

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA  
AREA MICROBIOLOGIA**

**DESINFECCIÓN *IN VITRO* DE CONDUCTOS RADICULARES  
UTILIZANDO EL SISTEMA ENDOX®**

**Juan Carlos Campbell Vilches**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Marta Gajardo**

**TUTOR ASOCIADO  
Dra. Ana Ortega**

**Santiago - Chile  
2009**

## Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Marco teórico</b> .....	4
<b>Hipótesis</b> .....	20
<b>Objetivos</b> .....	20
<b>Objetivo general</b> .....	20
<b>Objetivos específicos</b> .....	20
<b>Materiales y métodos</b> .....	21
Selección de pacientes.....	21
Aplicación de Endox® y toma de muestras microbiológicas.....	23
Siembra y cultivo.....	31
Recuento de la microbiota total cultivada.....	35
Análisis estadístico de los resultados.....	35
<b>Resultados</b> .....	36
<b>Discusión</b> .....	40
<b>Conclusiones</b> .....	46
<b>Sugerencias</b> .....	47
<b>Resumen</b> .....	48
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	50
<b>Anexos</b> .....	61

## **Introducción**

En las patologías pulpares con necrosis pulpar séptica, la terapia endodóntica es el tratamiento de elección con el fin de evitar la exodoncia de la pieza afectada (1).

El éxito de estos tratamientos, si bien pasa por una serie de variables, se basa principalmente en la desinfección del sistema de conductos radiculares para que su posterior obturación sea viable (1).

La variedad de técnicas y desinfectantes existentes en la actualidad buscan asegurar la máxima eliminación de los microorganismos presentes en estos conductos, muy especialmente de la zona apical, con el fin de disminuir los fracasos y complicaciones postoperatorias. La variedad de patologías y de bacterias involucradas (2) hacen necesario un esfuerzo adicional en razón de lograr este objetivo.

Hoy en día la desinfección de conductos se considera efectiva después de una adecuada instrumentación biomecánica acompañada del uso de desinfectantes químicos a concentraciones previamente determinadas como efectivas, siendo estas de 5,25% para el hipoclorito de sodio (3), y de 2% para la clorhexidina (4).

Por otra parte, el sistema de desinfección mediante pulsos eléctricos de alta frecuencia “Endox®” promueve la desinfección mediante la aplicación de una descarga eléctrica intraconducto, a través de una sonda metálica, la que se lleva a cabo en una fracción de segundo, mediante funciones que son programadas en un panel, según el tipo de pieza dentaria a tratar. Incluye además un sistema de localización electrónica de longitud de confiabilidad demostrada, para indicar la posición respecto del foramen apical, y por lo tanto el momento de aplicación (5, 6).

El principio por el que actúa el sistema Endox® se denomina como electrofulguración, la que consiste en la aplicación de una corriente eléctrica de alta frecuencia (600 Khz.) en un tiempo muy reducido (1/10 segundo), lo que generaría daño a la materia orgánica (7). Se ha planteado que la pulpa dentaria y los microorganismos presentes en la zona al momento de la aplicación de la corriente eléctrica, son vaporizados dejando un conducto limpio y sin materia orgánica. Esto ha sido estudiado mediante microscopía electrónica de barrido, observándose que provoca una disminución de los residuos pulpares de las paredes dentinarias intraconducto (8).

Investigadores italianos realizaron una experiencia *in vitro* en la que se simuló la zona apical y periapical de un diente, inoculada con diversas especies bacterianas, tales como *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas*

*aeruginosa*. Después de aplicar el sistema Endox® observaron una disminución significativa de la concentración de UFC/ml, no sólo en la zona simulada como ápice, sino también en la zona periapical, atribuible a la acción de la formación de una zona de campo electromagnético (9).

Estudios previos *in vivo*, si bien son escasos, reportan resultados positivos en cuanto a su aplicación clínica, como ausencia de dolor postoperatorio y eliminación de signos clínicos de infección (10), pero en cuanto a la desinfección del sistema de conductos no son concluyentes.

Las ventajas propuestas para utilizar el sistema Endox® son, disminuir los tiempos de trabajo clínico y permitir la disminución de la instrumentación biomecánica de los conductos, como asimismo los riesgos que esta implica.

En base a los antecedentes expuestos, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del sistema Endox®, sobre la desinfección de conductos radiculares de piezas con necrosis pulpar séptica, sin el uso adicional de otros agentes comúnmente empleados para este fin, en una situación clínica simulada, de alta prevalencia en la población, mediante el recuento de la microbiota total en muestras de conducto radicular obtenidas antes y después de la aplicación del sistema Endox®.

## **Marco teórico**

Los tratamientos de endodoncia requieren de una serie de etapas, siendo de gran importancia la que corresponde al proceso de desinfección del sistema de conductos radiculares, el cual debe ser muy riguroso para asegurar el éxito de los tratamientos. Convencionalmente las técnicas de desinfección se basan en el uso combinado de irrigación abundante y la instrumentación mecánica de los conductos.

### ***a) Microbiota de los conductos radiculares necróticos***

La aplicación de técnicas anaerobias avanzadas ha permitido demostrar que la microbiota del conducto radicular de los dientes con coronas clínicamente intactas, pero con pulpas necróticas y periápices enfermos, está dominada por especies de bacterias anaerobias estrictas tales como *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *Fusobacterium nucleatum*, *P. endodontalis*, siendo su presencia rutinaria en la patología periapical (1).

Se fundamenta entonces la decisión de realizar en este estudio cultivos bajo condiciones de anaerobiosis adecuadas para el desarrollo de esta microbiota.

### ***b) Desinfección en Endodoncia***

Diversos estudios han demostrado que la instrumentación mecánica por sí sola no puede proporcionar suficiente desinfección de los conductos radiculares, independientemente del tipo de instrumento utilizado. (11, 12, 13)

La evidencia que avala el uso de ciertos irrigantes es alta, y su uso se ha difundido en la práctica clínica habitual por largos años (14, 15, 16, 17). La solución desinfectante más empleada es el hipoclorito de sodio, y una serie de otras soluciones como clorhexidina (18), yoduro de potasio (19), ácido cítrico o ácido etilendiaminotetracético (EDTA) (20) o hidróxido de calcio (21,22) se han empleado para aumentar el potencial de desinfección en conductos radiculares. Estas soluciones idealmente deberían tener una serie de características que se describen a continuación.

*Propiedades del irrigante ideal (23)*

- Solvente de tejidos o residuos

En las regiones inaccesibles a los instrumentos, el irrigante puede disolver o romper remanentes de tejido blando o duro para permitir su eliminación.

- Baja toxicidad

El irrigante no debe ser agresivo para los tejidos perirradiculares.

- Baja tensión superficial.

Esta propiedad fomenta el flujo a las áreas inaccesibles.

- Lubricantes.

La lubricación ayuda a que los instrumentos se deslicen dentro del conducto; todos los líquidos tienen ese efecto en mayor o menor medida.

- Desinfección.

Capacidad de eliminación de la microbiota presente en los conductos.

- Eliminación de la capa de residuos.

La capa de residuos se constituye por partículas orgánicas de desecho diseminadas en las paredes después de la preparación del conducto. Las soluciones quelantes y descalcificantes remueven esta capa de residuos.

- Otros factores.

Se relacionan con la utilidad del irrigante e incluyen disponibilidad, costo moderado, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje.

Otros sistemas de desinfección de conductos radiculares propuestos recientemente son los métodos con diversos tipos de Laser como: neodmium:yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG), lasers para desinfección foto-térmica o laser para desinfección foto-activada (PAD) los que hasta ahora parecen ser un complemento de los actuales sistemas de desinfección de conductos radiculares (24).

