

“Evaluación in vitro de tres preparaciones comerciales de EDTA, en combinación con NaOCl en la remoción del smear layer”



Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano-Dentista

Alumnos:

Pierangelo Caimi Rosselló
Rodrigo Cueto Ortiz
Ana María Molina Guzmán

Docente guía:

Dra. Carolina Cabrera

*A ti papá, ya que sin ti nada de esto hubiera sido posible.
A ti mamá, ya que desde lejos sé que viviste este proceso conmigo.
A ti mi amor, ya que estuviste conmigo cada vez que lo necesité.
A mis amigos, especialmente a Ana María y Rodrigo, ya que fueron un pilar fundamental en este largo proceso.*

Pierangelo

A mi papá, por el inmenso amor que me entrega y por hacerme sentir orgullosa de ser su hija. A mi mamá, por ayudarme a entender que cada vez puedo ser mejor y estar a mi lado en todo momento. A mi hermana, por entenderme y aconsejarme siempre. A cada uno de mis amigos, por hacer de estos seis años una experiencia inolvidable: a Rodrigo y Pierangelo por creer en mí y estar incondicionalmente a mi lado cada vez que los necesité; a Andrea, Consuelo, Ignacio, Sergio, y Romina por regalarme su amistad y apoyarme en los momentos difíciles. A mi numerosa familia, tíos y primos, por disfrutar con cada uno de mis logros y ayudarme cada vez que lo necesité.

Ana María

A mis padres, por estar siempre ahí apoyándome y aconsejándome y porque, junto con mis hermanos, son el pilar mas importante de mi vida. Nada de esto lo hubiese logrado sin ustedes. Los quiero mucho, y siempre les estaré agradecido.

A mis amigos, a los antiguos y a los más recientes, y en especial a mis amigos Ana María, Pierangelo y Andrea, que hicieron que nuestra amistad se transformara en los momentos más felices durante estos seis años universitarios.

Rodrigo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a:

Dra. Carolina Cabrera, por su confianza e incondicional apoyo en todas las etapas de nuestro seminario de tesis

Dr. Luis Moya y Dra. Silvia Riveros, por su valiosa colaboración intelectual durante el desarrollo de nuestra investigación.

Dr. Luis Olivares, por su importante ayuda en la adquisición de los materiales necesarios para realizar nuestro estudio.

Sr. Mario Contreras (Ultradent, Chile), por sus aportes teóricos y materiales al desarrollo de la presente investigación.

Dra. Karla Sánchez y Dr. Antonio Bustos, por sus aportes intelectuales y técnicos durante la parte práctica de nuestro trabajo.

Sra. Nancy Olea (Departamento de Microscopía Electrónica, Universidad de Chile), por su excelente disposición a asesorarnos durante la observación de las muestras de nuestro estudio.

Dr. Osvaldo Badenier, por su valiosa ayuda intelectual en la metodología de nuestra investigación.

Dr. Sergio Uribe, por su importante colaboración en el análisis estadístico de los datos de nuestro estudio.

Pámela Castro, por su desinteresada ayuda intelectual y apoyo moral durante todo el desarrollo de nuestro seminario

ÍNDICE



	Págs.
Introducción	1
Barro Dentinario	2
Implicancias clínicas	3
Irrigación en Endodoncia	6
Hipoclorito de Sodio	10
Quelantes como soluciones irrigadores	12
Presentaciones comerciales de EDTA	15
Preparación Biomecánica	16
Sistema ProTaper	19
Hipótesis	22
Objetivos	22
Materiales y Métodos	23
Resultados	30
Discusión	34
Conclusiones	37
Sugerencias	38
Resumen	39
Referencias bibliográficas	40
Anexos	44

INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la metodología y calidad de la instrumentación, irrigación, desinfección y obturación tridimensional del espacio del conducto radicular. Para ello, diferentes tipos de instrumental manual, mecanizado y soluciones irrigadoras han sido empleadas con el objeto de obtener un espacio limpio y conformado para recibir la obturación.

La irrigación es un complemento esencial en el proceso de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares para lograr su desinfección, antes de proceder con la obturación tridimensional de los mismos. Este procedimiento se lleva a cabo mediante el empleo de agentes químicos lo suficientemente capaces de promover el arrastre, mantener la humedad, ser disolventes y actuar sobre la flora microbiana presente.

El smear layer o barro dentinario formado durante la instrumentación del conducto radicular es una película de espesor y homogeneidad variable que se deposita en la pared del conducto y que, por lo tanto, podrá afectar o alterar en algún grado la obturación posterior de éste. Además, la persistencia de esta capa repercute sobre la existencia de bacterias en el interior de los túbulos dentinarios, la permeabilidad de la dentina, la desinfección de los conductos y el sellado de los mismos una vez obturados.

El endodoncista ha estado siempre en la búsqueda de un agente irrigante ideal para la remoción del smear layer con características que permitan optimizar el trabajo y obtener con su uso resultados clínicos satisfactorios.

Numerosos investigadores han usado distintas concentraciones y preparaciones comerciales del ácido etilendiaminotetracético o EDTA con la intención de remover la porción inorgánica del smear layer. Hasta el momento está ampliamente aceptado que el método más efectivo para su remoción es la irrigación de los conductos con EDTA en combinación con NaOCl.

El presente estudio tiene por objetivo general, evaluar la eficiencia de tres preparaciones comerciales de EDTA en la remoción del smear layer, mediante la observación de las muestras en microscopio electrónico de barrido. De esta manera se pretende orientar y servir de guía al clínico al momento de optar por una de ellas.

Barro Dentinario

El smear layer, también llamado barro dentinario, fue descrito por primera vez por Boyde en 1963, como consecuencia de la acción del instrumental endodóntico durante las preparaciones cavitarias. (Bonilla y cols., 1998)

En la práctica Endodóntica, el smear layer se define como una capa de materiales firmemente adherida compuesta por sustancias inorgánicas y orgánicas, que se forma en las paredes del canal radicular (Sean y cols., 1995) (Bonilla y cols., 1998) como resultado de la instrumentación del conducto y que, por lo mismo, no está presente en los conductos no instrumentados (Gettleman y cols., 1991). Su grosor y composición es variable dependiendo de la naturaleza de los tejidos (edad del paciente, estado del conducto radicular y del procedimiento odontológico utilizado) (Dautel-Morazin y cols., 1994). Estudios recientes han señalado que el grosor de la capa de smear layer sería de 1 a 2 μm (Torabinejad y cols., 2002) (Gettleman y cols., 1991)

Distintas técnicas de instrumentación producirán un smear layer de diferente cantidad y calidad, siendo siempre una barrera en íntimo contacto entre el material obturador y la pared del canal radicular. A su vez, distintos tipos de irrigantes provocarán diferentes resultados en su remoción. (Czonstkowsky y cols., 1990)

Desde un punto de vista químico, el barro dentinario está compuesto por dos fases, una orgánica y otra inorgánica: (Dautel-Morazin y cols., 1994)

El **componente orgánico** lo forman restos de tejido pulpar necrótico y/o viable, células sanguíneas, fibras de colágeno de la dentina, glicosaminoglicanos provenientes de la matriz orgánica extracelular, prolongaciones odontoblasticas e incluso bacterias si el canal está infectado. Esta fase orgánica, sirve como matriz para la fase inorgánica. (Gettleman y cols., 1991) (Mader y cols., 1984) (Dautel-Morazin y cols., 1994)

El **componente inorgánico** lo constituyen las virutas o partículas de los tejidos duros del diente, en este caso de dentina, compuestas por hidroxiapatita que se desprenden durante la instrumentación, y que unidos a los fluidos orales y a los líquidos de irrigación forman una sustancia más o menos homogénea. (Gettleman y cols., 1991) (Pashley y cols., 1981) (Weine, 1997). En el barro dentinario se encuentra principalmente P y Ca, pero también Sn, Si, Cr, Zn, Al, Fe, Cu, Mn y Pb, aunque este último se cree que se debe a la contaminación ambiental. El contenido de Ca es mayor que el de la dentina y el esmalte. (Jiménez y cols., 1992)

Estructuralmente, el barro dentinario está compuesto por dos capas superpuestas y distintas. Estas capas, observadas al microscopio óptico, tienen un aspecto amorfo, por lo que se denominan, en conjunto, "**costra residual**". Sin embargo, a mayor resolución se observa una estructura de aspecto granular con partículas de tamaños que oscilan entre 0,05 μm y 0,1 μm . (Dautel-Morazin y cols., 1994)

Algunos investigadores señalan que la instrumentación de los conductos, sin irrigación, produce una muy gruesa capa de smear layer que aparece en el microscopio electrónico como una capa compacta de componentes orgánicos e inorgánicos. Señalan que, luego de la irrigación, el smear layer aparece como una doble capa, con una superficial y otra profunda:(Dautel-Morazin y cols., 1994)

La **zona superficial** es delgada, poco adherente y fácil de eliminar, formada por una matriz amorfa que se deposita sobre la dentina intertubular y los orificios de los túbulos cubriendo toda la pared instrumentada.

La **zona profunda** es intratubular, está fuertemente adherida y ocluye los túbulos cortados. (Cox,1990) (Cameron, 1983) (Baumgartner y Cuenin, 1992) Si bien el grado de penetración de esta capa varía según los autores, se acepta que la profundidad oscila entre 1 a 2 μm y 40 μm , siendo la media de 10 μm . (Mader y cols., 1984)

Implicancias Clínicas:

El éxito en el tratamiento endodóntico depende de la eliminación de la infección y la obturación radicular permanente con un material no tóxico. Muchos endodoncistas coinciden en que la preparación biomecánica es la fase más importante en el tratamiento, donde la instrumentación no sólo debe eliminar los restos necróticos y microorganismos, sino que también preparar al conducto dándole la forma necesaria para poder ser obturado. (Mc Comb y Smith, 1975)

Las ventajas y desventajas de la presencia del smear layer, y si éste debe o no ser removido de los canales instrumentados, son aún temas controversiales. Mientras algunos investigadores consideran que sí sería necesario eliminarlo, ya que cubre las áreas preparadas del canal radicular impidiendo que los agentes desinfectantes, las sustancias medicamentosas y/o los materiales obturadores penetren dentro de los túbulos. (Gettleman y cols., 1991) (Goldberg y Abramovich, 1977) otros como Pashley (1981) afirman que debería mantenerse intacto ya que actuaría como una barrera protectora.

Brannstrom y Mader encontraron que el smear layer, por si mismo, puede estar infectado. Además, señalaron que podría proteger a las bacterias ya presentes dentro de los túbulos dentinarios, por lo que sería prudente eliminarlo para permitir la penetración de la medicación (Bonilla y cols.,1998)

Según Bradley y cols. (citado por Gettleman y cols., 1991) el smear layer sería responsable de mantener excluidas a las bacterias de los túbulos dentinarios al igual que restringir la difusión de muchas moléculas. Por otra parte, Bergenholtz (citado por Meryon y cols, 1987) señala que su presencia no impide la difusión de las toxinas bacterianas hacia el interior de los túbulos.

El transporte de sustancias a través de la dentina tiene lugar mediante los túbulos dentinarios (Dippel y cols, 1984). El conducto radicular puede ser considerado como una vía de medicación hacia los túbulos (si éstos requieren ser desinfectados) y/o hacia la superficie radicular externa.

La difusión de los medicamentos estaría directamente relacionada con el grado de permeabilidad que presenten los túbulos dentinarios; es directamente proporcional a la superficie de los túbulos e inversamente proporcional al grosor de la dentina remanente. (Foster y cols, 1993)

Por lo tanto, existen dos factores principales que afectan la permeabilidad dentinaria: la **formación de smear layer** y la reducción del **grosor de la dentina** después de la instrumentación

En relación al smear layer, se ha reportado que su presencia reduciría la permeabilidad de la dentina de un 25 a un 49% (Galvan y cols, 1994). La capacidad del smear layer de disminuir el transporte, no sólo dependería del grado de cobertura de los túbulos dentinarios, sino que también del grado de penetración de éste dentro de los mismos. (Dippel y cols., 1984).

Foster y cols. (1993) señalaron que la remoción del smear layer tiende a facilitar la difusión de sustancias medicamentosas como antibióticos y esteroides a través de los túbulos dentinarios, hacia la superficie radicular externa. También demostró que la presencia del smear layer disminuye la difusión de los iones H^+ y el Ca^+ .

