

DOCTORAL
TESIS
Año 2000

**Influencia de la anatomía topográfica en
la desinfección de conductos radiculares**

Od. Pablo Spoleti.
pspoleti@arnet.com.ar

Directora de Tesis

Dra. Prof. Martha Siragusa

Facultad de Odontología

Universidad Nacional de Rosario

Comisión de Tesis

(Resolución 25/97 del HCD, Facultad de Odontología, U.N.C.)

Prof. Dr. Rubén Ulfohn
Prof. Dr. Oscar A. N. Pessah
Prof. Dr. Omar A. Gani

Facultad de Odontología

Universidad Nacional de Córdoba

Recibido : Octubre 2007
Aceptado: Febrero 2008

INDICE

Agradecimientos	3
Certificaciones	4
1_ Introducción	8
2_ Revisión Bibliográfica	12
3_ Objetivos	24
4_ Materiales y Métodos	25
5_ Resultados	34
6_ Discusión	55
7_ Conclusiones	59
8_ Bibliografía	60

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento:

A mi familia, columna vertebral de quien soy y contención de mis éxitos y fracasos.

A mi Directora de Tesis, Prof. Dra. Martha Siragusa, por su constante guía y por señalarme el camino adecuado para mi formación.

A la Comisión de Doctorado, Prof. Dr. Omar Gani, Prof. Dr. Oscar Pessah y Prof. Dr. Rubén Ulfohn.

A la Prof. Dra. Agustina C. Reynoso, por su apoyo incondicional.

A los Prof. Adj. Od. Eduardo Vitantonio y Od. Ricardo Cufre, por enseñarme a discutir todo y por permitirme participar de esas discusiones.

A la Prof. Adj. Dra. María Rosa del Carmen Visvisian, por hacerme sentir en la Facultad de Odontología de Córdoba como en mi casa.

Al Señor Decano de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Rosario Od. Héctor Darío Masía, por sus siempre elogiosos conceptos.

A la Od. Gabriela Racciatti por su constante apoyo y asesoramiento informático.

A mis amigos docentes de las Cátedras Clínica de Prótesis Fija y Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Rosario.

A los docentes de las Cátedras de Endodoncia "A" y "B" de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, por su cálida recepción.

Al Servicio de Bacteriología del Hospital de Niños Zona Norte de la ciudad de Rosario y a su personal, por su paciencia y ayuda en la realización de mi trabajo de tesis.

Al Prof. Dr. Robert White de la Harvard School of Dental Medicine, por su cooperación en mi búsqueda bibliográfica.

CERTIFICACIONES



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Odontología

Rosario, 23 de abril de 1997.

Escuela de Graduados de la
Facultad de Odontología de la
Universidad Nacional de Córdoba
PRESENTE

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes a fin de manifestar mi conformidad para desempeñarme como Directora del Trabajo de Tesis "Influencia de la anatomía topográfica en la desinfección de conductos radiculares" que realizará el Odontólogo Pablo Spoleti.

Sin más, aprovecho para saludarles muy atentamente.

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Martha Siragusa".

Dra. Martha Siragusa
Profesora Titular Cátedra de Endodoncia



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Odontología

Rosario, 23 de abril de 1997.

Escuela de Graduados de la
Facultad de Odontología de la
Universidad Nacional de Córdoba
PRESENTE

De mi consideración:

Por la presente autorizo al Odontólogo Pablo Spoleti a utilizar la infraestructura de la Cátedra de Endodoncia a mi cargo durante la realización de su Trabajo de Tesis "Influencia de la anatomía topográfica en la desinfección de conductos radiculares".

Asimismo, dejo constancia que la misma cuenta con la infraestructura necesaria para la realización del Trabajo de Tesis propuesto.

Sin más, aprovecho para saludarles muy atentamente.

Dra. Martha Siragusa
Profesora Titular Cátedra de Endodoncia

Spoleti, Pablo.

Tesis Doctoral: Influencia de la anatomía topográfica en la desinfección de conductos radiculares.



Hospital de Niños "ZONA NORTE"
Servicio de Bacteriología

AV. DE LOS TRABAJADORES 1331 - TEL.: 4385522 / 4303533 -2000 ROSARIO

Rosario, 04 de julio de 1997.

Escuela de Graduados
Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Córdoba
PRESENTE

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes a fin de manifestar que se facilitará la infraestructura del Servicio de Bacteriología del Hospital de Niños Zona Norte, a mi cargo, al Odontólogo Pablo Spoleti, para la realización de su Tesis de Doctorado.

Asimismo quiero dejar constancia que el mismo cuenta con la infraestructura necesaria para la realización del trabajo de tesis propuesto.

Sin más, aprovecho para saludarles muy atentamente.


Ma. JULIA SPOLETI
Bioquímica - Mat. 1359
Jefa a/c Serv. Bacteriología
Hosp. de Niños Zona Norte

Spoleti, Pablo.

Tesis Doctoral: Influencia de la anatomía topográfica en la desinfección de conductos radiculares.

CRIBABB
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES BASICAS Y
APLICADAS BAHIA BLANCA

Cermino La Carrindanga Km 7.
(8000) BAHIA BLANCA - ARGENTINA
TEL. (091) 861866
FAX: 54-91-861827
CORREO ELECTRONICO (E-MAIL):
CRSORRIV@CRIBA.EDU.AR
CRYANEZ@CRIBA.EDU.AR

Bahía Blanca, 4 de Mayo de 1998

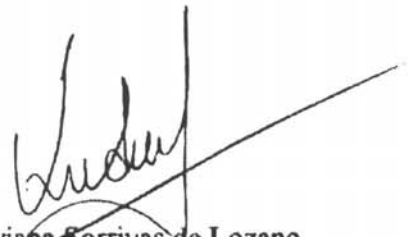
Escuela de Graduados
Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Córdoba.

De mi mayor consideración:

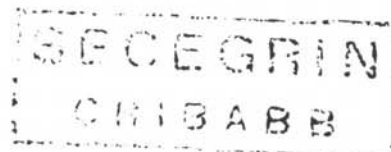
Tengo el agrado de dirigirme a Uds. a fin de manifestar que se facilitará la infraestructura del Servicio de Grandes Instrumentos del CRIBABB al Odontólogo Pablo Spoleti, para la realización de su tesis de Doctorado.

Así mismo, quiero dejar constancia que el mismo cuenta con la infraestructura necesaria para la realización del trabajo de tesis propuesto.

Sin otro particular, los saluda atentamente:



Prof. Viviana Sorrivias de Lozano
Jefe de Servicio
SECEGRIN. CRIBABB



I | INTRODUCCIÓN

La Endodoncia, rama de la Odontología que se ocupa del estudio, prevención y tratamiento de las afecciones pulpares y de sus efectos en el periápice, ha obtenido un gran éxito en la recuperación de piezas dentarias afectadas, permitiendo que éstas sean devueltas a su función y estética específicas.

La patogenia de la pulpa dental y de los tejidos periapicales depende en gran medida de las bacterias, por lo que es necesario el conocimiento de las situaciones que permiten a los microorganismos sobrevivir o perecer dentro del sistema de conductos radiculares y su medio, y así mejorar el criterio clínico en el tratamiento de las infecciones pulpares y de las regiones de influencia.

El descubrimiento microbiológico original de las bacterias se hizo en muestras de los "huecos en las raíces" de los dientes. Anthony Van Leuwenhoek, en una carta a la Real Sociedad Inglesa describió e ilustró sus observaciones respecto a una serie de microorganismos (a los que llamó "pequeños animales"). Desde esa época se aislan de la cavidad pulpar infectada y se clasifican innumerables bacterias.⁽¹⁾

Son muchas las barreras con las que se topan las bacterias como agentes cuya acción culmina en una infección franca, sin embargo, es posible que las transgredan. Las propiedades especiales de los microorganismos infectantes pudieran ser el factor determinante en el "destino" de los tejidos vivos, y también influyen en la modalidad del tratamiento que se escoja.

Como consecuencia de la infección endodóntica, el sistema de conductos radiculares pasa a alojar bacterias y sus toxinas, el tejido pulpar sufre alteraciones transformándose también en una fuente de sustancias tóxicas.

La cámara pulpar y los conductos radiculares de los dientes sin vitalidad y no tratados están ocupados por una masa gelatinosa de restos pulpares necróticos y líquido hístico, porciones de tejido momificado, y tejido vivo que se encuentra algunas veces en la porción apical del conducto radicular. Por lo general también hay bacterias. Un instrumento proyectado hacia dicho conducto puede hacer salir este material nocivo a través del foramen apical, y producir inflamación o infección periapical o ambas a la vez.⁽²⁾

En 1890 Willoughby Miller publicó el libro "Microorganismos de la boca humana", que llegó a ser la base de la microbiología odontológica en Estados Unidos. Cuatro años más tarde se convirtió en el primer investigador en identificar bacterias en la pulpa enferma.⁽³⁾

Desde entonces la mayoría de los trabajos que investigaron la flora de los conductos radiculares infectados han comunicado la presencia de numerosas

bacterias. Los géneros predominantes fueron estreptococos y micrococos; se ha demostrado también la existencia en conductos radiculares infectados de bacterias anaerobias, con prevalencia de bacilos Gram negativos, y de anaerobios facultativos. El tipo y la cantidad de microorganismos aislados varía en forma considerable de acuerdo al medio de cultivo y las técnicas de identificación bacteriana utilizada.^(4,5,6,7,8,9,10,11,12)

La vía de invasión más común es la contaminación por los gérmenes de la cavidad oral, que penetran en el conducto radicular a través de una lesión cariosa. Los gérmenes anaerobios se refugian en el surco gingival y en la placa, por lo que cualquier microorganismo de la flora oral puede, en teoría, infectar el conducto.

Los estreptococos son, generalmente, los gérmenes aislados. En la mayoría de los estudios, la especie *Streptococcus mitis*, suele ser el aerobio prevalente en conductos radiculares infectados. El *Streptococcus salivarius* es otro agente contaminante del conducto radicular y es clasificado junto con el *S. mitis* dentro del grupo viridans en algunos estudios.

Los gérmenes invasores del tubo digestivo, que se conocen como enterococos también han sido aislados, habitualmente *Enterococcus faecalis*, que es de baja virulencia pero muy difícil de eliminar del conducto radicular.

En los cultivos de conductos radiculares infectados se encuentra también estreptococos beta hemolítico extraordinariamente patógenos y estreptococos no hemolíticos débilmente patógenos. Se han descrito estreptococos anaerobios, en general *Peptostreptococcus* spp, de efecto altamente proteolítico que se desarrollan en ambientes bajos en oxígeno.

Los estafilococos suelen habitar el conducto radicular, siendo frecuente aislar *Staphylococcus aureus* y debido al uso frecuente de antibióticos se han desarrollado formas mutantes y resistentes de este germen. Además se han aislado porcentajes variables de hongos, siendo *Candida albicans* el más representativo.

Los microorganismos aerobios Gram negativos son menos frecuentes que los Gram positivos, aunque pueden estar presentes. Los más comunes son *Neisseria* spp, *Escherichia coli* y *Pseudomonas* spp.⁽¹³⁾

Sundqvist ha demostrado en diferentes investigaciones el papel importante del género *Actinomyces*, bacilo Gram positivo, anaerobio que crece formando filamentos ramificados. La especie *Actinomyces israelii* se ha asociado a infecciones periapicales persistentes.^(14,15)

Se ha descrito también, la presencia de anaerobios estrictos Gram negativos, siendo el género *Bacteroides* uno de los más importantes de este grupo, que ha sufrido diversos cambios de denominación, aislándose nuevas especies;

siendo gérmenes altamente patógenos, invasores y resistentes. Sundqvist logró cultivar dos subcepas específicas de *Prevotella melaninogenica*, todas en dientes con sintomatología. ⁽¹⁶⁾

El tercio apical del conducto radicular provee a los microorganismos un ecosistema ideal para su crecimiento y desarrollo; pudiendo generarse en muchos casos condiciones de anaerobiosis. Los restos orgánicos proveen el sustrato necesario para este desarrollo bacteriano. El granuloma periapical es la manifestación defensiva del organismo a la infección, para tratar de limitarla. En el granuloma podemos encontrar diferentes zonas, descritas por Fish, la primera llamada zona de infección caracterizada por la presencia de leucocitos polimorfonucleares, circundando un área central de bacterias; la segunda zona denominada de contaminación, en la que encontró toxinas bacterianas con predominio de linfocitos y, a veces, piocitos; una tercera región o zona de irritación con toxinas más diluídas con una activa fagocitosis, histiocitos y osteoclastos; y, finalmente una cuarta zona, de estimulación, caracterizada por fibroblastos y osteoblastos. ⁽¹⁷⁾

La remoción de todo tejido orgánico, sano, inflamado o contaminado del sistema de conductos radiculares, es reconocida como uno de los pilares básicos de la Endodoncia. Este objetivo no es fácil de lograr porque los conductos radiculares pueden tener curvaturas leves, marcadas, muy marcadas, drásticas o múltiples en cualquier posición de la raíz, las que se traducen interiormente en una mayor complejidad del sistema de conductos radiculares.

La anatomía quirúrgica del sistema de conductos radiculares es dinámica, se modifica constantemente gracias a la actividad mineralizadora de la pulpa dentaria por factores fisiológicos y patológicos. Igual transformación sufren los canalículos dentinarios que de una dentina tubular, joven, con canalículos de disposición regular se transforma en una dentina ondulante, adulta, que contiene menor cantidad de canalículos por superficie, pudiendo aparecer dentina reaccional con canalículos irregulares e incluso ausentes.

Esta actividad mineralizadora hace que aparezcan en el interior del conducto radicular depresiones, saliencias, e intrincados recovecos que hacen que la pared del conducto radicular que fue lisa y homogénea en un principio se vuelva irregular y con múltiples desniveles con el paso de los años.

El conocimiento minucioso de la morfología interna de las piezas dentarias es fundamental para lograr la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. Aunque es incuestionable como acompañante el examen radiográfico, el operador deberá desarrollar su sensibilidad táctil para a través de la misma descubrir mentalmente la configuración interna de tan variada topografía.

Para el éxito tanto a corto como a largo plazo, el debridamiento minucioso de la cámara pulpar y los conductos constituye un aspecto fundamental del tratamiento endodóntico. Por esta razón, antes de la instrumentación y a intervalos frecuentes durante ella, los conductos deberán irrigarse con una solución que permita desinfectar y disolver el material orgánico. Además de la acción de debridamiento, la irrigación facilita la instrumentación, ya que lubrica las paredes de los conductos y suspende las limallas dentinarias.⁽¹⁸⁾

El acceso de las soluciones irrigadoras a la totalidad del sistema de conductos radiculares está limitado por las condiciones topográficas de los mismos. Será mucho más fácil la desinfección de un conducto recto y amplio que en uno constricto y curvo, y es directamente proporcional a la tensión superficial que le permitirá llegar a los lugares más tortuosos del sistema y aún a los propios canalículos dentinarios.

La diversidad en la anatomía topográfica, tanto en lo macroscópico como en lo microscópico, de las distintas piezas dentarias sumada a la compleja variabilidad del sistema de conductos exige la evaluación de las técnicas de preparación químico-bio-mecánica en cuanto a su eficacia en la desinfección del sistema.

II | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La infección microbiana de la pulpa, que lleva al tratamiento endodóntico, es frecuentemente la consecuencia de la caries dental, injurias mecánicas o micro filtración coronaria; el éxito de la terapéutica endodóntica dependerá de la eliminación o reducción de esos microorganismos.⁽¹⁹⁾

Las bacterias y sus productos juegan un papel esencial en la iniciación y perpetuación de las enfermedades pulpares y periapicales (Sundqvist G., 1976). Teóricamente todas las bacterias presentes en la cavidad oral pueden invadir el conducto radicular durante o luego de la patología pulpar, y en consecuencia participar en la infección endodóntica. La preparación químio-bio-mecánica es una de las fases más importantes del tratamiento endodóntico.⁽²⁰⁾

Los microorganismos alcanzan la pulpa dental a través de cinco vías diferentes. Estas vías de entrada deben tenerse en cuenta durante los procedimientos rehabilitadores con operatoria, prótesis fija y periodoncia.

Las principales vías de entrada son:

- **A TRAVES DE UNA CAVIDAD ABIERTA:** es la vía más evidente de invasión como por ejemplo la caries dental. El esmalte y la dentina, mientras se mantienen intactos, constituyen excelentes capas protectoras frente a la invasión microbiana. Cuando la caries los lesiona, esta protección se reduce rápidamente, con una invasión de la pulpa subyacente. Las lesiones traumáticas y los tratamientos operatorios también eliminan la barrera protectora de dentina y permiten el acceso hasta la pulpa.

- **A TRAVES DE LOS CANALICULOS DENTINARIOS:** los estudios de Seltzer, Bender y Besic mostraron que los microorganismos penetran hasta los túbulos dentinarios y pueden alcanzar la pulpa. Los agentes invasores entran en el canalículo por contaminación salival durante las maniobras de operatoria o a través de lesiones cariosas adyacentes. Cuando existe una lesión cariosa profunda asociada a un elevado número de microorganismos dentro de los canalículos próximos a la pulpa, las bacterias penetran dentro de la pulpa antes de que aparezca el proceso carioso. Ello determina una pulpitis sin exposición directa de la pulpa.

- **A TRAVES DEL SURCO GINGIVAL O DEL LIGAMENTO PERIODONTAL:** los microorganismos y otras sustancias irritantes del ligamento periodontal alcanzan a la pulpa a través de los vasos del foramen apical o de cualquiera de los forámenes accesorios. Por

otra parte los conductos accesorios de algunos dientes están situados a cierta distancia del ápice radicular en dirección a la corona dental.

▪ **A TRAVES DEL TORRENTE SANGUINEO:** se han realizado algunos estudios para averiguar si las bacterias de la sangre son atraídas hacia la pulpa dental después de traumatismos o procedimientos operatorios que producen inflamación sin exposición de la pulpa. Esta atracción se conoce como anacoresis y se ha descrito en los estudios clásicos sobre inflamación de Menkin, entre otros. Las investigaciones de Burke y Knighton, y de Smith y Tappe mostraron que el traumatismo dental atrae a las bacterias sin que exista exposición de la pulpa. Robinson y Boling, y Gier y Mitchell recogieron gérmenes inyectados en las pulpas no expuestas de dientes sometidos a pulpitis tras intervenciones operatorias. De la misma forma que los microorganismos entran en la pulpa a través de los canalículos dentinarios tallados, cuando los gérmenes son atraídos por una pulpitis leve, es probable que se eliminen sin problemas por las células fagocitarias. Sin embargo, cuando el traumatismo o la intervención ocasionan un daño importante, las células reparadoras no pueden restablecer la normalidad de la pulpa ni rechazar los microorganismos. La pulpa dañada constituye un excelente medio de cultivo para el desarrollo de éstos gérmenes.