### ***Hipoclorito de sodio***

La solución de hipoclorito de sodio al 0,5% fue usada con efectividad durante la primera guerra mundial para limpiar heridas contaminadas. En endodoncia terapéutica se ha usado durante décadas en diversas concentraciones entre el 0,5% y el 5,25%, por ser efectivo contra microorganismos de la microbiota del conducto radicular, incluyendo aquellos difíciles de erradicar como especies de los Géneros *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida* (25,26)

El hipoclorito de sodio, la solución desinfectante más utilizada, es una sal formada por la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que ejerce su acción germicida debido al ácido hipocloroso no disociado. En las soluciones neutras o ácidas el ácido hipocloroso no se disocia predominando la forma HOCl. En las soluciones alcalinas permanece en forma iónica disociada (estable y

menos activa). La acción se debe a que el cloro activo produce la oxidación irreversible de los grupos sulfhídricos de enzimas esenciales interrumpiendo el funcionamiento metabólico de las bacterias. Al producirse esta acción se genera un nuevo compuesto, del grupo de las cloraminas, soluble en agua, que posee un alto poder desinfectante, que es proporcional a la concentración de cloro activo presente en la solución. (27)

El pH de la solución altera la gradiente de la membrana plasmática bacteriana al desnaturalizar las proteínas presentes en ella, alterando así su integridad (27).

El ácido hipocloroso presente en la solución de hipoclorito de sodio actúa como solvente. Al contactar tejidos orgánicos libera Cloro, el que se combina con grupos de aminoácidos de las proteínas y se forman cloraminas que provocan la degradación e hidrólisis de éstos. (27)

El ión cloro (fuerte oxidante) inhibe a su vez enzimas bacterianas mediante su oxidación irreversible. Finalmente la disolución tisular ocurre por una saponificación del hipoclorito de sodio, los ácidos grasos y lípidos son degradados y, como productos, se genera jabón y glicerol. (27)

Inicialmente, el hipoclorito de sodio, fue descrito en 1920 por Crane, como solución Dakin la cual contenía 0.5% de hipoclorito de sodio amortiguada con una solución de bicarbonato de sodio para el desbridamiento de los conductos radiculares y su esterilización. Walker en 1936, lo introdujo como hipoclorito de sodio, y desde ese momento se ha usado ampliamente hasta la práctica endodóntica moderna, en la que su popularidad continúa debido a sus propiedades de disolvente de tejidos vitales y necróticos (28), lubricante y poder antibacteriano. La capacidad del hipoclorito de sodio de disolver los tejidos está determinada por la cantidad de tiempo que la solución permanece en contacto con los tejidos y la temperatura y concentración de la misma (29).

Por las cualidades descritas y por la experiencia que avala al hipoclorito de sodio como desinfectante, es que será utilizado en este estudio como un método de referencia.

### ***Toxicidad del Hipoclorito de Sodio***

Como ya se dijo, el Hipoclorito de Sodio es un coadyuvante químico para la debridación y limpieza mecánica de los canales, es un efectivo agente antimicrobiano y un excelente disolvente de tejidos, pero posee la desventaja de tener un alto poder irritante para los tejidos vitales (30).

Las concentraciones más efectivas están en el rango desde 0.5% a 5.25% sin embargo, los estudios concernientes a su citotoxicidad sobre los tejidos vitales son controversiales. Existen varios reportes de casos con respecto a los efectos citotóxicos del hipoclorito de sodio cuando es inyectado accidentalmente más allá de los confines del diente, ya que este puede ejercer un efecto nocivo y destrucción al contacto con los tejidos periradiculares (31).

Teniendo en cuenta lo anterior, y que en la practica endodóntica diaria no se está exento de producir daño a los tejidos periradiculares por un mal manejo de la solución y del instrumental utilizado al momento de la irrigación, es importante conocer cómo se describe un accidente producido por hipoclorito.

Un accidente endodóntico con hipoclorito ocurre cuando esta solución pasa más allá del ápice del diente, durante el tratamiento de conductos radiculares, produciendo en el paciente una manifestación inmediata de los siguientes síntomas:

<b>Tabla I: Sintomatología de un accidente por NaOCl (32)</b>
1. Dolor severo inmediato
2. Edema inmediato de los tejidos blandos vecinos
3. Posible extensión del edema hacia la cara (labios, mejillas, región infraorbitaria)
4. Sangrado profuso a través del canal
5. Sangrado profuso intersticial con hemorragia de piel y mucosas (equimosis)
6. Sabor a cloro e irritación de la garganta luego de inyección en el seno maxilar
7. Posible infección secundaria
8. Anestesia reversible o posible parestesia

La inyección inadvertida de hipoclorito de sodio dentro de los tejidos blandos puede desencadenar una respuesta violenta y dramática, la cual puede tener una secuencia de eventos que incluyen dolor insoportable de 2 a 5 minutos de duración, edema inmediato del tejido en el área involucrada, así como formación de hematoma extenso secundario a lisis de tejido, la cual se puede extender al tejido conectivo subyacente, con episodios de hemorragia profusa intersticial a través del sistema de conductos radiculares o intraoral (32).



Fig.1: Formación de edema y hematoma en el área afectada (28).

Puede haber equimosis de la membrana mucosa adyacente al área (28,33), algunos casos pueden presentar pérdida de sensación temporal al introducirse 0.5 ml de hipoclorito de sodio inyectada periapicalmente, con resolución completa (33, 34).



Fig. 2: Caso de equimosis facial por accidente con hipoclorito (42).

El tratamiento ideal sería la prevención del accidente, pero cuando ocurre un episodio como éste, el tratamiento va encaminado a cuidados paliativos, los cuales se deben centrar inicialmente en el alivio del edema y control del dolor con analgésicos apropiados.

<b>Tabla II. Terapia (32)</b>
1. Informar al paciente acerca de la causa y la severidad de las complicaciones luego de un accidente con hipoclorito
2. Control del dolor: Con anestesia y analgésicos
3. En casos severos, remitir a tratamiento intrahospitalario
4. Colocar compresas frías para la reducción de la inflamación
5. Después de un día: Colocar compresas tibias para estimulación de la circulación en el área.
6. Llevar un control diario acerca de la evolución del paciente
7. Antibioticoterapia, en aquellos casos donde exista alto riesgo o infección secundaria al accidente con hipoclorito
8. Antihistamínicos. Según el caso
9. Corticoesteroides. Según el caso
10. Utilizar para irrigar durante la terapia endodóntica otro tipo de solución (en caso de que la reacción sea por hipersensibilidad)
11. En el momento en que se produce el accidente, lavar con abundante suero fisiológico

### **Pulsos eléctricos de alta frecuencia en desinfección endodóntica**

Los pulsos eléctricos de alta frecuencia se emplean para eliminar el tejido orgánico que se encuentra dentro de los conductos radiculares. El flujo de electrones genera un paquete de ondas electromagnéticas que liberan una considerable cantidad de energía en la zona involucrada por la descarga eléctrica y en las áreas inmediatamente adyacentes (8). Esto genera tres efectos principales: aumento de la temperatura local (entre 300 y 500 °C), incremento del porcentaje de ozono (O<sub>3</sub>) debido a la ionización del medio y la producción de rayos UV. Se asume que estos efectos actúan en forma sinérgica eliminando el contenido del conducto radicular por vaporización de los componentes orgánicos e inorgánicos (8).

El sistema Endox® emplea estos pulsos eléctricos de alta frecuencia por cortos períodos de tiempo, con una serie de condiciones de operación precalibradas que se adaptan al volumen y masa de los dientes que serán tratados, lo que generaría el daño suficiente para destruir materia orgánica intraconducto y no dañar al paciente.

Previo al uso de este sistema se debe evaluar si el paciente es parte de algún grupo considerado contraindicado para su aplicación, entre ellos:

- Paciente portador de marcapasos
- Paciente portador de lentes de contacto
- Operados de cataratas con lentes intraoculares
- Embarazadas
- Piezas con formación radicular incompleta
- Válvulas metálicas de corazón.
- Aparatos tipo audífono.