Guignes y cols. (1996), demostraron que existe una relación inversa entre la variación de permeabilidad de la dentina y la remoción del smear layer. Se consideró que el uso de EDTA como método de eliminación del smear layer, inducía un aumento considerable en la permeabilidad radicular. El uso de ultrasonido produjo un efecto similar, aunque más débil.

Efectos de la eliminación del smear layer en la obturación.

Dentro del éxito de un tratamiento endodóntico está el lograr obturar completamente el canal radicular por medio de un material inerte, creando un sellado hermético apical. Para lograr este fin, desde 1867 se ha usado, de preferencia, la obturación con gutapercha sólida. Sin embargo, algunos autores han descrito que la técnica de condensación lateral podría resultar en una masa obturadora no homogénea dejando espacios no obturados, o rellenos con cemento sellador que, en el tiempo, podría reabsorberse disminuyendo así la efectividad del tratamiento. Es así como se ha introducido la técnica de inyección de gutapercha termoplastificada, demostrándose que la gutapercha calentada fluye y sella las irregularidades del canal radicular de una mejor forma. (Gencoglu y cols, 1993)

Durante muchos años, los efectos del smear layer en la obturación han recibido gran atención. Aunque existen estudios de obturación como el de Evans y Simon (1986), donde no se encontraron ventajas en el sellado cuando se realizó la eliminación del barro dentinario, los experimentos de Gencoglu y cols. (1993) sí lo demuestran.

White y cols. (1987) refieren que la capa de desecho puede tener un volumen inestable de contenido acuoso, lo cual puede interferir con el secado de los conductos. Además, su estructura amorfa, heterogénea y de baja densidad representan un estrato susceptible a la filtración; por lo tanto, cuando esta capa es removida se eliminan estas desventajas permitiendo la apertura de los túbulos dentinarios e incrementando la superficie para el futuro contacto entre el cemento sellador y la dentina, resultando en una obturación impermeable.

Sen y cols. (1995) señalan igualmente que cuando la capa de desecho no se remueve, ésta puede desintegrarse lentamente alrededor de la interfase filtrante del material de obturación o puede ser removida por los productos metabólicos (enzimas y ácidos) de microorganismos remanentes. Sin embargo, los autores consideran que una vez removida existe siempre el riesgo de reinfección de los túbulos dentinarios si el sellado fracasa.

Gencoglu y cols. (1993) observaron que las técnicas Thermafil y Ultrafil, con y sin smear layer presente, eran mucho más efectivas para lograr un sellado apical que la técnica de condensación lateral. Además, al igual que Goldberg y Abramowich (1977), demostraron que el uso de estas técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada disminuían significativamente la microinfiltración apical y favorecían la retención de la obturación al eliminarse el smear layer ya que este incluso impedía que el material obturador contactara las paredes del canal.

White (1987) presentó evidencia de poca penetración de los materiales de obturación en los túbulos dentinarios, en dientes con presencia de smear layer. Al contrario, aquellos a los cuales sí se les eliminó demostraron un sustancial incremento en la penetración intratubular. Esto aumenta la fuerza adhesiva de ciertos cementos selladores de forma significativa, mejora el sellado de la obturación en general y disminuye la posibilidad de microinfiltración, debido a que, con la exposición de los túbulos, se crea una superficie más irregular que favorece la adhesión (Gettleman y cols., 1991)

La Cátedra de Endodoncia de la Universidad de Valparaíso, considerando ambos criterios, afirma que no es necesaria su eliminación al tratarse de un conducto no infectado, ya que el smear layer actuaría como una barrera protectora frente a la difusión, capaz de prevenir la penetración bacteriana dentro de los túbulos.

Al contrario, considera necesaria su eliminación en caso de tratarse de un conducto radicular infectado, como por ejemplo una necrosis pulpar de larga data, ya que se ha demostrado en estudios "*in vitro*" e "*in vivo*" que las bacterias son capaces de colonizar y desarrollarse en el interior de los túbulos dentinarios del conducto radicular y que, a veces, no se consigue su eliminación con la instrumentación.

Además, en casos de realizar técnicas de obturación de gutapercha termoplastificada, uso de cementos selladores en base a resina y medicación con Hidróxido de Sodio, se aconseja la eliminación del smear layer para optimizar estas maniobras. (Bonilla y cols., 1998) (Pashley y cols., 1981)

Irrigación en endodoncia.

La cámara pulpar y los conductos radiculares de dientes desvitalizados no tratados están llenos de una masa gelatinosa de restos pulpares necróticos y líquidos hísticos, porciones de tejido momificado, tejido viviente que se encuentra algunas veces en la porción apical del conducto radicular y, por lo general, bacterias. Un instrumento proyectado hacia dicho conducto puede proyectar este material nocivo a través del agujero apical, y producir inflamación y/o infección periapical (Ingle y cols., 1996).

Uno de los principales objetivos de la terapia endodóntica es lograr la desinfección completa del sistema de conductos para así poder garantizar el éxito del tratamiento. (García, 2001) Esto depende de la técnica y calidad de la instrumentación, irrigación, desinfección y obturación tridimensional del conducto radicular.

La Asociación Americana de Endodoncistas define la irrigación como el lavado mediante una corriente de fluidos. En endodoncia, la irrigación intraconducto, facilita la remoción mecánica de materiales del interior de los conductos e introducción de químicos con actividad antimicrobiana, desmineralizante, disolutiva del tejido, blanqueadora, desodorante y hemostática (ADA, 1998). Consiste en hacer pasar un líquido a través de las paredes del conducto radicular y la herida o muñón pulpar (Leonardo, 1994) y la aspiración de su contenido con motas de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión (García, 2001) con la finalidad de retirar restos pulpares, virutas de dentina producida por la instrumentación, microorganismos (Leonardo, 1994) y todos los restos, tanto orgánicos como inorgánicos, que puedan estar contenidos en la cámara o conductos. (Lasala, 1992)

Los objetivos principales de la irrigación-aspiración son:

- a) Limpieza o arrastre mecánico de restos pulpares, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento temporal, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior (Lasala, 1992) y restos necróticos que pueden actuar como nicho de bacterias (estos restos necróticos al ser llevados a la región periapical pueden causar agudizaciones periapicales y si permanecen en el conducto radicular pueden inhibir o impedir la acción de los medicamentos utilizados como medicación temporal. (Leonardo, 1994).
- b) Acción detergente y de lavado. (Lasala, 1992)
- c) Acción antimicrobiana y desinfectante, eliminando la flora bacteriana residual y sus productos metabólicos.
- d) Acción blanqueadora. (Lasala, 1992)

- e) Acción lubricante de las paredes dentinarias, facilitando la acción de los instrumentos. (Leonardo, 1994).
- f) Eliminación de la llamada capa residual o smear layer. (Leonardo, 1994).

Propiedades ideales de un agente irrigante:

- a) Ser bactericida o bacteriostático, incluso debe actuar contra hongos y esporas.
- b) Baja toxicidad, debe ser inocuo para los tejidos perirradiculares.
- c) Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.
- d) Poseer baja tensión superficial.
- e) Eliminar la capa residual o smear layer.
- f) Ser Lubricante
- g) Otras propiedades: Aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida. (Walton y cols., 1991)

La irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares es una intervención necesaria durante toda la preparación de conductos, antes de la instrumentación, a intervalos frecuentes durante ella, y como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva. (Lasala, 1992) (Ingle y cols., 1996)

- 1) **Antes de la instrumentación de los conductos radiculares:** en caso de tratamiento endodóntico de dientes despulpados e infectados, en que la solución irrigadora que antecede a la acción de los instrumentos va a neutralizar los productos tóxicos y restos orgánicos, antes de su eliminación mecánica. En el caso de dientes con vitalidad pulpar, después de la eliminación de la pulpa coronaria, la irrigación de la cámara pulpar con soluciones bactericidas posibilitara una penetración mecánica aséptica en el interior del conducto radicular.
- 2) **Durante la instrumentación:** para mantener húmedas y lubricadas las paredes del conducto radicular, y favorecer así la instrumentación.
- 3) **Después de la instrumentación:** para eliminar detritos orgánicos e inorgánicos, principalmente las virutas de dentina producidas por el ensanchamiento y limado, evitando así su acumulación sobre el muñón pulpar o tejidos vivos periapicales, lo que impediría la acción beneficiosa de la medicación tópica. (Leonardo, 1994).

Los sistemas para irrigar conductos radiculares varían desde una simple jeringa descartable, hasta complejos dispositivos capaces de irrigar y aspirar al mismo tiempo. La elección que haga el clínico es cuestión de costos, de conveniencia y accesibilidad a ellos.(Cohen, 1998)

La aguja puede ser de diversos tipos, aunque se recomienda la *Max / Probe*, la cual limpia el conducto hasta el nivel del ápice; ésta es con punta cerrada y con ventana lateral que sin duda es la más segura. También, Moser y Heur recomiendan el sistema *Monojet* para irrigar, el cual consiste en un sistema de agujas largas, de extremo abierto y romo que se insertan a toda la longitud del conducto, suministrando un mayor volumen de solución.

La punta de la aguja se dobla para facilitar la descarga de la solución; es recomendable que ésta se coloque de manera pasiva, lentamente y sin presión en el conducto y que no puncione las paredes, ya que la presión puede causar dolor y molestia al paciente.

Una vez irrigados los conductos se secan con puntas de papel estéril, para poder ser obturados posteriormente.

Los agentes irrigantes cumplen importantes funciones físicas y biológicas en el tratamiento endodóntico. No cabe ninguna duda de que su cometido es más significativo que el de los medicamentos intraconductos (Weine, 1997). Dentro de los irrigantes nos encontramos con diferentes soluciones para la irrigación de los conductos radiculares.

1. Soluciones químicamente inactivas:

- Soluciones salinas
- Agua
- Soluciones anestésicas

2. Soluciones químicamente activas:

2.1 Enzimas:

- estreptoquinasas
- estreptodornasa
- papaína enzymol
- tripsina.

2.2 Ácidos:

- Ácido Fosfórico al 50%
- Ácido Sulfúrico al 40%
- Ácido Cítrico al 6-50%
- Ácido Láctico al 50%
- Ácido Clorhídrico al 10-30%.

2.3 Alcalis:

- Hidróxido de sodio
- Hidróxido de potasio
- Hidróxido de calcio en solución acuosa
- Urea
- Hipoclorito de sodio de 0.5% a 5.25%

2.4 Agentes quelantes:

- Soluciones de ácido etilendiaminotetracético (EDTA)
- Diacetato de dacetileno-bis-aminoquinaldio (salvazol)

2.5 Agentes oxidantes:

- Peróxido de hidrógeno al 3%
- Peróxido de urea

2.6 Agentes antimicrobianos:

- Clorhexidina del 0.2% al 2%.

2.7 Detergentes:

- Lauril sulfato sódico (tergentol)

2.8 Asociaciones

La eficacia de las soluciones irrigadoras no sólo depende de su naturaleza química, sino también de distintos factores como:

- Volumen del irrigante
- Frecuencia de la irrigación
- Profundidad de penetración de la aguja dentro del conducto
- Temperatura de la solución irrigante
- Tiempo de contacto con los tejidos y paredes del conducto
- Tipo y diámetro de la aguja
- Tensión superficial de la solución
- Antigüedad o tiempo de almacenamiento

La frecuencia de la irrigación debe incrementarse en la medida en que los instrumentos se aproximan a la constricción apical. Una cantidad apropiada es al menos 2 ml cada vez que se limpia el canal o se cambia la lima que se está utilizando.

La mayoría de los investigadores concuerdan que el aumento de la temperatura de gran parte de los irrigantes incrementa las propiedades antibacterianas. Esto se produciría porque la temperatura aumenta la energía cinética de las partículas en solución, con mayor formación de compuestos moleculares. (Mariani y cols., 2001)

La humectancia de la solución irrigadora depende de la tensión superficial, y es fundamental en la penetración de la solución a los conductos laterales y túbulos dentinarios de predentina. La humectancia hace posible que un irrigante aumente su capacidad de disolver proteínas y mejore la función antibacteriana, penetrando a áreas donde no llegan los instrumentos (Tasman y cols., 2000), al mismo tiempo que crea las condiciones para una mayor eficacia de los medicamentos aplicado de forma tópica (Leonardo, 1994).