▪ **EXTENSION DE UNA LESION PERIAPICAL DE DIENTES INFECTADOS ADYACENTES:** la posibilidad de que las bacterias del área periapical penetren en un diente no infectado adyacente es motivo de gran controversia. Por supuesto cuando el diente vecino a otro con infección sufre pulpitis o traumatismo intenso, los microorganismos se extienden con facilidad a través del sistema sanguíneo y linfático, por contigüidad o por compresión. La pulpa lesionada es invadida de una forma parecida al efecto anacorético, y el número de gérmenes del foco infectado aumenta considerablemente.⁽²¹⁾

Las bacterias y sus productos son factores críticamente significativos en el desarrollo de las inflamaciones pulpar y periapical. El estudio de Kakehashi (1965) demostró que los tejidos pulpares expuestos se convertían en necróticos en la presencia de bacterias, resultando en el desarrollo de una inflamación pulpar crónica; eventualmente puede formarse un granuloma periapical. Por el contrario, en un ambiente libre de gérmenes, se desarrolla una inflamación mínima en el tejido pulpar expuesto, y puentes dentinarios se forman sobre la pulpa expuesta.⁽²²⁾

Cualquier microorganismo en la cavidad oral, nasofaringe, o tracto gastrointestinal puede infectar la pulpa o el conducto radicular. Muchos factores influyen el crecimiento y colonización de bacterias en el conducto radicular. Estos incluyen la disponibilidad de nutrientes, el bajo nivel de

oxígeno en el conducto radicular con pulpas necróticas, y las interacciones bacterianas.⁽²³⁾

Se han detectado bacterias en la subsuperficie del esmalte durante la lesión cariosa inicial sin cavitación. Estudios de Seppa y colaboradores detectaron bacterias bajo la superficie del esmalte de 23 lesiones de mancha blanca en seres humanos. En algunos casos, la bacteria había penetrado tan profundamente como la unión amelo dentinaria y aún hacia la dentina. Sin embargo, Beer y Gängler no encontraron ningún cambio inflamatorio en las pulpas de 49 premolares con caries de esmalte incipientes.⁽²⁴⁾

El streptococcus mutans ha sido considerado largamente como el mayor patógeno de las lesiones de caries humanas. Como resultado de los métodos de cultivo de anaerobios estrictos, el lactobacilo emerge como el Gram positivo predominante; también han sido detectados, en gran número, cocos Gram positivos.⁽²⁵⁾

Bacterias Gram negativas (*Prevotella* spp y *Porphyromonas* spp) han sido vistas en dentina con caries de dientes sin signos clínicos de exposición pulpar pero con signos clínicos de pulpitis reversible.⁽²⁶⁾

La mejora de las técnicas de cultivo anaeróbicas han demostrado la presencia de microbios anaeróbicos en los conductos radiculares infectados. También se ha demostrado que la selección bacteriana existe en el desarrollo de la placa dental subgingival en un proceso de fases de crecimiento dependiente del ecosistema.⁽²⁷⁾

Estudios de la dinámica de la infección del conducto radicular han mostrado que la relativa proporción de microorganismos anaerobios y bacterias en general aumenta con el tiempo y que el número de bacterias anaerobias facultativas se encuentra sobredimensionado cuando el conducto ha estado infectado por tres meses o más. También cuando combinaciones de colonias bacterianas aisladas de conductos radiculares fueron inoculadas dentro de otros conductos, una predominancia de bacterias anaerobias fue establecida. Este mecanismo selectivo e interactivo es sostenido por el hecho que al inocular por separado *Prevotella oralis* en el conducto radicular, ésta es incapaz de sobrevivir en el mismo. Por otro lado *P. oralis* sobrevive y domina la flora establecida cuando es inoculada con otras bacterias. Estos experimentos han demostrado que el entorno endodóntico es un hábitat selectivo que soporta el desarrollo de proporciones específicas de microflora anaeróbica.

El oxígeno y los productos de éste parecen jugar un papel importante como determinantes ecológicos. La disminución proporcional de las bacterias facultativas y el aumento concomitante de las anaeróbicas con el tiempo puede ser debida a la consumición del oxígeno y el desarrollo de un bajo

potencial de oxidación reducción que favorece el crecimiento de bacterias anaeróbicas.

La provisión de nutrientes es también importante para el establecimiento de una comunidad microbiana en el conducto radicular. Los nutrientes requeridos para el crecimiento de organismos bastante fastidiosos están presentes dentro de los fluidos tisulares y pueden estar disponibles cuando se desintegra el tejido conectivo. Algunos microorganismos pueden utilizar aminoácidos y péptidos simples como fuente de energía.⁽²⁸⁾

Las bacterias pueden usar productos de otras bacterias, y esta especie de intercambio ocurre en el interior del conducto radicular. El crecimiento de poblaciones mixtas de bacterias depende de la cadena de alimentación en la cual el metabolismo de una especie provee nutrientes esenciales para el crecimiento de otros miembros de la población.⁽²⁹⁾

La membrana externa de las bacterias anaeróbicas Gram negativas está compuesta, o contiene, endotoxina, un lipopolisacárido complejo. La endotoxina puede ser liberada al ambiente como burbujas durante el crecimiento bacteriano, o como grandes fragmentos de membrana en la muerte celular.

La endotoxina es un potente agente biológico que es capaz de iniciar una respuesta biológica variada. Esta respuesta incluye la activación del complemento, la inducción de fiebre, la activación macrofágica, leucopenia, inhibición de la unión de células gingivales al cemento, inducción de lesiones periapicales y reabsorción de hueso.

Estudios in vitro han demostrado que la endotoxina es capaz de difundir a través de una capa de 0,5 mm de dentina en un período de tiempo relativamente corto aún sin el uso de presión de filtración.⁽³⁰⁾

Las endotoxinas ejercen múltiples efectos biológicos e inmunológicos al ser liberadas tras la muerte bacteriana y estos efectos se tornan evidentes después de la absorción de las moléculas de endotoxina por las membranas celulares o después de la penetración de éste componente en el interior de las células. Al inyectar macrófagos conteniendo endotoxina en conejos se demostró que esas moléculas no sufren degradación lisosómica siendo aún capaces de inducir reacciones de Schwartzman y respuesta inmune específica en los animales, aún después de ser ingeridas por los macrófagos.⁽³¹⁾

Al analizar el material recogido de 10 dientes humanos que presentaban cuadros clínicos sintomáticos de necrosis pulpar pudo observarse que los dientes no vitales contienen una cantidad relativamente grande de microorganismos en términos de número de especies y en términos de número total de gérmenes, habiendo una media de aproximadamente 6

especies diferentes por espécimen estudiado, siendo los microorganismos anaerobios dos tercios del total de microorganismos aislados.⁽³²⁾

Al realizar el estudio bacteriológico e histológico de dientes de catorce perros luego de efectuarles una pulpectomía, Allard y colaboradores establecen una correlación directa entre la presencia de microorganismos en los conductos radiculares y el surgimiento de radiolucidez periapical al inocular cuatro especies bacterianas (*S. aureus*, *S. sanguis*, *P. aeruginosa*, *B. fragilis*).⁽³³⁾

Aunque la diferencia en la resistencia a la invasión bacteriana dentro de los túbulos dentinarios entre dientes vitales y no vitales no ha sido determinada, al evaluar histológicamente dientes extraídos luego de exponerlos a la flora microbiana oral durante 30 o 150 días Nagaoka y colaboradores postulan que los dientes vitales son mucho más resistentes a la invasión bacteriana de los túbulos dentinarios que los no vitales, lo que sugiere que la pulpa vital juega un papel importante en este proceso. Probablemente la ocupación de los túbulos dentinarios por parte del proceso odontoblástico sirva como barrera física al avance de los microorganismos en los dientes vitales. En los dientes no vitales, sin embargo, el papel de los procesos odontoblásticos como barrera física a la invasión bacteriana disminuye con la degeneración del proceso aumentando la potencialidad de los túbulos a ser invadidos más profundamente de una manera más fácil por las bacterias.⁽³⁴⁾

En general se reconoce que una de las características etiológicas principales de la patología periapical son los microorganismos y restos de tejidos pulpaes infectados que permanecen en túbulos dentinarios, ramificaciones del conducto radicular, y huecos y espacios entre la pared del conducto radicular y el material de obturación. Estos microorganismos remanentes pueden causar una respuesta inflamatoria e inmunológica resultando en una patología periapical.^(35,36)

La cámara pulpar y los conductos radiculares de los dientes sin vitalidad y no tratados están ocupados por una masa gelatinosa de restos pulpaes necróticos y líquido hístico, o por filamentos de tejido momificado seco. Los instrumentos introducidos en el conducto pueden empujar parte de esta sustancia nociva por el foramen apical y producir infección periapical. Por ello, antes de la instrumentación y a intervalos frecuentes durante la misma, los conductos se lavan o irrigan con una solución capaz de desinfectar y disolver la sustancia orgánica.

La etapa de "desinfección" consiste en tornar el conducto radicular de un diente desulpado e infectado en un medio impropio para el desarrollo bacteriano, sea inhibiendo o destruyendo los microorganismos que escaparon a la acción de la preparación biomecánica, por lo tanto, aquellos localizados en las ramificaciones laterales, túbulos dentinarios, deltas y aún en los nichos de los cráteres resultantes de la erosión apical.⁽³⁷⁾

La instrumentación mecánica sola no eliminará completamente las bacterias del sistema de conductos radiculares (Baker y colaboradores 1975). Para eliminar las bacterias, dentro de un orden predecible, del sistema de conductos radiculares es necesario utilizar el soporte de la acción de agentes desinfectantes como los irrigantes. ⁽³⁸⁾

Las soluciones irrigadoras usadas durante la preparación de los conductos radiculares ayudan a reducir el número y tipos de microorganismos por remoción de detritus orgánicos que de otra forma podrían actuar como reservorio de nutrientes (Naidorf 1974, Byström y Sundqvist, 1981). En cierto grado podrían actuar por destrucción directa de microorganismos. Por consiguiente una solución irrigadora ideal debería limpiar el sistema de conductos radiculares y tener acción antimicrobiana, además de no ser perjudicial para los tejidos vitales (Spangberg y col., 1973). ⁽³⁹⁾

Los agentes irrigantes tienen un gran interés en el tratamiento endodóntico. No hay duda que su efecto es más significativo que el de los medicamentos intraconducto. El mantenimiento de un ambiente húmedo durante la preparación del conducto permite que las limaduras de dentina floten dentro de la cámara y puedan ser eliminadas por aspiración o mediante conos de papel absorbente.

De esta forma, la dentina no se empaqueta cerca del ápice, impidiendo la correcta obturación del conducto. Por otra parte, las limas y los escariadores se rompen menos cuando las paredes del conducto se lubrican con estas sustancias.

Existen muchos líquidos útiles a estos efectos, aunque las sustancias irrigantes de uso común poseen la característica adicional de disolver el tejido necrótico. Estos agentes aflojan los detritus, el tejido pulpar y los microorganismos de las paredes irregulares de la dentina, facilitando su eliminación del conducto durante la instrumentación.

Se puede usar cualquier solución irrigadora aceptable, aunque ninguna produce la pirotecnia espectacular observada por Schreier (1893), quien eliminaba el tejido necrótico introduciendo cristales de sodio y potasio en los conductos radiculares. ⁽⁴⁰⁾

Dakin (1915) introduce el uso de una solución de 0,5 % de hipoclorito de sodio para irrigar heridas durante la Primera Guerra Mundial. Luego Taylor y Austin (1918) demuestran la acción disolvente del hipoclorito de sodio (solución de Dakin) en tejido no vital, aclarando que la solución era solo medianamente inflamatoria para el tejido normal. ^(41,42)

Desde la introducción del hipoclorito de sodio, alrededor de setenta años atrás, el uso de diferentes soluciones irrigadoras, así como diferentes métodos de aplicación para esas soluciones, han sido propuestos para lograr el objetivo

de la remoción completa del tejido pulpar y/o las bacterias del interior del espacio pulpar para proveer un ámbito adecuado para la obturación del conducto.⁽⁴³⁾

En un estudio experimental, Grossman y Meiman⁽⁴⁴⁾ encontraron en 1941 que la solución de soda clorada de doble concentración (3% NaOCl) era el solvente más efectivo, disolviendo el tejido pulpar entre 20 minutos y dos horas.

La mayoría de los agentes irrigantes tienen efecto germicida, aunque este efecto antibacteriano se acentúa con la eliminación de los detritus necróticos del conducto. La reducción del sustrato disminuye la supervivencia de los microorganismos. Los agentes irrigantes también ejercen una acción blanqueante, ya que disminuyen la coloración de los dientes por un traumatismo o restauraciones extensas con amalgama y la posibilidad de oscurecimiento postoperatorio.

Sin embargo, los agentes irrigantes habituales producen inflamación del tejido periapical. Por eso, la instrumentación debe limitarse al interior del conducto para no forzar las sustancias irrigantes dentro del foramen apical. Desde luego, parte de la solución suele llegar al tejido periapical, ocasionando cierto grado de inflamación. Los agentes con mayor poder disolvente determinan una respuesta inflamatoria más intensa, por lo que hay que aplicar la menor concentración que permita un debridamiento eficaz.

El hipoclorito sódico es el agente más utilizado en endodoncia y ha contribuido durante muchos años a los procedimientos de preparación del conducto.⁽⁴⁵⁾

La decisión acerca de cual concentración de hipoclorito de sodio debe utilizarse dependerá del tiempo que la solución esté en contacto con la pulpa, la topografía del sistema de conductos radiculares y el grado de maduración apical; teniendo en cuenta que las concentraciones más altas causarán un mayor daño tisular que las de menor concentración.⁽⁴⁶⁾

Utilizando microscopía electrónica de barrido pudo encontrarse que virtualmente no se veía detritus a lo largo de la totalidad del conducto radicular después de utilizar una solución al 6 % de hipoclorito de sodio con la instrumentación. La solución al 1 % no fue efectiva.⁽⁴⁷⁾

Senia y colaboradores (1971) concluyen en su trabajo de investigación que la solución de hipoclorito de sodio al 5,25 % no es efectiva en el ápice de conductos radiculares de diámetro pequeño. Aunque en este trabajo de investigación el hipoclorito de sodio no fue utilizado en conjunto con los procedimientos clínicos normales, la solución fue dejada en el diente durante un tiempo específico.⁽⁴⁸⁾

Las investigaciones han demostrado con claridad que lo más difícil es irrigar para eliminar detritus del tercio apical. Esto se comprende fácilmente si se

considera la mayor resistencia al flujo de irrigante cuando el diámetro del conducto disminuye en el tercio apical y la profundidad limitada hasta donde puede penetrar la aguja con seguridad. Además, los restos asentados en apical muchas veces están compactados y resisten su desalojo por acción de la irrigación con flujo copioso desde coronario.⁽⁴⁹⁾

Existe una íntima relación entre la tensión superficial de un antiséptico y su poder antibacteriano. De acuerdo con Feirer y Leonard (1927) cuanto más baja sea la tensión superficial mayor será la difusión del medicamento a través de la membrana de las bacterias, aumentando en consecuencia su poder bactericida. Un medicamento penetra en los surcos y concavidades si su tensión superficial es baja. Cuando es elevada, habrá tendencia a la esfericidad del líquido, impidiendo que llegue a las regiones profundas de una superficie irregular.

La efectividad bactericida de los irrigantes depende obviamente de su capacidad para penetrar los túbulos dentinarios infectados, un proceso que está claramente influenciado por la presencia o ausencia de barro dentinario. Se ha demostrado que la formación de éste barro dentinario reduce la permeabilidad de la dentina radicular entre un 25 % y un 49 %.⁽⁵⁰⁾

A pesar de que las piezas de mano ultrasónicas resultaron desalentadoras en cuanto a su eficiencia para dar forma a los conductos⁽⁵¹⁾ la vibración ultrasónica es incomparable por su capacidad para mejorar la limpieza con irrigantes.⁽⁵²⁾

Se ha demostrado la efectividad de la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio en la remoción del barro dentinario⁽⁵³⁾ y en la mejora de los efectos de disolución y desinfección de las soluciones de hipoclorito de sodio.⁽⁵⁴⁾

La capacidad del ultrasonido de eliminar material adherido a una superficie está bien establecida. Un agente biocompatible, no corrosivo, tensioactivo puede cumplir todas las funciones de un irrigante ideal al ser expuesto a ultrasonido.⁽⁵⁵⁾

Cuando se usa una lima pequeña, que no hace contacto con las paredes del conducto, la energía ultrasónica calienta la solución dentro del conducto y las vibraciones resonantes generan el movimiento de los irrigantes acuosos, efecto denominado "corriente o chorro". Mientras que originalmente se sostenía que la cavitación era el mecanismo que mejoraba la limpieza con ultrasonido, las investigaciones parecen desmentirlo. La activación ultrasónica del hipoclorito de sodio demostró ser efectiva en el tercio apical del conducto por la mayor amplitud del movimiento vibratorio en la punta de la lima.⁽⁵⁶⁾

Se ha demostrado que la eficacia en la limpieza con ultrasonido e hipoclorito de sodio usada en una sola sesión da resultados iguales a los obtenidos con

hidróxido de calcio e irrigación convencional con hipoclorito de sodio en varias sesiones. ⁽⁵⁷⁾

Si el odontólogo ignora la necesidad de limpiar totalmente los sistemas de conductos radiculares con toda su complejidad anatómica, estará arriesgándose constantemente al fracaso en el corto o largo plazo. En endodoncia la anatomía es cuestión de suerte. ⁽⁵⁸⁾

Tanto los incisivos como los caninos superiores son siempre unirradiculares, presentando invariablemente un conducto único. Solamente ofrecen variables en la dirección de su raíz, que conforma la dirección de su conducto.

La raíz del incisivo central superior presenta una forma cónico-triangular cilindroide, existiendo también centrales superiores con raíz netamente cónica. Es una raíz casi absolutamente recta. El conducto, al igual que la raíz, es único, simple, recto y cónico.

El canino superior presenta una raíz de forma cónica, no cilindroide, con tendencia triangular, con su lado más ancho sobre la cara vestibular. Su conducto es único, recto y cónico. Según Hess, de 154 caninos superiores, un 25% presentaban ramificaciones apicales. De los estudios de Barret se deduce que el 21,8% presentaban más de un conducto en su tercio apical.

El primer molar superior es una pieza dentaria de complejidad variable en cuanto a la anatomía de sus conductos. Ofrece en muchos casos serias dificultades en cuanto a su instrumentación y obturación.

La raíz distovestibular del primer molar superior es más pequeña y corta que la mesial, ofrece una forma cónica, con cierto aplastamiento mesio distal. ⁽⁵⁹⁾

El conducto distovestibular se describe como un conducto único, cónico y circular en su sección transversal. En los tercios coronarios y medio de los grupos de niños y jóvenes predomina la forma ovalada (la medida del conducto en sentido longitudinal está entre la establecida para conductos circulares y el triple del diámetro menor). En los grupos de adultos y ancianos prevaleció la forma circular (diámetro mesio – distal igual al vestíbulo palatino o medida concordante con la suma del diámetro menor más su radio).

En el tercio apical y proximidades del foramen, se observa una tendencia hacia la forma circular. Si bien este conducto tiene una tendencia a conservar sus diámetros en sentido mesio distal en todos los tercios, se observa una leve disminución en el tercio apical y proximidades del foramen, especialmente en el grupo de ancianos.