El sistema Endox® consta de un panel de control donde están situados los indicadores de piezas dentarias preseleccionadas, panel numérico que indica conductometría, el botón para seleccionar la función Boost (opción que permite generar una potencia adicional en casos especiales que lo requieran, como necrosis pulpar séptica total – Manual de uso Endox) y dos conexiones, una para el electrodo activo que tiene un mango donde se coloca la punta adecuada, según el tamaño del conducto, y otra para el electrodo neutro que tiene un cilindro metálico, que debe sujetar el paciente en su mano para cerrar el circuito. Podemos utilizar tres puntas: una negra más ancha para molares (30 milímetros de longitud, 0,20 milímetros de diámetro), una roja más fina (24

milímetros de longitud, 0,15 milímetros de diámetro) y una verde recubierto de teflón (aislante), que sirve exclusivamente para la medición de la longitud de trabajo del conducto radicular en dientes con pulpa necrótica.

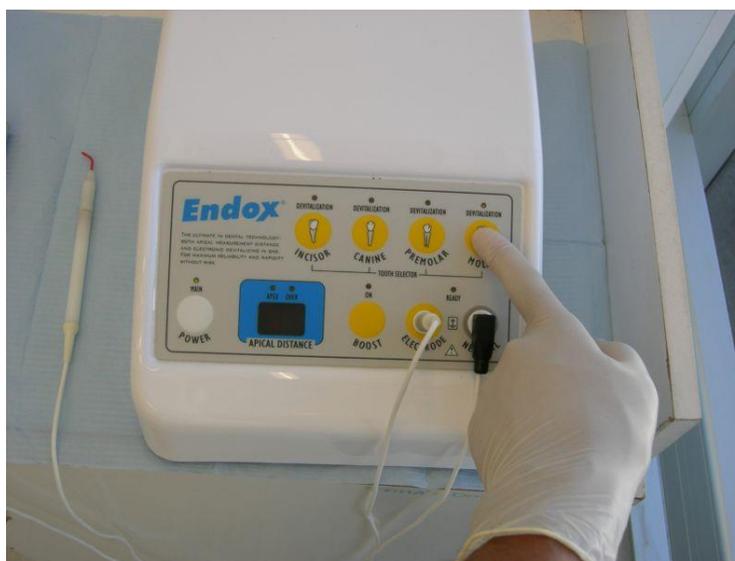


Fig.3: Sistema Endox®.

Se debe anestésiar siempre, para evitar la sensación de pinchazo que produce el paso de corriente de alta frecuencia y colocar el dique de goma para evitar cualquier contacto metálico. Se procede a la apertura de la cámara pulpar, hasta visualizar la entrada de los conductos radiculares. En los casos en que la pulpa esté necrótica, lavar el interior del conducto con suero fisiológico, para garantizar el paso de la corriente. No se

debe utilizar solución salina o hipoclorito de sodio, ya que al ser ionizantes impiden el paso de la corriente de alta frecuencia al interior del conducto.

A continuación, se le entrega al paciente el mango metálico (electrodo neutro) para que lo mantenga en su mano, y se va introduciendo lentamente la punta seleccionada (electrodo activo) en el interior del conducto. El sistema Endox® emite un sonido intermitente muy rápido, que se hace un poco más lento al alcanzar la constricción apical (si supera ésta, el sonido se hace continuo). En este momento se puede colocar un tope de goma en la punta, como punto de referencia dental. A continuación, siguiendo las instrucciones de utilización de Endox®, se pisa el pedal para el paso de la corriente de alta frecuencia que provocaría la vaporización del tejido pulpar y del contenido bacteriano. Se pueden repetir varias aplicaciones, sin ningún tipo de riesgo (1/3 superior, 1/3 medio y 1/3 apical), cuando existen signos inflamatorios o cuando sospechamos una anatomía compleja de los conductos radiculares (35).

Terminada la aplicación de Endox el fabricante indica extraer la punta del conducto radicular y comprobar de forma manual la ausencia de detritus, continuando con la obturación radicular, según metodología del profesional.

Los resultados de la valoración de la superficie radicular en los estudios *in vitro* e *in vivo* son similares. Al estereoscopio y al microscopio electrónico de barrido se evidencia la desaparición del tejido pulpar y se observa una estructura dentinal lisa y sin oclusión de los túbulos dentinarios. Sólo en algunas zonas parece que se haya producido la fusión y la consiguiente vitrificación de la pared dentinal. En el área no alcanzada por la descarga existen restos pulpares, obteniendo mejores resultados con la aplicación repetida de Endox® (8).

### **Efectos adversos de los pulsos eléctricos de alta frecuencia en endodoncia**

Como ya se indicó anteriormente este sistema está contraindicado en pacientes portadores de marcapasos, aparatos tipo audífono y válvulas metálicas de corazón, por lo que podrían haber interferencias de la fulguración sobre la transmisión eléctrica. En los casos de pacientes portadores de lentes de contacto, la precaución es debido a que algunas contienen carbono y pudieran producirse adherencias, por lo mismo, para los operados de cataratas con lentes intraoculares se evita su uso al desconocer su comportamiento.

En piezas con formación radicular incompleta hay que discernir si se trata de un diente en formación. En este caso las investigaciones en curso no se han pronunciado aún.

Para pacientes embarazadas se indica restringir su uso al no poseer evidencia que indique que no existe riesgo para el feto.

El aumento de la temperatura local, en la zona apical, no demuestra daño de los tejidos periapicales, dado que el tiempo de exposición es insuficiente para generar daño. De todos modos el uso de anestesia es necesario para evitar molestias, por breves que sean.

Se piensa que el sistema Endox® ofrece ventajas en el tratamiento endodóntico, que siendo un procedimiento de muchos pasos en el que, si bien todos los pasos son relevantes, es de vital importancia la limpieza y desinfección de los conductos radiculares para asegurar el éxito a largo plazo. En este trabajo se propuso evaluar comparativamente los resultados de la aplicación del sistema Endox® y de Hipoclorito de Sodio, método tradicional, mediante el recuento de la microbiota total cultivada, obtenida a partir de muestras microbiológicas intraconducto de piezas dentarias con patología habitual. Estas muestras fueron tomadas antes y después de aplicar el tratamiento de desinfección en piezas dentarias que requerían endodoncia, y que en este caso fueron extraídas por indicación clínica y aceptación del paciente.

## **Hipótesis**

El sistema Endox® produce una disminución del recuento bacteriano de la microbiota total obtenida de conductos radiculares, en piezas con necrosis pulpar séptica.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Establecer *in vitro* que el sistema Endox® produce una disminución de la microbiota total obtenida de conductos radiculares, en piezas con necrosis pulpar séptica, mediante el recuento de la microbiota total cultivada antes y después de su aplicación.

### **Objetivos específicos**

- 1.-Utilizar el sistema Endox® *in vitro*, para la desinfección de conductos radiculares de piezas extraídas con necrosis pulpar séptica.

2.-Cuantificar la microbiota anaeróbica total cultivable (CFU/ml), presente en 20 muestras de conductos radiculares de piezas extraídas con necrosis pulpar séptica obtenidas antes y después de la aplicación de 5ml de hipoclorito de sodio al 5,25%, en el grupo control.

3.-Cuantificar la microbiota anaeróbica total cultivable presente en 20 muestras de conductos radiculares de piezas extraídas con necrosis pulpar séptica (CFU/ml), obtenidas antes y después de la aplicación del sistema Endox®, en el grupo experimental.

## **Materiales y métodos**

### **Selección de pacientes**

Se seleccionaron 40 pacientes del Servicio de Urgencias Dentales del Hospital Barros Luco, que presentaban necrosis total en alguna de sus piezas. Se consideraron para esto patologías como absceso dentoalveolar agudo (ADAA), absceso dentoalveolar crónico (ADAC), abscesos subperiosticos, abscesos submucosos. No se realizó selección en cuanto a criterios como sexo o edad de los pacientes.

Como criterios de inclusión para la selección de las piezas dentarias, se consideró presencia de necrosis pulpar total, ausencia de tratamiento endodóntico previo, e indicación clínica de extracción. Fueron excluidos de este estudio, los terceros molares.