Dentro de la gran cantidad de irrigantes de uso en endodoncia, el hipoclorito de sodio es el irrigante mas utilizado, y se viene empleando eficazmente para la preparación de conductos desde hace muchos años. (Weine, 1997).

➔ Hipoclorito de sodio (NaOCl).

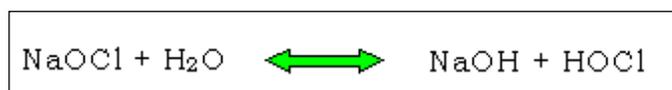
El hipoclorito de sodio ha sido utilizado como irrigante intraconductos para la desinfección y limpieza por más de 70 años. Se le ha reconocido como agente efectivo contra un amplio espectro de microorganismos patógenos.

Propiedades del NaOCl. (Leonardo, 1994) (Mariani y cols., 2001)

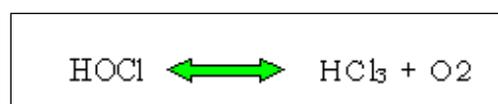
- a) Baja tensión superficial. Gracias a esta propiedad el hipoclorito penetra en todas las concavidades del conducto radicular, al tiempo que crea condiciones para mejorar la eficiencia del medicamento aplicado tópicamente.
- b) Neutraliza los productos tóxicos.
- c) Bactericida.
- d) Favorece la instrumentación, por medio del humedecimiento de las paredes del conducto radicular.
- e) pH alcalino. Neutralizando la acidez del medio volviendo por lo tanto inadecuado para el desarrollo bacteriano.
- f) Gran poder disolvente de tejido orgánico, una pulpa puede ser disuelta por este agente entre veinte minutos y dos horas:
- g) Deshidrata y solubiliza las sustancias proteicas transformándolas en materias fácilmente eliminables.
- h) Acción detergente. Acción saponificante sobre los ácidos grasos, transformándolos en jabón de fácil eliminación.
- i) No irritante en concentraciones del 4-6%, bajo condiciones de uso clínico (dentro del conducto radicular).
- j) Desbridamiento. La irrigación con hipoclorito de sodio expulsa detritus generados por la preparación biomecánica de los conductos, evitando bloqueos producidos por la compactación de detritus acumulados

Mecanismo de acción.

Las soluciones de hipoclorito de sodio presentan un equilibrio dinámico según la siguiente ecuación:



El ácido hipocloroso (HOCl), se disocia de la siguiente manera:

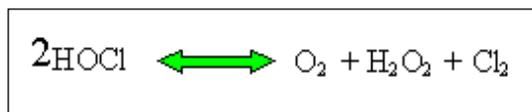


El **hidróxido de sodio** (NaOH), es un potente solvente orgánico y de grasas (saponificador) que forma jabón, fácilmente eliminable.

El cloro es un potente germicida que ejerce su acción antimicrobiana debido al ácido hipocloroso no disociado. La acción se debe a que el cloro activo produce una acción irreversible de los grupos sulfhídricos de enzimas esenciales interrumpiendo el funcionamiento de la célula bacteriana. En soluciones neutras o ácidas, el ácido hipocloroso no se disocia (predomina la forma ácido no disociada, HOCl), por lo que presenta un efecto antibacteriano acentuado. En soluciones alcalinas permanece en forma iónica disociada (estable y menos activa). (Mariani y cols., 2001) (Siqueira y cols., 2000)

Además el cloro liberado puede combinarse con el grupo amino de las proteínas, formando cloraminas, solubles en agua y que poseen un elevado poder antibacteriano (desnaturalizante y desinfectante). (Spanó, 1999)

El ácido hipocloroso, también sufre descomposición por la acción de la luz, del aire o del calor, liberando cloro libre y secundariamente oxígeno. Para algunos autores, este oxígeno es el real responsable de la acción bactericida de la solución. El oxígeno hace posible cambiar la condición del ambiente anaerobio y además actúa como decolorante y desodorante al actuar sobre los productos en descomposición. (Mariani y cols., 2001)



Trepangnier (citado por Ingle y cols., 1996).comunicó que el NaOCl al 5.25% o al 2.6% tiene el mismo efecto cuando se utiliza en el espacio del conducto radicular durante un período de 5 min. Rubin (citado por Ingle y cols., 1996), por otra parte, demostró que este al 2.6% (o a la mitad de su potencia) sólo es un solvente excelente de la predentina y del tejido.

Tanto la temperatura como la concentración del hipoclorito de sodio afectan la eficacia de la solución (Ingle y cols., 1996) porque cuanto mayor es la concentración y la temperatura, mayor es la velocidad de disolución de tejido orgánico. (Berutti y Marini, 1996)

Quelantes como soluciones irrigadoras

Según la Asociación Americana de Endodoncistas la quelación en Endodoncia es la remoción de iones inorgánicos de la estructura dentaria mediante un agente químico, que es usualmente el Ácido etilendiaminotetracético (EDTA).

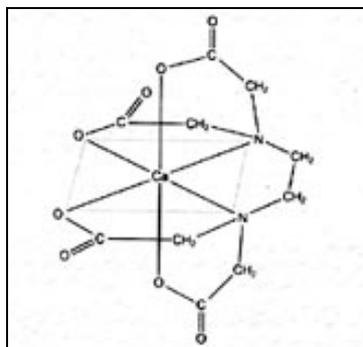
Los quelantes son ablandadores de dentina, cuya función es facilitar el paso de los instrumentos y el agrandamiento del conducto al eliminar componentes minerales de las paredes de la dentina u obstrucciones dentro de los conductos.

La utilización de los agentes quelantes aumentó desde 1970, ya que no sólo ablandaban la dentina mejor que los ácidos más cáusticos, sino que además era más aceptados biológicamente por los tejidos blandos. (García, 2001)

El término quelar es derivado del griego "*Khele*", que significa garra, entendiéndose por quelantes a las sustancias que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos –como el calcio de la dentina- de un determinado complejo molecular. Los agentes quelantes actúan únicamente sobre los tejidos calcificados y apenas afectan el tejido periapical. Reemplazan los iones de calcio que forman con la dentina sales poco solubles, por iones de sodio, que se combinan con la dentina formando sales más solubles. De ese modo reblandecen las paredes del conducto facilitando su ensanchamiento (Weine, 1997).

Entre las soluciones quelantes de uso más frecuente durante la irrigación, están el EDTAC, File-eze, Rc-prep. , Tublicid, Glyde, en todas las cuales el ingrediente activo es el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) (Ingle y cols., 1996).

El EDTA es una sustancia blanca, soluble, sin olor y cristalina, es relativamente no tóxica y poco irritante en soluciones débiles. Su fórmula química, $C_{10}H_{16}N_2O_8$, contiene 4 grupos acéticos unidos al grupo etilendiamino.



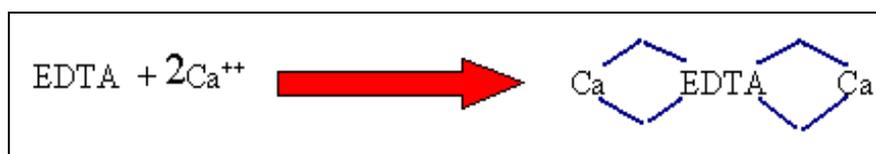
Estructura química del EDTA

La sal di sódica de EDTA es un agente quelante no coloidal capaz de desmineralizar los tejidos duros dentarios (García, 2001) generalmente como el quelante más efectivo con prominentes propiedades lubricantes. Es usado para alargar canales radiculares calcificados, remover el barro dentinario, y preparar las paredes dentinarias para una mejor adhesión con los materiales de obturación.

Se ha observado que este agente no tiene efecto corrosivo sobre los instrumentos, es simple de usar, no es peligroso, es tolerado por los tejidos y su acción es autolimitante, alcanzando un equilibrio una vez cumplido su mecanismo de acción. (García, 2001)

El EDTA es ampliamente usado como quelante en las terapias endodónticas, ya que reacciona con los iones calcio de los cristales de hidroxiapatita, removiéndolos de la dentina. Es usado en varias concentraciones y combinaciones dentro del canal radicular, y su eficiencia depende de muchos factores tales como el largo del conducto, profundidad de penetración del agente, dureza de la dentina, vehículo, duración de la aplicación, el pH, y la concentración del agente (Calt y Serper, 2002)

Los iones metálicos reaccionan con ambos extremos del agente quelante para formar una estructura en forma de anillo; posteriormente la estructura permanece inactivada y lista para la futura reacción química. El EDTA como agente quelante atrapa los iones metálicos de calcio en forma de quelatos, provenientes de los cristales de hidroxiapatita en la dentina y luego comienza a desmineralizar la misma. Cuando todo el componente inorgánico y disponible de la dentina es quelado por el EDTA se establece un equilibrio químico. (García, 2001)



Equilibrio químico de la reacción quelante

Considerando la escasa acción del EDTA sobre el tejido orgánico, su moderada citotoxicidad y limitada acción bactericida, se hace indispensable emplear una técnica alternada y secuencial de irrigación con NaOCl, la cual ha demostrado ser la más efectiva en cuanto a disolución del tejido pulpar, eliminación de microorganismos y eliminación de la capa de desecho dentinario. Facilita la instrumentación y, finalmente, aumenta la capacidad de sellado de los materiales de obturación. (García, 2001)

El EDTA al remover los componentes inorgánicos del barro dentinario deja las fibras orgánicas en la superficie del canal radicular, por ello, cuando el EDTA es usado como irrigante, es necesario usar NaOCl para eliminar la matriz orgánica del smear layer que queda depositada (Calt y Serper, 2002) (Dogan y Calt, 2001). A parte de la gran efectividad en la remoción del smear layer, estudios han demostrado que el NaOCl en combinación

con el EDTA presenta un mayor poder antimicrobiano que el NaOCl por sí sólo ya que con la remoción del barro dentinario permite que éste penetre dentro de los túbulos que antes se encontraban obstruidos. (Baumgartner y Cuenin, 1992)

Desde el punto de vista biológico la ventaja principal que ofrece esta técnica de alternar secuencialmente estos agentes, se encuentra en la difusión facilitada del hipoclorito de sodio (NaOCl) hacia el interior de los canalículos dentinarios, lo cual permite una mejor acción antibacteriana del NaOCl y una penetración superior a los 350 μm . Además, la capacidad de los quelantes de combinarse con los cationes asociados a la pared celular de las bacterias, permite aumentar la sensibilidad de los microorganismos a las soluciones desinfectantes y antibióticos intraconducto (Heling y cols., 1999).

Baumgartner y Mader (1987) reportaron que la combinación de EDTA y NaOCl causa una progresiva disolución de dentina a expensas de las áreas peri e intertubular, y sugirieron que este efecto resulta de la acción alternada del NaOCl que disuelve el componente orgánico de la dentina, mientras que el EDTA desmineraliza el componente inorgánico.

Se ha reportado de que el EDTA elimina el barro dentinario en menos de 1 minuto si la solución es capaz de llegar a las paredes del canal radicular (Calt y Serper, 2002), mientras que otros estudios sugieren que el fluido debería ser mantenido por lo menos 15 minutos dentro del canal para obtener un óptimo resultado (Goldberg y Spielberg, 1982). Si el EDTA no es inactivado, sigue actuando en el interior del conducto durante aproximadamente **5 días**. Es por esta razón que se debe irrigar posteriormente con una solución inactivadora que contenga hipoclorito de sodio (Weine, 1997).

La técnica de alternar en forma secuencial los agentes de irrigación, se basa en la necesidad de optimizar la preparación biomecánica y poder remover el contenido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares (García, 2001).

En un estudio realizado con EDTA al 17% junto con hipoclorito de sodio al 5% como agente irrigante, se concluyó que luego de usarse después de la irrigación normal del conducto, demostró ser el agente quelante más adecuado en la debridación de canales radiculares. (Dogan y Calt, 2001)

La irrigación final con EDTA al 17%, seguida de la acción neutralizante del NaOCl al 5,25%, resulta en una mezcla sinérgica que disminuye la tensión superficial permitiendo la difusión facilitada del NaOCl, obtener una efectiva acción quelante sobre la hidroxiapatita de los túbulos dentinarios, actuar sobre los microorganismos presentes y favorecer el contacto íntimo del cemento sellador. (García, 2001)

PRESENTACIONES COMERCIALES DE EDTA

1. Glyde File Prep

Glyde File Prep (*Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland.*) es un lubricante que reduce el riesgo de atascamiento o fractura de las limas dentro del conducto, que contiene EDTA y además remueve las bacterias que se encuentran dentro de los túbulos dentinarios.

