

# REVISIÓN ACTUALIZADA DE LAS SOLUCIONES IRRIGADORAS ENDODÓNTICAS.

**Autor:** Dra. Andrea Paula Fruttero

---

Odontóloga- Universidad Nacional de Rosario, 1989.

Carrera de Postgrado de Especialización en Endodoncia  
en curso - Facultad de Odontología de Rosario (UNR) -  
3ª COHORTE 2001-2004- Argentina, 2003.

e-mail: [afruttero@yahoo.com](mailto:afruttero@yahoo.com)

## **1- INTRODUCCIÓN:**

La terapia endodóntica tiene como uno de sus objetivos lograr la completa desinfección del sistema de conductos radiculares para poder garantizar el éxito del tratamiento.

Dentro de esta fase adquiere una importancia significativa la irrigación de los mismos con diferentes soluciones que eliminen restos pulpares necróticos, líquidos hísticos, bacterias, porciones de tejido momificado y tejido vivo que se encuentra en la porción apical del conducto radicular, como así también los productos de la instrumentación. Es por eso que se deben seleccionar sustancias irrigantes que tengan la capacidad de eliminar tanto las sustancias orgánicas como las inorgánicas.

En el proceso de limpieza y conformación de los conductos radiculares la irrigación es un paso muy importante, y es asimismo el último procedimiento que se lleva a cabo antes de realizar la obturación tridimensional de los mismos.

El propósito del presente trabajo fue realizar una revisión bibliográfica actualizada de las soluciones irrigadoras cuyo uso es amplio en el área de la endodoncia. El objetivo de esta monografía fue mencionar y comparar a las diferentes soluciones irrigadoras y explicar los mecanismos, efectos y resultados de su uso clínico.

## **2- IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA:**

En endodoncia se entiende por irrigación el lavado de las paredes del conducto con una o más soluciones antisépticas, y la aspiración de su contenido con rollos de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión. (Maisto, O. A., 1975)

La irrigación complementada con la aspiración constituyen recursos insuperables para la remoción de los restos necróticos orgánicos, inorgánicos y los microorganismos hacia fuera del conducto radicular. (Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994) Siguiendo esta orientación estaremos acompañando a los grandes nombres de la endodoncia, y ratificando las palabras de Sachs (Sachs, citado por Kuttler, 1961): " Lo más importante en el tratamiento de los conductos radiculares es lo que se retira de su interior y no lo que se coloca en ellos."

### **Reseña histórica sobre la irrigación en endodoncia:**

En 1847 Semmelweis introdujo la solución de hipoclorito de sodio en la medicina para el lavado de las manos.

Schreier en 1893, retiró tejidos necróticos mediante la introducción de potasio o sodio metálicos en los conductos radiculares, produciendo según el autor "fuegos artificiales". (Schreier, E. O., citado en Ingle y Bakland 1996)

Dakin en 1915, comenzó a usar el hipoclorito de sodio al 0,5% para el manejo de las heridas ("solución de Dakin") al término de la primera guerra mundial. Con el transcurso del tiempo fueron apareciendo numerosas soluciones que contenían cloro, los cuales pasaron a ser sumamente utilizados en medicina, en cirugía, y aun hoy en odontología, gracias a las investigaciones realizadas por Dakin, y Dakin y Dunham, respectivamente en 1915, 1916 y 1917.

En 1918, Carrel y De Helly, citados por Sollman (Sollman T., 1948), desarrollaron una técnica de irrigación de los campos operatorios con soluciones cloradas. Su

empleo en endodoncia fue sugerido por Blass (Blass citado por Walker, 1936), empleado por Walker (Walker, A., 1936) en 1936 y difundido ampliamente por Grossman. (Grossman, L. I., 1943)

Grossman y Meimann (Grossman, L. I. y Meinmann, B. W., 1941), ensayaron varios agentes químicos utilizados durante la fase de preparación biomecánica de los conductos radiculares y comprobaron que el hipoclorito de sodio al 5% (soda clorada doblemente concentrada) fue el disolvente más eficaz del tejido pulpar.

Grossman, en 1943, sugirió el empleo alternado de ese hipoclorito con agua oxigenada de 10 v.

Auerbach (Auerbach, M. B., 1953), después del aislamiento absoluto de 60 dientes despulpados e infectados, obtuvo un 78% de pruebas bacteriológicas negativas inmediatamente después de la intervención, solamente con instrumentación mecánica e inundación de los conductos radiculares con esta sustancia.

Stewart (Stewart, G. G., 1955) obtuvo un 94% de las pruebas bacteriológicamente negativas después de la instrumentación y la irrigación de los conductos radiculares con soda clorada y agua oxigenada, en resultados obtenidos también inmediatamente después de aquel acto operatorio.

Piloto (Piloto, L. 1958) recomendó la supresión del agua oxigenada ya que según su opinión no disminuiría en nada la limpieza del conducto radicular por medio de la irrigación y la aspiración, utilizándose únicamente el hipoclorito de sodio.

Marshall y col, (Marshall, F. J. et al, 1960) mostraron en sus estudios que los antisépticos acuosos penetraban más fácilmente en los conductillos dentinarios de lo que lo hacían las sustancias no acuosas, y que el hipoclorito de sodio al 5%, en consecuencia de esta penetración, aumentaba la permeabilidad dentinaria.

Con respecto a la utilización de los detergentes sintéticos en endodoncia, ya en 1958 Rapela (Rapela, D. E., 1958) había empleado estos agentes como vehículo de antibióticos, con la finalidad de obtener un mejor acceso a las zonas inaccesibles del conducto radicular.

Además, en 1960, Bozzo y Nascimento (Bozzo, L. Y Nascimento, A., 1966) recomendaron el "Duponol C" (mezcla de alquisulfato de sodio) en solución al 2% en agua destilada.

Bevilacqua (Filgueiras, J. et al, 1962) afirmó estar utilizando un detergente catiónico, el cloruro de acil dimetil-bencilamonio en concentración de 1:1000, conocido por su nombre comercial de Zefirol.

Leonardo (Leonardo, M. R., 1967) evaluó la eficacia del "lauril dietilenglicol-éter sulfato de sodio a 0,125g%, un detergente aniónico conocido con el nombre comercial de Tergentol, demostrando que esta solución no fue suficiente para obtener y mantener la desinfección de los conductos radiculares de los dientes despulpados e infectados, por no poseer poder bactericida.

En lo que respecta al uso de las sustancias quelantes en endodoncia, Ostby (Ostby, N. B., 1957) utilizó el ácido etilendiaminotetraacético bajo la forma de una sal disódica, con alta capacidad de formar compuestos no iónicos y solubles, con un gran número de iones calcio.

Fehr y Ostby (Fehr, F. R. y Ostby N. B., 1963) observaron que la extensión de la desmineralización del E.D.T.A. fue proporcional al tiempo de aplicación. En un estudio comparativo con ácido sulfúrico al 50%, los autores citados probaron que una aplicación de E.D.T.A. durante 5 minutos sobre la dentina desmineralizaba una

capa de 20 a 30  $\mu\text{m}$ , y que aplicada por 48 horas demostraba una marcada acción quelante, en una profundidad de aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ . Además demostraron que la capa alcanzada por el agente estudiado se presentaba bien definida y limitada por una línea regular de demarcación, demostrando que este agente tenía autodelimitación, lo que es de una gran importancia clínica.

Kotula y Bordacova (Kotula, R. Y Bordacova, J., 1970) evidenciaron in vivo que el E.D.T.A. al 10% reducía considerablemente la población bacteriana del conducto en 10 minutos.

Entre los años 1930 y 1940 se utilizaron enzimas proteolíticas por su propiedad para disolver los tejidos, las cuales no obtuvieron una gran aceptación, y se mostró que poseían muy poca propiedad para disolver el tejido necrótico dentro de los sistemas de conductos radiculares. (Lasala, A., 1992)

El agua destilada era el irrigante endodóntico más frecuentemente usado antes de 1940, y también se usaron ácidos como el ácido clorhídrico al 30% y el ácido sulfúrico al 50%, sin entender los peligros que estos agentes ocasionarían a los tejidos perirradiculares. (Lasala, A., 1992)

Lasala (Lasala, A., 1992) refiere que en 1957 Richman utilizó por primera vez el ultrasonido durante el tratamiento de conductos, empleando el cavitron con irrigación, obteniendo buenos resultados.

### **3- IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN EN LA ENDODONCIA:**

Lasala (Lasala, A., 1992) ha definido a la irrigación como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares.

La irrigación y aspiración en endodoncia consisten en hacer pasar un líquido a través de las paredes del conducto radicular y el muñón pulpar, con la finalidad de remover restos pulpares, limaduras de dentina como consecuencia de la instrumentación, microorganismos y otros detritos. (Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)

Este procedimiento debe siempre preceder al sondaje y a la determinación de la longitud. Al irrigar se expelen los materiales fragmentados, necróticos y contaminados antes de que, inadvertidamente puedan profundizar en el canal y en los tejidos apicales. (Chow, T. W., 1983)

Asimismo, la irrigación del conducto radicular juega un papel importante en la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, y es una parte integral de los procedimientos de preparación del conducto. (Hülsmann, M. y Hahn, W., 2000)

Los irrigantes cumplen importantes funciones físicas y biológicas en el tratamiento endodóntico:

- Cuando se dispone de un entorno húmedo durante la preparación de un conducto, las limaduras de dentina rebotan hacia la cámara, de donde pueden ser extraídas mediante aspiración o con la ayuda de puntas de papel; de ese modo no se apelmazan en la zona apical impidiendo la correcta obturación de los conductos.
- Las probabilidades de que se rompa una lima o un ensanchador son mucho menores cuando las paredes del conducto están lubricadas por algún irrigante.