A los pacientes que acudieron al Servicio de Urgencia por algún diente con diagnóstico clínico de necrosis pulpar total se les informó sobre todas las posibilidades de tratamiento posibles de su pieza dental y aquellos que optaron libremente por la alternativa de la exodoncia, esta les fue realizada. Sólo se seleccionaron para el estudio aquellos pacientes que firmaron el consentimiento informado (adjunto en anexo).

Recién extraída, la pieza dentaria seleccionada fue introducida en un sobre estéril y transportada a la clínica en donde se realizó el tratamiento en estudio. El tiempo de traslado de las muestras nunca superó las 3 horas.



Fig. 4: Pieza dentaria seleccionada lista para ser transportada a la clínica.

### **Aplicación de Endox® y toma de muestras microbiológicas**

Con las piezas dentarias extraídas se conformaron dos grupos de 20 piezas cada uno: 1) Grupo Endox®, y 2) Grupo Hipoclorito de Sodio

Una vez realizada la exodoncia de la pieza dentaria seleccionada, la siguiente etapa de este trabajo se llevó a cabo simulando las condiciones normales de trabajo clínico de endodoncia. Así, se realizó la eliminación de caries y trepanación de las piezas con instrumental y fresas estériles. Luego, se realizó instrumentación leve del conducto utilizando fresas Gates–Glidden secuencia 1, 2 y 3 hasta tercio medio, seguido de limas K hasta nº 30 a longitud aparente del diente. Una vez expuesto el material pulpar se tomaron muestras con conos de papel estériles, número 35, marcados a la longitud aparente del diente, dejándolo dentro del conducto por 1 minuto y luego retirándolos con pinzas estériles. Inmediatamente después de retirados, estos se depositaron en 1 ml de medio de transporte (RTF) estéril, a 4°C, y llevados refrigerados al Laboratorio de Microbiología para su procesamiento microbiológico posterior. El tiempo máximo de transporte fue de 2 horas. El procedimiento a seguir en todos los grupos fue similar.

En el caso de piezas multirradiculares, los conos se introdujeron en el conducto principal.

#### 1) Grupo Endox®:

A este grupo de dientes se aplicó Endox® en el interior del sistema de conductos radiculares, con especial énfasis en el conducto principal en el caso de piezas multirradiculares. Siguiendo las instrucciones del fabricante, se seleccionó en el panel de control el tipo de pieza dentaria a tratar (Fig. 11).

Se aplicó Endox® siguiendo instrucciones del fabricante, en los tres tercios de la longitud radicular: 3 aplicaciones en el tercio coronal, 3 en el tercio medio, y 4 aplicaciones en el tercio apical (2 en función normal y las 2 finales con la función Boost). No se usó ningún tipo de irrigación para evitar intervenciones ajenas al dispositivo en evaluación.

Después de la aplicación de Endox®, se tomaron muestras microbiológicas y se transportaron al Laboratorio de Microbiología, del mismo modo que antes de la aplicación.

## 2) Grupo Hipoclorito de Sodio 5,25%:

A este grupo de dientes, una vez expuesto el material pulpar, se tomaron muestras microbiológicas antes y después de aplicar Hipoclorito de Sodio, del mismo modo que en el caso anterior.

Los conductos se irrigaron con 5ml de Hipoclorito de Sodio 5.25%, con jeringa de irrigación Monojet, con presión leve y velocidad constante, permitiendo actuar al irrigante por 2 a 3 minutos aproximadamente, secando luego la cámara pulpar con algodón estéril antes de tomar muestras.



Fig. 5: Set de materiales estériles dispuestos para cada pieza dentaria a tratar.



Fig. 6: Trepanación de pieza seleccionada.



Fig. 7: Uso de fresas Gates-Glidden 1-2-3 hasta tercio medio



Fig. 8: Instrumentación hasta lima nº30 a longitud aparente.



Fig. 9: Conos de papel nº 35 estériles para tomar muestras



Fig. 10: Toma de muestra inicial

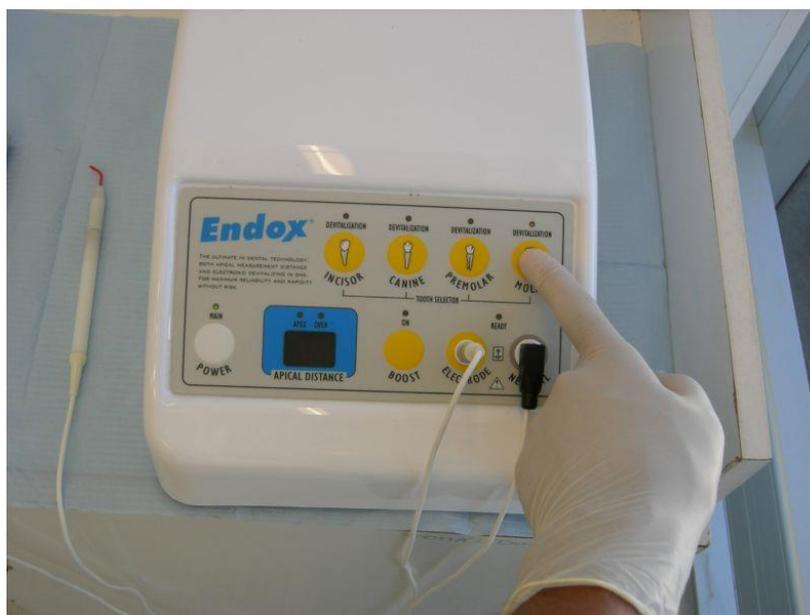


Fig. 11: Selección opciones en panel de Endox®



Fig. 12: Aplicación de sistema Endox®

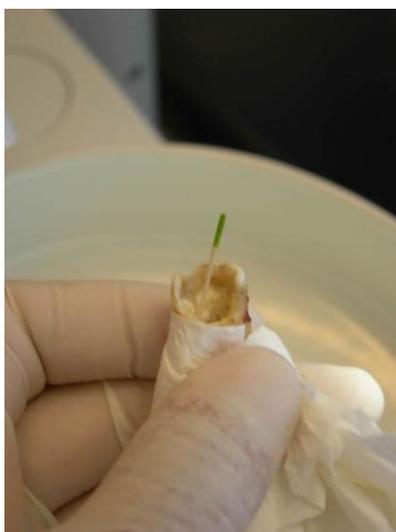


Fig. 13: Toma de muestra posterior a Endox®



Fig. 14: Muestras previas y posteriores a aplicación de sistema Endox®, listas para transporte a laboratorio de microbiología



Fig. 15: Transporte de muestras en medio refrigerado.

## **Siembra y cultivo**

Una vez en el Laboratorio de Microbiología Bucal, cada muestra fue agitada vigorosamente por un minuto en agitador automático (Vortex<sup>TM</sup>) y diluida en forma seriada en una batería de 3 tubos eppendorf, cada uno con 900 µl de una solución de cloruro de Sodio (NaCl) al 0.9%), frío (4°C) y estéril. 100 µl de muestra se depositaron en el primer tubo de la batería obteniéndose la dilución  $10^{-1}$ . Después de agitar en Vortex por 10 seg se tomaron 100 µl y se depositaron en el siguiente tubo obteniéndose la dilución  $10^{-2}$ . Del mismo modo se obtuvo la dilución  $10^{-3}$ .

Cada dilución de la muestra fue sembrada en agar sangre no selectivo (agar columbia hemina/menadiona, 5% sangre de caballo), preparado uno o dos días antes.

100 µl de cada dilución se depositaron en el centro de la superficie del agar, y se diseminó con un rastrillo de vidrio (Asa de Drigalsky) por toda la superficie. Cada placa fue cuidadosamente rotulada con el código de la muestra, fecha de siembra y dilución. Todo este procedimiento se realizó bajo campana de flujo laminar.

Las placas sembradas fueron incubadas en condiciones de cultivo anaeróbico, en Jarra conteniendo un medio generador de anaerobiosis (ANAEROGEN, OXOID), a 36°C por 10 días.