Corresponde a una combinación de ácido EDTA con peróxido de carbamida, en una solución de base acuosa y consistencia viscosa.



Foto 1, presentación comercial de Glyde.

2. File Eze

File Eze (*Ultradent Products, UTAH, USA*) es un agente quelante en base a EDTA al 18,6%, de consistencia viscosa, soluble, utilizado para lubricar y debridar el conducto radicular durante la Terapia Endodóntica.



Foto 2, presentación comercial de File Eze.

3. Preparación farmacéutica de EDTA

Se ha propuesto, en este estudio, utilizar una preparación farmacéutica de EDTA al 17,7%, pH 7. Esta preparación es fabricada en una farmacia, con la orden del profesional. Es una solución acuosa, incolora, de consistencia líquida envasada en un frasco plástico.



Foto 3, presentación comercial de EDTA al 17%, Recetario Magistral.

Preparación Biomecánica

El objetivo de los procedimientos endodónticos de preparación consiste en ayudar a limpiar los conductos y – lo que es más importante- a crear una forma de éstos que permita el relleno total y controlado de todo el sistema de conductos radiculares. Se hace imposible esterilizarlos, por lo que los microorganismos y sus productos deben retirarse por medios mecánicos y/o químicos (Bezares y Cortés, 200)

El tallado y limpieza, tanto biomecánica como química del sistema canalicular, son estrictamente necesarios para un resultado aceptable en la terapia endodóntica. Esto es más importante de lo que posteriormente será colocado dentro del conducto, por lo que se debe prevenir la introducción de cualquier contaminante dentro del canal que pudiera llevar a un fracaso del tratamiento (Bezares y Cortés, 200)

Las técnicas disponibles para PBM pueden dividirse en dos grupos: (Gulabivala y Stock, 1996)

1) Técnicas ápico-coronales: En estas técnicas la longitud de trabajo se establece, y a continuación se prepara toda la longitud del conducto, aumentando secuencialmente su tamaño hasta que se alcanza la forma final. la preparación a menudo finaliza con el refinamiento de la parte coronal.

2) Técnicas corono-apicales: En estas técnicas la porción coronal del conducto se prepara antes de determinar la longitud de trabajo. El conducto se prepara secuencialmente desde el extremo coronal hasta la longitud total de trabajo, que se determina en algún momento después del pre limado coronal (acceso radicular).

Se considera que el segundo enfoque ofrece las siguientes ventajas, que lo convierten en el enfoque de elección:

- Permite el debridamiento temprano de la parte coronal del conducto, que puede contener una gran masa de detritus orgánicos y microbianos, reduciendo el riesgo de llevar este material al extremo apical.
- Permite una mejor y más profunda penetración del irrigante en la preparación, lo que reduce el riesgo de bloqueo apical con fragmentos de dentina y tejido pulpar.
- Permite un mejor control de la instrumentación apical al disminuir el roce del instrumento en la totalidad del conducto.
- Facilita la determinación de la longitud de trabajo reduciendo irregularidades y obstáculos a nivel coronario, que alteran la medición.

Existen innumerables tipos de instrumentos diseñados para la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Los más comúnmente utilizados son los operados manualmente, como las limas K, limas H y escariadores.

La preparación de los conductos radiculares con instrumentos manuales es un trabajo duro y arduo y consume tiempo. La mayoría de los profesionales se sienten atraídos por la idea de utilizar un instrumento automático que realice la preparación del conducto radicular con mayor facilidad y rapidez. (Gulabivala y Stock, 1996)

La utilización de limas rotatorias de NiTi (Níquel-Titanio) en endodoncia se ha popularizado y ha tenido mucha aceptación entre los odontólogos (Moldauer y Jaskiel, 2001). Aunque estos instrumentos mecánicos existen desde hace bastante tiempo, sólo recientemente, con la aparición de nuevos diseños, parece que se están acercando a su objetivo.

La principal desventaja de los instrumentos automáticos es la pérdida de sensación táctil y, por lo tanto, la ausencia de control respecto a dónde y cuánta dentina es retirada de la pared del conducto radicular. Otras consideraciones son las ergonómicas, la facilidad de cambio de limas, el tiempo que es necesario esterilizar la pieza de mano y el mantenimiento general que debe ser añadido al tiempo de preparación. (Gulabivala y Stock, 1996)

La instrumentación rotatoria con limas de Ni-Ti puede ser una técnica simple, rápida y predecible para la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Para el odontólogo general que desee incorporar el uso de instrumental rotatorio es indispensable el familiarizarse con los diferentes tipos de sistemas rotatorios, además de desarrollar la destreza de presión digital moderada si se desea obtener buenos resultados. (Moldauer y Jaskiel, 2001)

Hoy en día existen tres formas de preparar conductos con instrumentos rotatorios de níquel-titanio usando la técnica de crown down:

A. Emplear instrumentos con la misma conicidad (4 por ciento ó 6 por ciento) con el diámetro de la punta (D1) diferente (de 40 a 15) (*Profile Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland*). Los instrumentos más grandes preparan el camino para los más pequeños. La punta del instrumento es más activa y realizando varias secuencias, se consigue una buena preparación.

El inconveniente de usar un instrumento con la misma conicidad, en continua rotación, es que tiende a enroscarse hacia la parte apical, bloqueándose y rompiéndose. Por eso, hay que usar los instrumentos más grandes primero, para que los siguientes, más finos, tengan menos contacto con el conducto. Este método es efectivo, pero requiere de cuatro a cinco recapitulaciones para preparar el conducto con una conicidad adecuada, especialmente en casos difíciles.

B. Emplear instrumentos con diferente conicidad, con el diámetro de la punta (D1) exactamente igual (20 o 25) (*Profile GT Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland*). Se usan de mayor a menor conicidad reduciendo el área de contacto del instrumento con las paredes del conducto y se mueve hacia el ápice fácilmente, utilizando la punta del instrumento como guía. Las conicidades de estos instrumentos van de 0.6 a 0.12, permitiendo una preparación que facilita la acción de la solución irrigante en zonas apicales, reduciéndose la salida de irritantes a través del foramen apical.

C. Una combinación de las dos formas anteriores. Son instrumentos con conicidad variable (0.19 a 0.2) y con diámetros en la punta (D1) también variables. Diseñadas por los doctores Clifford Ruddle, John West y Pierre Machtou, fueron presentadas en el mes de mayo del año 2001 en el Congreso de la Asociación Americana de Endodoncistas celebrado en Nueva Orleans. Estas nuevas limas son las *ProTaper (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland)*.

Sea cual sea el tipo de instrumento que usemos para realizar nuestros tratamientos, deberemos seguir unas pautas de utilización, así como unas recomendaciones obligatorias para el correcto aprendizaje y para disminuir los posibles errores, así como también realizar entrenamiento previo para adquirir la destreza necesaria para su utilización.

SISTEMA PROTAPER® PARA LA PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

El Sistema PROTAPER® está constituido por seis instrumentos: tres para la configuración o preparación corono-apical del conducto (SX, S1 y S2) y tres para el acabado de la zona apical (F1, F2 y F3).

Se trata de instrumentos confeccionados con una aleación de níquel-titanio, de conicidad variable y progresiva (Foto 4), con unas espiras más separadas unas de las otras a medida que nos acercamos al mango, una sección en forma de triángulo equilátero con los lados convexos (lo que reduce el área de contacto entre la lima y las paredes de la dentina), (Foto 5).

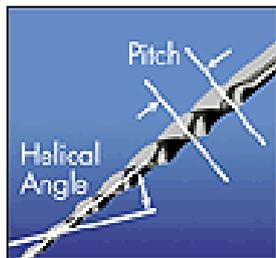


Foto 4

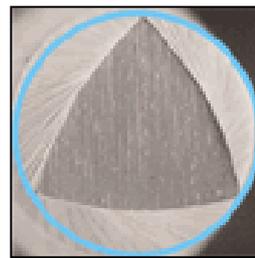


Foto 5

El mango tiene una longitud de 13 mm para favorecer el acceso a los dientes posteriores, con un tope de silicona de 1,5 mm. La punta del instrumento es ligeramente activa (Foto6). Su mejor indicación son los conductos estrechos y curvos ya que son muy flexibles y con buena capacidad de corte.

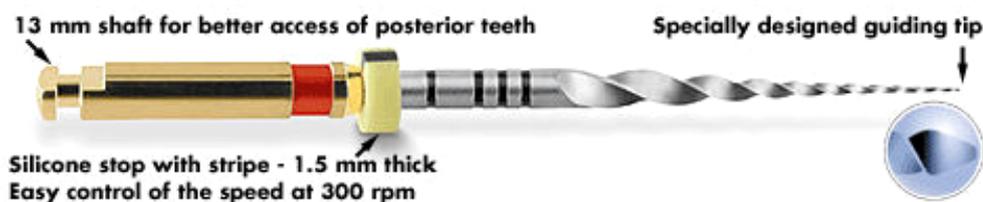


Foto 6

Las limas S (SX, S1 y S2), se caracterizan por aumentar de conicidad a partir de D0 en dirección al mango. Su objetivo es crear una preparación corono-apical con una conicidad progresiva y continua desde la entrada del conducto en la cámara hasta la porción apical del mismo.

La lima **SX** tiene una longitud de 19 mm con un segmento cortante de 14 mm (Foto7). El calibre en D1 es de 0,19 mm y la conicidad del 3,5%. Ésta va aumentando progresivamente hasta D9 donde es del 19% con un calibre de 10,9. Luego la conicidad se mantiene constante en un 2% hasta D14 donde el calibre es de 1,19 mm.

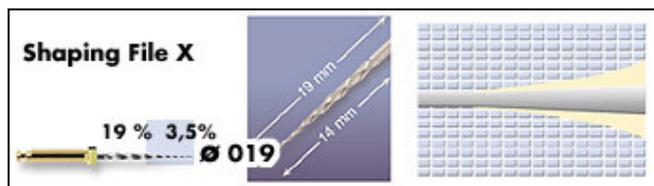


Foto 7

Las limas **S1** y **S2** tienen una longitud de 21 o 25 mm con un segmento cortante de 14 mm (Foto8). La S1 tiene en D1 una conicidad del 2% y un calibre de 0,17 mm; la conicidad y el calibre aumentan progresivamente hacia el mango hasta ser en D14 del 11% y 1,19 mm respectivamente. La lima S2 tiene en D1 una conicidad del 4% y un calibre de 0,20 mm; la conicidad y el calibre aumentan de forma similar a la S1 de modo que en D14 la conicidad es del 11,5% y el calibre de 1,19 mm.

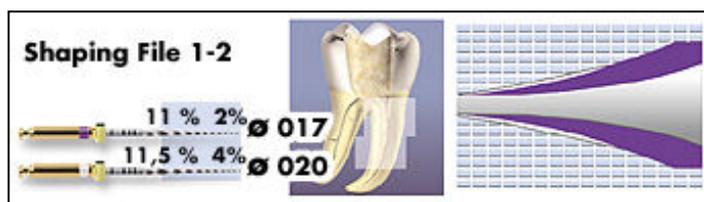


Foto 8

Las limas **F** se caracterizan, por el contrario, por tener su mayor conicidad en la punta, disminuyendo ligeramente en dirección hacia el mango. La F1 tiene en D1 una conicidad del 7% y un calibre de 0,20 mm, la F2 del 8% y 0,25 mm y la F3 del 9% y 0,30 mm. En D14 las conicidades son del 5,5% para F1 y F2 y del 5% para F3, con un calibre próximo a 1,2 mm (Foto 9).



Foto 9

Ello permite preparar los conductos complicados con cuatro o seis limas como máximo en función del calibre apical que deseemos alcanzar. Con las limas S se crea una conicidad progresiva corono-apical alcanzando un calibre de 20 y una conicidad del 4% en D1. Con la lima F1 se incrementa la conicidad hasta un 7% y se mantiene el mismo calibre. Con la F2 se aumenta hasta el 8% y el calibre es de 0,25 mm y con la F3 del 9% y 0,30 respectivamente. Ello dependerá del calibre apical inicial del conducto, de la curvatura del mismo y de la técnica de obturación.