- Los irrigantes usados habitualmente tienen además la propiedad de disolver los tejidos necróticos.
- En combinación con la instrumentación intraconducto, los irrigantes desprenden los residuos, el tejido pulpar y los microorganismos de las paredes irregulares de la dentina, facilitando su extracción del conducto.
- Dado que las limas y los ensanchadores son muy pequeños y no se ajustan bien a los conductos accesorios, son los irrigantes los que disuelven los restos tisulares que quedan en el interior de los mismos, para que posteriormente se puedan introducir o condensar los materiales de obturación en esas zonas.
- La mayoría de los irrigantes son bactericidas, y su efecto antibacteriano se ve potenciado por la eliminación de los residuos necróticos del interior de los conductos.
- Ejercen además una acción blanqueadora, reduciendo los cambios de color producidos por los traumatismos o las restauraciones extensas de amalgama de plata, y limitando el riesgo de oscurecimiento postoperatorio. (Weine, F. S., 1997)

Las propiedades que debe tener una solución irrigadora ideal para cumplir con estas funciones son: (Walton, R. E. y Torabinejad, M., 1997)

- Ser bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.
- Baja toxicidad, no debe ser agresiva para los tejidos perirradiculares.
- Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.
- Baja tensión superficial.
- Eliminar la capa de desecho orgánico.
- Lubricante.
- Aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida.

#### **4- BENEFICIOS DE LA IRRIGACIÓN:** (West, J. D. Y Roane, J. B., 1999)

##### **1. Desbridamiento tosco:**

Los conductos radiculares infectados se llenan de materiales potencialmente inflamatorios. Al conformar el sistema de conductos se generan detritos que pueden también provocar una respuesta inflamatoria. La irrigación en si misma puede expulsar estos materiales y minimizar o eliminar su efecto. Este desbridamiento tosco es análogo al lavado simple de una herida abierta y contaminada. Se trata del proceso más importante en el tratamiento endodóncico.

##### **2. Eliminación de los microbios:**

El hipoclorito de sodio ha demostrado ser el agente antimicrobiano más eficaz. Es capaz de matar todos los microorganismos de los canales radiculares, incluidos los virus y las bacterias que se forman por esporas, consiguiendo este

efecto aún en concentraciones muy diluídas, como así también con soluciones calentadas a 50° C. (Gambarini, G. et al, 1998)

### **3. Disolución de los restos pulpares:**

El hipoclorito de sodio a baja concentración (inferior al 2,5) elimina la infección, pero a no ser que se utilice durante un tiempo prolongado durante el tratamiento, no es lo bastante consistente para disolver los restos pulpares. (Hand, R. E, et al, 1978) Baumgartner y Mader (Baumgartner, J. C. Y Mader, C. L., 1987) han demostrado que el hipoclorito sódico al 2,5% resulta muy eficaz para retirar los restos pulpares vitales de las paredes dentinarias. La eficacia de disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo pulpar. Si la pulpa está necrótica, los restos de tejido blando se disuelven rápidamente. Si está vital y hay poca degradación estructural, el hipoclorito de sodio necesita más tiempo para disolver los restos.

### **4. Eliminación del barrillo dentinario:**

El barrillo dentinario está compuesto por detritos compactados dentro de la superficie de los túbulos dentinales por la acción de los instrumentos. Se compone de trozos de dentina resquebrajada y de los tejidos blandos del canal. Estos materiales se desprenden del hueco de las estrías de los instrumentos, ensuciando las paredes de los conductos al arrastrar las puntas de los mismos. Dado que el barrillo dentinario está calcificado, la forma más eficaz de eliminarlo es mediante la acción de ácidos débiles y de agentes quelantes (por ej. , EDTA Y REDTA).

La combinación de soluciones de hipoclorito de sodio con agentes quelantes ha demostrado una excelente capacidad de eliminación del barrillo dentinario y de apertura de los túbulos dentinarios en las paredes de los conductos. (Grandini, S. et al, 2002) No hay un consenso clínico en cuanto a la necesidad o no de eliminar el barrillo dentinario, pero lo más prudente sería crear una superficie dentinaria lo más limpia posible.

## **5- SOLUCIONES PARA LA IRRIGACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES:**

Una lista parcial de las diversas soluciones irrigadoras del sistema de conductos radiculares debería incluir:

1. Soluciones químicamente inactivas: solución salina isotónica, agua destilada estéril y soluciones anestésicas.
2. Soluciones químicamente activas:
  - a. Enzimas: estreptoquinasa, estreptodornasa, papaína enzymol y tripsina.
  - b. Ácidos: a. fólico al 50%, a. sulfúrico al 40%, a. cítrico de 6 a 50 %, a. láctico al 50%, a. clorhídrico al 30%.
  - c. Álcalis: hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de calcio en agua (agua de cal), urea, hipoclorito de sodio en diluciones al 4-6% (soda clorada en doble concentración), 2,5% (solución de Labarraque), 1% (solución de Milton) o 0,5% (solución de Dakin).

- d. Agentes quelantes: Tublicid, EDTA, EDTAC, REDTA, File- Eze, Glyde File Prep. y RC-Prep, en todas las cuales el ingrediente activo es el ácido etilendiaminotetraacético( al 10% y al 15%); y el ácido dimercaptosuccínico (DMSA) <sup>(Ventea, N. et al, 2001)</sup> ( al 10% y al 15%).
- e. Agentes oxidantes: peróxido de hidrógeno al 3% y peróxido de urea (Gly-Oxide).
- f. Agentes antimicrobianos: clorhexidina del 0,2% al 2%.
- g. Detergentes: Tergentol (laurildietilenglicol éter sulfato de sodio al 1,25%); Duponol C al 2% (alquilsulfato de sodio); Zefiról (cloruro de benzalconio); Dehyquart-A (cloruro de cetiltrimetilamonio).
- h. Otros: Cloramina T al 5%, Yodopax al 0,4%, Biosept al 0,1% e Hibitane al 0,1% <sup>(Ingle, I. I. y Backland, L. K., 2000)</sup>, Solución de hidrocloreto de tetraciclina <sup>(Haznedaroglu, F. y Ersev, H., 2001)</sup>, agua electroquímica activada <sup>(Marais, J. T., 2000)</sup>, detergente de aceite de ricino (Endoquil) <sup>(Leonardo, M. R. et al, 2001)</sup>, glutaraldeído <sup>(Jiménez - Rubio, A. et al 1997)</sup>, acetato de bis-dequalinio(BDA). <sup>(Kaufman A. Y., 1981)</sup>

De todas las soluciones anteriormente mencionadas, el hipoclorito de sodio al 5,25% sigue siendo la alternativa más recomendada para la irrigación del sistema de conductos. <sup>(Lasala, A., 1992)</sup>

### **Hipoclorito de sodio de 0,5 – 6 % ( NaOCL):**

El hipoclorito de sodio ha sido usado como irrigante endodóntico por más de 70 años, y es ahora una de las soluciones más comunes para este propósito. <sup>(Clarkson, R. M. y Moule, A. J., 1998)</sup>

La Asociación Americana de Endodoncistas <sup>(Glossary, 1998)</sup> ha definido al hipoclorito como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, y además, es un potente agente antimicrobiano.

Químicamente, el hipoclorito de sodio (NaOCL), es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que presenta como características principales sus propiedades oxidantes. La fórmula química de este compuesto es la siguiente:  $\text{NaOH} + \text{HOCL} = \text{NaOCL}$ .

El hipoclorito de sodio es la solución irrigadora más utilizada en endodoncia debido a sus propiedades antimicrobianas y fisicoquímicas. Su mecanismo de acción causa alteraciones en la biosíntesis del metabolismo celular y destrucción fosfolipídica, formación de cloraminas que interfieren en el metabolismo celular, acción oxidativa con inactivación enzimática irreversible en las bacterias, y degradación de lípidos y de ácidos grasos. <sup>(Estrela, C. et al, 2002)</sup>

Esta solución ha demostrado ser un efectivo agente contra un amplio espectro de bacterias ( tiene efecto bactericida sobre anaerobios, aerobios y anaerobios facultativos y microaerófilos) <sup>(Abdullah, M. et al, 2002; Calas, P. et al, 1998; D'Arcángelo, C. et al, 1999; Ferreira, C. M. et al, 2002; Heling y Chandler, 1998; Huque et al, 1998; Seal, G. J. et al, 2002; Siqueira, J. F. et al, 1998; Siqueira, J. F. et al, 2000; Siqueira, J. F. et al 2002)</sup>, hongos y esporas (Cándida albicans) <sup>(Ferguson J. W. et al, 2002; Sen B. H. et al, 1999; Valera, M. C. et al, 20001; Waltimo, T. M. et al, 1999)</sup> y virus (incluyendo el HIV, HSV-1 y 2, y el virus d la hepatitis A y B). <sup>(Siqueira, J. F. et al, 1998)</sup>

Es capaz de disolver tanto el tejido vital como el necrótico del interior de los conductos radiculares. Por otra parte, cuando entra en contacto con los tejidos

vitales, sobre todo los periapicales, puede producir una grave reacción inflamatoria, con desarrollo de edema, equimosis y hematomas. (Becker, G. et al, 1974; Becking, A., 1991; Gatot, A. et al, 1991; Patterson, C. J. y Mc Lundie, A. C. 1989; Reeh, E. S. y Messer, H. H., 1989; Sabala, C. L. y Powell, S. E., 1989; Weine, F. S., 1997)

También se puede producir sangrado o secreción a través del conducto radicular del elemento en cuestión, (Ehrich, D. Et al, 1993; Ferguson, J. W. Et al, 2002; Patterson, C. J. y Mc Lundie, A. C., 1989) necrosis de los tejidos, anestesia y parestesia temporarias o permanentes en caso de lesión del nervio adyacente al área referida y sabor a cloro en la boca. (Reeh, E. S. y Messer, H. H., 1989; Valera, M. C. et al, 2001)

Tiene un pH de aproximadamente 11 a 12 y causa injuria principalmente por oxidación de proteínas. (Walton, R. E. y Torabinejad, M., 1997)

Es buen lubricante y blanqueador. Posee baja tensión superficial lo que le permite penetrar mejor en los túbulos dentinarios (Tasman, F. et al, 2000), por lo tanto al ser utilizado en la irrigación final refuerza una mejor penetración del material de obturación en los canales accesorios. (Villegas, J. C. et al, 2002)

Posee una vida media de almacenamiento prolongada y es de bajo costo. (Clarkson, R. M. y Moule, A. J., 1998) Utilizado como único irrigante, no es capaz de eliminar el barrillo dentinario, ya que sólo tiene la capacidad de actuar sobre la materia orgánica de la pulpa y la predentina. (Di Lenarda, R. et al, 2000) Asimismo, se pudo comprobar que en una concentración al 5.25% es capaz de reducir el módulo de elasticidad y la dureza de la dentina. (Sim, T. P. et al, 2001)

En aplicaciones clínicas se lo puede utilizar en concentraciones que van del 0.5% al 6%; la dilución del NaOCl disminuye significativamente sus propiedades antibacterianas, la capacidad de disolución del tejido y la propiedad de debridamiento del conducto, al igual que disminuye su toxicidad. (Ayhan, H. Et al, 1999; Yesilcoy, C. et al, 1995)

Walton y Rivera (Walton, R. E. et al, 1997) recomiendan diluir el hipoclorito de sodio al 5.25% en partes iguales con agua para lograr una solución de 2.5%, la cual si bien no es tan eficaz como la solución a toda su capacidad, es más segura y agradable de usar.

