

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE ENDODONCIA

**PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS EMPLEADOS EN  
LA PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS  
RADICULARES**

Trabajo especial presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela por el  
Odontólogo Ricardo E. Polanco Rojas para  
optar al título de Especialista en  
Endodoncia.

Caracas, Mayo 2004

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE ENDODONCIA

**PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS EMPLEADOS EN  
LA PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS  
RADICULARES**

Autor: Od. Ricardo Enrique Polanco Rojas.  
Tutor: Prof. Daniel García.

Caracas, Mayo 2004

Aprobado en nombre de la  
Universidad Central de Venezuela  
por el siguiente jurado examinador:

-----  
(Coordinador) Nombre y Apellido.  
C.I.

-----  
FIRMA

-----  
Nombre y Apellido.  
C.I.

-----  
FIRMA

-----  
Nombre y Apellido.  
C.I.

-----  
FIRMA

Observaciones:-----

-----

-----

Caracas, Mayo 2004

## DEDICATORIA

A mis padres quienes han sido soporte fundamental en el logro de todas mis metas y por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

En el logro de esta meta estuvieron involucradas de una u otra manera muchas personas, pero deseo agradecer especialmente:

A la profesora Mariela Fajardo, M.S. en Biología Bucal, Endodoncista, por su valiosa orientación y apoyo incondicional en mi formación como endodoncista.

A la profesora Aurora Lasala, Endodoncista, por su ética y calidad humana transmitida en ejemplo de docencia. Su constancia e ímpetu en las adversidades son motivo de admiración.

Al odontólogo Carlos Bóveda, Endodoncista, por brindarme sus conocimientos y darme la oportunidad de plantearme y cumplir nuevos retos.

A mi tutor odontólogo Daniel García, Endodoncista quien con empeño, preocupación y profesionalismo planteó acertadas directrices para facilitar el logro de este trabajo especial de grado.

A la profesora Olga González Blanco, MSc. En odontología restauradora y oclusión, por impartir sus conocimientos metodológicos con entera disposición y paciencia.

A los profesores Gabriel De Sousa, María Alejandra Ozal y Kenny Loyo, especialistas en endodoncia por facilitarme parte de la bibliografía utilizada en este trabajo.

A todos los demás profesores del Postgrado: Alba Villalobos, Enrique Pérez, Miguel Angel Aznar, Valentina Camejo, Juan Saavedra, especialistas en endodoncia, quienes también participaron en mi formación profesional.

A mis compañeros odontólogos cursantes del primer y segundo año del Postgrado de Endodoncia; por su amistad, apoyo, y colaboración en el logro de esta meta.

# LISTA DE CONTENIDOS

	Página
VEREDICTO APROBATORIO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE CONTENIDOS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
1. PREPARACIÓN QUÍMICA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.....	3
1.1 Definición de irrigación y aspiración en endodoncia	7
1.2 Objetivos de la irrigación en endodoncia.....	9
2. CAPA DE DESECHO.....	12
2.1 Formación y características de la capa de desecho.	12
2.1.1 Remoción de la capa de desecho.....	18
2.1.2 Influencia de la capa de desecho en el sellado de los conductos radiculares.....	23
3. PROPIEDADES DEL IRRIGANTE IDEAL.....	25
4. SUSTANCIAS UTILIZADAS DURANTE LA IRRIGACIÓN.....	29
4.1 Soluciones de hipoclorito de sodio (NaOCL).....	32

4.2 Agua oxigenada de 10 volúmenes.....	49
4.3 Solución de hidróxido de calcio.....	53
4.4 Clorhexidina.....	54
4.5 EDTA.....	60
5. OTROS AGENTES DE IRRIGACIÓN.....	74
5.1 Salvizol.....	75
5.2 Alcoholes.....	76
5.3 Solución salina estéril.....	77
5.4 Ácido cítrico (40-50%).....	77
5.5 Lubricantes.....	79
5.6 Soluciones activadas electroquímicamente (ECA).....	81
5.7 MTAD.....	82
6. ASOCIACIONES DE SOLUCIONES IRRIGANTES.....	85
6.1 Asociación NaOCl/detergente aniónico.....	86
6.2 Asociación quelantes con detergentes.....	88
6.3 Asociación EDTA en vehículo cremoso.....	91
7. TÉCNICA DE IRRIGACIÓN Y ASPIRACIÓN.....	94
8. IRRIGACIÓN Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA.....	105
9. LIMPIEZA DEL CONDUCTO RADICULAR SIN INSTRUMENTACIÓN.....	111
10. MEDICACIÓN INTRACONDUCTO.....	113
10.1 Fenólicos.....	122
10.1.1 Eugenol.....	123