Secuencia propuesta por el fabricante

Permeabilizamos el conducto con limas 10 y 15 hasta donde se consiga penetrar tras haber irrigado la cámara pulpar con una solución de hipoclorito sódico (Foto 10).

En conductos difíciles empezamos con la S1 pues su calibre apical es el menor (0,17). Se trabaja a 250-300 r.p.m., avanzando lentamente hacia apical hasta hallar resistencia tras lo cual retiramos el instrumento sin dejar de girar (Foto 11).

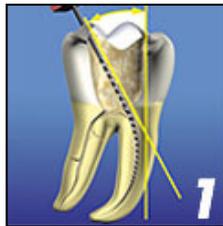


Foto 10



Foto 11



Foto 12

Luego utilizamos la SX hasta hallar resistencia. Con ella efectuamos ligeros movimientos de entrada y salida del conducto, con suavidad, como si lo pinceláramos, ya que al ser la lima que presenta mayor conicidad en D9 nos irá eliminando las interferencias de las zonas más coronales del conducto (Foto 12).

Determinamos la longitud de trabajo con una lima 10-15, e iniciamos de nuevo la instrumentación con la lima S1 (Foto 13). Muchas veces con ella se puede alcanzar la constricción apical. Si no se consigue recapitularemos sucesivamente con la SX y la S1 hasta que ésta lo consiga. No olvidaremos mantener abierta la luz de la zona final del conducto pasando tras cada instrumento rotatorio la lima de permeabilización apical o LPA (calibre 08 o 10).

A continuación y tras irrigar en abundancia, alcanzaremos la longitud de trabajo con la S2 (Foto 14).

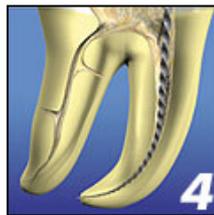


Foto 13



Foto 14

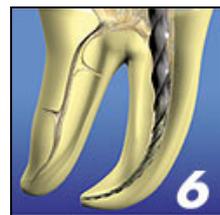


Foto 15

La lima F1 prepara el conducto en toda su longitud consiguiendo un calibre apical de 20 y una conicidad en este nivel del 7% lo que es adecuado para las técnicas que plastifican con calor la gutapercha (Foto 15).

Si se desea y el conducto lo permite podemos proseguir con las limas F2 y F3 lo que facilita la obturación de los conductos especialmente si se utiliza la técnica de la condensación lateral.

HIPÓTESIS

El efecto quelante de tres presentaciones comerciales de EDTA (Glyde, Endo File-Eze, EDTA 17%) en combinación con NaOCl al 5,25% es similar.

OBJETIVOS

Objetivo General

Comparar, in vitro la efectividad de tres presentaciones comerciales de EDTA, combinados con Hipoclorito de Sodio en la eliminación del Smear Layer.

Objetivos Específicos

- Verificar la eficiencia del uso de NaOCl al 5,25% en combinación con EDTA como irrigante final, en la remoción del smear layer.
- Conocer que tipo de quelante es más efectivo en la eliminación del Smear Layer al ser usado en conjunto con NaOCl al 5,25%.

MATERIALES Y MÉTODOS

El siguiente estudio, de tipo **in vitro** y **experimental**, consistió en comparar el efecto de tres presentaciones comerciales de EDTA en combinación con NaOCl al 5,25%, en la remoción del Smear Layer.

En el muestreo que se realizó hubo asignación aleatoria, donde la **variable dependiente** del estudio fue el grado de remoción del smear layer en la zona ubicada a 5 mm del ápice. La **variable independiente** fue el tipo de irrigante utilizado.

La **muestra** consistió en 40 primeros premolares inferiores extraídos, seleccionados según los siguientes criterios de inclusión:

1. premolares inferiores
2. unirradiculados
3. con un sólo conducto radicular (previa evaluación radiográfica)
4. sanos
5. sin curvaturas radiculares severas
6. con conductos permeables

Los dientes fueron separados, a través de asignación aleatoria, en 4 grupos con 10 dientes cada uno. Un grupo se dejó como control (**Grupo 0**) irrigándose sólo con hipoclorito de sodio al 5,25%. Los otros tres grupos fueron irrigados con una de las tres presentaciones diferentes de EDTA.

Grupo 1: Hipoclorito de Sodio al 5,25% + Glyde (*Dentsply*)

Grupo 2: Hipoclorito de Sodio al 5,25% + Endo File-Eze (*Ultradent*)

Grupo 3: Hipoclorito de Sodio al 5,25% + EDTA 17% (*preparado magistral*)

Grupo 0: Hipoclorito de Sodio al 5,25%

En cada grupo se efectuó el siguiente procedimiento:

1. La apertura endodóntica se realizó con piedras de diamante redondas en alta velocidad ISO 0.12 (*Loredo y Cía. Ltda.; Diatech, Swiss Dental instruments*), según la conformación convencional descrita en la literatura. Ésta consiste en realizar el acceso de forma ovalada, de manera perpendicular a la cara oclusal del diente.
2. Se exploró el conducto con una lima K número 10 o 15 (*Reamer colorinox 28 mm, Maillefer Dentsply, Stgo, Chile*). Fueron eliminados del estudio aquellos que presentaron conductos obliterados, y en los cuales no fue posible la permeabilización hasta apical.

3. Se realizó el control radiográfico, con el objeto de detectar segundos conductos, y determinar la longitud de trabajo.

Para realizar el control radiográfico se agruparon los dientes de a 3 sobre un rectángulo de cartulina con las medidas de la película radiográfica a utilizar (*película periapical Kodak - Eastman Kodak Company, NY*). Se numeraron los grupos y los dientes, para facilitar su manejo durante la toma de radiografías (Foto 16).

Se introdujo una lima K n°10 o 15 (*Reamer colorinox 28 mm, Maillefer Dentsply, Stgo, Chile*) en cada diente, registrándose la longitud desde la cúspide vestibular hasta el ápice. Las radiografías fueron tomadas de manera que el rayo incidiera perpendicularmente sobre la película, para asegurar la menor distorsión posible (Foto 17).

Una vez obtenidas las radiografías se determinó la longitud de trabajo y se procedió a excluir del estudio aquellos dientes que presentaron más de un conducto.

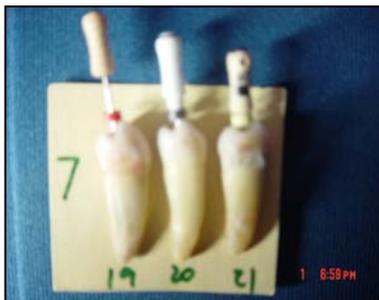


Foto 16, determinación de longitud de trabajo.

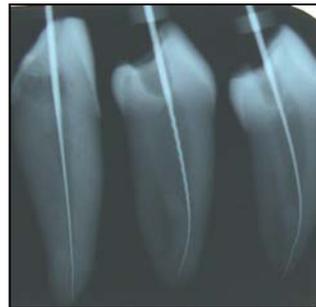


Foto 17, determinación de longitud de trabajo.

4. Para prevenir que las soluciones irrigantes pasaran a través del ápice durante la preparación biomecánica, se colocó una pequeña cantidad de cera en la punta de cada raíz.

5. La preparación biomecánica (PBM) de los conductos de cada grupo se realizó con instrumental rotatorio Pro Taper (*Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland*), según indicaciones del fabricante. Para esto se utilizó un micromotor **Técnica** (*Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Switzerland*) con reducción de velocidad y control de torque (Foto 18, 19, 20).



Foto 18, Micromotor reductor de velocidad y control de torque Técnica



Foto 19, Sistema de fresas ProTaper



Foto 20, El micromotor Técnica, presenta control de torque y una velocidad de 250 rpm

6. En todos los grupos se utilizó 5 ml de hipoclorito de sodio al 5,25% como irrigante entre cada instrumento, utilizando jeringas desechables de 5 ml y agujas de calibre 21G (Foto 21).



Foto 21, jeringas desechables de 5 ml utilizadas para irrigar con NaOCl.

7. Una vez finalizada la instrumentación, se aplicó la misma técnica de irrigación para todos los conductos de los grupos 1,2 y 3 con la solución de EDTA correspondiente, con el fin de estandarizar la aplicación. Para esto se dejó una cantidad de EDTA necesaria para llenar el conducto desde el ápice hasta la cámara pulpar, por un tiempo de 5 minutos.

Glyde File Prep y Endo File Eze fueron llevados al conducto con las agujas proporcionadas por el fabricante. El EDTA al 17%, fue llevado al conducto utilizando la misma aguja proporcionada por el fabricante de Endo File Eze (Fotos 22, 23, 24).

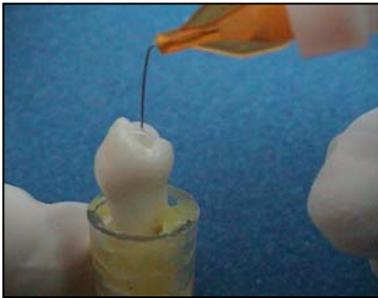


Foto 22, irrigación intraconducto con EDTA al 17%.

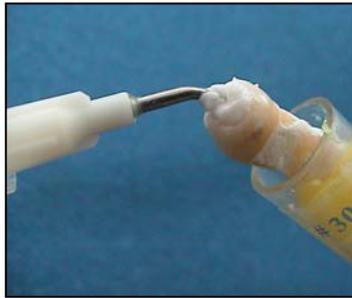


Foto 23, irrigación intraconducto con Glyde.



Foto 24, irrigación intraconducto con File Eze.

8. En todos los grupos se utilizó como irrigante final 10 ml de Hipoclorito de Sodio. Luego, los conductos fueron secados con conos de papel (Foto 25).



Foto 25, irrigación final intraconducto con NaOCl al 5,25%.

9. Los dientes fueron fracturados en dos mitades, insinuando previamente un rasgo longitudinal con un disco de diamante en sus superficies vestibular y lingual. Se seleccionó uno de los dos fragmentos, para ser observado al Microscopio.

10. Posteriormente se realizó:

- a. Secado de la muestra dentaria durante 4 días con calor seco en una estufa a 37° C.
- b. Montaje de la muestra en el soporte ad hoc adherida con tintura de plata. Se colocaron dos muestras por soporte (Foto 27).
- c. Metalizado doble de la muestra con oro-paladio en un equipo POLARON, con 20nm de espesor en cada capa (Foto 26).
- d. Numeración de los soportes y almacenamiento en un box de madera especial, en ambiente seco hasta el momento de su observación (Foto 28).



Foto 26, equipo metalizador Polaron.



Foto 27, Soporte de muestras metalizadas.



Foto28, caja almacenadora de muestras numeradas.

11. Las muestras fueron observadas a través de un Microscopio Electrónico de Barrido Zeiss 940 de la Unidad de Microscopía Electrónica -CESAT, Facultad de Medicina , U. de Chile (Foto 29), fotografiándose la porción ubicada a 5 mm del ápice de los conductos, con un aumento de 1000X.

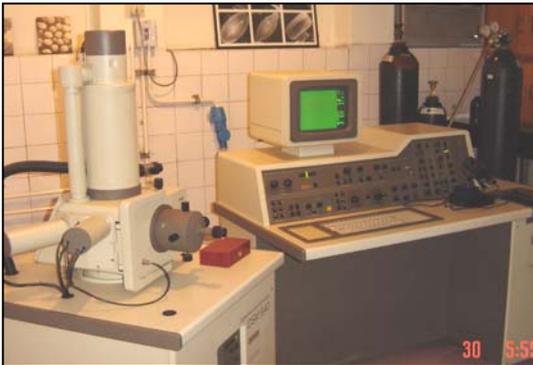


Foto 29, MEB Zeiss, Universidad de Chile.



Foto 30, cámara fotográfica anexada al MEB.