Varios estudios han investigado las ventajas de la temperatura sobre las propiedades antimicrobianas y de disolución de los tejidos del hipoclorito. El aumento de la temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del hipoclorito de sodio. Temperaturas de 35,5°C aumentan el poder solvente sobre los tejidos necróticos y en los tejidos frescos se obtiene el mayor efecto a 60°C.

Gambarini (Gambarini, G. et al, 1998) refiere que se ha comprobado que al aumentar la temperatura se mejora el debridamiento, las propiedades bactericidas y disolutorias, y que ese aumento no afecta la estabilidad química de la solución, aunque recomienda cierta precaución ya que no se sabe que daño puede causar a los tejidos periapicales.

Cunningham et al. (Cunningham, W. T. Y Balekgian, A. Y., 1980; Cunningham, W. T. Y Joseph, S. V., 1980) demostraron que las soluciones de hipoclorito de sodio al 5.25% y 2.5% eran iguales de eficaces a una temperatura de 37°C. Sin embargo, a temperatura ambiente (21°C), la solución al 2.5% resultaba menos eficaz. El calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida, pero se debe tener en cuenta que al calentarla a 37°C solo se mantiene estable por no más de 4 horas antes de degradarse.

Debido a que el hipoclorito de sodio es degradado por la luz, el aire, los metales y los contaminantes orgánicos, se cree que la pérdida de la estabilidad

química de la solución es un factor que puede alterar sus propiedades. (Ayhan, H. et al, 1999; Fraiss, S. et al, 2001)

Todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y ésta es más rápida en las soluciones cloradas al 5% cuando son almacenadas a temperaturas de 24°C que cuando se almacenan a 4°C. (Piskin, B. y Turkun, M, 1995) Por otra parte, el contenido de cloro de las soluciones tiende a disminuir después que se han abierto los envases, por lo que se recomienda el uso de soluciones frescas o recientemente preparadas. (Ayhan, H. et al, 1999)

Ya que el hipoclorito de sodio no cumple con dos importante propiedades que son la baja toxicidad y la eliminación de la capa de desecho, es necesario su combinación con otros agentes o medios de irrigación para lograr los objetivos de la irrigación del sistema de conductos radiculares.

Entre ellos tenemos:

### **Agentes quelantes:**

Se denominan quelantes a las sustancias que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos en un determinado complejo molecular. Los quelantes, que presentan en el extremo de sus moléculas radicales libres que se unen a los iones metálicos, actúan sustrayendo los iones metálicos del complejo molecular al cual se encuentran entrelazados, fijándolos por unión coordinada que se denomina quelación.

La quelación es, por lo tanto, un fenómeno fisicoquímico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de que forman parte sin constituir una unión química con la sustancia quelante, pero sí una combinación. Este proceso se repite hasta agotar la acción quelante y, por lo tanto, no se efectúa por el clásico mecanismo de disolución. (Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)

Los agentes quelantes actúan únicamente sobre los tejidos calcificados y apenas afectan al 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, F. S., 1997)

### **a- Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA):**

En 1957, Ostby utilizó por primera vez el ácido etilendiaminotetraacético en la forma de una sal disódica. (Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)

Es una sustancia fluida con un pH neutro de 7,3, que se emplea en una concentración del 10 al 17 %. (Weine, F. S., 1997) Serper y col (Serper, A. y Calt, S., 2002) realizaron estudios para comparar los efectos de la concentración y variaciones de pH de EDTA en la desmineralización de la dentina, y concluyeron que las cantidades de fósforo liberado de la dentina fueron mayores con el incremento de la concentración y el tiempo de exposición de EDTA, y que fue más efectivo a un pH neutro que a uno de 9.

Pattersonn (Pattersonn, S. S., 1963) observó que con una solución al 10% conseguía reducir a 7 el grado de dureza de Knoop de la dentina, que normalmente tiene una dureza de 25 cerca de la unión dentina-esmalte y que puede llegar hasta 70 a un tercio de la distancia entre dicha unión y la pared del conducto sin tratar, y que a esta misma concentración producía una inhibición bacteriana frente a estreptococos alfa-hemolíticos y estafilococos aureus.

Algunos estudios parecen indicar que el empleo del EDTA en la preparación de los conductos ayuda a eliminar el barrillo dentinario de las paredes de dentina, lo que podría favorecer el contacto superficial entre el material de obturación y las paredes dentinarias y la penetración del sellador en los túbulos dentinarios. (Weine, F. S., 1997)

La irrigación durante 1 minuto con EDTA remueve efectivamente el barrillo dentinario, sin embargo una aplicación durante 10 minutos causa una excesiva erosión de la dentina intertubular y peritubular (Calt, S. y Serper, A., 2002; Niu, W. et al, 2002) reduciendo la microdureza de la dentina del conducto radicular. (Saleh, A. A. y Ettman, W. M., 1999)

La combinación de hipoclorito de sodio y EDTA es efectiva en la remoción del tejido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares, logrando una completa remoción de la capa de desecho dentinario y la apertura de los túbulos dentinarios, lo que brinda una mayor eficacia antibacteriana. (Byström, A. y Sundqvist, G., 1985; Goldman, M. et al, 1976; Serper, A y Calt, S., 2002) La tensión superficial del diente no se ve alterada por el uso alternado de dicha composición. (Rajasingham, R. et al, 2002)

Numerosos investigadores han utilizado diferentes concentraciones y formas comerciales de EDTA e hipoclorito de sodio con el propósito de remover la capa de desecho dentinario. Hasta el momento está ampliamente aceptado que el método más eficaz para realizarlo es la irrigación de los conductos con 10 ml de EDTA del 15 al 17% seguido por 10 ml de hipoclorito de sodio del 2,5 al 5,25 %.

Dogan y col estudiando los efectos del uso combinado de los agentes quelantes con el hipoclorito en el contenido mineral de la dentina radicular, concluyeron que el hipoclorito usado como irrigación final alteró la efectividad de los agentes quelantes en la dentina radicular, cambiando significativamente la proporción calcio-fósforo; y hubo un incremento en el nivel de magnesio. (Dogan, H. y Calt, S., 2001)

### **b- Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con peróxido de urea (RC-Prep):**

El Rc-Prep, desarrollado en 1969 por Stewart (Stewart, G. G. et al, 1969), es una solución que contiene un 15% de EDTA asociado a un 10% de peróxido de urea y glicol como base, en consistencia jabonosa. La urea es un compuesto aminado que forma solventes en forma de ureato de calcio cuando reaccionan con los iones de calcio quelados por el EDTA, lo que aumenta de permeabilidad de la dentina.

De acuerdo a las investigaciones de Heling (Heling, I. et al, 1999) el peróxido de urea al 10% contenido en la fórmula es un ingrediente activo que produce radicales hidroxilos que oxidan los grupos sulfidrilos, las cadenas dobles proteicas, los lípidos y la pared celular bacteriana, causando muerte celular.

Actúa como antiséptico; su uso generalizado se debe a la interacción del peróxido de urea con el hipoclorito, que produce una acción burbujeante que libera y arrastra los residuos dentinarios. El tamaño de las burbujas resultante de esta combinación es más pequeño que las producidas por la asociación del hipoclorito con el peróxido de hidrógeno, siendo más fácil su posterior aspiración. (Ingle, I. I. Y Backland, L. K., 2000; Stewart, G. G., 1995; Stewart, G. G., 1998)

Verdelis y col (Verdelis, K. et al, 1999) han demostrado que el RC-Prep no tiene la capacidad de remover por completo la capa de barrillo dentinario, debido a su bajo pH.

Morris y col (Morris, M. D. et al, 2001) demostraron que el uso combinado del hipoclorito con el RP-Prep disminuye significativamente la capacidad de adhesión de los cementos a base de resinas a las superficies endodóticamente tratadas.

### **c- Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con cetavión o bromuro de cetil-trimetil-amonio (EDTAC):**

Está compuesto por: 17 g de EDTA, 8,84 g de cetavión, 9,25 ml de 5/N hidróxido sódico y 100 ml de agua destilada. Se utiliza en una concentración al 15 % y tiene un pH de 7,3 a 7,4. El cetavión posee acción antibacteriana y reduce la tensión superficial de la dentina, lo que provoca el aumento de la capacidad de penetración del hipoclorito de sodio cuando ambas soluciones se utilizan combinadas (EDTA y NaOCL). Esta asociación resulta ser muy efectiva para la eliminación del barrillo dentinario. (Lasala, A., 1992)

Posee una gran actividad bactericida; sin embargo también produce mayor inflamación tisular. Para inactivar el EDTAC se utiliza el hipoclorito sódico. (Weine, F. S., 1997)

Goldberg y col (Goldberg, F. y Abramovich, A., 1977) sostienen que el EDTAC aumenta la permeabilidad dentinaria permitiendo la eliminación de microorganismos y restos orgánicos; además permite la penetración de medicamentos intraconductos en áreas donde la instrumentación mecánica ha sido deficiente, como los túbulos dentinarios, conductos accesorios y foramen apical.