Por el contrario, la reducción del diámetro en sentido vestíbulo palatino es significativa. Todo esto explica el por qué del predominio de formas circulares

en el grupo de adultos y ancianos, mientras que en el de niños prevalecen las formas ovaladas.⁽⁶⁰⁾

La preparación quirúrgica de los conductos radiculares es un paso trascendente en la terapia endodóntica porque, además de ser una etapa básica que permite su ensanche, limpieza y antisepsia, condiciona en gran medida la posterior obturación de los mismos. Sin embargo, las variaciones del terreno anatómico supeditan con frecuencia la eficacia del resultado obtenido y representan un factor condicionante que, el instrumental disponible, así como los distintos elementos con que se cuenta para la irrigación, no logran superar.⁽⁶¹⁾

El objetivo de la limpieza y conformación del conducto radicular es darle al conducto una forma tal que se facilite la obturación del sistema de conductos radiculares. La limpieza y conformación puede ser fácilmente realizadas en conductos rectos. Sin embargo, muchos conductos tienen curvaturas moderadas, severas o abruptas que los hacen susceptibles a accidentes tales como escalones, zip, transportaciones del conducto o del foramen apical y perforaciones. Cuando estos inconvenientes ocurren, es a menudo imposible realizar una obturación adecuada. Aún los clínicos avezados consideran un desafío instrumentar más allá del instrumento número 30 en curvas dificultosas sin riesgo de accidentes en la instrumentación.⁽⁶²⁾

La curvatura de los conductos radiculares es el detalle anatómico que primeramente surge al estudiar la radiografía previa al tratamiento. Ello se debe a las dificultades que los conductos curvos ofrecen para su preparación quirúrgica, convirtiéndolos en la causa de la mayoría de los accidentes endodónticos. Esto explica el porque de la constante búsqueda de nuevos instrumentos y de técnicas para el tratamiento de conductos con estas características.⁽⁶³⁾

Un estudio de Gutierrez y García⁽⁶⁴⁾ revela que un gran número de prolongaciones y aletas no son nunca tocados por los instrumentos endodónticos. Uno de los éxitos principales de la preparación químio mecánica es limpiar el sistema de conductos radiculares lo más completamente posible. La limpieza involucra la remoción de bacterias, sus productos, y tejidos degenerativos y puede ser llevada a cabo por la acción mecánica de los instrumentos endodónticos y el fluir y refluir de las soluciones irrigadoras. Además debido a que algunas soluciones irrigadoras, por ejemplo el hipoclorito de sodio, tienen la capacidad de disolver material orgánico podrán ejercer un efecto limpiante por la remoción química de remanentes de tejidos blandos y bacterias del sistema de conductos radiculares.⁽⁶⁵⁾

Muchos autores recomiendan diferentes técnicas para ampliar los conductos radiculares, y/o instrumentos para prevenir la formación de efectos de conformación indeseables tales como perforaciones en el área de la furcación, escalones,

traslaciones apicales, etc. Schilder⁽⁶⁶⁾ recomienda una recapitulación constante de los instrumentos durante la preparación de los conductos radiculares.

Weine y col.⁽⁶⁷⁾ sugieren el uso de instrumentos precurvados de punta roma en el lado convexo de la curva y un cuarto de vuelta cuando están penetrando en el conducto radicular.

Mullaney ⁽⁶⁸⁾ describe la técnica de paso atrás, que es propuesta para reducir la posibilidad de traslaciones. Las desviaciones del camino original del conducto son prevenidas con esta técnica por el mantenimiento de una preparación apical pequeña en diámetro y aumentando gradualmente el conducto en dirección coronaria.

Abou-Rass y col.⁽⁶⁹⁾ describen la técnica anticurva, que promueve el mantenimiento del espesor de las paredes del conducto para evitar perforaciones, básicamente en áreas de la furcación.

Goerig y col.⁽⁷⁰⁾ describen la técnica de paso abajo (corono apical), que postula que el tercio apical puede ser preparado de forma segura mediante la eliminación de interferencias coronarias.

Roane y col.⁽⁷¹⁾ describen las fuerzas que, de acuerdo a la geometría de diferentes instrumentos, actúa en las paredes del conducto durante la preparación y desarrollo de las limas Flex-R para ser usadas con el concepto de esta técnica de fuerzas balanceadas. Ellos recomiendan movimientos en sentido de las agujas del reloj y contrarios a las agujas del reloj para evitar la formación de escalones y para lograr una aceptable transportación de detritus en dirección coronaria.

Willey y Senia⁽⁷²⁾ desarrollan el Sistema Canal Master "U" para ser usado con modificaciones de la técnica de paso abajo y paso atrás. Ellos dicen que la transportación apical es mínima debido a la reducción del segmento cortante del instrumento.

La mayoría de las técnicas de obturación con gutapercha requieren un conducto con conicidad continua con sección transversal redondeada en la porción apical y el mantenimiento de la posición espacial original del foramen apical dentro de la raíz. Además el conducto debería estar adecuadamente ensanchado para ganar acceso a la porción apical para una óptima condensación de la gutapercha.⁽⁷³⁾

El diseño de los instrumentos endodónticos y las técnicas de instrumentación son críticos para el éxito de la preparación de los conductos radiculares. Muchos esfuerzos han sido hechos para evitar los efectos indeseables de la conformación. Por un lado nuevos instrumentos endodónticos han sido recientemente introducidos y por otro lado varias técnicas de instrumentación han sido recomendadas para conformar conductos curvos.⁽⁷⁴⁾

El uso de instrumentos más grandes y consecuentemente más rígidos, tiende a crear alteraciones morfológicas en la curvatura original de los conductos (Gutiérrez y García 1968, Mullaney y Petrich 1968, Wine y col. 1975, Greene y Krell 1990). La activación en forma sónica y ultrasónica ha sido analizada extensamente con resultados contradictorios. Una de esas investigaciones (Tronstad y col. 1985) revela que el uso de un aparato vibratorio sónico en conductos radiculares curvos simulados y en

dientes de perro aparece como seguro y efectivo. Otro estudio muestra ninguna o pequeña alteración en la curvatura de los conductos al utilizar limas con activación ultrasónica (Chenail y Teplitsky 1985). En contraste se hallaron muchas alteraciones en la forma al utilizar la instrumentación manual y la activada con ultrasonido al ser usadas en conductos mesiales de molares inferiores (Pedicord y col. 1986, Walker y Del Rio 1989, Mc Cann y col 1990).⁽⁷⁵⁾

Algunos experimentos juzgan la limpieza de los conductos por evaluaciones histológicas de secciones transversales de la raíz. Esta información está limitada a un nivel del conducto, además los métodos histológicos no son totalmente indicativos del estado del conducto porque la descalcificación rompe y remueve el barro dentinario. El examen de la totalidad del conducto con microscopio electrónico de barrido permite la evaluación de la mitad de la pared del conducto radicular en toda su extensión.⁽⁷⁶⁾

No hay duda acerca que la detección e identificación de microorganismos de los conductos infectados y del área adyacente de tejido blando tiene un gran valor y, por tanto, su eliminación es de importancia capital para el tratamiento endodóntico. En realidad, la técnica aséptica de tratamiento endodóntico se adoptó en parte a raíz de la toma rutinaria de cultivos y del deseo de que esta prueba resultara lo más precisa posible.

Sin embargo, Bender y Seltzer⁽⁷⁷⁾ y Morse⁽⁷⁸⁾ entre otros han expuesto las deficiencias de las pruebas de cultivo. Si se tienen en cuenta la dificultad para recoger y cultivar gérmenes anaerobios obligados y los posibles resultados falsos positivos y falsos negativos, no parece lógico ni deseable efectuar el cultivo en todos los casos de una clínica privada. Sin embargo en el ambiente académico la realización de esta prueba puede servir para que el estudiante controle su propio procedimiento y para estimularlo a seguir las normas de asepsia.⁽⁷⁹⁾

La técnica corono apical de acceso radicular es realizada antes de la instrumentación del tercio apical y presenta ciertas ventajas:

- permite un acceso recto a la región apical,
- elimina las interferencias dentinarias que se encuentran en los dos tercios del conducto permitiendo una instrumentación apical más rápida y eficiente,
- el tejido pulpar, detritus y microorganismos son removidos antes de la instrumentación apical, reduciendo en gran medida el número de contaminantes que puede extruirse durante la instrumentación apical y causar inflamación periapical,
- el agrandamiento provocado durante el acceso radicular permite una mayor penetración de las soluciones de irrigación,
- es más fácil mantener la longitud de trabajo durante la subsecuente instrumentación apical debido a que ésta será establecida luego de la disminución de la curvatura.⁽⁷⁰⁾

Turek y Langeland⁽⁸⁰⁾ evaluaron la remoción de detritus y predentina de dientes extraídos y de dientes in situ, reportando resultados más favorables con la técnica del paso atrás que con instrumentos rotatorios.

Hill y Del Rio⁽⁸¹⁾ evaluaron histológicamente las capacidades de conformación de limas endodónticas manuales versus rotatorias sin encontrar diferencias significativas. Sin embargo, en general, las técnicas de preparación manual son comparables o superiores a los instrumentos rotatorios o con activación sónica o ultrasónica.⁽⁸²⁻⁸⁸⁾

III | OBJETIVOS

➔ General:

Determinar si existe relación entre la variabilidad topográfica y la desinfección en la terapia endodóntica, que combina la acción mecánica del instrumento y las propiedades físico químicas de las soluciones irrigadoras.

➔ Específicos:

Evaluar si la capacidad de desinfección de las soluciones irrigadoras se ve afectada por la variabilidad topográfica del sistema de conductos radiculares de las distintas piezas dentarias.

Valorar la acción del ultrasonido como coadyuvante en la desinfección del sistema de conductos radiculares.

IV | MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio comparativo para analizar la eficacia de la desinfección del sistema de conductos radiculares en piezas dentarias de diferente topografía.

Para ello se seleccionó una muestra representativa de piezas dentarias, sin tener en cuenta edad ni sexo del paciente, con diferente anatomía topográfica en los conductos radiculares.

Fueron divididas en 3 grupos:

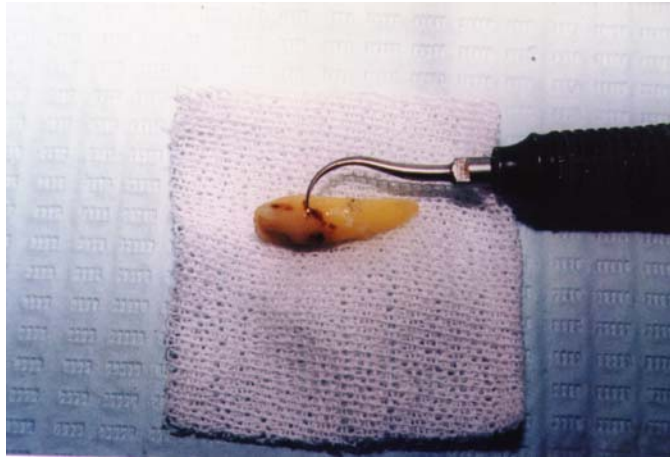
- ➔ GRUPO A: 40 incisivos centrales superiores.
- ➔ GRUPO B: 40 caninos superiores.
- ➔ GRUPO C: 40 raíces distovestibulares de 1º molar superior.

Estas piezas dentarias fueron elegidas luego de diagnosticar la vitalidad de las mismas, mediante tests térmicos, antes de ser extraídas. Posteriormente fueron lavadas con solución fisiológica estéril, y conservadas en el mismo medio, para evitar cualquier efecto de soluciones fijadoras. Se esterilizaron, por razones de bioseguridad, en autoclave a 131 °C durante 30 minutos (según recomendación del Centro de Control de Infecciones de Atlanta Estados Unidos C.D.C.)^(89,90) para ser nuevamente almacenadas en solución fisiológica estéril hasta el momento de ser utilizadas en la experiencia.



Las piezas dentarias fueron conservadas en solución fisiológica estéril.

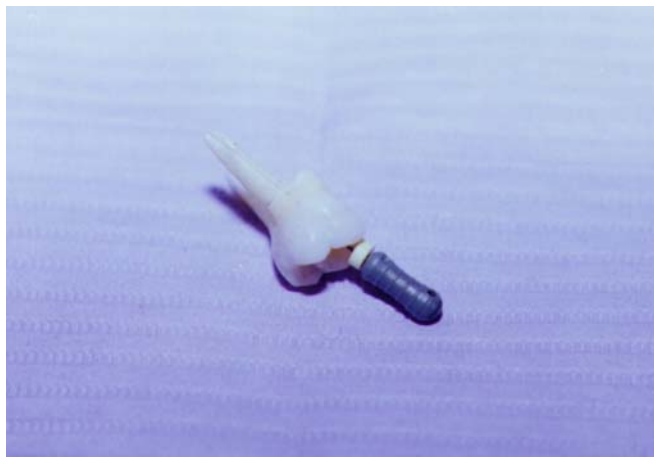
La superficie externa de los dientes fue limpiada con la ayuda de una pieza de mano ultrasónica para periodoncia.



Limpieza superficie externa con ultrasonido.

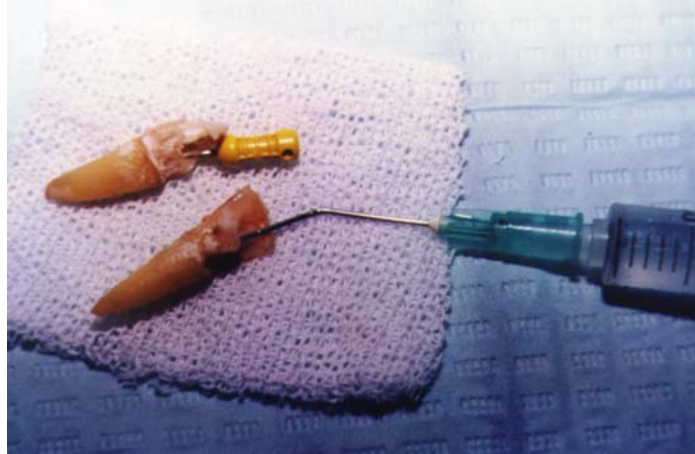
Se realizaron surcos guía a nivel amelo cementario, y por vestibular y palatino en incisivos y caninos y en la raíz distal de los primeros molares superiores, para la posterior separación de la porción coronaria y segmentación de las raíces longitudinalmente. Para facilitar el corte de la raíz disto vestibular del primer molar superior se amputó la raíz mesio vestibular.

Se efectuó la cavidad de apertura de las piezas dentarias luego de la eliminación total de caries y obturaciones previas. Realizada la extirpación pulpar con tiranervios fue determinada la longitud de trabajo del conducto con una lima lisa N° 6 u 8.



Determinación de la longitud de trabajo.

Los conductos fueron permeabilizados para garantizar la penetración del inóculo, hasta una lima nº 20 irrigando con 5 ml de agua estéril durante esta maniobra.

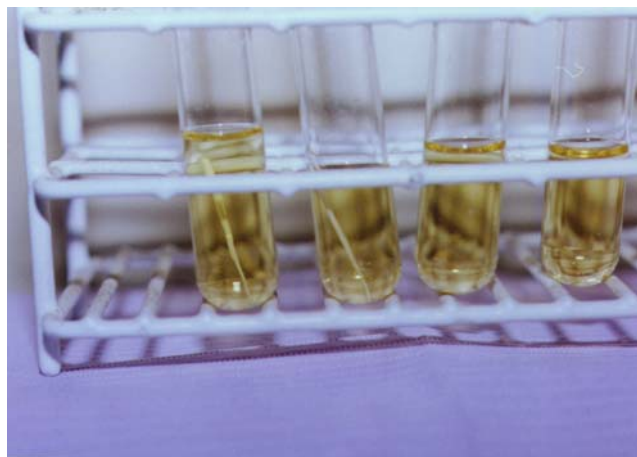


Permeabilización de los conductos

Se selló el ápice radicular montando las piezas dentarias en tacos de acrílico autocurable.

Los dientes fueron entonces esterilizados en autoclave durante 15 minutos a 120 °C antes de la inoculación. Después de este procedimiento se trabajó con una técnica aséptica (guantes estériles, instrumentos esterilizados, etc.) Antes de ser inoculados, los conductos radiculares fueron secados con conos de papel absorbente estéril y la superficie externa con gasa estéril.

Para la preparación del inóculo, se procedió a la recolección de gérmenes en piezas dentarias unirradiculares, de pacientes atendidos en la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de Rosario con diagnóstico de gangrena pulpar. Una vez realizada la cavidad de apertura y el aislamiento y embrocado del campo operatorio, se tomaron muestras del contenido del conducto con conos de papel estéril de tamaño adecuado al mismo. Los conos de papel fueron introducidos en tubos cerrados con tapón bacteriológico, conteniendo caldo de cultivo Tripticasa Soja.



Conos de papel en caldo tripticasa soja.

Los conos de papel fueron incubados durante 24 horas a 37° C y se repicó el caldo para tipificación y aislamiento. De las muestras obtenidas, fueron aislados en agar sangre, agar chocolate y agar CLDE: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus viridans*, *Candida albicans*, *Streptococcus piogenes* (β hemolítico grupo A), *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida spp*, y *Bacilos fusiformes*.



Medios de cultivo (agar sangre, agar chocolate, agar CLDE)

Los gérmenes más representativos enriquecidos para la preparación del inóculo fueron *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Streptococcus viridans*, en el que se contaron aproximadamente 187 colonias de cada uno de los gérmenes. Diez microlitros de una suspensión 0,5 de la escala de Mc Farland (equivalente a $1,5 \times 10^8$ unidades formadoras de colonias por ml) de cada uno de los microorganismos fueron mezclados y centrifugados para precipitar las células (durante 5 minutos a 2000 RPM), resuspendiendo ese precipitado en 2.0 ml de caldo tripticasa soja logrando así un inóculo con montos medidos de gérmenes tipificados.

Basándose en esta fórmula se prepararon 300 ml de inóculo, los cuales fueron fraccionados en quince frascos (de 20 ml cada uno), sellados a presión y llevados a freezer hasta el momento de su utilización.



Frascos conteniendo el inóculo.

Se cultivó una anizada del inóculo en agar sangre, agar chocolate y agar CLDE para comprobar la presencia de los tres microorganismos y la cantidad de colonias presentes en el mismo. Se verificó la existencia de los tres microorganismos en la concentración inicial. Todo el procesamiento bacteriológico de este Trabajo de Tesis fue realizado en el Servicio de Bacteriología del Hospital de Niños Zona Norte, Rosario.

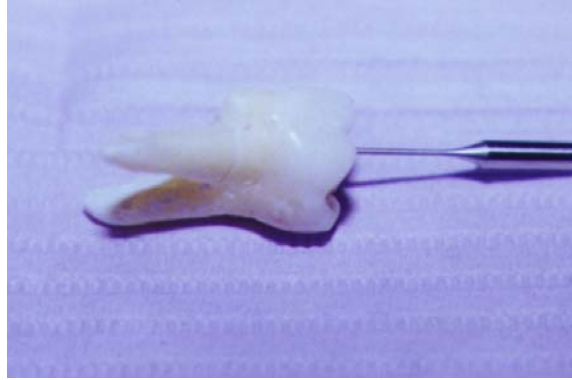
Un volumen estandarizado (1 ml en incisivos y caninos y 0,5 ml en raíz distovestibular) del inóculo fue colocado en los conductos radiculares de las piezas dentarias mediante jeringa descartable de 2.5 ml y aguja descartable acodada de calibre 25x8 para incisivos y caninos y 15x0.5 para raíces distovestibulares de 1º molar superior. Las piezas dentarias inoculadas fueron llevadas a estufa de cultivo durante 72 hs. a 37º C, en caja metálica estéril.