Fig. 16: Campana de flujo laminar dispuesta para siembra.

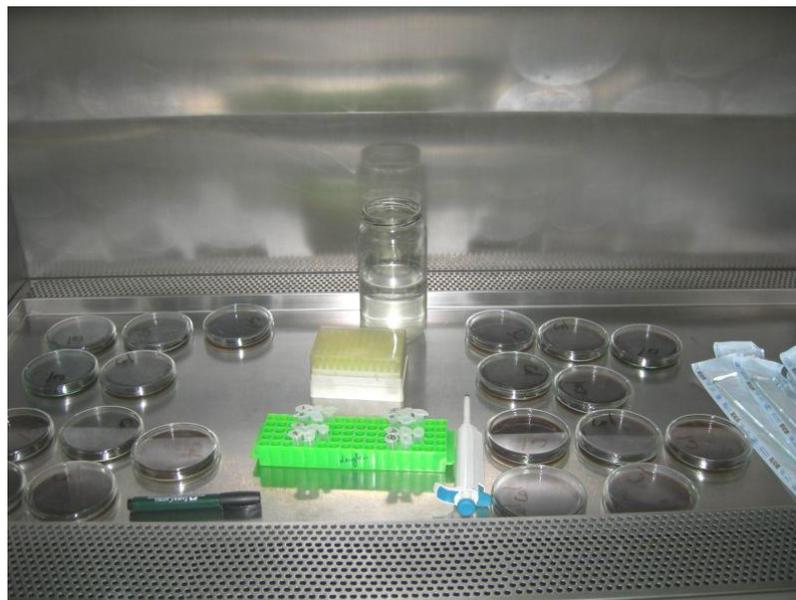


Fig.17: Campana de flujo laminar dispuesta para siembra. Detalle.

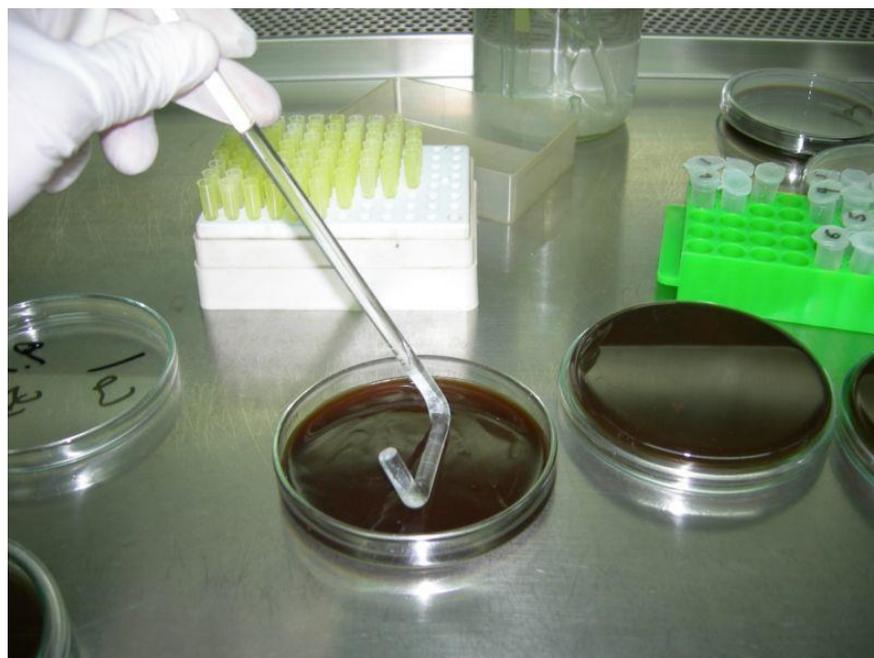


Fig. 18: Siembra de muestras y su dilución



Fig. 19: Placas sembradas almacenadas en jarra de anaerobiosis



Fig. 20: Estufa de cultivo. 10 días a 36°.

### **Recuento de la microbiota total cultivada**

Después de 10 días de incubación se contaron las colonias desarrolladas en las placas y el recuento fue expresado como número de unidades formadoras de colonia por ml de muestra (UFC/ml)

El recuento fue realizado visualmente de manera directa, bajo lupa estereoscópica, o usando software computacional editor de fotografías, que fueron tomadas en los casos en que se requirió magnificación de las placas cultivadas.

### **Análisis estadístico de los resultados**

Se realizó test estadístico denominado Prueba t, para medias de dos muestras pareadas, utilizando software Microsoft Excel 2003.

## Resultados

En este estudio, 40 muestras de conductos necróticos fueron analizadas mediante cultivo microbiológico, antes y después de aplicar los medios de desinfección NaOCl y Endox®.

Todas las muestras fueron obtenidas de pacientes adultos, de piezas dentarias con caries coronarias; no se incluyó ningún caso asociado a fracturas o traumatismos dentoalveolares, ni a conductos no permeables. De las cuarenta muestras 12 correspondieron a dientes unirradiculares (5 premolares superiores, 3 premolares inferiores, 2 caninos, 1 incisivos superior, 1 incisivo lateral) y 28 a dientes multirradiculares (4 premolares, 9 molares superiores, 15 molares inferiores).

En la Fig. 21 se puede observar un ejemplo del crecimiento de colonias en condiciones de anaerobiosis provenientes de muestras de conducto, obtenidas antes y después del tratamiento con Endox® y con NaOCl. Es claramente visible en la Figura, la reducción del número de colonias obtenidas en cultivo después del tratamiento con Endox® y con NaOCl.

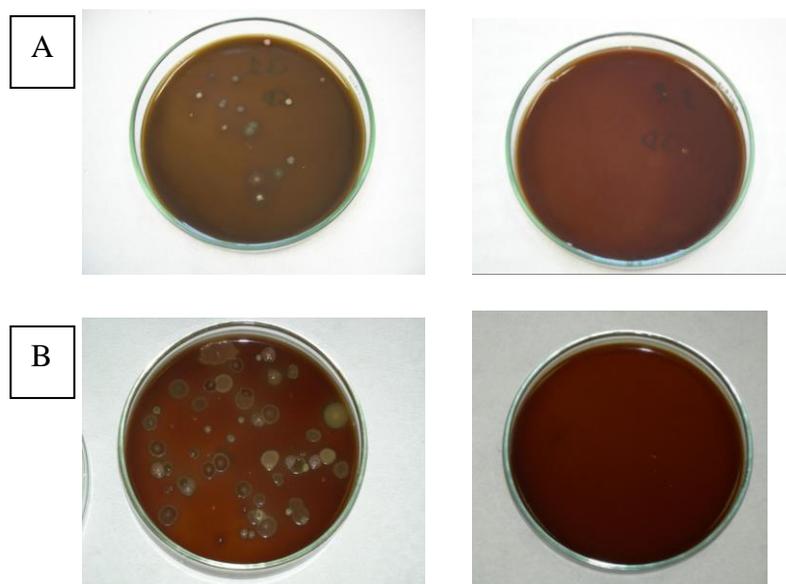


Fig. 21: Microbiota cultivada en medio anaerobio en agar sangre no selectivo, proveniente de muestras de conducto obtenidas antes y después de la aplicación de sistema (A) e hipoclorito de sodio (B).

La cuantificación del número de colonias en las muestras, obtenido mediante recuento viable, antes y después del tratamiento se presenta en la Tabla III. Se observa en ella que el grupo que recibió aplicación de hipoclorito de sodio en todos los casos se obtuvo un recuento de UFC/ml igual a cero. En el grupo tratado con Endox® sólo tres casos presentaron un recuento de UFC/ml igual a cero.

Tabla III. Número de colonias (UFC/ml) en muestras de conductos necróticos obtenidas antes y después de la aplicación de Endox® y de hipoclorito de sodio.