El estudio de Abbott y col (Abbott, P. et al, 1991) concluyó que el más efectivo régimen de irrigación para remover el barrillo dentinario y otros detritos fue EDTAC/ NaOCL / EDTAC.

### **Ácido Cítrico:**

El empleo de ácidos orgánicos para irrigar y efectuar el debridamiento de conductos radiculares es tan antiguo como la misma terapéutica pulpar.

Tidmarsh (Tidmarsh, B. G., 1978) consideró que el ácido cítrico al 50% dejó las paredes de dentina más limpias y eliminó la capa residual.

Wayman y col (Wayman, B. E. et al, 1979) también obtuvieron excelentes resultados en obturaciones luego de su preparación con ácido cítrico al 20%, asociado con hipoclorito de sodio al 2,6% y una irrigación final con ácido cítrico al 10%.

Nicholaus y col (Nicholaus, B. E. et al, 1988) pusieron a prueba el ácido cítrico y el hipoclorito contra bacterias anaerobias, comunicando que en un término de 5 a 15 minutos ambos tuvieron la misma eficacia que un bactericida.

Se han empleado otros ácidos orgánicos para retirar la capa residual, ácido poliacrílico para Durelón y líquidos Fuji II, en ambos a una concentración al 40%. (Berry, E. A. et al, 1987)

Yamaguchi y col (Yamaguchi, M. et al, 1996) propusieron al ácido cítrico como un irrigante sustituto del EDTA. Ellos observaron que uno de los principales problemas de esta solución es su bajo pH, lo que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable, comparado con el EDTA tiene un pH neutro. Ellos concluyeron que todas las concentraciones de ácido cítrico (0,5, 1 y 2 M.) mostraron buenos efectos antibacterianos y capacidad de quelación o eliminación de la capa de desechos, y sugirieron que éste podría ser usado como una solución irrigante para los conductos alternándolo con el hipoclorito de sodio.

Sceiza y col (Sceiza, M. F. et al, 2001) determinaron que el EDTA-T y el ácido cítrico al 10% usados como irrigantes endodónticos hacían más visibles los túbulos dentinarios que el hipoclorito de sodio al 5% asociado al peróxido de hidrógeno al 3%, y asimismo, que el ácido cítrico fue más biocompatible con los tejidos periodontales apicales que el EDTA-T.

Di Lenarda y col (Di Lenarda, R. et al, 2000) concluyeron que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugirieron que este irrigante es conveniente por su bajo costo, buena estabilidad química si es usado correctamente alternándolo con hipoclorito, y es efectivo aún luego de una aplicación breve (20 seg.).

### **Clorhexidina:**

La clorhexidina es un antiséptico antimicrobiano que es activo contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, aerobios y anaerobios facultativos, y hongos o levaduras. Es un compuesto catiónico antibacteriano. Como irrigante endodóntico es utilizada en concentraciones de 0,12 o 2%. (Ingle, I. I. Y Backland, L. K., 2000)

Su actividad antimicrobiana in vitro fue encontrada equivalente al del hipoclorito de sodio al 5,25%. (Gomes, B. P. Et al, 2001; White, R. R. et al, 1997)

En un estudio realizado por White y col (White, R. R. et al, 1997) acerca del efecto residual de la clorhexidina sobre la dentina a dos concentraciones diferentes, obtuvieron resultados excelentes en cuanto a la inhibición del crecimiento bacteriano, hasta 72 horas con la concentración al 0,12% y por más de 72 horas con la concentración al 2%, lo que confirma que puede ser utilizada como irrigante en la terapia endodóntica, y más aún, como medicamento intraconducto entre citas para controlar la infección.

Leonardo y col (Leonardo, M. R. et al,1999) realizaron un estudio para evaluar la actividad antimicrobiana in vivo del gluconato de clorhexidina usado como solución irrigante endodóntica en piezas dentarias con necrosis pulpar y procesos periapicales crónicos visibles radiográficamente, confirmando que la misma previene la actividad antimicrobiana con efectos residuales en el sistema de conductos radiculares hasta 48 horas después de su aplicación.

Ferrez y col (Ferrez, C. C. et al, 2001) evaluaron el gluconato de clorhexidina en gel como irrigante endodóntico y los resultados mostraron que la misma promovió superficies limpias de los conductos radiculares y que tuvo actividad antimicrobiana comparable con la obtenida con el hipoclorito de sodio y el gluconato de clorhexidina en solución.

Por su baja toxicidad se la recomienda como irrigante en pacientes alérgicos al hipoclorito, e igualmente puede ser utilizada en piezas dentarias con ápices abiertos o inmaduros y en dientes con perforaciones radiculares. (Medina, A., 1997)

Es conocido que el hipoclorito de sodio como irrigante es tóxico para los tejidos periapicales. El gluconato de clorhexidina, un irrigante seguro y antimicrobiano efectivo, no disuelve los tejidos pulpares. Para obtener sus óptimas propiedades, se evaluó su uso combinado en los conductos radiculares, y se llegó a la conclusión de que su asociación produjo el más alto porcentaje de reducción de cultivos positivos post irrigación. (Berry, E. A. et al, 1987; Kuruvilla, J. R. y Kamath, M. P., 1998)

D'Arcangelo y col (D' Arcangelo, C. et al, 1998) demostraron la eficacia bactericida de la asociación de hipoclorito de sodio al 1% con gluconato de clorhexidina 0,2% y

cetrimide al 0,2%, aún después de un corto período de contacto con la microflora del canal radicular.

Segura y col <sup>(Segura, J. J. et al 1999)</sup> determinaron que el gluconato de clorhexidina podría inhibir la función de los macrófagos y modular las reacciones inflamatorias en los tejidos periapicales inflamados.

### **Peróxido de hidrógeno(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):**

La solución de peróxido de hidrógeno se utiliza mucho en endodoncia y posee dos mecanismos de acción: produce burbujas al entrar en contacto con los tejidos y ciertos productos químicos expulsando los restos fuera del conducto; y libera oxígeno que destruye los microorganismos anaerobios estrictos.

Esta solución tiene un efecto disolvente muy inferior al del hipoclorito. Sin embargo, se utilizan alternativamente ambas soluciones durante el tratamiento. Este sistema es muy recomendable para la irrigación de los conductos de aquellos dientes que han permanecido abiertos para drenar, ya que la efervescencia desprende las partículas de alimentos así como otros restos que pueden haber quedado alojados en los conductos.

Al ser un disolvente más flojo, el peróxido afecta menos a los tejidos periapicales. Por consiguiente, será el irrigante de elección cuando se produzcan perforaciones en las raíces o el piso de la cámara durante el tratamiento, o cuando se destruye la constricción apical y se produzca una pericementitis intensa. A pesar de ello, el peróxido no debe ser nunca utilizado como último irrigante en un conducto, ya que al cerrar la preparación de acceso puede quedar atrapado oxígeno naciente, provocando un aumento de presión. Por consiguiente, hay que aplicar hipoclorito para que reaccione con el peróxido, y libere el resto del oxígeno; por último hay que secar el conducto con puntas de papel y cerrar. <sup>(Weine, F. S., 1997)</sup>

El mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno consiste en la reacción de iones superoxidantes que producen radicales hidroxilos que atacan la membrana lipídica, ADN y otros componentes celulares. <sup>(Heling y Chandler, 1998)</sup>

Aunque la combinación de las soluciones de peróxido de hidrógeno y de hipoclorito es liberadora de oxígeno, no se cumple el efecto de digestión y arrastre mecánico, debido a que el peróxido es de liberación inmediata y el hipoclorito es de liberación lenta; por lo tanto el primero es removido antes de llegar a las porciones apicales del conducto. <sup>(Merida, H. y Diaz, M., 1999)</sup>

Según Walton y col <sup>(Walton, R. E. y Torabinejad, M., 1997)</sup> no existe ningún beneficio demostrado de alternar el hipoclorito con el peróxido, ya que esta combinación debido a la liberación de oxígeno naciente, únicamente produce una acción espumante en el conducto.

Gutierrez y col <sup>(Gutierrez, J. H. et al, 1990)</sup> observaron la presencia de cristales cúbicos de cloruro de sodio y colonias bacterianas atrapadas y adheridas a los procesos odontoblásticos, tanto en la dentina intertubular como en la peritubular, al utilizar estos dos irrigantes alternados.

Shiozawa <sup>(Shiozawa, A., 2000)</sup> sugirió que la irrigación de los conductos radiculares con hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno indujo efectos biológicos como ser irritación tisular ( por las reacciones químicas del O<sub>2</sub> y del OH) y efectos físicos como liberación de O<sub>2</sub>.

### **Peróxido de urea:**

El peróxido de urea se usa en forma de base de glicerol anhidra (Gly-Oxide) para evitar la descomposición y como irrigante.

Los tejidos lo toleran mejor que al hipoclorito de sodio, aunque es un disolvente y un bactericida más potente que el peróxido de hidrógeno. Por consiguiente, es un excelente irrigante para el tratamiento de conductos con tejidos periapicales normales y ápices amplios, en los que una solución más irritante causaría una inflamación intensa si se filtrara del conducto.

La principal indicación para este producto es los conductos estrechos y/o curvos, en los que se puede aprovechar el efecto lubricante del glicerol.