Dientes inoculados llevados a estufa de cultivo.

Luego fueron instrumentadas siguiendo los principios de la preparación quirúrgica corono apical. Se utilizaron limas lisas flexibles y fresas Gates

Glidden N° 1, 2 y 3. En las raíces distales de 1º molar superior sólo se empleó la fresa Gates Glidden N° 1. Se tomó como instrumento de memoria para incisivos y caninos una lima N° 50 y para las raíces distovestibulares de primer molar superior una lima N° 35.



Instrumentación de los conductos

Los grupos A, B, y C fueron subdivididos en cuatro subgrupos, denominados 1, 2, 3 y 4, de diez piezas dentarias cada uno. La solución irrigadora y la técnica de irrigación fueron diferentes en los distintos subgrupos y en todos se utilizó el mismo procedimiento de instrumentación mecánica descrito:

GRUPO A

- 1_ Diez Incisivos Centrales Superiores. Durante la preparación mecánica se utilizó como irrigante solución fisiológica estéril.
- 2_ Diez Incisivos Centrales Superiores. Durante la preparación mecánica se utilizó como irrigante solución fisiológica estéril con activación ultrasónica.
- 3_ Diez Incisivos Centrales Superiores. La solución irrigadora fue hipoclorito de sodio al 5%.
- 4_ Diez Incisivos Centrales Superiores. Durante la preparación mecánica la solución irrigadora fue hipoclorito de sodio al 5% con activación ultrasónica.

GRUPO B

- 1_ Diez Caninos Superiores. Se empleó como irrigante solución fisiológica estéril.
- 2_ Diez Caninos Superiores. Irrigados con solución fisiológica estéril con activación ultrasónica.
- 3_ Diez Caninos Superiores. La solución irrigadora fue hipoclorito de sodio al 5%.
- 4_ Diez Caninos Superiores. Usando como solución irrigadora hipoclorito de sodio al 5% con activación ultrasónica.

GRUPO C

- 1_ Diez Raíces Distales de Primer Molar Superior. Irrigadas con solución fisiológica estéril.

- 2_ Diez Raíces Distales de Primer Molar Superior. Irrigadas con solución fisiológica estéril y activación ultrasónica.
- 3_ Diez Raíces Distales de Primer Molar Superior. Irrigadas con solución de hipoclorito de sodio al 5%.
- 4_ Diez Raíces Distales de Primer Molar Superior. Irrigadas con solución de hipoclorito de sodio al 5% con activación ultrasónica.

Las soluciones irrigadoras fueron llevadas al sistema de conductos radiculares con jeringa descartable de 2.5 ml y aguja descartable acodada y sin bisel de calibre 25x8 para incisivos y caninos y 15x0.5 para raíces disto vestibulares de 1º molar superior.

Se utilizó 1 ml de solución irrigadora luego de cada dos instrumentos. La activación ultrasónica se hizo con una lima Nº 20 instalada en un sistema Cavi Endo modificado (sin el sistema de irrigación), durante 15 segundos.

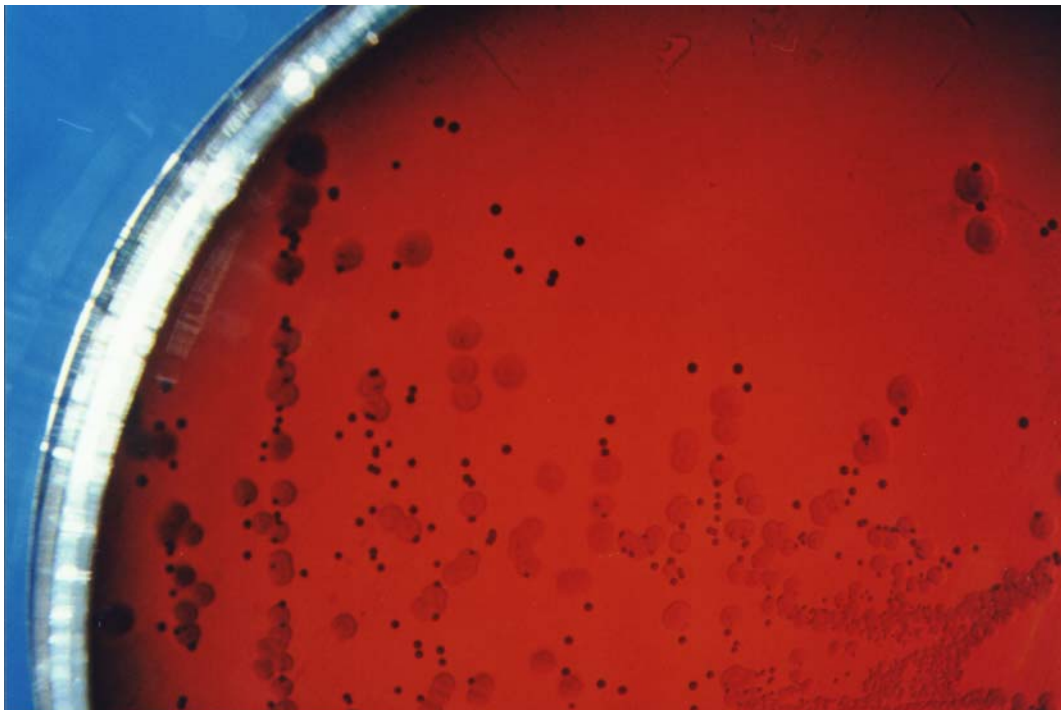


Activación ultrasónica de la solución irrigadora.

Luego del tratamiento, y siguiendo con una técnica aséptica, se retiraron los topos apicales de acrílico con un extractor de coronas, y las piezas dentarias fueron seccionadas con un golpe de cincel de Black estéril sobre gasa esterilizada, llevando la mitad que poseía la sección de conducto radicular más profunda a un tubo cerrado con tapón bacteriológico, conteniendo solución fisiológica estéril, homogeneizado y repicado en agar sangre para identificar y cuantificar la flora obtenida con la del inóculo.



Separación en mitades de un canino superior.



Recuento de colonias en agar sangre.

Se cuantificaron las colonias supervivientes de los tres microorganismos del inóculo, registrándose en planillas diseñadas ad hoc.

De las otras mitades radiculares, fue elegida al azar una muestra de cada uno de los subgrupos, la que, previa fijación en una solución de glutaraldehído al

20 % con Buffer Sorensen de pH 7, fue analizada con microscopía electrónica de barrido para evaluar la limpieza de los conductos.

Las muestras fueron secadas por punto crítico en un aparato Polaron (Inglaterra), y luego llevadas a una metalizadora en plasma de argón marca Pelco modelo Sputter Coater 91000, para observarlas en un Microscopio Electrónico de Barrido marca Jeol 35 CF, con sistema de digitalización de imágenes EDAX, operándolo a 5 kV para minimizar el efecto de carga.

Este estudio se realizó en el Servicio de Grandes Instrumentos del Centro Regional de Investigaciones Básicas y Aplicadas Bahía Blanca (CRIBABB), dependiente del Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

V | RESULTADOS

Análisis cuantitativo (bacteriológico)

Al realizar el recuento de colonias supervivientes al tratamiento realizado pudo observarse que:

- En los grupos en los que se utilizó hipoclorito de sodio, con o sin activación ultrasónica, la desinfección fue más efectiva en los incisivos centrales superiores. (*,**)

- Entre los caninos superiores hubo una pieza dentaria en la que se encontraron colonias supervivientes al utilizar hipoclorito de sodio, mientras que cuando el hipoclorito de sodio fue activado ultrasónicamente se encontraron colonias sobrevivientes en dos piezas, aunque debe destacarse que la cantidad de colonias aisladas fue menor que cuando no se utilizó el ultrasonido. (*,**)

- En la muestra de las raíces disto vestibulares de los primeros molares superiores se aislaron colonias luego del tratamiento utilizando como solución irrigadora el hipoclorito de sodio, en tanto que también fue posible aislarlas en una pieza dentaria al utilizar hipoclorito de sodio con activación ultrasónica. (*,**)

Referencias:

- **A_1:** Sub Grupo de diez Incisivos Superiores
- **B_1:** Sub Grupo de diez Caninos Superiores
- **C_1:** Sub Grupo de diez Raíces Disto Vestibulares de Primer Molar Superior

- **A_2:** Sub Grupo de diez Incisivos Superiores
- **B_2:** Sub Grupo de diez Caninos Superiores
- **C_2:** Sub Grupo de diez Raíces Disto Vestibulares de Primer Molar Superior

- **A_3:** Sub Grupo de diez Incisivos Superiores
- **B_3:** Sub Grupo de diez Caninos Superiores
- **C_3:** Sub Grupo de diez Raíces Disto Vestibulares de Primer Molar Superior

- **A_4:** Sub Grupo de diez Incisivos Superiores
- **B_4:** Sub Grupo de diez Caninos Superiores
- **C_4:** Sub Grupo de diez Raíces Disto Vestibulares de Primer Molar Superior

- **+ cont.:** contaminado

Los números representan colonias supervivientes

***Irrigación con hipoclorito de sodio.**

	A_3	B_3	C_3	
S. aureus	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	10	
	0	18	0	
	0	0	0	
	0	0	11	
	0	0	0	
	0	0	0	
E. coli	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	7	
	0	21	0	
	0	0	0	
	0	0	17	
	0	0	0	
	0	0	0	
S. viridans	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	15	
	0	25	0	
	0	0	0	
	0	0	13	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
30	30	30	TOTAL	
0	2.13	2.43	PROMEDIO	
0	6.57	5.17	DESV. EST.	

****Irrigación con hipoclorito de sodio + ultrasonido.**

	A_4	B_4	C_4	
ure	0	0	0	
	0	0	0	
	0	8	0	
	0	0	2	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	2	0	
col	0	0	0	
	0	0	0	
	0	6	0	
	0	0	5	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	5	0	
S. viridans	0	0	0	
	0	0	0	
	0	10	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
30	30	30	TOTAL	
0	1.03	0.23	PROMEDIO	
0	2.61	0.97	DESV. EST.	

Con la solución fisiológica estéril como sustancia de irrigación hubo desarrollo bacteriano en la totalidad de las piezas dentarias de todos los grupos de la muestra, tanto con como sin activación ultrasónica, a excepción de una del grupo B.1 (caninos superiores) en la que hubo, además, desarrollo de bacilos característicos contaminantes del medio, presumiblemente debido a un error de técnica. (**,****)

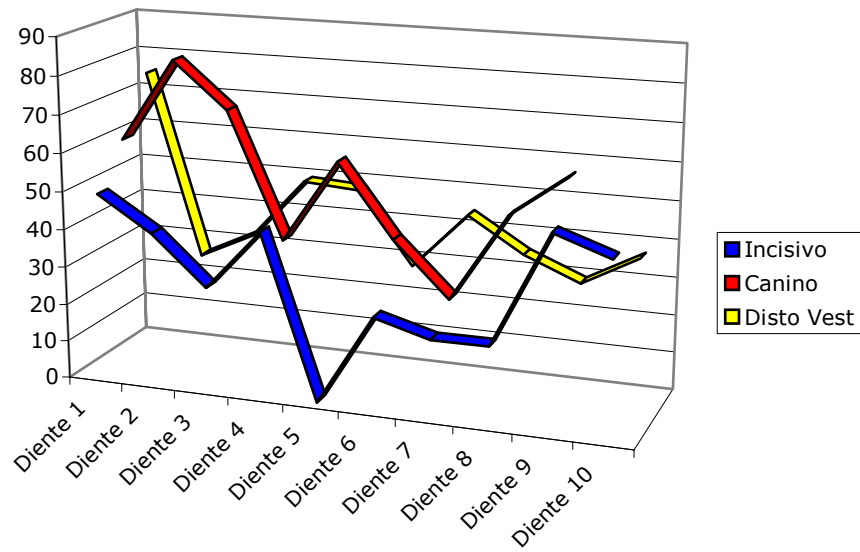
*****Irrigación con solución fisiológica.**

	A_1	B_1	C_1	
S. aureus	49	60	75	
	40	82	26	
	27	70	33	
	43	37	49	
	0	59	48	
	24	40	29	
	20	26	44	
	20	49	35	
	50	cont.+	29	
	45	60	37	
E. coli	51	48	65	
	54	70	28	
	25	60	37	
	33	45	38	
	22	82	40	
	35	38	28	
	19	29	41	
	17	52	40	
	48	cont.+	32	
	47	55	38	
S. vIridans	30	68	63	
	39	67	24	
	26	82	38	
	32	54	42	
	17	71	37	
	43	32	34	
	25	24	46	
	0	40	39	
	47	cont.+	26	
	36	50	34	
	30	27	30	TOTAL
	32.13	53.70	39.16	PROMEDIO
	14.38	17.03	11.73	DESV. EST.

******Irrigación con solución fisiológica + ultrasonido.**

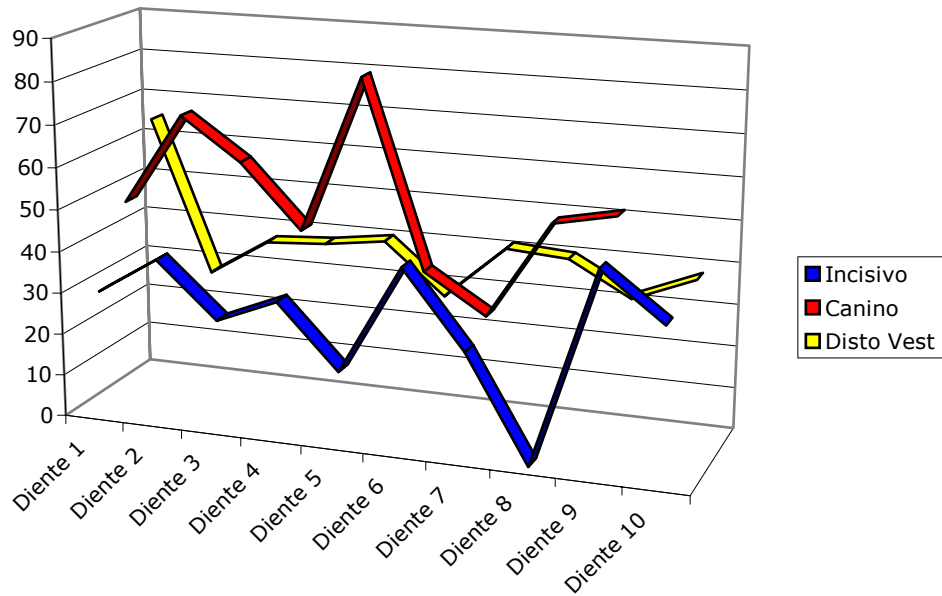
	A_2	B_2	C_2	
S. aureus	17	50	25	
	27	47	19	
	16	31	30	
	9	54	41	
	15	61	29	
	21	59	45	
	0	36	21	
	5	52	19	
	2	37	31	
	0	20	35	
E. coli	21	52	23	
	30	45	21	
	19	40	32	
	10	60	37	
	17	65	27	
	23	48	51	
	20	40	20	
	9	55	17	
	8	39	33	
	4	31	36	
S. vIridans	20	50	27	
	32	49	25	
	16	33	27	
	0	53	33	
	12	69	21	
	20	52	50	
	15	39	22	
	11	49	20	
	5	41	35	
	2	28	30	
	30	30	30	TOTAL
	13.53	44.60	29.40	PROMEDIO
	8.97	12.17	9.06	DESV. EST.

En todos los casos la cantidad de colonias fue menor que las del inóculo. Puede graficarse una comparación de los distintos grupos dentarios con cada uno de los tratamientos, apareciendo los caninos superiores como la pieza dentaria peor desinfectada por encima de las raíces disto vestibulares de los primeros molares superiores y de los incisivos centrales superiores.



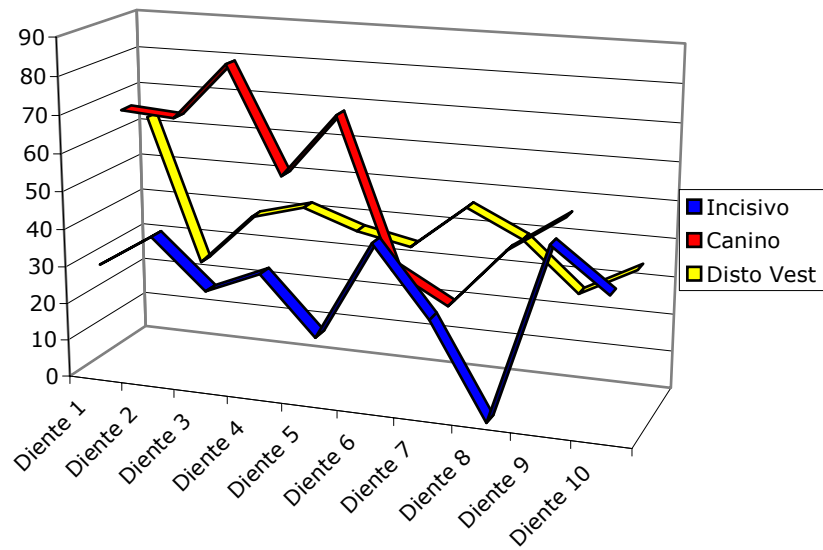
Solución fisiológica estéril *Staphylococcus aureus* (colonias supervivientes) *

** a efectos de lograr una mejor apreciación visual no fue incluida la muestra contaminada del grupo B_1 (canino superior)*



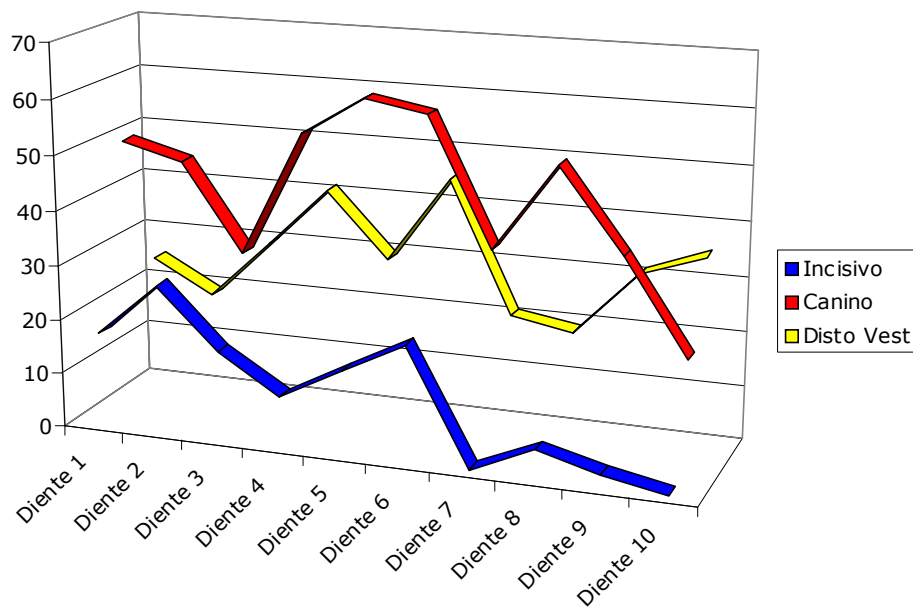
Solución fisiológica estéril *Escherichia coli* (colonias supervivientes) *

