideración:

A través de la presente comunicamos que se encuentra a disposición de la Od. Mariana Inés Carvajal la estufa de este Laboratorio, con el propósito de conservar temporalmente a temperatura y humedad acordes al ambiente bucal, las muestras del trabajo de Tesis Doctoral "Evaluación de la calidad de limpieza de los túbulos dentinarios lograda en casos de retratamiento endodóntico. Estudio Ex Vivo con Microscopía Laser Confocal".

Le saluda muy atentamente



Dra. MARIA GRACELA JIMENEZ
BIOQUIMICA - M.P. 1557
MICROBIOLOGIA

Hospital Universitario de Maternidad y Neonatología
FCM-UNC
Área de Laboratorio

ANEXO VI



Córdoba, 01 de Septiembre de 2020.

Sr. Director de la Carrera de Doctorado
Prof. Dra. Adriana B. Actis
PRESENTE.

De mi mayor consideración:

Me dirijo a Ud. y por su intermedio a quien corresponda a fin de certificar que la Esp. Od. MARIANA INÉS CARVAJAL D.N.I. 20.150.259, ha desarrollado y finalizado en diciembre del 2018, las preparaciones de muestras, toma y registro de imágenes mediante el equipo Microscopio Electrónico de Barrido (FE-SEM Σ igma marca Carl Zeiss), ubicado en las instalaciones de nuestro Laboratorio LAMARX (FAMAF - UNC), para la realización de su trabajo de Tesis Doctoral "Evaluación de la limpieza de los túbulos dentinarios lograda con diferentes técnicas de irrigación, en casos de retratamiento endodóntico. Estudio Ex Vivo con MEB" dirigido y codirigido por la Prof. Dra. Cecilia N de Caso y Dra. Elba G. Priotto, respectivamente.

Sin otro particular le saluda muy atentamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Alberto Riveros de la Vega', written over a horizontal line.

Dr. José Alberto Riveros de la Vega
Director LAMARX
FAMAF - UNC

Laboratorio de Análisis de Materiales por Espectrometría de Rayos X
LAMARX - FAMAF - UNC
Av. Medina Allende s/n - Ciudad Universitaria - Córdoba - Argentina
X5009LJA - Tel: +54 351 452-52701 int. 41444-445
<http://www.lamarx.unc.edu.ar>