10.1.2 Paramonoclorofenol.....	124
10.2 Aldehídos.....	127
10.3 Hidróxido de calcio.....	130
10.3.1 Técnica para el uso de las pastas de Hidróxido de calcio.....	145
10.4 Conos de gutapercha con medicamentos incorporados su matriz.....	156
10.4.1 Conos de gutapercha con clorhexidina.....	156
10.4.2 Conos de gutapercha con hidróxido de calcio	160
11. ASOCIACIONES DE MEDICAMENTOS PARA USO INTRACONDUCTO.....	163
11.1 Hidróxido de calcio y paramonoclorofenol alcanforado.....	163
11.2 Hidróxido de calcio y clorhexidina.....	168
12. LIMITACIONES EN EL USO DE LOS MEDICAMENTOS INTRACONDUCTO.....	170
13. OTROS MEDICAMENTOS INTRACONDUCTO.....	172
13.1 Cloroxilenol alcanforado (ED 84)®.....	172
13.2 Ledermix®.....	173
13.3 Clindamicina.....	175
14. COMPLICACIONES DURANTE LA DINÁMICA DE IRRIGACIÓN.....	177
14.1 Riesgo para la salud ante el uso de cloro.....	177

14.2 Accidentes durante el procedimiento clínico.....	180
III. DISCUSIÓN.....	186
IV. CONCLUSIONES.....	192
V. REFERENCIAS.....	196

## LISTA DE GRÁFICOS

		Página
Gráfico 1.	Electro microfotografía (magnificación 100 X) de un corte longitudinal del conducto radicular, en donde se observan áreas no instrumentadas, a pesar de haberse realizado preparación de tipo mecánico.....	6
Gráfico 2.	Electro microfotografía (magnificación 100 X) donde se observa obturación apical por restos dentinarios. Se disminuye el riesgo mediante el uso de irrigantes durante la instrumentación del conducto radicular.....	10
Gráfico 3.	Electro microfotografía (magnificación 200X) donde se observa paredes del conducto radicular con gran cantidad de restos dentinarios.....	10
Gráfico 4.	Imagen tomada mediante microscópio electrónico de barrido, en donde se observa la presencia de capa de desecho dentinario, ocluyendo los túbulos dentinarios.....	14
Gráfico 5.	Imagen tomada mediante microscópio electrónico de barrido, en donde se observa el efecto de la combinación de EDTA y NaOCl sobre las paredes del conducto radicular.....	20
Gráfico 6.	Imagen clínica de cápsula de Petri, donde se evidencia en las zonas A, E y D halos de inhibición de NaOCl al 5,25% que permaneció expuesto a la luz solar, en envase blanco por varios meses en la sala clínica del Postgrado de la UCV. En las zonas B y C se observan halos de inhibición de mayor tamaño correspondiente a la mezcla de NaOCl al 5,25% con clorhexidina al 2%.....	39

Gráfico 7.	Imagen clínica de cámara de acceso de un incisivo central superior derecho donde se evidencia la propiedad blanqueadora del NaOCl al 5,25% luego de ser llevado al sistema de conductos radiculares durante la terapia endodóncica.....	41
Gráfico 8.	Imagen clínica de cápsula de Petri donde se observa halo de inhibición del NaOCl al 5,25%, producto de su actividad sobre especies <i>Cándida</i> .....	42
Gráfico 9.	Imagen clínica de una cápsula de Petri, donde se observa halos de inhibición de EDTA sobre bacilos Gram negativos.....	73
Gráfico 10.	Imagen clínica de una cápsula de Petri, donde se observa halos de inhibición de EDTA sobre Cocos Gram positivos.....	74
Gráfico 11.	Conos de gutapercha con Clorhexidina. Presentación comercial casa Roeko.....	156
Gráfico 12.	Conos de gutapercha con hidróxido de calcio. Presentación comercial casa Hygienic.....	161