El Gly-Oxide no reacciona como los agentes quelantes con la dentina, pudiendo causar perforaciones radiculares o salientes en las paredes reblandecidas, y solo mejora la lubricación de los conductos. Como las paredes de los conductos deslizan mejor, la preparación es más sencilla y el riesgo de muescas o perforaciones es mucho menor. <sup>(Weine, F. S., 1997)</sup>

Senia y col <sup>(Senia, E. S. et al, 1971)</sup> aseguraron que el hipoclorito de sodio no puede llegar al ápice de los conductos más pequeños si antes no se ensanchan hasta el tamaño de una lima N<sup>o</sup> 20 o superior. Sin embargo, como el Gly-Oxide es más viscoso y tiene mayor tensión superficial, puede introducirse en conductos muy pequeños y liberar oxígeno incluso en esos resquicios tan profundos.

### **Ultrasonido:**

La limpieza de la dentina dentro de los conductos radiculares y la remoción de tejidos remanentes inflamados y/o necróticos es uno de los pasos más importantes en la terapia endodóntica. La activación ultrasónica de instrumentos endodónticos ha sido sugerida como un medio para mejorar el debridamiento de los conductos, y se ha vuelto muy popular como una ayuda para la irrigación y desinfección del sistema de conductos radiculares. <sup>(Spoleti, P et al, 2003)</sup>

Aunque las piezas de mano ultrasónicas no han demostrado ser eficaces para la conformación apical, la vibración ultrasónica ha demostrado su capacidad de limpieza cuando se la asocia con soluciones irrigantes. Utilizada con una lima pequeña que se coloca suelta en el canal radicular, la energía ultrasónica calienta la solución irrigante. Las vibraciones sonoras mueven los irrigantes: es la corriente acústica.

Los efectos limpiadores de la energía ultrasónica se magnifican cuando el instrumento funciona suelto en el canal, por lo tanto es preferible utilizarla después de haber terminado la conformación. El conducto debe agrandarse hasta obtener un diámetro que corresponda con el de una lima N<sup>o</sup> 45 para que el líquido irrigante pueda volver al acceso cameral. <sup>(Gambarini, G. et al, 1998)</sup>

Cuando se aplica la energía ultrasónica a un líquido, se producen ondas de choque que viajan a través del mismo y se crea un movimiento que produce un efecto de remoción sobre las paredes que rodean al líquido. En endodoncia, esta energía pasa a través de la solución irrigadora, optimizando así el efecto removedor sobre las paredes del conducto radicular. <sup>(Lasala, A., 1992)</sup>

Abbott y col <sup>(Abbott, P. V. Et al, 1991)</sup> realizaron un estudio comparativo sobre los efectos de las diferentes secuencias de irrigación y ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos, y demostraron que el empleo del hipoclorito con ultrasonido

ha reportado poco efecto en la remoción de la capa de desecho, aunque si aumenta la capacidad de disolución de los tejidos y su potencia desinfectante. Esto debido probablemente a la acción de agitación creado por el movimiento oscilante desarrollado por el ultrasonido.

En investigaciones realizadas por Ciucchi y col, donde se comparó la efectividad de los diferentes métodos de irrigación sobre la remoción de la capa de desecho dentinario, se observó que la adición de sistemas ultrasónicos a la irrigación con hipoclorito de sodio demostró poca efectividad sobre la eliminación de dicho sustrato. La irrigación de hipoclorito y ultrasonido deja las paredes del conducto completamente cubiertas con una capa de desecho, que ni siquiera una irrigación final puede remover. (Ciucchi, B. et al, 1989)

Otros autores, por el contrario, refieren que existe una acción sinérgica entre el hipoclorito en una concentración mayor del 2% y el ultrasonido, y que esta combinación remueve la capa de desecho en 3 minutos. (Cameron, J. A., 1983)

Con respecto al efecto antibacteriano, Huque y col (Huque et al, 1998) demostraron que la irrigación ultrasónica con hipoclorito de sodio al 12% eliminaría eficazmente las bacterias de la superficie, capas poco profundas y profundas de la dentina. La irrigación con menos concentración de hipoclorito no eliminaría completamente las bacterias en los conductos accesorios de la mayoría de las muestras.

### **Acetato de bis-dequalinio:**

Kaufman (Kaufman, A. Y., 1981) informó haber tenido éxito en varios casos utilizando acetato de bis-dequalinio como desinfectante y agente quimioterapéutico. Destaca su baja toxicidad, acción lubricante, capacidad para desinfectar y baja tensión superficial, así como sus propiedades quelantes y baja frecuencia de dolor post operatorio.

Otros investigadores han señalado su eficacia, considerándolo superior al hipoclorito de sodio para el debridamiento del tercio apical. (Kaufman, A. Y. y Grimberg, I., 1986)

Se informó un alivio notable del dolor y el edema post operatorio cuando se utilizó este producto. Atribuyeron estos resultados a las propiedades quelantes del acetato de bis-dequalinio para retirar la capa residual cubierta con bacterias y contaminantes, así como a las propiedades tensoactivas, que le permitían penetrar en zonas inaccesibles a los instrumentos (Mohd Sulong, M. Z. A., 1989)

Se lo recomienda como un excelente sustitutivo del hipoclorito de sodio en los pacientes alérgicos a este último.

### **Glutaraldeído:**

Jiménez –Rubio y col (Jiménez – Rubio, A. et al, 1997) investigaron el efecto in vitro de dos soluciones irrigantes usadas en endodoncia ( hipoclorito de sodio al 5,25% y glutaraldeído al 1%) para determinar si esas sustancias podían alterar la función de los macrófagos. Los resultados mostraron que el hipoclorito de sodio y el glutaraldeído disminuyeron significativamente la capacidad de adherencia de los macrófagos, reduciendo las reacciones inflamatorias en los tejidos periapicales cuando son usados en la terapia endodóntica.

### **Hidrocloruro de tetraciclina:**

Haznedaroglu y col <sup>(Haznedaroglu, F. y Ersev, H., 2001)</sup> analizaron el efecto de remoción del barrillo dentinario del hidrocloruro de tetraciclina como un irrigante endodóntico, y lo compararon con el efecto del agua destilada, el hipoclorito de sodio al 2,5% y el ácido cítrico al 50%. Los estudios revelaron que el agua destilada junto con el hipoclorito fueron inefectivos para la remoción del barrillo, mientras que el ácido cítrico y el hidrocloruro de tetraciclina fueron significativamente más efectivos. Sin embargo, la tetraciclina tuvo menos efecto sobre la dentina peritubular.

### **Aceite de ricino(Endoquil):**

Leonardo y col <sup>(Leonardo, M. R. et al, 2001)</sup> evaluaron la actividad antimicrobiana sobre cocos Gram-positivos, bacilos Gram-negativos y hongos de las soluciones irrigantes Endoquil, la solución al 2% de gluconato de clorhexidina y la solución de hipoclorito de sodio al 0,5%. Ellos concluyeron que todas las bacterias fueron inhibidas por gluconato de clorhexidina al 2%. El Endoquil fue efectivo contra los microorganismos Gram-positivos, mientras que el hipoclorito de sodio al 0,5% solo fue efectivo contra el S. Aureus.

### **Detergentes sintéticos:**

Los detergentes son sustancias químicas semejantes al jabón y que, por lo tanto, bajan la tensión de los líquidos. Desempeñan la acción de limpieza pues gracias a su baja tensión superficial penetran en todas las concavidades y anfractuosidades del conducto radicular, combinándose con los residuos, atrayéndolos hacia la superficie y manteniéndolos en suspensión.

Estas sustancias actúan en los procesos de lubricación, humedecimiento, formación de espuma, emulsificación, dispersión, extensión, solubilización, además de reducir la tensión superficial de las paredes dentinarias, para un mejor contacto del material obturador. <sup>(Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)</sup>

Porque no coagulan la albúmina y gracias a su baja tensión superficial, estas sustancias penetran profundamente en todas las concavidades, canalículos y anfractuosidades del conducto radicular <sup>(Simoes Filho, A. P. Y Leal, J. M., 1965)</sup>, humedeciendo los restos orgánicos y los microorganismos de su interior, manteniéndolos en suspensión, después de lo cual son eliminados por medio de una nueva irrigación y aspiración.

En 1973 emplearon el Tergentol para la irrigación de conductos radiculares, en biopulpectomías, y obtuvieron la preservación de la vitalidad del muñón pulpar en todos los casos analizados. <sup>(Leonardo, M. R., 1973)</sup>

Nagem Filho y Vieira Pinto <sup>(Nagem Filho, H. y Vieira Pinto, L., 1978)</sup> analizaron la capacidad de irritación de los tejidos vivos, con el uso de Tergentol y otro detergente aniónico conocido como Texapon K 12. Los resultados indicaron que las soluciones mencionadas son bien toleradas por los tejidos vivos.

Estos resultados mostraron la importancia del empleo de los detergentes en las biopulpectomías, donde se necesitó una sustancia inocua para los tejidos vivos apicales y laterales, para que ofrezca una acción de limpieza, requisito éste que cumple esta solución irrigadora. <sup>(Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)</sup>

## **Hidróxido de calcio en agua (agua de cal):**

El hidróxido de calcio es un polvo blanco, que se obtiene por calcinación de carbonato cálcico. Este polvo granular, amorfo y fino posee marcadas propiedades básicas, su pH es muy alcalino, aproximadamente de 12,4, lo cual le confiere propiedades bactericidas.

Su densidad es de 2,1, puede disolverse ligeramente en agua y es insoluble en alcohol, con la particularidad de que al aumentar la temperatura disminuye su solubilidad.