Grupo NaOCl			Grupo Endox®		
Caso	Antes N° UFC/ml	Después N° UFC/ml	Caso	Antes N° UFC/ml	Después N° UFC/ml
1	1120	0	21	4608	184
2	992	0	22	220	33
3	1712	0	23	564	24
4	2528	0	24	154	10
5	1360	0	25	132	9
6	44	0	26	296	5
7	1815	0	27	6096	984
8	155	0	28	1840	236
9	2835	0	29	133	1
10	7600	0	30	27	1
11	55	0	31	7504	129
12	288	0	32	31	1
13	358	0	33	33	6
14	183	0	34	8800	0
15	489	0	35	2041	339
16	173	0	36	61	0
17	172	0	37	2936	98
18	59	0	38	42	7
19	725	0	39	100	6
20	124	0	40	776	0
Promedio ± SD	1139,35 ± 1741,98		Promedio ± SD	1819,7 ± 2745,56	103,65 ± 227,816

En las figuras 23 y 24 se aprecia una comparación gráfica de ambos métodos probados, utilizando promedios de recuentos de la microbiota total antes y después. Se aprecian para ambos casos diferencias importantes previo y posterior a la aplicación de un medio de desinfección.

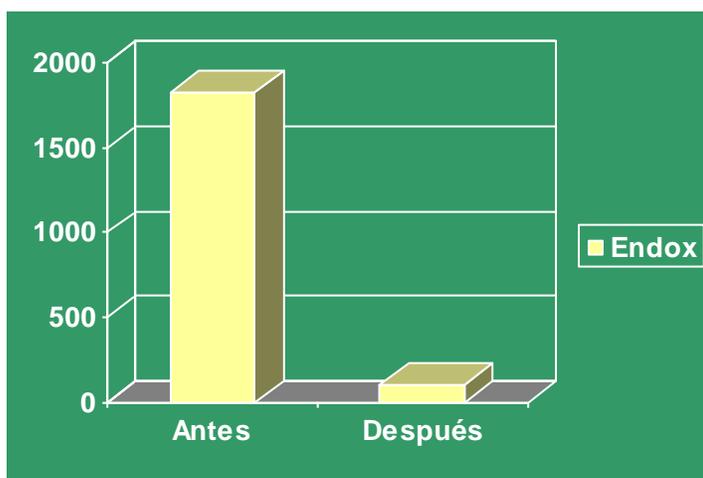


Fig.23: Desinfección usando Endox®



Fig. 22: Desinfección usando Hipoclorito de Sodio

## **Discusión**

En el presente estudio se indagó acerca de la capacidad de desinfección de Endox®, un sistema basado en la aplicación de una descarga eléctrica dentro de los conductos radiculares para eliminar la microbiota dentro del conducto, necesario para permitir su correcto tratamiento.

Para este estudio, las muestras fueron obtenidas de 40 pacientes que acudieron al Servicio de Urgencias Dentales del Hospital Barros Luco, los que luego de firmar un consentimiento informado, fueron sometidos a exodoncia en alguna de sus piezas dentarias que presentaban necrosis pulpar séptica total.

Una vez extraída, cada pieza dentaria seleccionada fue introducida en un sobre estéril y transportada a la clínica en donde se realizaron los tratamientos de desinfección en estudio. Este procedimiento se realizó de manera similar a como éstas son tratadas habitualmente en clínica.

Se tomaron muestras de los conductos de las piezas dentarias seleccionadas antes y después de la aplicación de siete pulsos de Endox® y de 5 ml de Hipoclorito de Sodio

al 5,25% por 2 minutos. Las muestras obtenidas fueron sembradas y cultivadas en anaerobiosis por 10 días a 36° C en medio de cultivo no selectivo.

El análisis microbiológico de las muestras de conducto, mediante recuento viable, mostró una disminución cuantitativa de la microbiota total cultivada, después de la aplicación de Endox®, siendo estadísticamente significativa la diferencia entre los resultados obtenidos antes y después de su aplicación. ( $p=0.004$ ). El uso de hipoclorito de sodio permitió eliminar el 100% de la microbiota total cultivada. Es relevante destacar que aún un número reducido de bacterias puede generar cuadros clínicos de gran sintomatología, dependiendo de factores propios de cada paciente, por lo que se hace indispensable intentar su eliminación completa.

Lendini y col (8) aplicaron el sistema Endox (con dos y cuatro pulsos) a dientes extraídos con y sin instrumentación mecanizada previa y las compararon con dientes instrumentados en forma mecanizada y posteriormente irrigados con EDTA 10% y con hipoclorito de sodio al 5% a 50°C. Estos autores observaron con microscopio electrónico de barrido que las muestras tratadas con 4 pulsos eléctricos de alta frecuencia presentaban una disminución significativa del barro dentinario respecto de los que recibieron dos pulsos y el grupo con instrumentación mecanizada más tratamiento con 4 pulsos de Endox estaba prácticamente libre de residuos orgánicos. Al comparar los

grupos sometidos a instrumentación mecanizada más Endox con los que recibieron instrumentación mecanizada más los irrigantes EDTA e hipoclorito no observaron diferencias en la cantidad de barro dentinario o detritus.

Si bien el trabajo de Lendini se desarrolló para evaluar los remanentes de barro dentinario y detritus después de la aplicación de Endox, y en el presente trabajo el objetivo fue evaluar la capacidad de desinfección de conductos radiculares con Endox, en ambos trabajos no se observó una mayor efectividad de Endox sobre el hipoclorito de sodio.

En este estudio se observó además, que el sistema Endox® provoca desinfección de conductos con alta contaminación pero que, comparativamente, presenta un grado de variabilidad entre los dientes probados, que puede ser de importancia. En este sentido, podría existir una relación con la dificultad inicial que para el operador presenta el uso y manipulación del dispositivo Endox®, la que podría incidir en los resultados obtenidos ya que estos, en general, fueron mejorando a medida que aumentaba la pericia del operador.

El mecanismo por el cual este sistema produce la muerte de bacterias no es bien conocido, se asume que las bacterias mueren al inducirse la formación de poros y otros

defectos en la envoltura de los microorganismos. Cassanelli y col. 2008 (36) al aplicar Endox a cepas de *Escherichia coli* adyacentes a plásmidos y antibióticos a los cuales estas bacterias eran resistentes, observaron recombinantes por transferencia de plásmidos, promoción de la captación de antibióticos e inducción de retardo en el crecimiento de las cepas bacterianas, por lo que estos autores sugieren que el daño se produciría en la envoltura de estas bacterias.

La aplicación de hipoclorito de sodio presentó los resultados conocidos por la experiencia histórica y la fuerte evidencia que avala su alta capacidad desinfectante (37, 38, 39) en conductos radiculares infectados.

En esta experiencia *in vitro* no fueron apreciados los efectos no deseados ni las reacciones adversas que describe la literatura en relación al hipoclorito de sodio (40, 41, 42) y que hablan de su toxicidad sobre tejidos orgánicos, incluidos los de la región periapical de las piezas tratadas endodónticamente, que provocan una reacción inflamatoria importante, causal de dificultades en el proceso reparativo.

No fue utilizado el sistema de localización apical incorporado en el equipo, pues el principio de impedancia que permite este objetivo no se cumple en las piezas extraídas y tratadas en la mano.

Es importante mencionar también, la dificultad propia del uso de Endox® respecto de la desinfección de la cámara pulpar. Se hace referencia a esto pues al aplicar suero fisiológico como medio coadyudante, en algunas pruebas preliminares ocurrieron variables tales como, la desinfección a pequeña escala, la no desinfección y mantención del número de colonias formadas antes y después, o derechamente el aumento del número de colonias en las placas sembradas con muestras finales, demostrando una posible recontaminación desde la cámara pulpar al sistema de conductos radiculares producto del flujo del irrigante, inclusive diferencias de colonias no sólo en número, sino también en algunas ocasiones con colonias de otras cepas distintas de bacterias. En estas experiencias aisladas, que no se incluyeron en este trabajo, se apreció que el uso de suero fisiológico posterior a la aplicación de Endox® generaba un recuento bacteriano aberrante. De esta manera, es de suma importancia seguir las instrucciones del fabricante que hablan de uso de suero fisiológico exclusivamente para irrigación previa a la desinfección con Endox® (35).