12. Las fotografías, que mostraban la cantidad de barro dentinario remanente en la superficie radicular del conducto, fueron evaluadas por medio de la técnica de simple ciego, por dos observadores entrenados, registrándose el grado de eliminación según una escala confeccionada en base a la propuesta por Gambarini (Gambarini y Laszkiewicz, 2002), que clasifica cada foto en Grados del 1 al 5:

Grado 1: Muy eficiente. No hay presencia de Smear Layer, túbulos abiertos sobre una superficie homogénea; pudiendo existir formas cristalinas aisladas en su superficie

Grado 2: Eficiente. Zonas cubiertas con Smear Layer, que no superan el 50% del total de la superficie fotografiada. El resto de la superficie es homogénea y presenta túbulos dentinarios abiertos

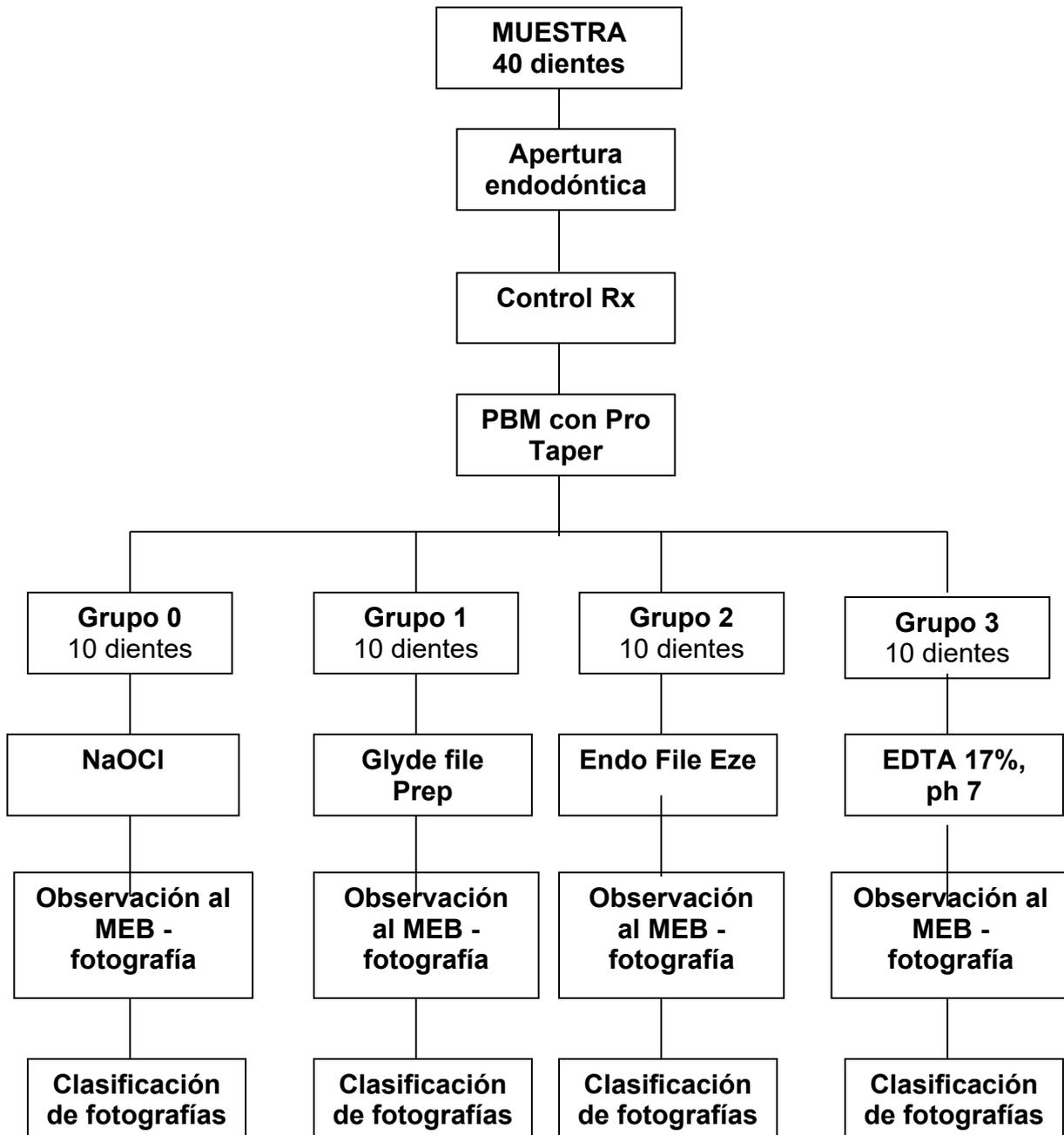
Grado 3: Medianamente eficiente. Capa no homogénea de Smear Layer, que presenta un 50% o más de la superficie con túbulos dentinarios abiertos.

Grado 4: Poco eficiente. Capa densa de Smear Layer, más o menos homogénea, con unos pocos túbulos abiertos.

Grado 5: Ineficiente. Pared radicular cubierta por una densa capa de Smear layer, sin túmulos dentinarios abiertos.

Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente usando los test de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney U, fijándose el nivel de significancia en $p < 0,05$.

ESQUEMA DE PROCEDIMIENTOS



RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de las microfotografías mostraron que:

- Las muestras en las que se utilizó NaOCl al 5,25% como irrigante único (grupo 0), presentaron una gran cantidad de smear layer cubriendo la pared radicular, no observándose apertura de túbulos, pero si presencia de fisuras superficiales (cracks) en algunas de las fotos. (Foto31)
- Al utilizarse NaOCl al 5,25% + Glyde (grupo 1), el patrón de remoción del barro fue similar en la mayoría de las fotos, observándose un número variable de túbulos abiertos y presencia de residuos amorfos superficiales. (Foto32)
- En el grupo en que se utilizó NaOCl al 5,25% + Endo File Eze (grupo 2), se observaron diferentes grados de remoción del smear layer, apreciándose zonas de alto nivel de eliminación del barro y otras con presencia de residuos amorfos. (Foto33)
- En las muestras tratadas con NaOCl al 5,25% + EDTA al 17% (grupo 3), se apreció un gran efecto en la remoción del smear layer y en la apertura y ensanchamiento de los túbulos dentinarios, presentándose la superficie de la dentina limpia, con muy poca cantidad de residuos superficiales remanentes. (Foto34)
- En todos los grupos, excepto el grupo 0, se observó excesiva erosión de la dentina en algunas de las muestras, representada por superficies irregulares y/o un excesivo aumento del diámetro de la entrada de los túbulos.

En las siguientes fotos se puede observar ejemplos de los patrones superficie dentinaria observados en cada grupo, luego de la irrigación con cada una de las soluciones.

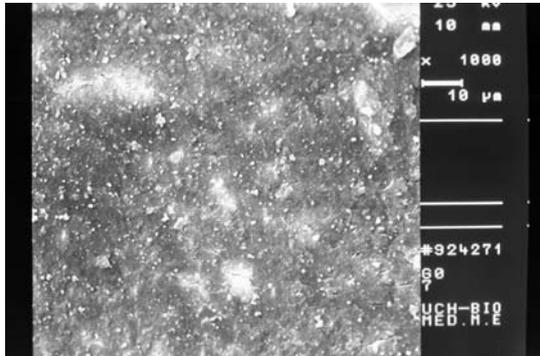


Foto 31, superficie dentinaria post irrigación con NaOCl al 5.25%. (1000 X)

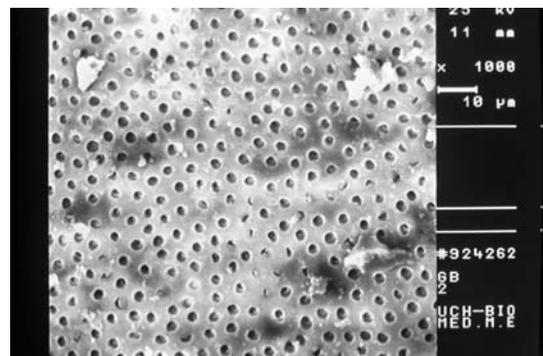


Foto 33, superficie dentinaria post irrigación con NaOCl al 5.25% + Endo File Eze. (1000 X)

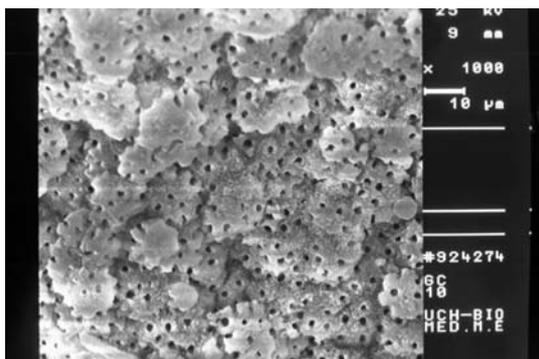


Foto 32, superficie dentinaria post irrigación con NaOCl al 5.25% + Glyde. (1000 X)

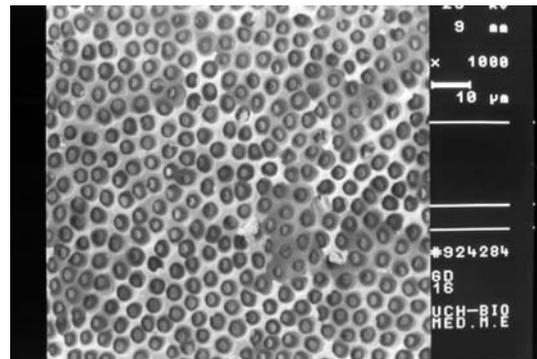


Foto 34, superficie dentinaria post irrigación con NaOCl al 5,25% + EDTA 17% . (1000 X)

Se comparó la eficiencia en la remoción del smear layer en presencia y ausencia de EDTA (tabla I y gráfico n°1), encontrándose que la diferencia entre los 2 grupos fue significativa ($p < 0,05$).

Grado de Eficiencia	IRRIGANTE		Total
	NaOCl sin EDTA	NaOCl con EDTA	
Muy eficiente	0	8	8
Eficiente	0	6	6
Medianamente eficiente	0	12	12
Poco eficiente	0	4	4
Ineficiente	10	0	10
Total	10	30	40

Tabla I: Grado de eficiencia en presencia y ausencia de EDTA

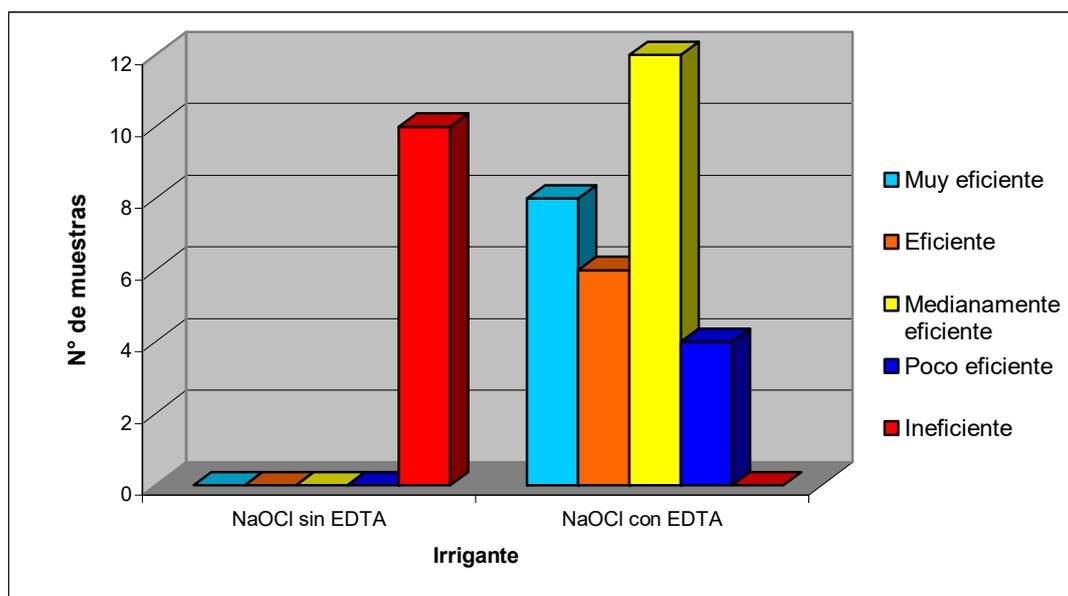


Gráfico n° 1: Grado de eficiencia en presencia y ausencia de EDTA

Los resultados de la eficiencia de cada irrigante, en relación a su capacidad de eliminar el smear layer, se ilustran en la tabla II y gráfico n° 2.