** a efectos de lograr una mejor apreciación visual no fue incluida la muestra contaminada del grupo B_1 (canino superior)*

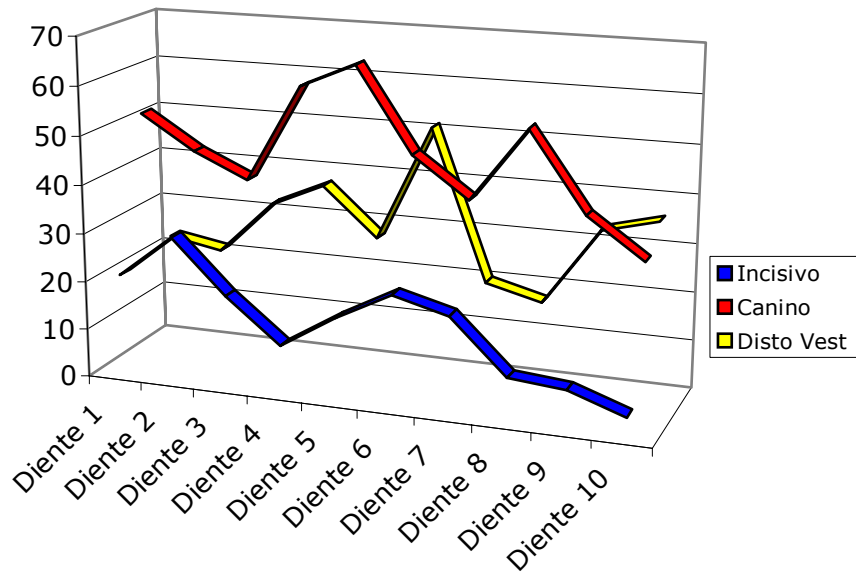


Solución fisiológica estéril Streptococcus viridans (colonias supervivientes) *

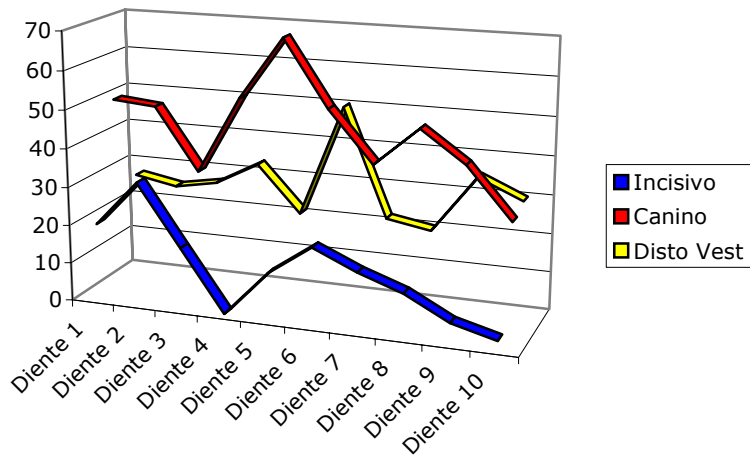
* a efectos de lograr una mejor apreciación visual no fue incluida la muestra contaminada del grupo B_1 (canino superior)



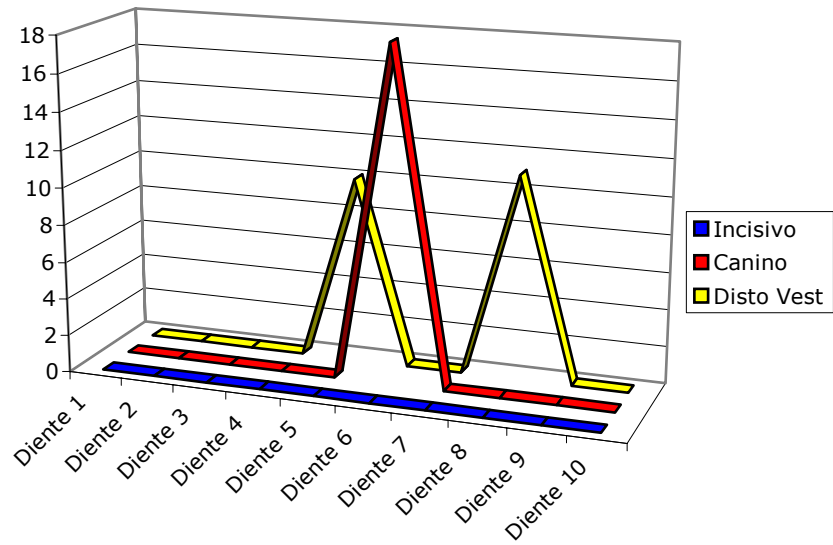
Solución fisiológica estéril + ultrasonido Staphylococcus aureus (colonias supervivientes)



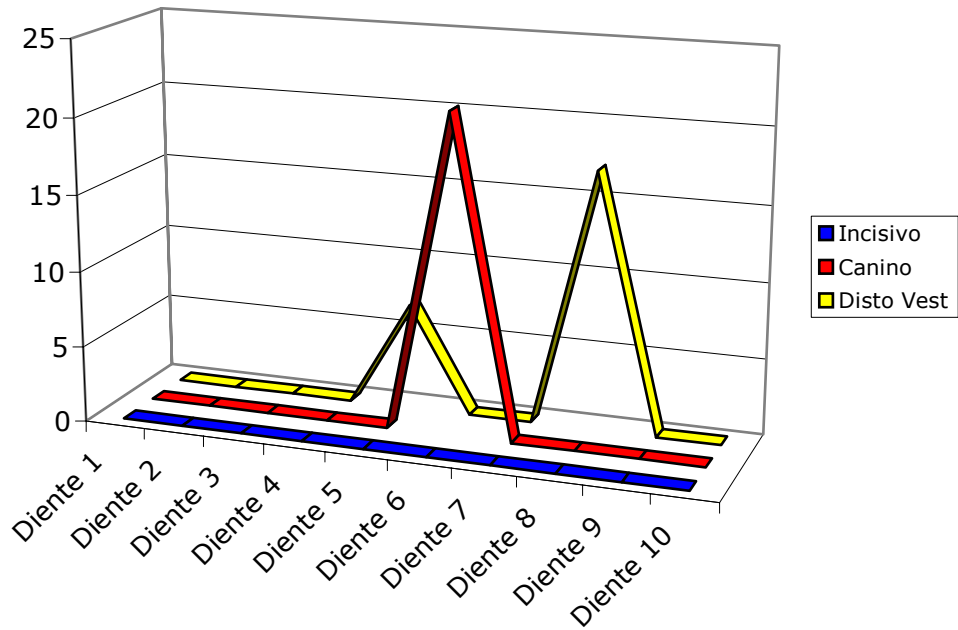
Solución fisiológica estéril + ultrasonido Escherichia coli (colonias supervivientes)



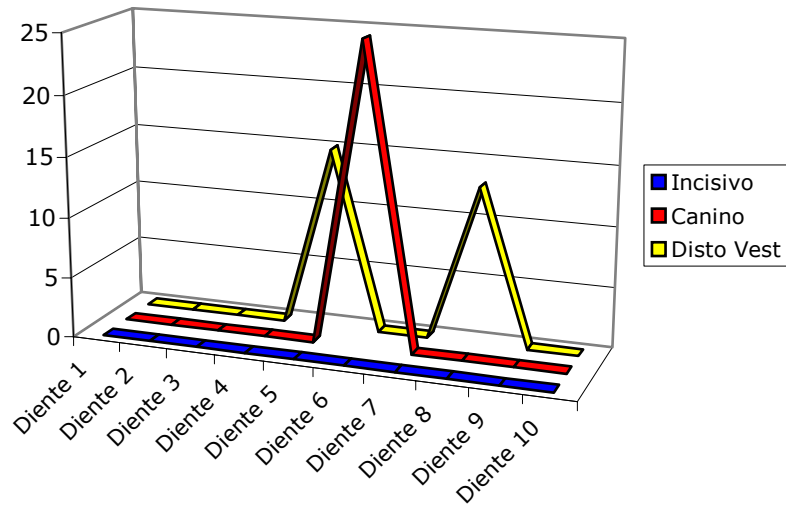
Solución fisiológica estéril + ultrasonido Streptococcus viridans (colonias supervivientes)



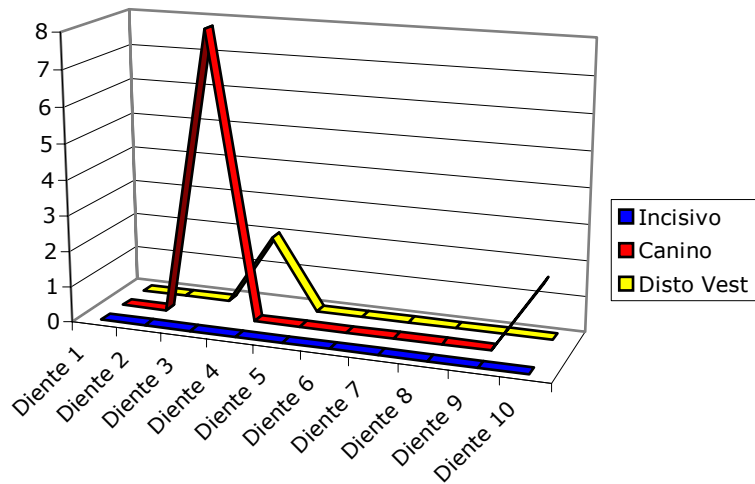
Hipoclorito de Sodio Staphylococcus aureus (colonias supervivientes)



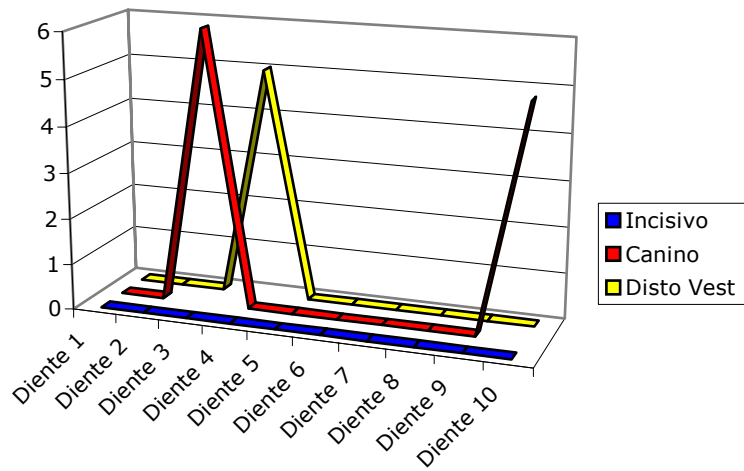
Hipoclorito de Sodio Escherichia coli (colonias supervivientes)



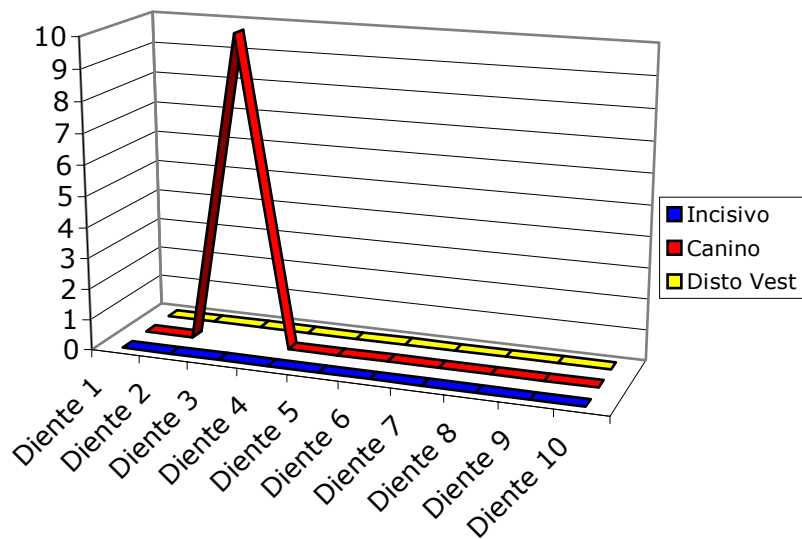
Hipoclorito de Sodio Streptococcus viridans (colonias supervivientes)



Hipoclorito de Sodio + ultrasonido Staphylococcus aureus (colonias supervivientes)



Hipoclorito de Sodio + ultrasonido Escherichia coli (colonias supervivientes)



Hipoclorito de Sodio + ultrasonido Streptococcus viridans (colonias supervivientes)

Análisis Estadístico

Se utilizó para el análisis el test chi cuadrado con un nivel de significación del 1 % ($p=0,01$)

Irrigación con Solución Fisiológica Estéril.

De acuerdo a la similitud de valores observados para cada uno de los microorganismos y a la aplicación del test la proporción de contaminados con las tres bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Streptococcus viridans*) puede decirse que es la misma, por lo que pueden analizarse como un todo.

El verdadero porcentaje de contaminados, con un nivel de confianza del 95% se detalla a continuación.

Porcentaje contaminados Sub Grupos A_1, B_1 y C_1

Pieza Dentaria	Porcentaje de Contaminados
Incisivo Central Superior (A_1)	16,85 - 18,85
Canino Superior (B_1)	26,88 - 29,32
Raíz Distal Primer Molar Superior (C_1)	20,66 - 22,86

Las pruebas de comparación de proporciones de contaminados entre Incisivos y Caninos, Incisivos y Raíces Distales de los Primeros Molares fueron estadísticamente significativas ($p=0,01$), de lo que se desprende que el porcentaje mayor de contaminados lo podemos asignar a los Caninos, luego a la Raíces Distales de los Primeros Molares, y por último a los Incisivos.

Irrigación con Solución Fisiológica Estéril activada ultrasónicamente.

Para los Incisivos el test chi cuadrado nos conduce a rechazar la igualdad de proporciones de desinfectados al analizar cada una de las tres bacterias, por lo que deben construirse porcentajes de infectados para cada una de las bacterias, con un intervalo de confianza del 95 %. (Tabla VI)

Porcentaje contaminados Sub Grupo A_2, Incisivo con irrigación de Solución Fisiológica + ultrasonido

Bacteria del inóculo	Porcentaje de Contaminados
<i>Staphylococcus aureus</i>	5,04 - 7,40
<i>Escherichia coli</i>	7,6 - 10,2
<i>Streptococcus viridans</i>	6,17 - 8,59

Al analizar los resultados de los Caninos y las Raíces Distales de los Primeros Molares Superiores puede considerarse el mismo porcentaje de desinfectados

para las tres bacterias del inóculo al realizar el test de chi cuadrado. El verdadero valor del porcentaje de contaminados de estas piezas dentarias es el que aparece aquí.

Porcentaje contaminados Sub Grupos B_2 y C_2

Pieza Dentaria	Porcentaje de contaminados
Canino Superior (B_2)	24,47% - 26,80%
Raíz Distal del Primer Molar Superior (C_2)	14,79% - 18,21%

El test chi cuadrado para la proporción de desinfectados con las tres bacterias para Caninos y Raíces Distales de los Primeros Molares es estadísticamente significativo ($p=0,01$) lo que nos conduce a decir que la proporción de contaminados en Caninos es mayor que en Raíces Distales de los Primeros Molares, similar deducción puede inferirse de la comparación de los Caninos con cada una de las tres bacterias analizadas en los Incisivos Centrales.

Comparación de los Sub Grupos irrigados con solución fisiológica

Al realizar pruebas de homogeneidad de proporciones para comparar los resultados de los Sub Grupos A_1, B_1, C_1 y A_2, B_2, C_2 (piezas dentarias irrigadas con solución fisiológica estéril sin y con activación ultrasónica) considerando las tres bacterias del inóculo muestran resultados estadísticamente significativos ($p=0,01$), siendo mayores las proporciones de sobrevida bacteriana en los Sub Grupos A_1, B_1 y C_1 (Solución Fisiológica Estéril) que en los Sub Grupos A_2, B_2 y C_2 (Solución Fisiológica Estéril + ultrasonido).

Solución irrigadora Hipoclorito de Sodio

En los grupos irrigados con hipoclorito de sodio con o sin activación ultrasónica, dada la baja cantidad de colonias supervivientes para poder realizar un análisis estadístico, debe evaluarse el grado de desinfección obtenido con el tratamiento para una proporción de desinfección del 99 %.

El cálculo del porcentaje de desinfección del total de piezas dentarias irrigadas con Hipoclorito de Sodio se grafica en la tabla.

Porcentaje de desinfección, irrigación con Hipoclorito de Sodio

Pieza Dentaria	Porcentaje de Desinfección
Incisivo Central Superior (A_3)	33,61
Canino Superior (B_3)	33,34
Raíz Distal Primer Molar Superior (C_3)	33,05

De la comparación de los porcentajes de desinfección surge que los valores de desinfección son menores para el Canino Superior (B_3) y la Raíz Disto Vestibular del Primer Molar Superior (C_3) que para el Incisivo Superior (A_3)

Solución irrigadora Hipoclorito de Sodio + ultrasonido

El test aplicado no da resultados estadísticamente significativos ($p=0,01$), entre las piezas dentarias de diferente anatomía, para una proporción de desinfección superior al 99%.

El cálculo del porcentaje de desinfección del total de piezas dentarias se grafica en esta última tabla.

Porcentaje de desinfección Hipoclorito de Sodio + ultrasonido

Pieza Dentaria	Porcentaje de Desinfección
Incisivo Central Superior (A_4)	33,33
Canino Superior (B_4)	33,33
Raíz Distal Primer Molar Superior (C_4)	33,33

Comparación de los Sub Grupos irrigados con hipoclorito de sodio

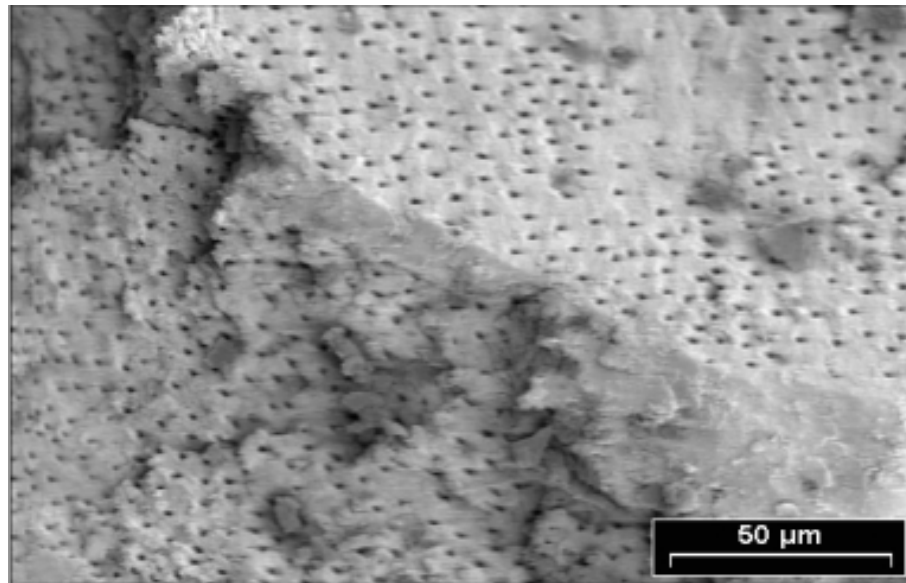
Al comparar los resultados de los Sub Grupos A.3, B.3, C.3 y A.4, B.4, C.4 (piezas dentarias irrigadas con hipoclorito de sodio sin y con activación ultrasónica), puede decirse que los Sub Grupos A.3, B.3 y C.3 (Hipoclorito de Sodio) presentaron un porcentaje de desinfección menor que los Sub Grupos A.4, B.4 y C.4 (Hipoclorito de Sodio + ultrasonido).