Al combinarse con el anhídrido carbónico del aire tiene la tendencia de formar carbonato cálcico de nuevo, por lo que se recomienda tener bien cerrado el recipiente que lo contiene, siendo preferible guardarlo en envases de vidrio y de color ámbar. (Lasala, A., 1992)

Esta solución presenta un elevado poder bactericida y gracias a su pH puede neutralizar medios ácidos. De gran poder hemostático, inhibe la hemorragia sin provocar vasoconstricción, eliminando la posibilidad de hemorragia tardía. Encuentra su principal indicación en las biopulpectomías en molares, donde no se consiguió un ensanchamiento de los conductos radiculares hasta una lima Nº 30, por la dificultad de llevar en hidróxido de calcio durante la obturación, con la ayuda de una jeringa especial. (Leonardo, M. R. y Leal, J. M., 1994)

Maisto y Amadeo, citados por Lasala (Lasala, A., 1992) recomendaron como irrigador una solución saturada de hidróxido de calcio en agua, la cual denominaron lechada de cal, y que podría alternarse con el agua oxigenada, empleando como último irrigador la lechada de cal, que debido a su alcalinidad incompatible con la vida bacteriana, favorecería la reparación apical, por lo cual ha sido recomendada en dientes con ápices abiertos.

Los efectos antimicrobianos de las preparaciones acuosas de hidróxido de calcio han quedado demostrados en los estudios de Safavi y col. (Safavi, K. y Nakayama, P. A., 2000) El hidróxido de calcio, cuando se disolvió en agua, se disoció en iones de calcio y de hidróxido. La presencia de iones hidróxido en una solución, la tornan antimicrobiana. El uso de vehículos no acuosos, como la glicerina, podrían impedir la efectividad del hidróxido de calcio.

En los estudios de Peters y col (Peters, L. B. et al, 2002) el hidróxido de calcio disuelto en solución salina limitó, pero no previno totalmente el crecimiento de bacterias endodónticas cuando se lo utilizó como solución irrigante.

El hidróxido de calcio es fuertemente alcalino, y su pH no cambia cuando se agregan ácidos débiles o álcalis en las suspensiones acuosas. La disolución del polvo de hidróxido de calcio en otras soluciones irrigadoras como la clorhexidina, el hipoclorito de sodio o yodo, no producen un incremento del efecto antimicrobiano comparado con el del agua de cal convencional. (Haenni, S. et al, 2003)

## **Solución salina:**

Es el irrigador más biocompatible que existe, puede utilizarse solo o alternado con otros, y como última solución irrigadora cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior. El efecto antimicrobiano y su poder de disolución de tejidos son mínimos comparados con el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno. (Hülsmann, M., 1998; Lasala, A., 1992)

### **Solución anestésica:**

Se ha recomendado el uso de anestésicos locales como medio de irrigación para el tratamiento de los conductos con restos de pulpa vital o con sangrado profuso por pulpitis agudas, aunque no existen evidencias científicas que sustenten este medio. (Hülsmann, M., 1998)

### **Alcoholes (alcohol isopropílico o etílico):**

Las soluciones concentradas de alcohol del 70 al 90% se utilizan como irrigantes finales para secar el conducto y para la eliminación de restos de otros químicos. (Walton, R. E. y Torabinejad, M., 1997)

Debido a su baja tensión superficial presenta buena difusión. Su efecto principal radica en el secado del conducto radicular. Solo se utiliza una cantidad pequeña de alcohol (1 a 2 ml por conducto). (Hülsmann, M., 1998)

### **Soluciones activadas electroquímicamente (ECA):**

Estas soluciones son producidas del agua de grifo y soluciones de una baja concentración salina.

La tecnología ECA presenta un nuevo paradigma científico desarrollado por científicos rusos. Está basada en el proceso de transferir líquidos a una vía por medio de una acción electroquímica unipolar (ánodo o cátodo) a través del uso de un elemento reactor.

La irrigación con soluciones activadas electroquímicamente proporciona una eficiente limpieza de las paredes del conducto y puede ser una alternativa al hipoclorito de sodio en el tratamiento de conductos convencional, pero es necesario realizar más investigaciones sobre el tema. (Solovyeva, A. M. y Dummer, P. M., 2000)

Marais (Marais, J. T., 2000), en su estudio, comparó los efectos de limpieza del hipoclorito de sodio con el agua activada electroquímicamente en las paredes del sistema de conductos radiculares, concluyendo que esta última produjo superficies más limpias que el hipoclorito, y que removió grandes áreas de capa de desechos, por lo que el ECA fue considerada superior al hipoclorito.

El estudio de Hata y col (Hata, G. et al, 2001) demostró que la técnica de irrigación más efectiva para la remoción del barrillo dentinario fue la irrigación ultrasónica sin tener en cuenta la solución irrigadora usada.

### **6- PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN:** (Weine, F. S., 1997)

Para la irrigación endodóntica se suelen utilizar jeringas de plástico descartables de 2,5 a 5 ml con agujas romas del calibre 25. También se pueden usar jeringas de vidrio con agujas metálicas. Hay que doblar la aguja por el centro unos 30° para poder acceder a los conductos de los dientes anteriores y posteriores

Nunca se deben inyectar a la fuerza los irrigantes en los tejidos periapicales, sino que hay que introducirlos suavemente dentro del conducto. Son los instrumentos intraconductos, no la jeringa, los que deben distribuir el irrigante por los recovecos y resquicios del conducto.

En conductos amplios hay que introducir la punta de la jeringa hasta encontrar la oposición de las paredes, momento en el que hay que extraer la punta algunos milímetros. Seguidamente hay que inyectar la solución muy lentamente, hasta llenar la mayor parte de la cámara.

En los dientes posteriores y o los conductos pequeños, hay que depositar la solución en la cámara. Las limas transportarán el irrigante al interior del conducto y el escaso diámetro de los conductos retendrá la mayor parte de la solución por efecto capilar.

Para eliminar el exceso de irrigante se puede aspirar con una punta de calibre 16. Si no se dispone de ella, se puede aplicar una gasa doblada (5 x 5 cm) sobre el diente para absorber el exceso. Para secar un conducto cuando no se dispone de aspiración, se puede extraer el émbolo de la jeringa que utilizamos y aspirar la mayor parte de la solución.

Por último se usan puntas de papel para secar los restos de líquido.

Kahn y col <sup>(Kahn, H. et al, 1973)</sup> han descrito el uso de Irrivac, un sistema que permite aspirar e irrigar con un mismo instrumento. Se inserta una aguja del calibre 25 en un tubo de teflón conectado mediante una derivación al eyector salivar. Con una jeringa se inyecta el irrigante en el conducto y se aspira por el tubo.

## **7- CONCLUSIONES:**

El objetivo del presente trabajo fue realizar una reseña bibliográfica actualizada de las soluciones irrigadoras de uso frecuente en endodoncia, mencionarlas, compararlas y explicar los mecanismos, efectos y resultados de su uso clínico.

Durante muchos años se consideró que la irrigación del sistema de conductos radiculares era una parte poco relevante dentro del tratamiento endodóncico.

Se utilizaba el hipoclorito de sodio, el peróxido de hidrógeno o ambos, pero apenas se le daba importancia a su empleo.

Los artículos de investigación publicados en los últimos años determinaron diferencias significativas sobre los efectos y las aplicaciones de las soluciones irrigadoras endodónticas, comprobando que ninguna de ellas utilizada individualmente cumple con los requisitos de un irrigante ideal, y que los objetivos de la irrigación solo se logran con el uso combinado de dos o más de ellas.

La efectividad de un método de irrigación está directamente relacionada con la capacidad de remoción del tejido orgánico e inorgánico, la frecuencia, el volumen empleado, la temperatura y la cercanía a la constricción apical.

La irrigación alternada con hipoclorito de sodio al 5% y EDTA del 3 al 17% da como resultado una combinación sinérgica que mejora la preparación biomecánica y remueve tanto el contenido orgánico como el inorgánico del sistema de conductos radiculares, dejándolos adecuadamente preparados para su posterior obturación.