IRRIGANTES	EFICIENCIA					Total
	Muy eficiente	Eficiente	Medianamente eficiente	Poco Eficiente	Ineficiente	
NaOCl 5,25%	0	0	0	0	10	10
NaOCl 5,25%+Glyde	0	1	7	2	0	10
NaOCl 5,25%+File-Eze	1	3	4	2	0	10
NaOCl 5,25%+EDTA 17%	7	2	1	0	0	10
Total	8	6	12	4	10	40

Tabla II: Eficiencia en la remoción de smear layer.

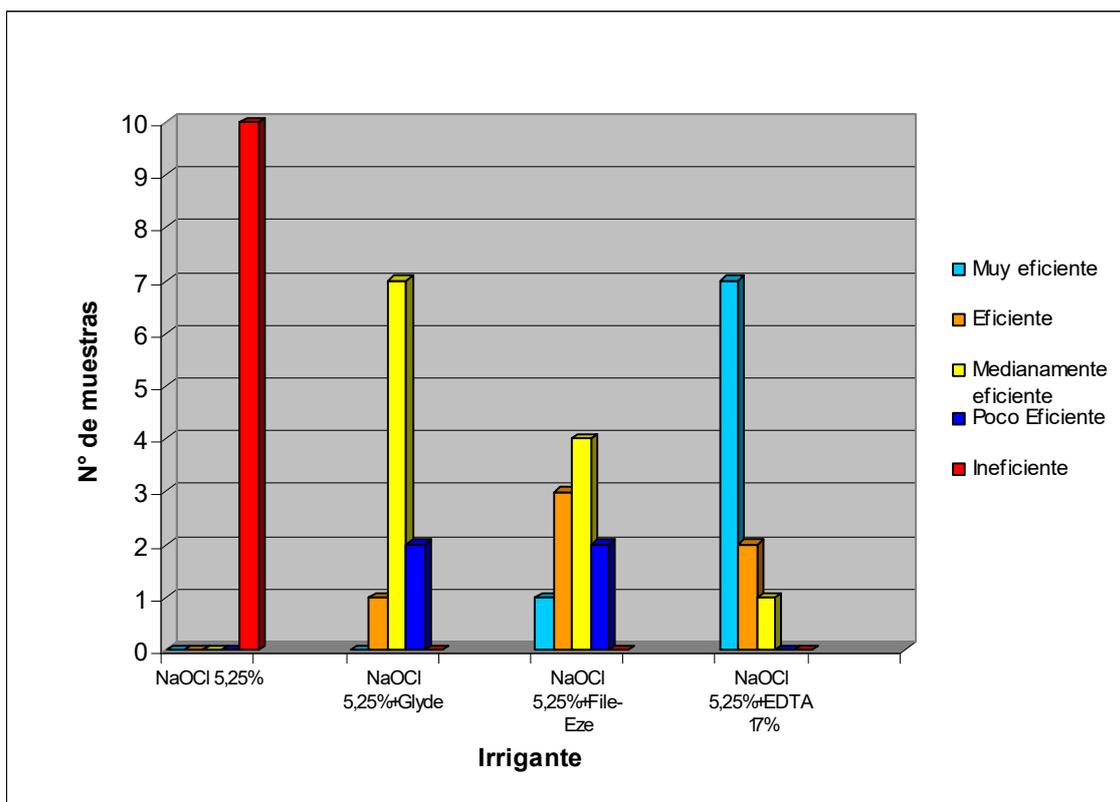


Gráfico n° 2: Eficiencia en la remoción de smear layer.

Al analizar estos resultados se encontró que la diferencia entre los grupos de irrigantes era estadísticamente significativa ($p < 0,05$), excepto entre los grupos 2 (NaOCl 5,25% + Glyde) y 3 (NaOCl 5,25% + Endo File-Eze), ($p > 0,05$). Según esto, podemos dividirlos en tres subgrupos (a, b, c), ilustrados en la tabla III y gráfico 3.

Tipo	N	Subgrupos para $p < 0,05$		
		a	B	c
NaOCl 5,25%	10	*		
NaOCl 5,25%+Glyde	10		*	
NaOCl 5,25%+Endo File-Eze	10		*	
NaOCl 5,25%+EDTA 17%	10			*
N	40			

Tabla III: División en subgrupos de los resultados.

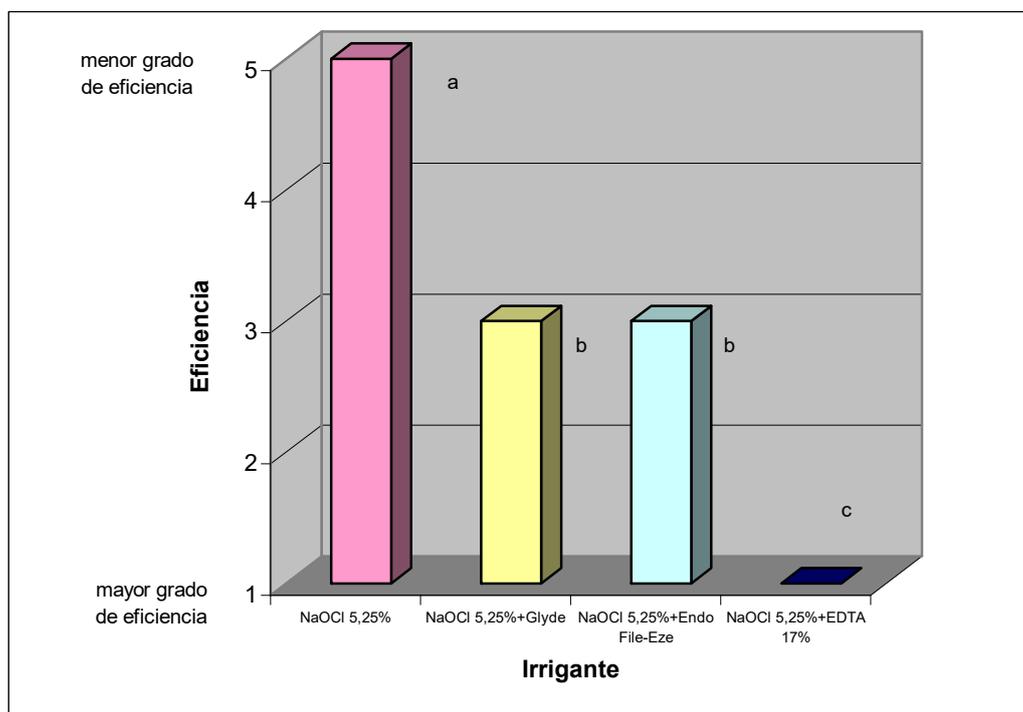


Gráfico 3: Eficiencia en la remoción de smear layer, según Moda

DISCUSIÓN

La acción complementaria de la preparación biomecánica (PBM) y la irrigación durante el tratamiento endodóntico, se fundamenta en el hecho de que los instrumentos no son capaces de llegar a todo el sistema de conductos, por lo que la acción de los irrigantes es de vital importancia para asegurar el éxito del tratamiento (Weine, 1997). Ante esta situación y debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares, se hace imprescindible la selección correcta del agente de irrigación, el conocimiento de sus características y la técnica de irrigación que se empleará en cada caso.

Por su gran poder bactericida y capacidad de disolver restos de tejidos orgánicos, el Hipoclorito de Sodio es una solución ampliamente utilizada como irrigante durante los tratamientos endodónticos. Sin embargo, debido a su incapacidad de desmineralizar tejidos duros, esta solución no es efectiva en la remoción del componente inorgánico del smear layer o barro dentinario producido luego de la instrumentación Endodóntica o PBM.

Recientemente, se ha demostrado que la limpieza puede ser mejorada significativamente una vez que el proceso de preparación del conducto radicular ha sido completado. Esto, porque al final de la instrumentación el diámetro de éste ha sido adecuadamente ensanchado a una forma de embudo, lo que provee una penetración más fácil del irrigante hacia la porción apical. En esta etapa ha finalizado la instrumentación y, por consecuencia, no se formará más smear layer. Esto permite que las soluciones irrigantes que son dejadas por un período adecuado de tiempo dentro del conducto, remuevan de manera eficiente los detritus remanentes. (Gambarini, 2002)

Debido a la nula capacidad de desmineralizar tejido duro que posee el NaOCl, su empleo como agente de irrigación durante la instrumentación manual o mecanizada, no logra la remoción de la capa de desecho dentinario, dejando las paredes del conducto cubiertas por este substrato aún al realizar una irrigación final.

Los resultados de nuestro estudio, demuestran que el uso de NaOCl al 5,25% en combinación con un irrigante que contenga EDTA en su composición (Endo File Eze, Glyde File Prep, EDTA 17%) como irrigante final, altera la remoción de smear layer de manera positiva, es decir, remueve más completamente el barro que si se irriga sólo con NaOCl al 5,25%.

Baumgartner (1987), comprobó que el smear layer se mantiene presente incluso luego del uso de hipoclorito más una solución salina, y que, al emplear únicamente EDTA, se logra removerlo parcialmente. Señaló que el uso alternado de EDTA con NaOCl al 5,25%, remueve completamente el smear layer presente en la superficie del conducto radicular.

Grandini (2002), obtuvo similares resultados en cuanto a la utilización de NaOCl + EDTA (Glyde File Prep), confirmando que el uso de hipoclorito, por sí sólo, no es capaz de remover el smear layer totalmente, ya que su acción está limitada a remover la matriz orgánica de éste. Por lo tanto, para remover por completo el barro dentinario, recomienda el uso combinado de estos irrigantes.

Gambarini (2002), recomienda el uso de quelantes al final de la PBM ya que, una vez finalizada ésta, no habría más formación de barro dentinario y el ensanchamiento progresivo corono-apical del conducto permitiría una mejor llegada de éste a la zona apical.

En la actualidad existen numerosas presentaciones comerciales de EDTA, por lo que se hace necesario tener una referencia científica de qué preparación es la más efectiva en cuanto a la eliminación del smear layer.

Al comparar la eficiencia de las diferentes presentaciones de EDTA, los resultados demuestran que el EDTA al 17%, de consistencia líquida, usado como irrigación final, presenta significativamente una mayor capacidad de eliminación del smear layer, siendo ostensiblemente más efectivo que el resto de los quelantes utilizados. Esto puede deberse a su menor tensión superficial y, por lo tanto, mayor capacidad de humectación en comparación con las consistencias viscosas que presentan el Endo File Eze y el Glyde.

Al comparar la eficiencia entre ambos quelantes de consistencia viscosa (Endo File Eze y Glyde), se concluyó que no existen diferencias significativas entre ellos, en cuanto a la eliminación del barro dentinario. Por lo tanto, la elección entre uno u otro estaría condicionada por su costo, presentación y facilidad de uso.

Según lo anterior, podríamos ordenar los irrigantes utilizados, según su eficiencia en la eliminación del barro dentinario, de la siguiente forma: NaOCl 5,25% < Glyde File Prep = Endo File Eze < EDTA 17%.

En algunas de las muestras de los grupos en que se utilizó EDTA como irrigante final, se vio un gran efecto erosivo dentinario a nivel peri e intertubular. En algunos casos, esto llevó a una conjugación de aperturas y ensanchamiento excesivo de la entrada de los túbulos dentinarios, mientras que en otros, la superficie dentinaria se observó socavada, pero libre de residuos. Según Kennedy y cols. (1986) estas diferencias se explicarían por el distinto grado de calcificación de la dentina radicular en dientes de distintas edades, ya que los fisiológicamente más viejos son más escleróticos, especialmente en el tercio medio y apical de los conductos. Además, el grado de erosión observado en nuestro estudio, se puede deber al tiempo de aplicación del quelante (5 minutos). Aunque autores como Goldberg (1982) recomiendan su uso por 15 minutos, otros como Calt (2002) aseguran que las soluciones de EDTA al 17% no deberían usarse por más de 1 minuto, por el excesivo efecto erosivo que se produce en la dentina peri e intertubular.

La eficiencia del Glyde se pudo haber visto afectada, ya que al estandarizar el uso de los quelantes en la investigación, éste no fue usado expresamente como lo indicaba el fabricante, es decir, usándolo continuamente durante la instrumentación. Sin embargo, Grandini (2002), concluyó que el uso de Glyde File Prep de esta forma, no tiene diferencias significativas en la remoción del smear layer a lo largo del conducto si se compara con la técnica modificada de su aplicación, que es la que fue utilizada en nuestro estudio.