Análisis cualitativo (Microscopía Electrónica de Barrido)

El análisis del estudio con Microscopía Electrónica de Barrido (M.E.B.) de los diferentes grupos de este estudio, sólo puede hacerse en forma cualitativa, ya que no puede estandarizarse un método que pueda repetirse para lograr imágenes de la misma zona en todas las piezas dentarias, debido a la variabilidad de tamaño y forma de las piezas dentarias que componen la muestra y a lo sensible que es la técnica de la microscopía electrónica. Además no puede cuantificarse la cantidad de microorganismos debido a que durante la fijación de las muestras y la manipulación necesaria para la preparación de las mismas (punto crítico, metalización) puede haber modificaciones en las mismas.

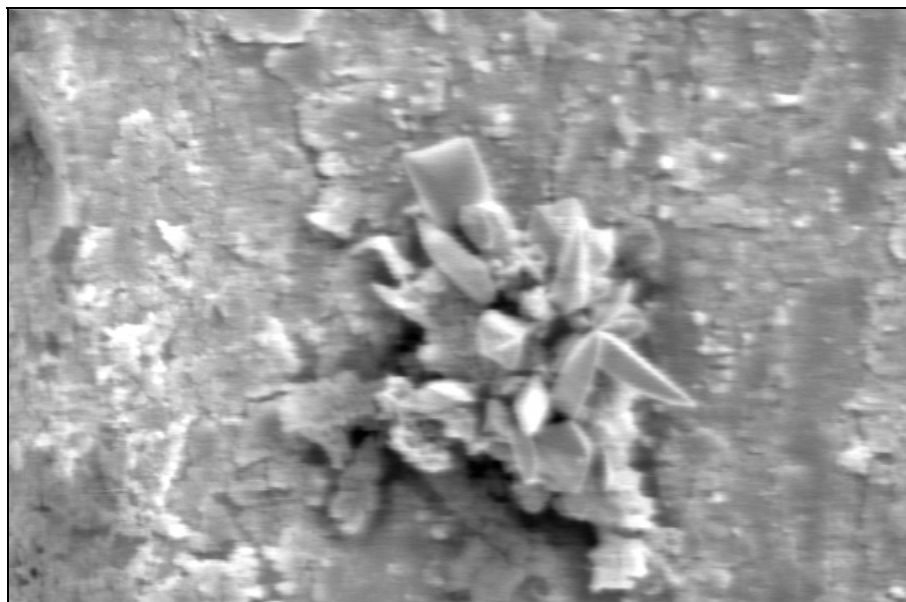
En todas las muestras, una de cada uno de los sub grupos, se observó la compactación de barro dentinario en las paredes del conducto radicular, en mayor o menor medida. La pieza dentaria que presenta una superficie aparentemente más limpia es el incisivo central superior irrigado con hipoclorito de sodio, aunque debe destacarse que la imagen del tercio medio es una digitalización de la microscopía electrónica de barrido hecha a menor

aumento que el resto de las fotomicrográficas, lo que puede dar una falsa imagen de mayor limpieza.



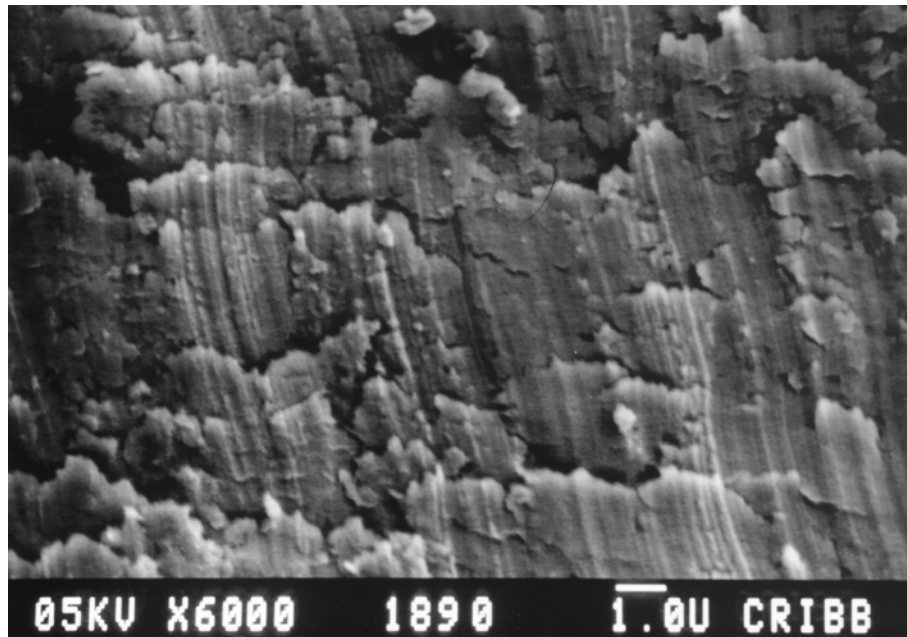
Digitalización tercio medio incisivo irrigado con hipoclorito de sodio

En la digitalización del tercio apical del canino superior irrigado con hipoclorito de sodio se observó un cristal de cloruro de sodio en la entrada de un conductillo dentinario.



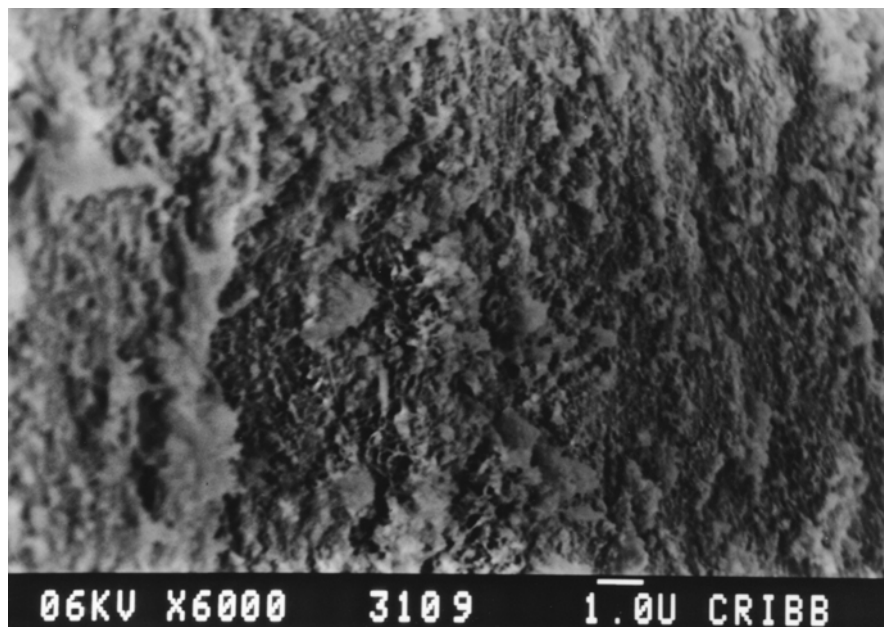
Digitalización tercio apical canino superior irrigado con hipoclorito de sodio. Cristal de cloruro de sodio.

En el tercio medio de la raíz disto vestibular del primer molar superior se pudo apreciar la huella dejada por la fresa Gates Glidden en el barro dentinario compactado.

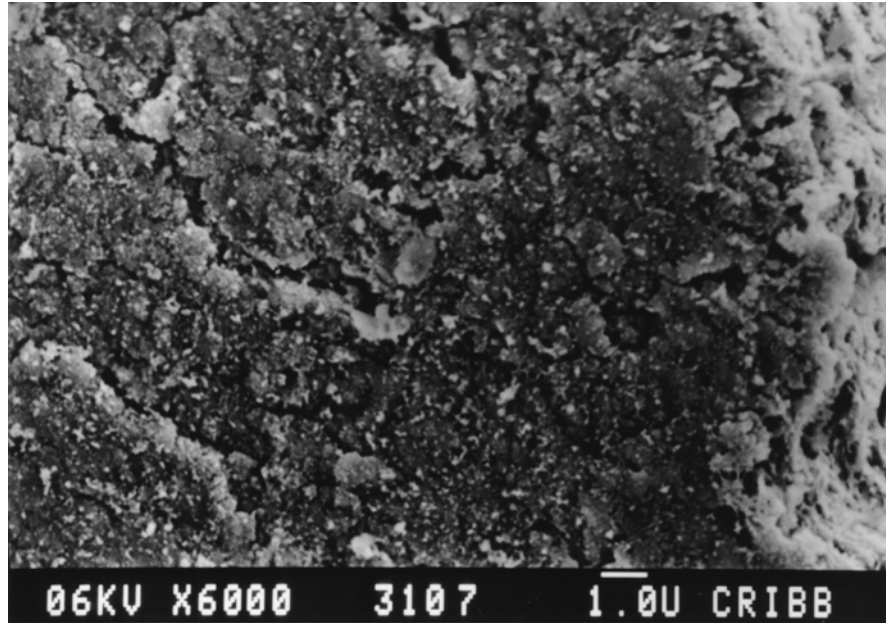


Microscopía Electrónica de Barrido de raíz disto vestibular, primer molar superior, tercio medio. Se observan las huellas del instrumental rotatorio en las paredes del conducto.

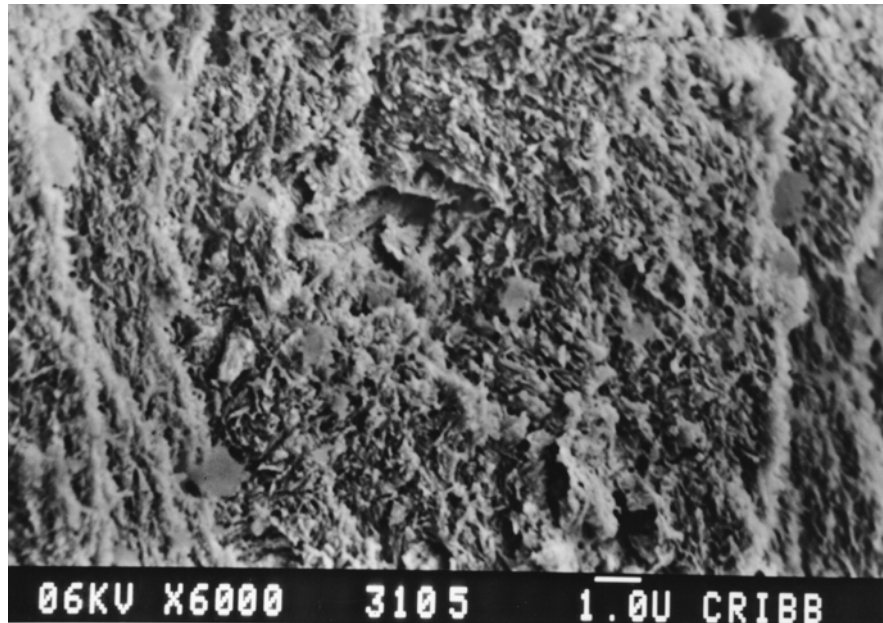
Comparativamente, el barro dentinario observado en los tercios coronarios de todas las piezas dentarias irrigadas con hipoclorito de sodio y activación ultrasónica aparenta ser de menor espesor que en el resto de las muestras.



Microscopía Electrónica de Barrido tercio coronario incisivo central superior, solución irrigadora hipoclorito de sodio + ultrasonido. Las partículas de barro dentinario son más pequeñas lo que da un aspecto de menor espesor.

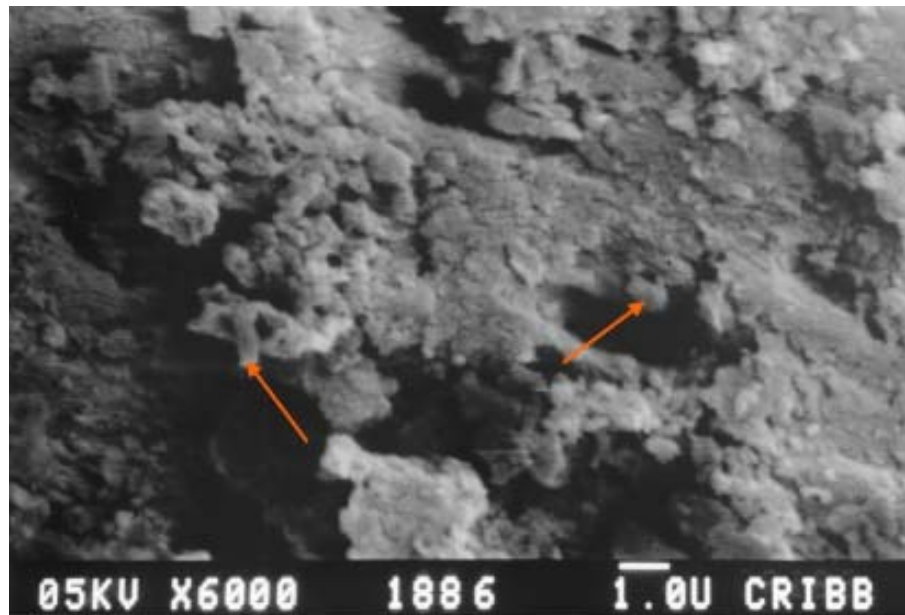


M.E.B. de canino superior, tercio coronario. Irrigación hipoclorito + ultrasonido. Barro dentinario de partículas pequeñas.

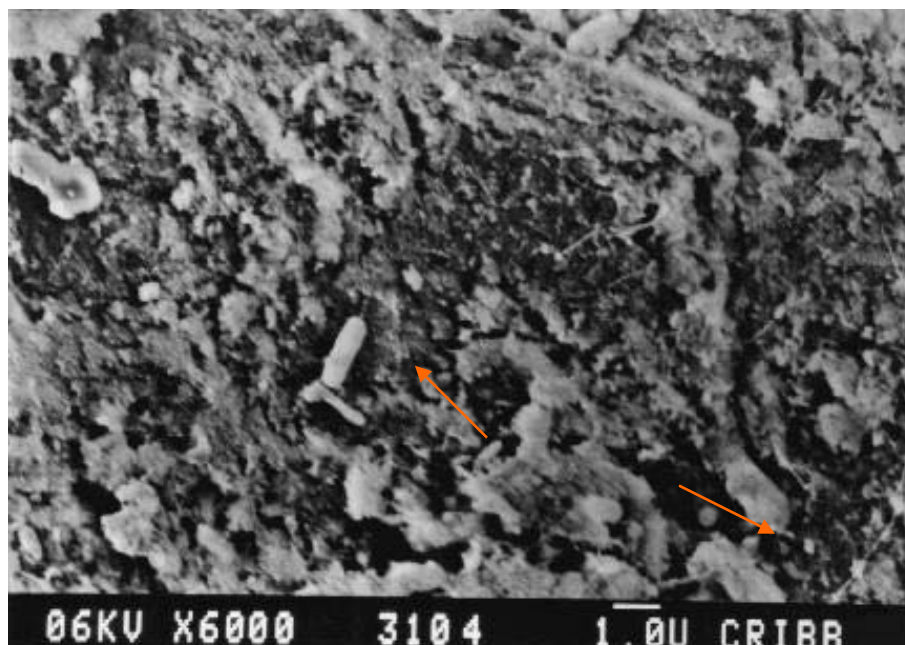


M.E.B. de raíz disto vestibular primer molar superior, tercio coronario. Hipoclorito de sodio + ultrasonido.

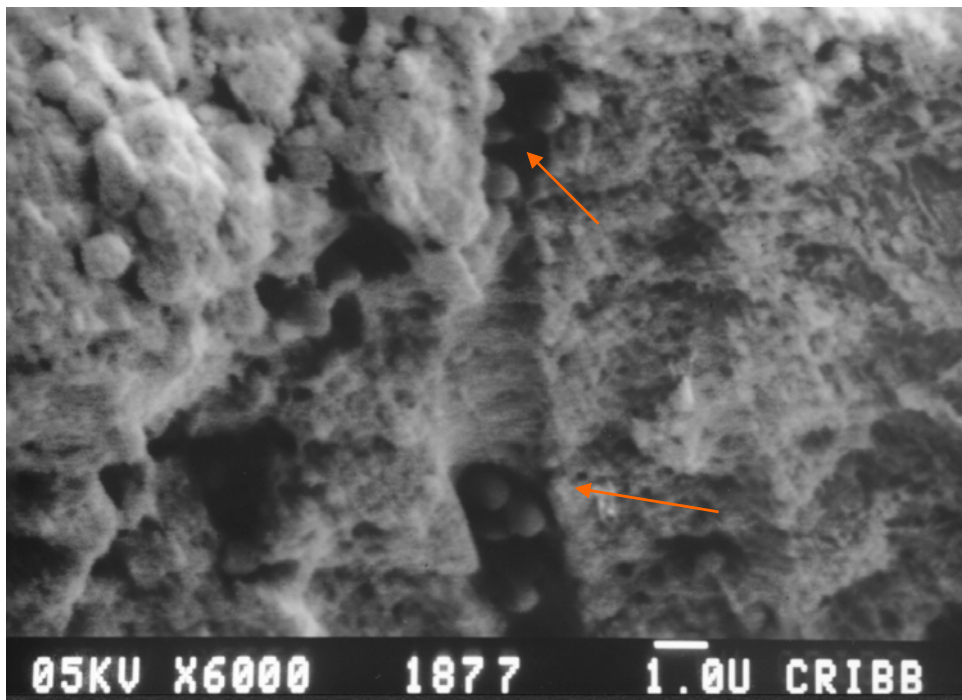
En el tercio apical de todas las piezas dentarias irrigadas con solución fisiológica estéril, con o sin el uso de ultrasonido, se observó la presencia de microorganismos.