También es interesante mencionar el aumento de la temperatura en los tejidos circundantes que se apreció en este estudio al aplicar Endox® en piezas dentarias manipuladas directamente sobre la mano del operador. Este aumento es leve y se produce en el instante exacto del destello generado al activar Endox®. Estudios *in vitro* han reportado que este aumento de temperatura en la zona apical alcanza un máximo de

$19 \pm 4$  °C después de cada pulso lo que no generaría daño en el periápice (43). Otros estudios indican que un aumento de 10 °C por un minuto no genera daño, pero mayores temperaturas o mayores períodos de aplicación pueden causar necrosis ósea y reemplazo por tejido adiposo (44, 45).

## Conclusiones

- El recuento viable de la microbiota de conductos necróticos de dientes extraídos mostró una gran variabilidad en el número inicial de colonias bacterianas en cada muestra de piezas dentarias con necrosis pulpar séptica.
- Se obtuvo una diferencia significativa entre el recuento de la microbiota total antes y después de aplicar el sistema de desinfección mediante pulsos eléctricos de alta frecuencia Endox®.
- Se aprueba la hipótesis según esta experiencia.
- La utilización del sistema Endox® presenta complejidad inicial moderada, por lo que requiere adiestramiento previo para obtener mejores resultados, pues éstos mejoran al aumentar la experiencia del operador.

## **Sugerencias**

Se requiere realizar pruebas *in vivo* del uso de este dispositivo, y pruebas microbiológicas que permitan comparar la microbiota local antes y después del tratamiento, así como el seguimiento clínico en el largo plazo de la pieza tratada.

Idear un sistema de calibración que permita superar la etapa inicial de aprendizaje del uso de Endox® y disminuir los porcentajes de error y riesgo de terapias deficientes por falta de pericia del operador.

## **Resumen**

En patologías pulpares irreversibles, la endodoncia es el tratamiento de elección para evitar la extracción de la pieza afectada. Su éxito se basa principalmente en la desinfección del sistema de conductos radiculares.

El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de Endox®, sobre la desinfección de conductos radiculares de piezas con necrosis pulpar séptica, sin el uso adicional de otros agentes comúnmente empleados para este fin. El principio por el que actúa Endox® se denomina electrofulguración, que consiste aplicar una corriente eléctrica de alta frecuencia en una fracción de segundo, que generaría daño a la materia orgánica.

**Objetivo:** Establecer *in vitro* que el sistema Endox® produce una disminución de la microbiota total obtenida de conductos radiculares, en piezas con necrosis pulpar séptica, mediante el recuento de la microbiota total cultivada antes y después de su aplicación.

**Materiales y Métodos:** Se seleccionaron 40 pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar séptica total en una de sus piezas dentarias. Se realizó la endodoncia correspondiente conformando 2 grupos de 20 dientes. Grupo 1: Endox®, Grupo 2:

Hipoclorito de Sodio 5,25%. Se trepanaron las piezas y se tomaron muestras con conos de papel estériles, para cuantificar su contaminación inicial.

Grupo Endox®, aplicación siguiendo instrucciones del fabricante.

Grupo 2, irrigación con 5 ml de hipoclorito de sodio 5,25% por 2 minutos.

Para los 2 grupos se tomaron nuevas muestras bajo las mismas condiciones que en el paso inicial.

Todas las muestras fueron depositadas en medio de transporte RTF, frío, y llevados al laboratorio para su procesamiento. Fueron cultivadas por 10 días para realizar recuento de colonias formadas. Se comparó el resultado obtenido, antes y después de utilizar los métodos de desinfección.

**Resultados:** La aplicación de Endox® disminuyó significativamente el recuento de UFC/ml de microbiota total, el que fue evaluado antes y después de la aplicación de este sistema ( $P=0,004$ ). Existe diferencia significativa entre el recuento de la microbiota total antes y después de aplicar Endox®

**Conclusiones:** Se obtuvo una diferencia significativa entre el recuento de la microbiota total antes y después de aplicar el sistema de desinfección mediante pulsos eléctricos de alta frecuencia Endox®.

## Referencias bibliográficas

(1) Cohen, Stephen.

Endodoncia: Los caminos de la pulpa. 4º edición.

Buenos Aires: Médica Panamericana, 1988.

(2) Inga Shin, Odette Veliz Tuma; tutor principal: Jorge Huerta M. ; tutores asociados:

Marta Gajardo R., Marcelo Navia R.

Identificación y cuantificación de bacterias anaerobias estrictas y aerotolerantes predominantes en conductos necróticos de piezas dentarias mediante criterios microbiológicos convencionales.

Tesis (cirujano dentista)--Universidad de Chile, Santiago, 2004.

(3) Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, Souza-Filho FJ.

Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules.

Int Endod J. 2006 Jan;39(1):10-7.

(4) Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G.

In vivo evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue.  
Int Endod J. 2006 Jun;39(6):484-92.

(5) Haffner C, Folwaczny M, Galler K, Hickel R.

Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length--an in vivo study.  
J Dent. 2005 Sep;33(8):619-25.

(6) Balto KA.

Modern electronic apex locators are reliable for determining root canal working length.  
Evid Based Dent. 2006;7(2):31-2

(7) Nakamura Y, Takahashi K, Shimetani A, Sakagami H, Nishikawa H.

Cytotoxicity of direct current with antibacterial agents against host cells in vitro.  
J Endod. 2005 Oct;31(10):755-8.

(8) Lendini M, Alemanno E, Migliaretti G, Berutti E.

The effect of high-frequency electrical pulses on organic tissue in root canals.  
Int Endod J. 2005 Aug;38(8):531-8.

(9) Cassanelli,C., S. Roveta, F.Cavallini, A.Marchese, E.A.Debbia, R.Armanino.  
Bactericidal effect of endox against various pathogens Abstr. P480. 14th ECCMID,  
Prague, 2004.

(10) Chaparro Heredia A, Murillo del Castillo C, Haffner C, Benz C, Hickel R.  
Sistema Endox®: Desvitalización y esterilización electrónica. Estudio clínico.  
Av Odontoestomatol 2001; 17: 23-29.

(11) Dalton BC, Orstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M.  
Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation.  
J Endod. 1998 Nov;24(11):763-7.

(12) Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M.  
Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various  
medications.  
J Endod. 2000 Dec;26(12):751-5.

(13) Chuste-Guillot MP, Badet C, Peli JF, Perez F.

Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Aug;102(2):254-8. Epub 2006 Apr 21.

(14) Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gül K.

Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study.

J Endod. 2004 Feb;30(2):84-7.

(15) Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG.

Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation.

J Endod. 2007 Jan;33(1):48-51. Erratum in: J Endod. 2007 Feb;33(2):186.

(16) Sakamoto M, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Benno Y.

Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures.

Oral Microbiol Immunol. 2007 Feb;22(1):19-23.

(17) Virtej A, MacKenzie CR, Raab WH, Pfeffer K, Barthel CR.

Determination of the performance of various root canal disinfection methods after in situ carriage.

J Endod. 2007 Aug;33(8):926-9.

(18) Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L.

Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro.

Int Endod J. 2003 Apr;36(4):267-75.

(19) Baker NE, Liewehr FR, Buxton TB, Joyce AP.

Antibacterial efficacy of calcium hydroxide, iodine potassium iodide, betadine, and betadine scrub with and without surfactant against *E faecalis* in vitro.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004 Sep;98(3):359-64.

(20) Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M.

Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004 Oct;98(4):499-503.

(21) Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G.

The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals.

Endod Dent Traumatol. 1985 Oct;1(5):170-5.

(22) Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M.

Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications.

J Endod. 2000 Dec;26(12):751-5.

(23) Walton-Torabinejad

Endodoncia principios y practicas

2° edición McGraw Hill 1997

(24) Bergmans L, Moisiadis P, Huybrechts B, Van Meerbeek B, Quirynen M,

Lambrechts P.

Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo.

Int Endod J. 2008 Mar;41(3):227-39. Epub 2007 Dec 10.

(25) Waltimo TM, Ørstavik D, Sirén EK, Haapasalo MP.

*In vitro yeast infection of human dentin.*

J Endod. 2000 Apr;26(4):207-9.

(26) Haapasalo M, Ranta H, Ranta KT.

Facultative gram-negative enteric rods in persistent periapical infections.

Acta Odontol Scand. 1983;41(1):19-22.

(27) Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD.

Mechanism of action of sodium hypochlorite.

Braz Dent J. 2002;13(2):113-7.

(28) Mehra, P. et al. Formation of a facial hematoma during endodontic therapy. Case Report. JADA. 2000.131:67-71.(4)

(29) Reeh, ES and Messer, HH. Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor. Case report. Endod Dent Traumatol. 1989. 5:200-3.

(30) Kuruvilla R, Kamath P. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*. 1998. 24(7):472-475.

(31) OnÇag O, Hosgor M. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *International Endodontic Journal*. 2003. 36:423-432.

(32)Hülsmann M, Hahn W.

Complications during root canal irrigation--literature review and case reports.

*Int Endod J*. 2000 May;33(3):186-93. Review.

(33) Reeh, ES and Messer, HH. Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor. Case report. *Endod Dent Traumatol*. 1989. 5:200-3.

(34) Caliřkan MK, Türkün M, Alper S.

Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report.

*Int Endod J*. 1994 May;27(3):163-7.

(35) Chaparro, AJ., Murillo, C.:

Endox: La Nueva Endodoncia Electrónica. Experiencia Clínica.

*Gac. Dent*. Num. 110. 2000.

(36) C Cassanelli, A Marchese, S Cagnacci, and E.A Debbia

Alteration of Membrane Permeability of Bacteria and Yeast by High Frequency Alternating Current (HFAC).

Open Microbiol J. 2008;2:32-7. Epub 2008 Apr 15.

(37) Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gül K.

Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study.

J Endod. 2004 Feb;30(2):84-7.

(38) Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG.

Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation.

J Endod. 2007 Jan;33(1):48-51. Erratum in: J Endod. 2007 Feb;33(2):186.

(39) Virtej A, MacKenzie CR, Raab WH, Pfeffer K, Barthel CR.

Determination of the performance of various root canal disinfection methods after in situ carriage.

J Endod. 2007 Aug;33(8):926-9.

(40) Hülsmann M, Hahn W.

Complications during root canal irrigation--literature review and case reports.

Int Endod J. 2000 May;33(3):186-93. Review.

(41) Onçağ O, Hoşgör M, Hilmioğlu S, Zekioğlu O, Eronat C, Burhanoglu D.

Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants.

Int Endod J. 2003 Jun;36(6):423-32.

(42) Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M.

Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. International Endodontic Journal. 2004. 37:272-280

(43) Haffner C, Benz C, Hickel R.

Das Endox - Endodontiesystem Weitere Laborergebnisse und erste klinische Resultate.

ZWR, Jahrg 1999; 108:670- 674.

(44) Eriksson AR, Albrektsson T.

Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit.

J Prosthet Dent. 1983 Jul;50(1):101-7.

(45) Bailey GC, Cunnington SA, Ng YL, Gulabivala K, Setchell DJ.

Ultrasonic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface - an in vitro study.

Int Endod J. 2004 Jul; 37(7):447-54.

## **Anexos**

### **Protocolo de toma de muestras**

- 1.- Selección de la pieza dentaria afectada y diagnóstico clínico.
- 2.- Anestesia local en concentración y técnica según corresponda.
- 3.- Exodoncia de la pieza seleccionada, almacenamiento y transporte a clínica en tiempo menor a 2 horas.
- 4.- Eliminación de tejido cariado, trepanación según tipo de pieza dentaria.
- 5.- Instrumentación leve del conducto (principal en caso de más de uno) utilizando fresas Gates–Glidden secuencia 1, 2 y 3 hasta tercio medio, seguido de limas K hasta n° 30 a longitud aparente del diente.
- 6.- Toma de “muestra inicial” con cono de papel estéril n°35 depositado un minuto en conducto a longitud aparente del diente, retiro del cono con pinza estéril y almacenamiento en 1ml de RTF para transporte refrigerado.
- 7.- Aplicación de medio de desinfección o control según corresponda.
- 8.- Toma de “muestra final” con cono de papel estéril n°35 depositado un minuto en conducto a longitud aparente del diente, retiro del cono con pinza estéril y almacenamiento en 1ml de RTF para transporte refrigerado.
- 9.- Transporte de muestras iniciales y finales a laboratorio de microbiología para siembra y cultivo en plazo máximo de 2 horas.

### **Protocolo de laboratorio**

Procesamiento microbiológico de las muestras:

- 1.- Preparación de batería de 3 tubos eppendorf con 900ul de suero fisiológico para realizar diluciones seriadas de la muestra.
- 2.- Homogenización de las muestras por 1 minuto con el agitador Vortex Mixer a 50 ciclos por segundo.
- 3.- Obtención de una alícuota de 100ul desde el tubo de muestra (“muestra inicial” o “muestra final”) y depositados en el primer tubo eppendorf de la batería de diluciones preparada, siendo rotulado como 10-1.
- 4.- El tubo eppendorf 10-1 es agitado por 10 segundos y se extraen 100ul con micropipeta y depositados en el segundo tubo, siendo rotulado como 10-2.
- 5.- Este último paso se repite de igual manera para extraer 100ul del tubo 10-2 y al depositarlo en el último tubo disponible preparar la dilución rotulada 10-3.
- 6.- Las “muestras iniciales” y “muestras finales”, además de todas las diluciones son sembradas en placas de petri con agar sangre no selectivo (agar columbia hemina/menadiona, 5% sangre de caballo)

Siembra y cultivo de las muestras:

- 1.- Descarga en el centro de la placa de agar de 100ul de muestra y diluciones utilizando micropipeta.
- 2.- Extensión con rastrillo de manera uniforme por toda la superficie del agar.

3.- Rotulado de las placas de Petri.

4.- Incubación de las placas en estufa en condiciones anaerobias en jarra Gas-Pack a 36° por 10 días.

5.- Registro cuantitativo de colonias formadas

**Consentimiento informado**CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_, autorizo la utilización con fines científicos de la(s) pieza(s) dentaria(s) \_\_\_\_\_, la(s) cual(es) es(son) extraída(s) bajo mi solicitud, sin presiones o incentivo alguno. Estoy en consideración del diagnóstico emitido, y las posibilidades de tratamiento explicadas, las que declaro comprender.

\_\_\_\_\_  
Firma

Santiago, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_

**Especificaciones técnicas Endox®**

Modelo: Endox EndodonticSystem

Tipo: Digital

Fabricante: Lysis srl

Potencia en Stand By: 28 Va. alimentado a 230 Vac. 8 VA alimentado a 110 Vac.

Potencia Máxima: 360 Va. Alimentado a 230 Vac 250 Vac alimentado a 110 Vac.

Dimensiones: 210 x 100 x 300 mm (LxAxP)

Peso: 2.5 kgs

Operación a temperatura ambiente: 10° - 40 °C

Humedad Ambiental: 30% - 75%

Temperatura de almacenaje: de 40° a 70 °C

Humedad de Almacenaje: 10 % a 100% con condensación

Frecuencia de trabajo: 312.5 Khz

Potencia de emisión: 110 W per 140 mSeg (con resistencia de carga de 1000 O)

Fusible: T 1.6° 250V. Tamaño 5x20 mm

Batería recargable: Recargable Ni-cd 9V 120 mA/h

Clasificación: clase 1 del tipo BF

Condiciones de Uso: Funcionamiento continuo con carga temporal

Clase de acuerdo a la regulación 93/42/Cee: IIb

Referencia Standard: EN60601-1; EN60601-1-2

Vida del producto: 6 años (estimación)

Partes Aplicadas: Electrodo neutro a tierra