La presencia de *cracks* o fisuras superficiales observadas en algunas de las fotos del grupo control, son probablemente producto de proceso de secado a punto crítico que se realizó a las muestras previo a ser observadas en el MEB, como lo señala Pashley (1981) en uno de sus estudios. Además, la presencia de residuos observados en numerosas fotos, puede deberse a la ausencia de irrigación con suero salino luego del uso de NAOCl, ya que, como afirma Baumgartner (2002), esta maniobra estaría previniendo la formación de precipitados.

En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio, debemos considerar el hecho de haber observado - por motivos de costo y tiempo- sólo un sector dentro del conducto radicular, limitando nuestra observación a una determinada zona. Esto, nos impidió comparar el grado de efectividad de los quelantes a lo largo de todo el conducto, a diferencia de otros estudios, que sí señalan diferencias entre los tercios coronal, medio y apical. La zona escogida para analizar, fue el sector a 5 mm del ápice, ya que esto permitió facilitar la fractura del diente, además de ser una zona representativa tanto del tercio medio, como del apical.

Se podría considerar que otra de las limitaciones de la investigación, fue el no conocer la edad cronológica de los dientes, o el tiempo transcurrido desde que fueron extraídos, ya que no fue posible acceder a un banco de dientes donde estos estuviesen clasificados. Esto puede haber afectado los resultados del estudio ya que, como se mencionó anteriormente, el efecto que pueden tener los quelantes sobre la superficie dentinaria estaría relacionado con su grado de calcificación.

Es importante valorar que en esta investigación se utilizaron fresas intraconducto de última generación, y se compararon dos marcas de quelantes ampliamente conocidas en Chile con una preparación magistral que, por su bajo costo, es ampliamente utilizada por odontólogos generales. Otro aspecto relevante, es que el estudio fue realizado en base a microscopía electrónica de barrido, tecnología que es de muy difícil acceso por su costo, escasez, y dificultad de uso, lo que la hace comparable a investigaciones internacionales.

CONCLUSIONES

Basados en los resultados del presente estudio, sobre la eficiencia en la remoción del smear layer de distintos irrigantes, podemos concluir que:

- El uso de NaOCl al 5,25% en combinación con EDTA como irrigante final, altera la remoción de smear layer de manera positiva, permitiendo que ésta sea más completa.
- El EDTA al 17%, pH 7 es el irrigante que resultó más efectivo en la eliminación del Smear Layer al ser usado en conjunto con NaOCl al 5,25%.
- No existen diferencias significativas entre la eficiencia de Endo File Eze y Glyde File Prep, en la remoción del smear layer, sin embargo, sí existen diferencias con el grupo control.

RESUMEN

El presente estudio in vitro pretende comparar el efecto de tres preparaciones comerciales distintas de EDTA como irrigante final, utilizadas para eliminar el barro dentinario que se genera al realizar una preparación endodóntica. Para esto, se prepararon 40 primeros premolares inferiores unirradiculados con el sistema de fresas Pro Taper, irrigándose con NaOCl al 5,25% luego de la utilización de cada una de ellas . Luego se separaron en 4 grupos de 10 dientes cada uno, y se irrigaron de la siguiente forma: con NaOCl al 5,25% (grupo 0, control); con Glyde File Prep + NaOCl al 5,25% (grupo 1); con Endo File Eze + NaOCl al 5,25% (grupo 2); con EDTA 17% + NaOCl al 5,25% (grupo 3). Por medio de microscopía electrónica de barrido, se clasificó la eficiencia de cada irrigante en la eliminación de barro dentinario. Los resultados fueron analizados mediante los test de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney U, fijándose el nivel de significancia en $p < 0,05$. Se concluyó que el irrigante del grupo 3 fue significativamente más eficiente que los demás; que al comparar la eficiencia entre los quelantes del grupo 1 y 2 no existen diferencias significativas entre ellos, y que el NaOCl al 5,25% (grupo 0), no mostró eliminación de smear layer por si sólo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ Baumgartner, JC; Mader, CL (1987) A Scanning Electron Microscopic Evaluation of Four Rot Canal Irrigation Regimens J Endodon 13:147-50
- ✚ Baumgartner, JC; Cuenin, PR (1992) Efficacy of Several Concentrations of Sodium Hypochlorite for Root Canal Irrigation. J Endodon 18:605-12
- ✚ Berutti, E; Marini, R (1996) A Scanning Electron Microscopic Evaluation of the Debridement Capability of Sodium Hypochlorite at Different Temperatures. J Endodon 22:467-70
- ✚ Bonilla, V; Pastor, C; González, L; Sánchez-Barriga, R; Llamas, R (1998) Importancia de la capa parietal. Revisión Bibliográfica. [consultado 04/2003]. Disponible en <http://www.gbsystems.com/papersendo/endo/parietal.htm>
- ✚ Calt, S; Serper, A (2002) Time-Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. J Endodon 28:17-19
- ✚ Cameron, JA (1983) The use of ultrasonic in the removal of the Smear Layer: a scanning electron microscope study. J Endodon 9:289-92
- ✚ Cohen, S (1998) Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares En Endodoncia. Los caminos de la pulpa. Cohen, S; Burns, R. México DF, México. Ed. Med. Panamericana, 5ta edición, pp:145.
- ✚ Cox, CF(1990) Characterizing the smear layer. Ned Tijdschr tandheelkd 97:107-8
- ✚ Czonstkowsky, M; Wilson, EG, Holstein, FA (1990) The smear layer in Endodontics. Dent Clin North Am 34:13-25
- ✚ Dautel-Morazin, A; Vulcain, JM; Bonnaure-Mallet, M (1994) An Ultrastructural Study of the Smear Layer: Comparative Aspects using Secondary Electron Image and backscattered Electron Image. J Endodon 20:531-34
- ✚ Dippel, HW; Borggreven, JP; Hoppenbrouwers, PM (1984) Morphology and permeability of the dentinal smear layer. J Prosthet Dent 52:657-62
- ✚ Dogan, H; Calt, S (2001) Effects of Chelating Agents and Sodium Hypochlorite on Mineral Content of Root Dentin. J Endodon 27:578-80
- ✚ Evans, JT; Simon, JH (1986) Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. J Endodon. 12:100-7.

- ✚ Foster, KH; Kulild, JC; Weller, RN (1993) Effects of Smear layer removal on the Diffusion of Calcium Hydroxide through Radicular Dentin. J Endodon 19:136-40
- ✚ Galvan, DA; Ciarlone, AE; Pashley, DH; Kulild, JC; Primack, PD; Simpson, MD (1994) Effects of Smear Layer removal on the Diffusion Permeability of Human Roots. J Endodon 20:83-86
- ✚ Gambarini, G; Laszkiewicz (2002) A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. Int Endod 35:422-27
- ✚ García, D (2001) "Uso del EDTA en la Terapia Endodóntica" [consultado 04/2003]. Disponible en <http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitado.htm>
- ✚ Gencoglu, N; Samani, S; Gunday, M (1993) Evaluation of Sealing properties of Thermafil and Ultrafil Techniques in the Absence or Presence of Smear Layer. J Endodon 19:599-603
- ✚ Gettleman, BH; Messer, HH; ElDeeb, ME (1991) Adhesion of Sealer cements to Dentin with and without the Smear Layer. J Endodon 17:15-20
- ✚ Glossary: American Association of Endodontics. (1998) Contemporary terminology for Endodontics. 6th ed. Chicago
- ✚ Goldberg, F; Spielberg, C (1982) Effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53:74-7.
- ✚ Goldberg, F; Abramovich (1977) Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. J Endodon 3:101-5.
- ✚ Grandini, S; Balleri, P; Ferrari, M (2002) Evaluation of Glyde File Prep combination with Sodium Hypochlorite as a Root Canal Irrigant. J Endodon 28:300-03.
- ✚ Guignes, P; Faure, F; Maurette, A (1996) Relationship between endodontic preparation and human dentin permeability measured in situ. J Endodon 22:60-7
- ✚ Gulabivala, K; Stock, CJR (1996) Preparación del conducto radicular. En Atlas en color y texto de Endodoncia. Stock, CRJ; Gulabivala, K; Walker, RT; Goodman, JR. Mosby / Doyma Libros, pp:124-44.
- ✚ Heling, I; Iraní, E; Karni, S; Steinberg, D. (1999) In vitro antimicrobial effect of RC-Prep within dentinal tubules. J Endodon 25: 782-5.

- ✚ Ingle, JI; Bakland, LK; Peters, DL; Buchanan, LS; Mullaney, TP (1996) Preparación de la cavidad endodóntica. En Endodoncia. Ingle, JI; Bakland, LK . México, Editorial Interamericana McGraw-Hill, 4° Edición, pp.187-93
- ✚ Jiménez, P; Navarro, J.L; Murtra, J (1992) Estudio de la morfología y composición del barro dentinario Oris: 19-27
- ✚ Lasala A., 1992, "Endodoncia". Baecelona: Ediciones científicas y técnicas. 4° edición.
- ✚ Leonardo, MR (1994) Preparación biomecánica de los conductos radiculares. En: Tratamiento de conductos radiculares. Leonardo, MR; Leal, JM. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, pp.182-99.
- ✚ Mader, CL; Baumgartner, JC; Peters, DD (1984) Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. J Endodon 10:477-83
- ✚ Mariani, A; Ortega, R; Valdés, Ch (2001) Estudio in vivo de la eficacia antimicrobiana del gluconato de clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 2,52% como irrigantes en endodoncia. Seminario de Tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.
- ✚ Mc Comb, D; Smith, DC (1975) A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontics procedures. J Endodon 1:238-41
- ✚ Meryon, SD; Tobias, RS; Jakeman, KJ (1987): Smear Layer removal agents: A quantitative study in vivo and in vitro. J Prosthet Dent 57:174 -79
- ✚ Moldauer, I; Jaskiel, A (2001) Preparación Biomecánica de los conductos radiculares utilizando instrumental rotatorio: un estudio comparativo. Nova Southeastern University College of Dental Medicine. [consultado 04/2003]. Disponible en <http://www.dentinator.net/Especialidades/endo/articulos/endoarti1.htm>
- ✚ O'Connell, M; Morgan, L; Beeler, W; Baumgartner, JC (2000) A Comparative Study of Smear Layer Removal Using Different Salts of EDTA J Endodon 26:739-43
- ✚ Pashley, DH; Michelich, V; Kehl, T (1981) Dentin permeabilty: Effects of smear layer removal. J Prosthet Dent 46:531-37
- ✚ Sen, BH; Wesselink, PR; Turkun, M. (1995)The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. Int Endod J 28:141-8.
- ✚ Sean, BH; Wesselink, PR; Turkun, M (1995) The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. Int Endod 28:141-8

- ✚ Scherman, L (1990) Focus on the smear layer. Rev Odontostomatol 20:109-19
- ✚ Siqueira, JF; Rocas, IN; Favieri, A (2000) Chemomechanical resuction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endodon 26:331-4
- ✚ Spanó, JCE (1999) Estudo "in vitro" das propriedades físico-químicas das soluções de hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, antes e após a dissolução de tecido pulpar bovino. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. [consultado 04/2003] Disponible en <http://www.forp.usp.br/restauradora/Teses/Spano/spanomest.html>.
- ✚ Tasman, F; Chereli,Z; Ogan,C; Etikan,I (2000) Surface tension of root canal irrigants. J Endodon 26:586-87
- ✚ Torabinejad, M; Handysides, R; Khademi, AA; Bakland, LK (2002) Clinical Implications of the smear layer in endodontics: A Review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 94:658-65
- ✚ Walton, RE; Torabinejad, M (1991) Limpieza y preparación. En Endodoncia, Principios y Práctica clínica. Walton, RE; Torabinejad, M. México, Editorial Interamericana Mc Graw-Hill, pp:220-25.
- ✚ Weine, FS (1997) Métodos de tratamiento intraconducto, principios básicos y avanzados en Tratamiento Endodóntico. Weine, FS; Madrid, Editorial Hartcourt Brace, 5° ed., pp 368-75.
- ✚ White, RR; Goldman, M; Sun Lin, P (1987) The Influence of the Smear Layer upon Dental Tubule penetration by Endodontic Filling Materials. Part II. J Endodon 8:369-74