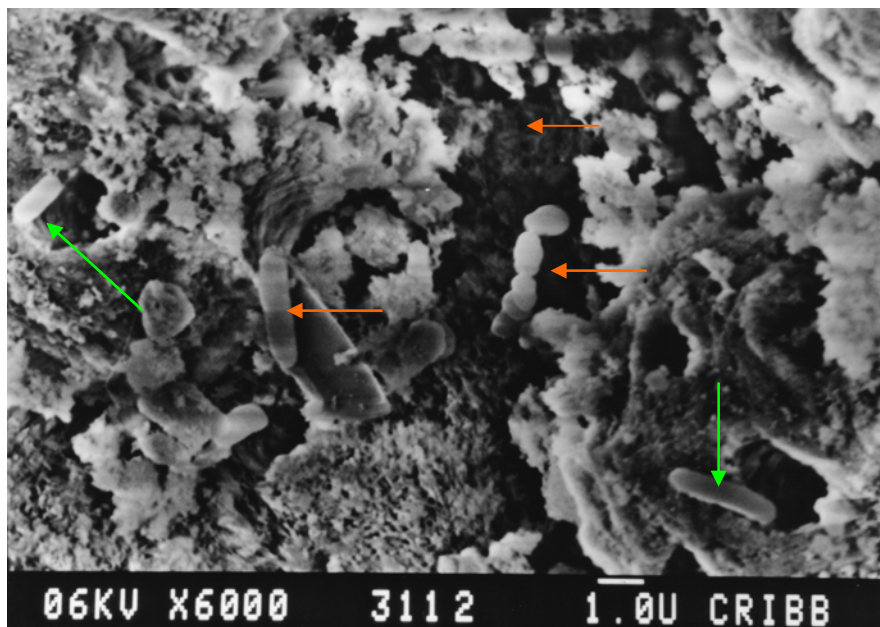
Microscopía Electrónica de Barrido Incisivo Central Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril. Las flechas blancas señalan algunos microorganismos.



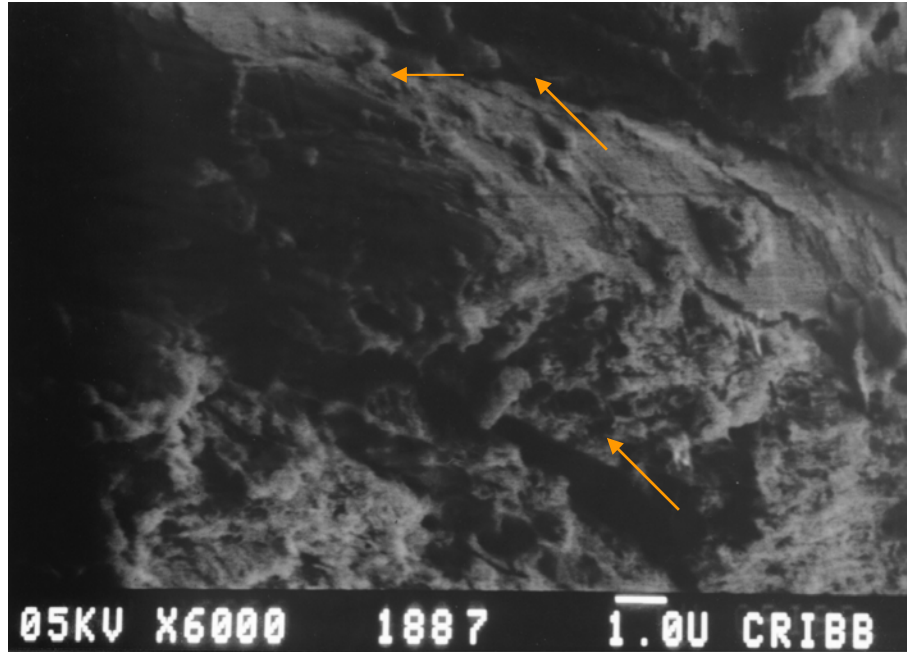
Incisivo Central Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril + ultrasonido. Las flechas señalan algunos microorganismos.



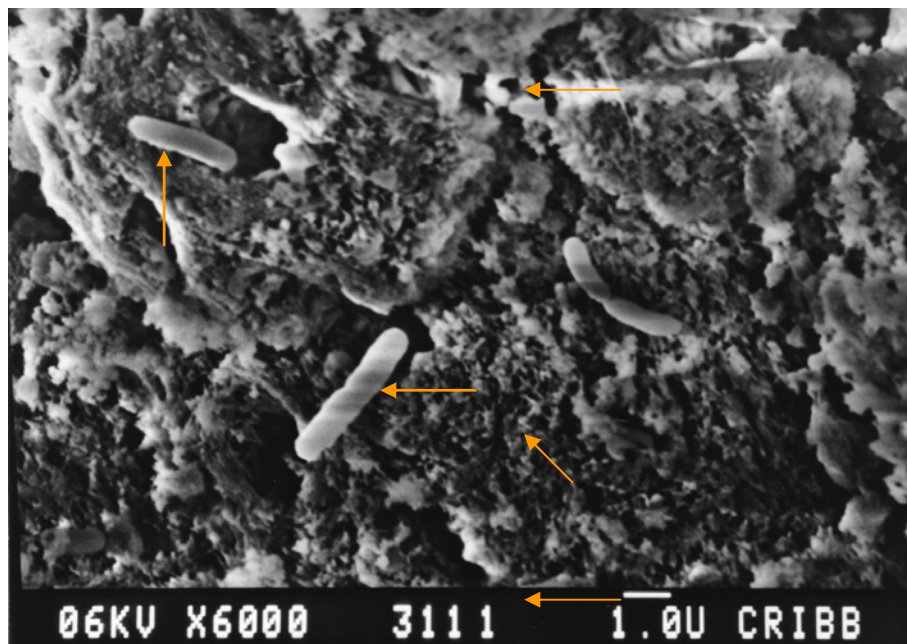
M.E.B. Canino Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril. Las flechas señalan algunos microorganismos



Microscopía Electrónica de Barrido Canino Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril + ultrasonido. Las flechas blancas muestran algunos microorganismos, las rojas indican microorganismos en la entrada de conductillos dentinarios.



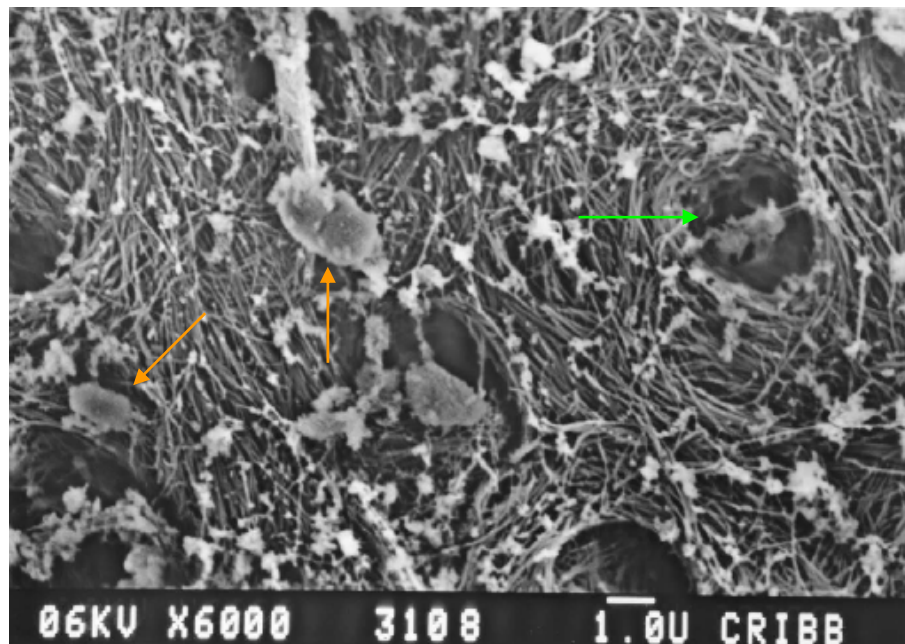
M.E.B. raíz disto vestibular Primer Molar Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril. Las flechas señalan algunos microorganismos.



M.E.B. raíz disto vestibular Primer Molar Superior, tercio apical. Irrigación con solución fisiológica estéril + ultrasonido. Las flechas señalan algunos microorganismos.

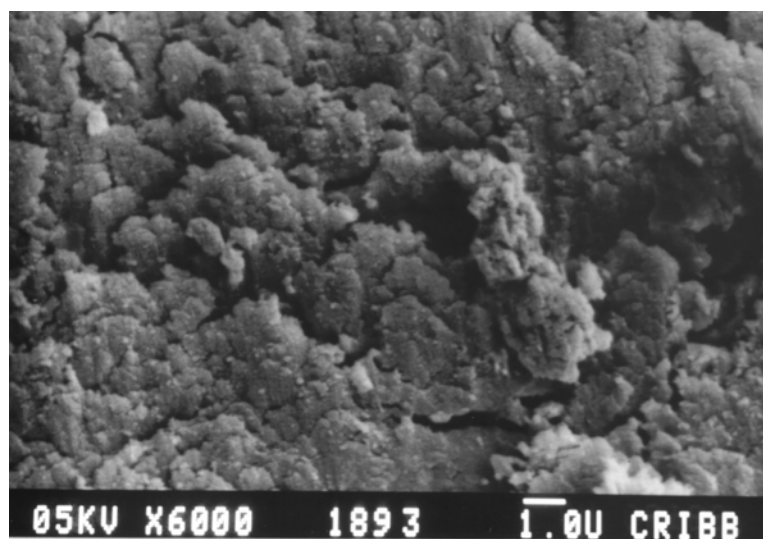
En el tercio medio del canino superior irrigado con solución fisiológica y agitación ultrasónica se pudo observar una zona del conducto en la cual existían restos pulpaes y fibras no calcificadas de predentina con microorganismos alrededor de los túbulos dentinarios, lo que permite pensar que esta zona no fue alcanzada por la preparación realizada. La observación

fue, probablemente, posible debido a la acción de las ondas ultrasónicas que permitieron el desprendimiento del barro dentinario a ese nivel.

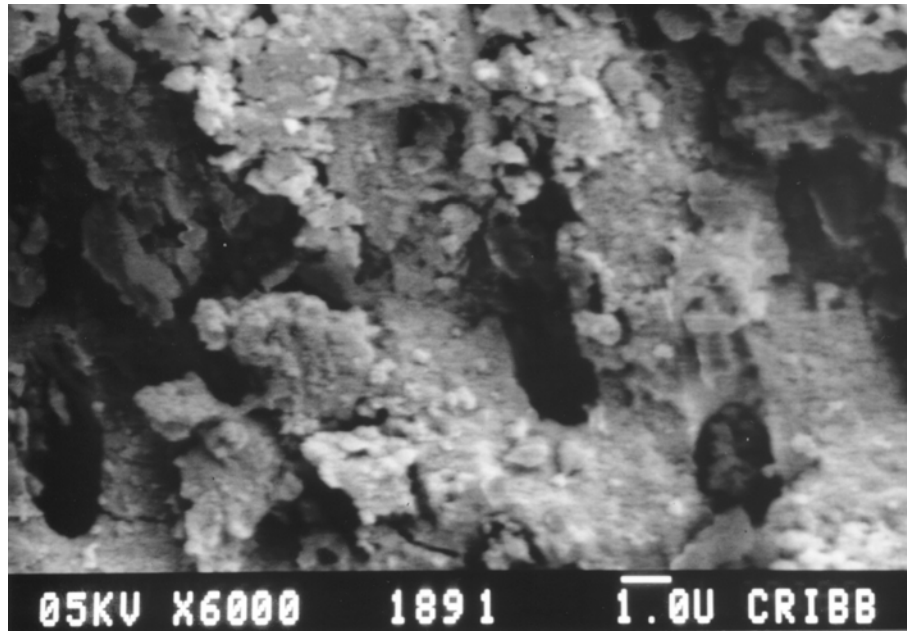


Microscopía Electrónica de Barrido Canino Superior, tercio medio. Irrigado con solución fisiológica estéril + ultrasonido. Se observan fibras no calcificadas de predentina. Las flechas blancas muestran microorganismos. La flecha roja señala un conductillo dentinario con restos pulpares en su interior.

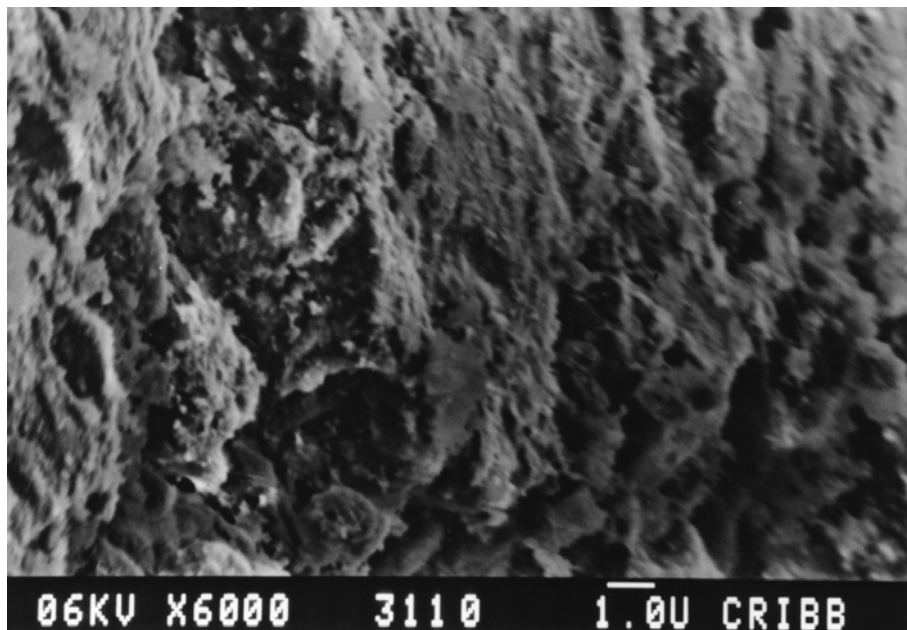
De las piezas dentarias irrigadas con hipoclorito de sodio, la raíz disto vestibular del primer molar superior y el incisivo central superior aparentan ser las que presentan mayor compactación de barro dentinario en el tercio coronario; probablemente debido a que el canino superior tiene un diámetro mayor en el tercio coronario que el resto de las piezas dentarias evaluadas lo que hace que la fresa Gates Glidden no contacte a ese nivel con todas las paredes del conducto radicular.



M.E.B. Incisivo Central Superior, tercio coronario. Irrigación hipoclorito de sodio. Las partículas de barro dentinario de mayor tamaño le dan el aspecto de mayor espesor. Gran compactación de barro dentinario.



Microscopía Electrónica de Barrido Canino Superior, tercio coronario. Irrigación hipoclorito de sodio. Menor compactación de barro dentinario, probablemente porque el instrumento no "tocó" todas las paredes.



M.E.B. Raíz Distal Primer Molar Superior, tercio coronario. Irrigación hipoclorito de sodio. Paredes tapizadas de barro dentinario.

VI - DISCUSIÓN

La limpieza de los conductos radiculares es un aspecto de la instrumentación difícil de cuantificar. El éxito de la obturación es atribuido a un adecuado, no absoluto, debridamiento.⁽⁹¹⁾

Al analizar los resultados surge que el hipoclorito de sodio es una excelente solución irrigadora para el tratamiento endodóntico, lo cual es una evidencia compartida por la totalidad de los autores que lo evaluaron de diferentes formas.^(38,43-48,92)

Considerando los resultados hallados en los diferentes grupos de estudio (según anatomía topográfica), puede decirse que los caninos superiores son, dentro de las piezas dentarias evaluadas, los que presentaron mayor dificultad para su desinfección con las técnicas propuestas. (Gráficos 1 al 12).

Esto se debe a la complejidad de la cavidad pulpar que presentan estas piezas dentarias, descritas por autores como Pucci y Pagano.^(59,93)

Además, las dificultades topográficas se evidenciaron en las secciones longitudinales de las raíces utilizadas en este estudio, las que pusieron de manifiesto las anfractuosidades, depresiones y elevaciones que presenta el conducto radicular al corte vestíbulo palatino.

Esto coincide con lo descrito por Gani, quien dice que "el canino superior presenta con mucha frecuencia en el tercio medio mayor amplitud que en el tercio coronario" y recomienda que la cavidad de apertura debe tener una mayor extensión en sentido vestíbulo palatino.⁽⁹⁴⁾

Puede inferirse también, que debido a la estrechez de la cámara pulpar del canino superior en su parte incisal, muchas veces las cavidades de acceso tienen una extensión inadecuada lo que provoca que los instrumentos no contacten en la totalidad de las paredes del conducto.

Pese a una superficie radicular externa aparentemente simple, el interior del conducto radicular puede presentar los hallazgos descritos que dificultan el acceso del instrumental. Esto concuerda con lo descrito por Gani y Visvisian en un estudio realizado sobre el primer molar superior, quienes dicen que a pesar de la indudable correlación de la forma del conducto con la forma de la raíz, esta asociación no siempre es vista en todos los casos clínicos.⁽⁹⁵⁾

Se observó, mediante Microscopía Electrónica de Barrido, en el tercio medio del conducto remanentes pulpaes y fibras no calcificadas de predentina con microorganismos circundando los túbulos dentinarios al utilizar solución fisiológica como irrigante.

Este hallazgo puede ser consecuencia de las irregularidades topográficas del canino superior que presenta un conducto, al corte transversal, con un eje mayor vestibulo palatino; esto coincide con lo descrito por Ulfohn y colaboradores quienes concluyen que la preparación quirúrgica en conductos aplanados deja amplias zonas del conducto sin instrumentar al evaluar la presencia de barro dentinario en molares superiores e inferiores.⁽⁶¹⁾

Debe considerarse que el uso de instrumental rotatorio, de corte transversal circular, hace que no todas las paredes del conducto, de corte transversal oval, sean "tocadas" por el mismo.

Peters y Barbakow (96) describen áreas sin preparar en conductos mesiales de molares inferiores, sin importar el instrumental rotatorio utilizado. Ellos observan estas zonas sólo en el tercio coronario del conducto radicular aunque esto es lógico debido a las diferencias que existen en el tamaño de los conductos radiculares de caninos superiores y molares inferiores.

La raíz distovestibular del primer molar superior no presentó grandes dificultades en su desinfección; el índice de curvatura de la raíz, porcentualmente poco frecuente, puede representar un obstáculo.

Además, según lo descrito por Gani y Visvisian, esta raíz muestra poco o ningún cambio con la edad, aunque su preparación no es tan simple como parece por el riesgo de modificar el diámetro del ápice por un ensanchamiento excesivo.⁽⁹⁵⁾

En coincidencia con Mc Comb y colaboradores,⁽⁹⁷⁾ y Baumgartner y colaboradores⁽⁹⁸⁾ hemos encontrado, mediante microscopía electrónica de barrido, compactación de barro dentinario en mayor o menor grado en las paredes de los conductos.

Además pudimos observar que con la técnica corono apical se produjo una mayor compactación de detritus en el tercio coronario del conducto favorecida, probablemente, por el avance del instrumento, hallazgos que coinciden con los de Heard y Walton⁽⁷⁶⁾ cuando compararon diferentes técnicas de preparación quirúrgica.

La acción de los irrigantes puede ser alterada por el instrumento y el tipo de movimiento usado durante la instrumentación. Según lo propuesto por Tatsuta y colaboradores⁽⁹⁹⁾, el instrumental rotatorio puede acentuar el efecto de impactación de detritus mineralizados y no mineralizados en los túbulos dentinarios, produciendo un barro dentinario con inclusiones de dentina en el interior de los túbulos que podrían ser más difíciles de remover químicamente.

La conducta a seguir con este barro dentinario dependerá de la filosofía que se siga en el tratamiento endodóntico; aunque, siguiendo a Haapasalo y colaboradores,⁽¹⁰⁰⁾ por un lado sería deseable la remoción de este barro

dentinario para permitir que el hipoclorito de sodio penetre en los túbulos dentinarios y ejerza su acción bactericida; pero, por otro, también es cierto como proponen Drake y colaboradores ⁽¹⁰¹⁾ que éste barro dentinario "tapone" los conductillos dentinarios y por ende prevenga la reinfección de conductos apropiadamente desinfectados.