## 8- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- (1) Abbott P. V., Heijkoop P. S., Cardaci S. C., Hume W. R. and Heithersay G. S.: "An Sem study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonic". *Int. Endod. J.* 1991; 24(6): 308-16.
- (2) Abdullah M., Ng Y-L., Gulabivala K., and Spratt D.: "Antimicrobial efficacy of root canal irrigants and medicaments on different phenotypes of *Enterococcus faecalis*". *Int. Endod. J.* 2002; 35(5): 492.
- (3) Auerbach, M. B.: "Antibiotics vs. instrumentation in endodontics". *N. Y. St. Dent J.*, 19(5): 225-228
- (4) Ayhan H., Sultan N., Çirak M., Ruhi M., and Bodur H.: " Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms". *Int. Endod. J.* 1999; 32(2): 99.
- (5) Baumgartner, J.C., Mader, C.L.: " A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens". *J. Endod.* 13:147, 1987.
- (6) Becker G., Cohen S., and Borer R.: "The sequelae of accidentally injecting sodium hypochlorite beyond the root apex". *Oral Surg.* 1974; 38(4): 633-638.
- (7) Becking A.: " Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment". *Oral Surg.* 1991; 71(3): 346-348.
- (8) Berry E. A. et al: " Dentin surface treatments for the removal of the smear layer: An SEM Study". *J. Amer. Dent. Assoc.* 1987; 115: 65.
- (9) Blass, New York University: Apud: Walker, A.: "A definite and dependable therapy for pulpless teeth". *J. Amer. Dent. Ass.* 23(8): 1418-1425, Aug. 1936.
- (10) Bozzo, L., Nascimento, A.: "Utilização de substancias tensioativas na irrigação dos canais radiculares". *Bol. Fac. Farm. Odont. Piracicaba*, 2(2): 1-33, set. 1966.
- (11) Byström A., Sundqvist G.: "The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy". *Int. Endod. J.* 1985; 18:35-40.
- (12) Calas P., Rochd T., Druilhet P. and Azais J. M.: " In vitro adhesion of two strains of *Prevotella nigrescens* to the dentin of the root canal: the part played by different irrigation solutions". *J. Endod.* 1998; 24(2): 112-5.
- (13) Calt S., Serper A.: " Time-dependent effects of EDTA on dentin structures". *J. Endod.* 2002; 28(1): 17-9.
- (14) Cameron J. A.: "The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation". *J. Endod.* 1983; 9(11): 475-79.
- (15) Cengiz T.: " The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study". *J. Endod.* 1990; 23: 163.
- (16) Chow, T.W.: "Mechanical effectiveness of root canal irrigation", *J. Endod.* 1983; 9:475.
- (17) Ciucchi B., Khettabi M. and Holz J.: "The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of smear layer: a scanning electron microscopic study". *Int. Endod. J.* 1989; 22:21-8.
- (18) Clarkson R.M., Moule A.J.: "Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant." *Aust. Dent. J.* 1998 Aug. 43:250-6.
- (19) Cunningham W. T., Balekgian A. Y.: " Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant". *Oral Surg.* 1980; 4:175.
- (20) Cunningham W. T., Joseph S. V.: " Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant". *Oral Surg.* 1980; 50:569.
- (21) D'Arcangelo C., Di Nardo Di Maio F. and Varvara G.: " Alpha-hemolytic streptococci and root canal irrigants. An evaluation of the bactericidal efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate plus cetrimide". *Minerva Stomatol.* 1998; 47: 367-71.
- (22) D'Arcangelo C., Varvara G. and De Fazio P.: " An evaluation of the action of different root canal irrigants on facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic, and microaerophilic bacteria". *J. Endod.* 1999; 25(5): 351-3.
- (23) Di Lenarda R: Cadenaro M. and Sbaizero O.: " Effectiveness of 1 mol-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal". *Int. Endod. J.* 2000; 33:46-52.
- (24) Dogan H., Qalt S.: " Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin". *J. Endod.* 2001; 27(9): 578-80.
- (25) Ehrich D., Brian D. and Walker H.: " Sodium hypochlorite accident: inadvertent injection into de maxillary sinus". *J. Endod.* 1993; 19(4): 180-192.
- (26) Estrela C., Estrela C.R., Barbin E.L., Spano J.C., Marchesan M.A. and Pecora J.D.: " Mechanism of action of sodium hypochlorite". *Braz. Dent. J.* 2002; 13(2): 113-7.
- (27) Fehr, F. R., Ostby, N. B.: "Effect of E.D.T.A. and sulfuric acid on root canal dentine". *Oral Surg.*, 16(2): 199-205, Feb. 1963.
- (28) Ferguson J. W., Hatton J. F., and Gillespie M. J.: " Effectiveness of intracanal irrigants and medications against the yeast *Candida albicans*". *J. Endod.* 2002; 28(2): 68-71.
- (29) Ferreira C. M., da Silva Rosa O. P., Torres S. A., Ferreira F. B. and Bernardinelli N.: " Activity of endodontic antibacterial agents against selected anaerobic bacteria". *Braz. Dent. J.* 2002; 13(12): 118-22.
- (30) Ferrez C. C., Figueredo de Almeida Gomes B. P., Zaia A. A., Teixeira F. B. and de Souza-Filho F. J.: " In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant". *J. Endod.* 2001; 27(7): 452-5.
- (31) Filgueiras, J.; Bevilacqua, S. e Mello, C. F.: *Endodontia Clínica*. Rio de Janeiro, Científica, 1962, 267.
- (32) Fraiss S., Ng Y-L., and Gulabivala K.: " Some factors affecting the concentration of available chlorine in comercial sources of sodium hypochlorite". *Int. Endod. J.* 2001; 34: 206.

- (33) Gambarini G. et al.: "Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants". *J. Endod.* 1998; 24:432-4.
- (34) Gambarini, G., De Luca, M. and Gerosa, R.: "Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants". *J. Endod.* 1998; 24(6): 432-4.
- (35) Gatot A. et al.: "Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex". *J. Endod.* 1991; 17(11): 573-574.
- (36) Glossary: American Association of Endodontics. Contemporary terminology for Endodontics. 6<sup>a</sup> Ed. Chicago, 1998.
- (37) Goldberg F., Abramovich A.: "Analysis of the effect of EDTAC en the dentinal walls of the root canal". *J. Endod.* 1977; 3:101-5.
- (38) Goldman M., Kronman J. H., Goldman L. B., Clausen H., and Grady J.: "New method of irrigation during endodontic treatment". *J. Endod.* 1976; 2(9): 257-60.
- (39) Goldman L.B., Goldman M., Kronman J. H. and Sun Lin P.: "The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study". *Oral Surg.* 1981; 52: 197.
- (40) Gomes B. P., Ferraz C. C., Vianna M. E., Berber V. B., Teixeira F. B. and Souza-Filho F. J.: "In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconato in the elimination of *Enterococcus faecalis*". *Int. Endod. J.* 2001; 34(6): 424.
- (41) Grandini, S., Balleri, P. and Ferrari, M.: "Evaluation of glyde file prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant". *J. Endod.* 2002 Apr; 28(4): 300-3.
- (42) Grossman, L. I., Meimann, B. W.: "Solution of pulp tissue by chemical agents". *J. Amer. Dent. Ass.*, 28(2):223-225, Feb. 1941.
- (43) Grossman, L. I.: "Irrigation of root canals". *J. Amer. Dent. Ass.* 30(23): 1915-1917, Dec. 1943.
- (44) Gutierrez J. H., Jofre A., and Villena F.: "Scanning electron microscopic study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990; 69: 491-501.
- (45) Haenni, S., Schmidlin P. R., Mueller B., Sener B. and Zehnder M.: "Chemical and antimicrobial properties of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions". *Int. Endod. J.* 2003, 36(2): 100.
- (46) Hand, R.E., Smith, M.L. and Harrison, J.W.: "Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite". *J. Endod.* 1978; 4-60.
- (47) Hata G., Hayami S., Weine F. S. and Toda T.: "Effectiveness of oxidative potential water as a root canal irrigant". *Int. Endod. J.* 2001; 34(4): 308.
- (48) Haznedaroglu, F. - Ersev, H. "Tetracycline HCL solution as a root canal irrigant". *J. Endod* 2001 Dec; 27(12): 738-40.
- (49) Heling, Chandler: "Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules". *Int. Endod. J.* 1998; 31(1): 8-14.
- (50) Heling I., Iraní E., Karni S., and Steimberg D.: "In vitro antimicrobial effect of Rc-Prep within dentinal tubules". *J. Endod.* 1999; 25: 782-5.
- (51) Hülsmann M.: "Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas". *J. Endod. Prac.* 1998; 4(1): 15-29. Edición en español.
- (52) Hülsmann M., Hahn W.: "Complications during root canal irrigation- literature review and case reports". *Int. Endod. J.* May 2000; 33(3): 186-93.
- (53) Huque, Kota, Yamaga, Iwaku and Hoshino: "Bacterial eradication from root dentin by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite". *Int. Endod. J.* 1998; 31(4): 242.
- (54) Ingle, I.I., Backland, L.K. *Endodoncia.* 4<sup>a</sup> Edición. Edit. McGraw-Hill Interamericana. 2000. México. 98-237.
- (55) Jiménez- Rubio A., Segura J. J., Llamas R., Jiménez-Planas A., Guerrero J. M. and Calvo J. R.: "In vitro study of the effect of sodium hypochlorite and glutaraldehyde on substrate adherence capacity of macrophages". *J. Endod.* 1997; 23(9): 562-4.
- (56) Kahn H. et al.: "An improved endodontic irrigation technique." *Oral Surg.* 1973; 36: 887.
- (57) Kaufman A. Y.: "The use of dequalinio acetate as a disinfectant and chemotherapeutic agent in endodontics". *Oral Surg.* 1981; 51: 434.
- (58) Kaufman A. Y., Greenberg I.: "Comparative study of the configuration and the cleanliness level of root canals prepared with the aid of sodium hypochlorite and bis-dequalinium-acetate solutions". *Oral Surg.* 1986; 62: 191.
- (59) Kotula, R., Bordacova, J.: "Effect of E.D.T.A. on the oral microflora". *J. Stom. Klinik*, 15(1): 31, Jan. 1970.
- (60) Kuruvilla J. R., Kamath M. P.: "Antimicrobial activity of 2,5% sodium hypochlorite and 0,2% chlorhexidine gluconato separately and combined, as endodontic irrigants". *J. Endod.* 1998; 24(7): 472-6.
- (61) Lasala, A. *Endodoncia.* 4ta. Edición. Editorial Salvat. México. 1992.
- (62) Leonardo, M. R.: "Avaliação comparativa dos efeitos de soluções irrigadoras utilizadas durante o preparo biomecânico dos canais radiculares". *Rev. Fac. Farm. Odont.*, Araracuara, 2(1): 37-66, jan./jun. 1967.
- (63) Leonardo M. R.: "Contribución para el estudio de la reparación apical y periapical post tratamiento de los conductos radiculares". Facultad de Farmacia y Odontología de Araracuara. 1973:72.
- (64) Leonardo M.R.- Leal J. M. *Endodoncia.* "Tratamiento de los conductos radiculares", Edit. Panamericana S.A., Buenos Aires, 1994 (2<sup>a</sup> edición): 246-267.
- (65) Leonardo M. R., Tanomaru Filho M., Silva L. A., Nelson Filho P., Bonifacio K. C. and Ito I. Y.: "In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution". *J. Endod.* 1999; 25(3): 167-71.