Comprobamos además, una mayor limpieza en las paredes de los conductos al utilizar el hipoclorito de sodio como solución irrigadora, lo que muestra sus propiedades como "limpiador" químico, en concordancia con los resultados de Berutti y colaboradores;⁽¹⁰²⁾ y Gambarini ⁽¹⁰³⁾ quienes demostraron que el hipoclorito de sodio remueve el barro dentinario aunque no completamente.

Algunos estudios sugieren que el uso del ultrasonido en endodoncia contribuye a la remoción del barro dentinario en forma más efectiva,^(49,50,53,55) mientras otros encuentran que el ultrasonido tiene un mínimo efecto en este sentido.^(52,104,105)

Al realizar un análisis cualitativo de las imágenes obtenidas por Microscopía Electrónica de Barrido podríamos inferir que, al activar ultrasónicamente la solución irrigadora, el barro dentinario de la superficie de los conductos tendría un espesor menor que cuando no se utiliza el ultrasonido; datos que se aproximan a los hallazgos de Ciucchi y colaboradores⁽¹⁰⁴⁾ quienes describen que solamente el 27 % de las superficies observadas en su estudio se encuentran libres de barro dentinario en el tercio medio radicular.

En el mismo sentido, Barbakow y colaboradores encontraron cantidades de barro dentinario significativamente menores en los especímenes tratados con ultrasonido.⁽¹⁰⁶⁾

Este aparente cambio en el barro dentinario podría deberse, en los grupos en los que se utilizó hipoclorito de sodio como solución irrigadora, a la disminución del contenido orgánico del mismo (que se cree que está compuesto por partículas de tejidos calcificados con material orgánico tal como tejido pulpar, bacterias y subproductos sanguíneos),⁽¹⁰⁷⁾ probablemente debido a que la activación ultrasónica permite la llegada de la solución irrigadora a áreas no instrumentadas y contribuye a un mejor debridamiento de conductos constrictos o complejos, de acuerdo a Baumgartner y colaboradores.⁽⁹⁸⁾

En nuestro estudio observamos que la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio al 5 % mejora los porcentajes de desinfección de modo que, aunque hay microorganismos vivos, no hay diferencias estadísticamente significativas ($p=0,01$) entre las diferentes anatomías topográficas estudiadas.

También al activar ultrasónicamente la solución fisiológica estéril, la supervivencia de los microorganismos fue menor. Es decir que el uso de ultrasonido como coadyuvante en conductos radiculares infectados ayuda a mejorar la desinfección de los mismos, lo que coincide con lo descrito por Walmsley y colaboradores.⁽¹⁰⁸⁾

La menor sobrevida bacteriana comprobada cuando utilizamos la activación ultrasónica de la solución fisiológica estéril, puede ser resultado de su acción destructiva sobre la membrana celular de los microorganismos.⁽¹⁰⁸⁾

Debe considerarse, como lo proponen Jensen y colaboradores,⁽¹⁰⁹⁾ que una variable difícil de controlar en estudios de la acción ultrasónica de este tipo, es el tamaño del conducto que puede influenciar la incidencia de la acción del instrumento ultrasónico y la eficacia del mismo en el debridamiento. Aunque se intente un criterio de selección designado para obtener conductos de similar morfología, hay una considerable variación en el tamaño final de cada conducto.

VII - CONCLUSIONES

La metodología propuesta ha demostrado su utilidad para la evaluación del grado de desinfección del sistema de conductos radiculares, pero es engorroso sobre todo en el manejo de raíces de tamaño pequeño, como la distal del primer molar superior, y requiere entrenamiento previo del operador.

La microscopía electrónica de barrido es útil para una evaluación cualitativa de la limpieza, aunque ésta no pueda correlacionarse con la desinfección, debido a que la presencia de barro dentinario no removido puede ocultar microorganismos subyacentes interpuestos entre éste y la pared del conducto.

El hipoclorito de sodio al 5 % demostró ser, pese a su relativa efectividad, una excelente solución irrigadora para la desinfección del sistema de conductos radiculares. Por lo tanto, su empleo como irrigación bactericida es recomendable como complemento indispensable de la preparación mecánica de los conductos radiculares infectados, más aún cuando se lo compara con la solución fisiológica estéril.

En nuestro estudio se observó que la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio aumenta su acción antiséptica, posiblemente porque permite una mayor penetración en las intrincadas anfractuosidades de la anatomía topográfica. Igualmente, al activar ultrasónicamente la solución fisiológica estéril, la sobrevida bacteriana fue menor. Por esto, debe considerarse al ultrasonido un valioso coadyuvante para la desinfección endodóntica.

Merece atención especial la presencia de barro dentinario, debido a que si no es eliminado totalmente, será necesario neutralizarlo para disminuir la posibilidad reinfecante de microorganismos que queden atrapados en su interior, o entre él y las paredes del conducto, donde podrían encontrar substratos suficientes para su sobrevida.

La eficacia de la desinfección en la terapia endodóntica está íntimamente relacionada con la anatomía topográfica, debido a que a mayor complejidad anatómica, mayor dificultad para la llegada de los instrumentos y de las soluciones irrigadoras a la totalidad de las paredes y accidentes topográficos del conducto radicular.

El conocimiento minucioso de la anatomía endodóntica debe recrearse como punto de partida fundamental para el tratamiento de las afecciones pulpares. Es indispensable tenerla en cuenta, al elegir el instrumental y la técnica para desinfectar y conformar el sistema de conductos radiculares infectados.

La variabilidad anatómica hace que cada tratamiento deba ser planificado individualmente, e implica que no existen técnicas ni instrumental infalibles que garanticen, en todos los casos, la conformación y desinfección del sistema de conductos radiculares.

VIII | BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ingle J.I., Taintor J. Endodoncia. 3º Edición. Editorial Interamericana, 1987:574.
- (2) Ingle J.I., Bakland L.K. Endodoncia. 4º Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 1998:187.
- (3) Miller W.D. An introduction in the study of the bacteriopathology of the dental pulp. Dental Cosmos, 36:505, 1894. Citado en Endodoncia, 4º Edición, Ingle J.I., Bakland L.K. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 1998:638.
- (4) Burket LW. Recent studies relating to periapical infection, including data obtained from human cecropsy studies. J Am Dent. Assoc 1938; 25:260.
- (5) Grossman LI. Origin of microorganisms in traumatized pulpless sound teeth. J Dent Res 1967; 46:551.
- (6) Melville TH, Birch RH. Root canal and periapical floras of the infected teeth. Oral Surg 1967; 23:93.
- (7) Winkler KC, Van Amerongen J. Bacteriologic results form 4000 root canal cultures. Oral Surg 1959; 12:857.
- (8) Brown LR, Rudolph CE. Isolation and identification of microorganisms form unexposed canals of pulp involved teeth. Oral Surg 1957; 19:1094.
- (9) Kettering J, Torabinejad M, Jones S. Identification of bacteria involved in pathogenesis of human periapical lesions by the ELISA technique. J Endodon 1988; 14:198.
- (10) Keudell Kc. Microorganisms isolated from pulp chambers. J Endodon 1976; 2:146.
- (11) Sundqvist G, Johansson E, Sjogren U. Prevalence of black pigmented bacteroides species in root canal infections. J Endodon 1989; 15:13.
- (12) Wittgrow WC, Sabiston CB. Microorganisms from pulpal chambers of intact teeth with necrotic pulp. J Endodon 1975; 1:168.
- (13) Weine F y Pisano JV. Microbiología en endodoncia, en Terapéutica en Endodoncia. 2º Edición. Editorial Salvat, 1991:629.
- (14) Borssen E., Sundqvist G. Actinomyces of infected root canals. Oral Surg 1981; 51:643.
- (15) Sundqvist G., Reuterving C. Isolation of actinomyces israelii from periapical lesions. J Endodon 1980; 6:602.
- (16) Griffee MB., Patterson SS., Miller CH. The relationship of Bacteroides melaninogenicus to symptoms associated with pulpal necrosis. Oral Surg 1980; 50:457.
- (17) Fish EW. Bone infection. J Amer Dent Ass 1939; 26(5):691. En Leonardo MR, Leal JM, Simoes Filho AP. Endodoncia, Tratamiento de los conductos radiculares. Editorial Médica Panamericana, 1983:37.
- (18) Ingle J.I., Bakland L.K. Endodoncia. 4º Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 1998:187.
- (19) Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. J Endodon 1997; 23:725.
- (20) Siqueira Jr. JF, M de Uzeda. Intra canal Medicaments: Evaluation of the Antibacterial Effects of Chlorhexidine, Metronidazole, and Calcium Hydroxide Associated with Three Vehicles.. J Endodon 1997; 23:167.
- (21) F. Weine. Microbiología en endodoncia, en Terapéutica en Endodoncia. 2º Edición. Editorial Salvat, 1991: 629.

- (22) Kakehashi S., Stanley H., Fitzgerald R. The effect of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg* 1965; 20:340.
- (23) Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J. Endodon* 1992; 18:427.
- (24) Seltzer S, Farber P. Microbiologic factors in endodontology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:634.
- (25) Hoshino E. Predominant obligate anaerobes in human carious dentin. *J Dent Res* 1985; 64:1195.
- (26) Massey WLK, Romberg DM, Hunter N, Hume WR. The association of carious dentin microflora with tissue changes in human pulpitis. *Oral Microbiol Immunol* 1993; 8:30.
- (27) Dougherty WJ, Bae KS, Watkins BJ, Baumgartner JC. Black-pigmented bacteria in coronal and apical segments of infected root canals. *J Endodon* 1998; 24:356.
- (28) Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:522.
- (29) Marsh PD. Host defenses and microbial homeostasis: a role of microbial interactions. *J Dent Res* 1989; 68:1567.
- (30) Nissan R, Segal H, Pashley D, Stevens R, Trowbridge H. Ability of bacterial endotoxin to diffuse through human dentin. *J Endodon* 1995; 21:62.
- (31) Bona CA. Fate of endotoxin in macrophages: biological and ultrastructural aspects. En Kass EH, Wolff SM *Bacterial lipopolysaccharides*. University of Chicago, 1973:66.
- (32) Zavistoski J, Dzink J, Onderdonk A, Bartlett J. Quantitative bacteriology of endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49:171.
- (33) Allard U, Nord CE, Sjöberg L, Strömberg T. Experimental infections with *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sanguis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacteroides fragilis* in the jaws of dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 48:454.
- (34) Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu HJ, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endodon* 1995; 21:70.
- (35) Nair PNR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root filled asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: A long term light and electron microscope follow up study. *J Endodon* 1990; 16:580.
- (36) Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gängler P, Langeland K. Clinical radiographic and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 11:603.
- (37) Leonardo M. R. y Leal J. M. Etapa de "desinfección" del sistema de conductos radiculares. Consideraciones iniciales, agentes antimicrobianos; en *Endodoncia*. Tratamiento de los conductos radiculares. 2º Edición. Editorial Panamericana, 1994.
- (38) Byström A., Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int End J* 1985; 18:35.
- (39) Barbosa SV, Spangberg LSW, Almeida D. Low surface tension calcium hydroxide solution is an effective antiseptic. *Int End J* 1994; 27:6.
- (40) Ingle JJ. y Taintor J. Preparación de cavidades para endodoncia. En *Endodoncia*, 2º Edición. Editorial Interamericana, 1987:169.
- (41) Dakin H.D. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Brit Med J* 1915; 2:318.
- (42) Austin J.H., Taylor H.D. Behaviour of hypochlorite solution in contact with necrotic and normal tissues in vivo. *J Exp Med* 1918;27:624.

- (43) Briseño BM, Wirth R, Hamm G, Standhartinger W. Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *B. M. Endod Dent Traumatol* 1992; 8:6.
- (44) Grossman LI, Meiman B. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc* 1941; 28:223.
- (45) Weine F. Agentes Irrigantes y Quelantes, en *Terapéutica en Endodoncia*. 2º Edición. Editorial Salvat, 1991:360
- (46) Gordon T., Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endodon* 1981; 7:466.
- (47) Mc Comb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J Endodon* 1975; 1:238.
- (48) Senia E.S., Marshall F.J., Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg* 1971;31:96.
- (49) Buchanan L.S. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares; en *Los caminos de la pulpa*. Cohen y Burns. 5º Edición. Editorial Médica Panamericana, 1993:219.
- (50) Fogel HM, Pashley DH. Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endodon* 1990; 16:442.
- (51) Yahya AS, El Deeb ME. Effect of sonic versus ultrasonic instrumentation on canal preparation. *J Endodon* 1989; 15:235.
- (52) Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Acoustic cavitation and its implications an ultrasonic root canal debridement. *J Endodon* 1987; 13:131 (Abstract 14).
- (53) Cameron JA. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endodon* 1983; 9:289.
- (54) Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int End J* 1982; 15:187.
- (55) Cheung JR, Stock JR. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonic. *Int End J* 1993; 26:334.
- (56) Ahmad M, Pit Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanism involved. *J Endodon* 1987; 13:93.
- (57) Metzler R.S., Montgomery S. The effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. *J Endodon* 1989; 15:373.
- (58) Buchanan LS. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares; en *Los caminos de la pulpa*. Cohen y Burns, Cap. 7. 5º Edición. Editorial Médica Panamericana, 1993:238
- (59) Pucci F.M, Reig R. *Conductos Radiculares. Anatomía, patología y terapia*. Volumen I Primera Parte. Editorial Médico Quirúrgica. Buenos Aires, 1944:188.
- (60) Visvisian C, Gani O, Ulfohn R. Cambios producidos por la edad en la forma de los conductos radiculares del primer molar superior. *R.A.O.A.* 1997; 85,II:129.
- (61) Ulfohn R, David OJ, Rodrigo S, Visvisian C. Presencia de lodo dentinario posterior a la preparación quirúrgica en molares. *Rev Esp Endodoncia* 1985; 3,III:97.
- (62) Roig-Cayón M, Basilio-Monné J, Abós-Herrándiz R, Brau-Aguadé E, Canalda-Sahli C. A comparison of molar root canal preparations using six instruments and instrumentation techniques. *J Endodon* 1997; 23:383.
- (63) Gani O, Visvisian C, Rodrigo S, David O. Anatomía radiográfica de los conductos radiculares del primer molar inferior con especial referencia a sus curvaturas. *Endodoncia* 1993; 11:64.

- (64) Gutierrez J, García J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1968; 25:108.
- (65) Siqueira JF, Araújo MCP, Garcia PF, Fraga RC, Sabóia Dantas J. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endodon* 1997; 23:499.
- (66) Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18:269.
- (67) Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodon* 1975; 1:255.
- (68) Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979; 23:575.
- (69) Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Ass* 1980; 101:792.
- (70) Ltc Goerig AC, Michelich RJ, Cpt Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step down technique. *J Endodon* 1982; 8:550.
- (71) Roane JB, Sabala CL, Duncanson Jr MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11:203.
- (72) Wildey WL, Senia ES. A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. *Oral Surg* 1989;67:198.
- (73) Hankins PJ, El Deeb ME. An evaluation of the canal master, balanced-force, and step-back techniques. *J. Endodon* 1996; 22:123.
- (74) Schäfer E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. *J Endodon* 1996; 22:685.
- (75) Zmener O, Banegas G. Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals. *Int End J* 1996; 29:315.
- (76) Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int End J* 1997; 30:323.
- (77) Bender IB, Seltzer S, Turkenkopf S. To culture or not to culture. *Oral Surg* 1964; 18:527.
- (78) Morse DR. The endodontic culture technique: a critical evaluation. *Oral Surg* 1970; 30:540.
- (79) Weine F y Pisano JV. *Microbiología en endodoncia, en Terapéutica en Endodoncia*. 2º Edición. Editorial Salvat. 1991:636.
- (80) Turek T, Langeland K. A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. *J Endodon* 1982; 8:437.
- (81) Hill L, Del Rio C. A histological comparison of the canal wall planing ability of two new endodontic files. *J Endodon* 1983; 9:517.
- (82) Stamos DE, Sadegh EM, Haasch GC, Gerstein H. An in vivo comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic and ultrasonic instrumentation.. *J Endodon* 1987; 13:434.
- (83) Haidet J, Reader A, Beck M, Meyers W. An in vivo comparison of the step back technique versus a step back ultrasonic in human mandibular molars. *J Endodon* 1989; 15:195.
- (84) Langeland K, Liao L, Pascon E. Work-saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic technique. *J Endodon* 1985; 11:499.

- (85) Trondstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1:69.
- (86) Walker TL, Del Rio C. Histologic evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J of Endodon* 1989; 15:49.
- (87) Cymermann JJ, Jerome A, Moodnick RM. A scanning electron microscopic study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *J of Endodon* 1989; 15:327.
- (88) Reynolds MA, Madison S, Walton RE, Krell KV, Rittman BR. An in vitro histological comparison of the step back, sonic and ultrasonic instrumentation techniques in small curved root canals. *J of Endodon* 1987; 13:307.
- (89) Tate WH, White RR. Disinfection of human teeth for educational purposes. *J of Dent Educ* 1991; 55:583.
- (90) Recommended Infection Control Practices for Dentistry. Center for Disease Control and Prevention (CDC) Atlanta Estados Unidos. *MMWR* May 28,1993;42 N° RR-8.
- (91) Yee RDJ. The effect of canal preparation on the formation and leakage characteristics of the apical dentin plug. *J Endodon* 1984; 10:308.
- (92) Ingle JJ, Bakland LK. *Endodoncia*. 4ª Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 1998; 653.
- (93) Pagano J. L. *Anatomía Dentaria*. 1ª Edición. Editorial Mundi, 1965:259.
- (94) Gani OA. Estudio radiográfico de la obturación de conductos en dientes extraídos. *Rev. Odont. Fac. Odont. U.N.C.*, 1968; 3, IV:131.
- (95) Gani OA, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endodon* 1999; 25:689.
- (96) Peters OA, Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 2000; 26:6.
- (97) Mc Comb D, Smith CD. A preliminary scanning microscopy study of root canals after endodontic procedures. *J Endodon* 1975; 1:238.
- (98) Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endodon* 1992; 18:605.
- (99) Tatsuta CT, Morgan LA, Baumgartner JC, Adey J. Effect of calcium hydroxide and four irrigation regimens on instrumented and uninstrumented canal wall topography. *J Endodon* 1999; 25:93-98.
- (100) Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res* 1986; 66:1375.
- (101) Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE. Bacterial retention in canal walls in vitro. *J Endodon* 1994; 20:78-82.
- (102) Berutti E, Marini R. A scanning electron microscopic evaluation of the debridement capability of sodium hypochlorite at different temperatures. *J Endodon* 1996; 22:467.
- (103) Gambarini G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. *J Endodon* 1999; 25:800.
- (104) Ciucchi B, Khettabi M, Holtz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989; 22:21.

- (105) Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int End J* 1991; 24:308.
- (106) Barbakow F, Peters O, Leu B. Effect of ultrasonics & NaOCl on smear layer & debris on root canal walls. *J Endodon* 1999; 25:297, Abstract OR 60.
- (107) Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endodon* 1984; 10:477.
- (108) Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int End J* 1987; 20:105.
- (109) Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endodon* 1999; 25:735.