- (66) Leonardo, M.R.- da Silva, L. A., Filho, M. T., Bonifacio, K. C. and Ito, I.Y.: "In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a castor oil-based irrigant". *J. Endod.* 2001 Dec; 27(12): 717-9.
- (67) Mader C. L.: "Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls". *J. Endod.* 1984; 10: 477.
- (68) Maisto O.A. *Endodoncia, "Irrigación y desinfección de conductos radiculares"*, 3ª Edición, Edit. Mundi, Buenos Aires, 1975.
- (69) Marais, J.T. "Cleaning efficacy of a new root canal irrigation solution: a preliminary evaluation". *Int. Endod. J.* 2000 Jul; 33(4): 320.
- (70) Marshall, F.J.; Massler, M. & Dute, H. L.: "Effects of endodontic treatment on permeability of root dentine". *Oral Surg.*, 13(2): 208-223, Feb. 1960.
- (71) McComb D., Smith D. C.: "A preliminary electron microscopic study of root canals after endodontic procedures". *J. Endod.* 1975; 1: 238.
- (72) Medina A.: "La clorhexidina como solución irrigadora en la terapia endodóntica". Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1997.
- (73) Mérida H., Díaz M.: "Estudio con microscopio electrónico de barrido de la acción desinfectante de diez diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios". 5º Congreso Interamericano de microscopio electrónico. 1999. Porlamar, Isla de Margarita.
- (74) Mohd Sulong M. Z. A.: "The incidence of postoperative pain after canal preparation of open teeth using two irrigations regimens". *Int. Endod. J.* 1989; 22: 248.
- (75) Morris M. D., Lee K. W., Agee K. A., Bouillaget S. and Pashley D. H.: "Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cements to endodontic surfaces". *J. Endod.* 2001; 27(12): 753-7.
- (76) Nagem Filho H., Vieira Pinto L.: "Compatibilidades biológicas del Tergentol y del Texapon K 12". *Rev. Ass. Paul. Cir. Dent.* 1978; 32(1): 27-30.
- (77) Nicholaus B. E. et al.: "The bactericidal effect of citric acid and sodium hypochlorite on anaerobic bacteria". *J. Endod.* 1988; 14: 31.
- (78) Niu W., Yoshioka T., Kaobayashi C., and Suda H.: "A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCL solutions". *Int. Endod. J.* 2002; 35(11): 934.
- (79) Ostby, N. B.: "Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root-canals". *Odontología Tids.* 65(1): 341, Feb. 1957.
- (80) Patterson S. S.: "In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetraacetate on human dentine and its endodontic implications". *Oral Surg.* 1963; 18:83.
- (81) Patterson C. J. W., McLundie A. C.: "Apical penetration by a root canal irrigant: a case report". *Int. Endod. J.* 1989; 22: 197-199.
- (82) Peters L. B., van Winkelhoff A. J., Buijs J. F. and Wesselink P. R.: "Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions". *Int. Endod. J.* 2002; 35(1): 13.
- (83) Piloto, L.: "Pontos fundamentais na fase cirúrgica da endodontoterapia- Modificações na instrumentação e irrigação - aspiração". *Rev. Ass. Paul. Cir. Dent.* 12(5): 270-281, set. / out. 1958.
- (84) Piskin B., Turkun M.: "Stability of various hypochlorite solutions". *J. Endod.* 1995; 21: 253-5.
- (85) Rajasingham R., Knowles J. C., Ng Y-L, Rahbaran S. and Gulabivala K.: "The effect of root canal irrigation with sodium hypochlorite and EDTA on tooth surface strain". *Int. Endod. J.* 2002; 35(5): 492.
- (86) Rapela, D. E.: "Antibióticos y detergentes en el tratamiento de los dientes despulpados". *Rev. Asoc. Odont. Argent.* 46(3): 65-69, mar. 1958.
- (87) Reeh E. S., Messer H. H.: "Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor". *Endod. Dent. Traum.* 1989; 5: 200-203.
- (88) Sabala C. L., Powell S. E.: "Sodium hypochlorite injection into periapical tissues". *J. Endod.* 1989; 15(10): 490-492.
- (89) Sachs: *Apud: Kuttler, Y.: Endodoncia Práctica, México, ALPHA, 1961, p. 199.*
- (90) Safavi K., Nakayama T. A.: "Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution". *J. Endod.* 2000; 26(11): 649-51.
- (91) Saleh A. A., Ettman W. M.: "Effect of endodontic irrigation solution on microhardness of root canal dentine". *J. Dent.* 1999; 27:43-6.
- (92) Sceiza M. F., Daniel R. L., Santos E. M. and Jaeger M. M.: "Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis". *J. Endod.* 2001; 27(12): 741-3.
- (93) Schreier EO. *The treatment of infected root canals with kalium and natrium.* *Dent. Cosmos,* 38:836, Sep. , 1893. Comentado en Ingle JI, Bakland LK. *Endodoncia.* 4ta Edición. México. Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1996: 98-228.
- (94) Seal G. J., Ng Y- L., Spratt D., Bhatti M. and Gulabivala K.: "An in vitro comparison of the bactericidal efficacy of lethal photosensitization or sodium hypochlorite irrigation on *Streptococcus intermedius* biofilms in root canals". *Int. Endod. J.* 2002; 35(3): 268.
- (95) Segura J. J., Jiménez-Rubio A., Guerrero J. M. and Calvo J. R.: "Comparative effects of two endodontic irrigants, chlorhexidine digluconate and sodium hypochlorite, on macrophage adhesion to plastic surfaces". *J. Endod.* 1999; 25(4): 243-6.
- (96) Sen B. H., Safavi K. E., and Spangberg L. S.: "Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals". *J. Endod.* 1999; 25(4): 235-8.
- (97) Senia E. S., Marshall J. F., and Rosen S.: "The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth". *Oral Surg.* 1971; 31: 96.

- (98) Serper A., Calt S.: "The demineralizing effects of EDTA at different concentration and pH". *J. Endod.* 2002; 28(7): 501-2.
- (99) Shiozawa A.: "Characterization of reactive oxygen species generated from the mixture of NaOCL and H2O2 used as root canal irrigants". *J. Endod.* 2000; 26(1): 11-5.
- (100) Sim T. P. C., Knowles J. C., Ng Y-L., and Shelton J. & Gulabivala K.: "Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentin and tooth surface strain". *Int. Endod. J.* March 2001; 34(2): 120.
- (101) Simoes Filho A. P., Leal J. M.: "Aplicación de los detergentes en endodoncia". *O. Académico* 1965; 5(11): 3-4.
- (102) Siqueira J. F. Jr., Batista M. M., Fraga R. C., and de Uzeda M.: "Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria". *J. Endod.* 1998; 24(6): 414-6.
- (103) Siqueira J. F. Jr., Rocas I. N., Favieri A. and Lima K. C.: "Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite". *J. Endod.* 2000; 26(6): 331-4.
- (104) Siqueira J. F. Jr., Rjcas I. N., Santos S. R., Lima K. C., Magalhaes F. A. and de Uzeda M.: "Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals". *J. Endod.* 2002; 28(3): 181-4.
- (105) Sollman, T.: "A manual of Pharmacology and its application to therapeutics and toxicology". W. B. Saunders Company, 7a ed., 1948.
- (106) Solovyeva A. M., Dummer P. M. H.: "Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study". *Int. Endod. J.* 2000; 33: 494-594.
- (107) Spoleti P., Siragusa M., and Spoleti M. J.: "Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation". *J. Endod.* 2003; 29(1): 12-14.
- (108) Stewart, G.G.: "The importance of chemomechanical preparation of root-canal". *Oral surg.* 8(9): 993-997, Aug. 1955.
- (109) Stewart G. G., Kapsimalas P., and Rappaport H.: "EDTA and urea peroxide for root canal preparation". *J. Am. Dent. Assoc.* 1969; 78: 335.
- (110) Stewart G. G.: "Gaining access to calcified canals". *Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol.* 1995; 79: 764-8.
- (111) Stewart G. G.: "A scanning electron microscope study of the cleansing effectiveness of three irrigant modalities on the tubular structure of dentine". *J. Endod.* 1998; 24: 485-8.
- (112) Tasman F., Cehreli Z. C., Ogan C. and Etikan I.: "Surface tension of root canal irrigants". *J. Endod.* 2000; 26(10): 586-7.
- (113) Tidmarsh B. G.: "Acid-cleansed and resin-sealed root canals". *J. Endod.* 1978; 4:117.
- (114) Valera M. C., de Moraes Rego J. and Jorge A.O.: "Effect of sodium hypochlorite and five intracanal medications on *Candida albicans* in root canals". *J. Endod.* 2001; 27(6): 401-3.
- (115) Verdelis K., Eliades G., Oviir T., and Margelos J.: "Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations". *Endod. Dent. Traum.* 1999; 15: 164-70.
- (116) Villegas J. C., Yoshioka T., Kobayashi C., and Suda H.: "Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes". *J. Endod.* 2002 Jul; 28(7): 534-6.
- (117) Vineeta N., Singh V. and Makkar S.: "Anti microbial activity of dimercaptosuccinic acid (DMSA): a new chelating agent. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.* 2001 Dec; 19(4): 160-3.
- (118) Walker, A.: "A definite and dependable therapy for pulpless teeth". *J. Amer. Dent. Ass.* 23(8): 1418-1425, Aug. 1936.
- (119) Waltimo T. M. T., Orstavik D., Sirén E. K., and Haapasalo M. P. P.: "In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations". *Int. Endod. J.* 1999; 32(6): 421.
- (120) Walton, R.E., Torabinejad, M. *Endodoncia. Principios y práctica.* 2ª Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México. 1997.
- (121) Wayman B. E., Kopp W. M. and Pinero, G. J.: "Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro". *J. Endod.* 1979; 5: 258.
- (122) Weine, F. S. *Tratamiento endodóncico.* Edit. Harcourt - Brace. 5ª edición. 305- 394.
- (123) West, J.D.- Roane, J.B.: "Sistema de limpieza y conformación de los canales radiculares". *Vías de la pulpa.* 7ª edición en español. Ediciones Harcourt España, S.A. Editado por Stephen Cohen- Richard C. Burns. 1999.
- (124) White R. R., Hays G. L., and Janer L. R.: "Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine". *J. Endod.* 1997; 23(4): 229-31.
- (125) Yamaguchi M., Yoshida K., Suzuki R., and Nakamura H.: "Root canal irrigation with citric acid solution". *J. Endod.* 1996; 22(1): 27-29.
- (126) Yesilcoy C., Whitaker E., Cleveland D., Phillips E. and Trope M.: "Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants". *J. Endod.* 1995; 21:513-515.