## RESUMEN

En la terapéutica endodóncica se pretende conseguir la eliminación del sustrato orgánico y dentina contaminada del complejo sistema de conductos radiculares; así como también lograr la desinfección y obturación hermética de ese complejo sistema. Es acuerdo general por parte de los autores; que para obtener éstos resultados entran en juego de manera relevante la preparación quimicomecánica del sistema de conductos radiculares, la cual no sólo se logra con la instrumentación del conducto radicular sino también con la aplicación de agentes químicos, los cuales complementan la limpieza de los mismos. La mayoría de los autores confirman que la eliminación de la capa de desecho es importante para obtener los objetivos antes planteados, debido al contenido microbiano presente en su matriz. Asimismo hay consenso en que de todos los irrigantes, el hipoclorito de sodio sigue siendo el agente más popular debido a su capacidad desinfectante y de disolución sobre tejido vital y necrótico. Por otra parte, la medicación intraconducto entre citas; es también complemento de la preparación quimicomecánica; su aplicación se basa en la eliminación de los microorganismos residuales que pueden quedar después de la limpieza y conformación de los conductos radiculares, o evitar la reinfección de los mismos entre una cita y otra. Sin embargo; algunos autores afirman que la mejora en la limpieza y desinfección, así como las actuales técnicas de instrumentación, ha disminuido el uso de la medicación intraconducto. Es importante también considerar que durante la preparación quimicomecánica del sistema de conductos radiculares se pueden presentar complicaciones; específicamente durante el uso de los irrigantes, dichas complicaciones pueden abarcar desde accidentes leves como lo es la salpicadura del irrigante en la ropa del paciente hasta accidentes más alarmantes que generan dolor e inflamación intolerable, que en algunas circunstancias requiere atención hospitalaria.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El control microbiológico del espacio pulpar, es un requisito indispensable durante el tratamiento endodóncico para prevenir y tratar la irritación periapical. Este control se logra mediante la preparación químico-mecánica del sistema de conductos radiculares.

Es bien conocido, que el objetivo de la terapéutica endodóncica es la desinfección del sistema de conductos radiculares; lo cual se logra mediante la preparación químico-mecánica, en este sentido se reconoce que lo fundamental en la preparación del conducto radicular es el trabajo mecánico desarrollado a través de los instrumentos endodóncicos.

Contrariamente, diversos estudios reafirman que no sólo es la técnica de instrumentación la que remueve todos los restos del conducto radicular, ya que por lo general una sección del mismo es más instrumentada que la otra. Por ello resulta innegable la importancia del uso de determinadas sustancias químicas como un procedimiento complementario.

La irrigación del conducto radicular, como parte fundamental del protocolo químico-mecánico consiste en una

cuidadosa selección de la solución irrigante junto a la elección de una técnica efectiva de irrigación, con el fin de obtener un conducto radicular libre de microorganismos; condición que no se logra si se aplica únicamente la técnica de instrumentación mecánica.

El empleo de soluciones irrigantes y productos que favorezcan la conformación de conductos atrésicos, así como de fármacos que contribuya con la desinfección del sistema de conductos, comprenden lo que desde el punto de vista didáctico se denomina preparación química del sistema de conductos radiculares.

El presente trabajo especial de grado, tiene como objetivo general la revisión literaria sobre estos procedimientos químicos complementarios, como son: irrigación y aspiración del sistema de conductos radiculares; uso de quelantes en la conformación de los mismo y uso de medicamentos intraconducto, entre citas.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1. PREPARACIÓN QUÍMICA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES**

La terapia endodóncica involucra una serie de procedimientos clínicos, que junto al conocimiento de la biología pulpar y periapical, permiten el cumplimiento de objetivos biológicos y mecánicos, tales como: la preparación biomecánica y la acción de químicos que actúan sobre el sustrato orgánico e inorgánico; estos pasos definen las condiciones óptimas para la obturación del conducto<sup>86,87</sup>.

La meta de la terapia endodóncica es eliminar las bacterias que intervienen en la infección endodóncica; la cual persistirá hasta que se retire el origen de la irritación<sup>87,118</sup>.

El desbridamiento consiste en la eliminación de tejidos existentes del sistema de conductos radiculares<sup>237,118</sup>; este proceso no lo realizan únicamente los instrumentos; sino también el uso de agentes químicos, los cuales complementan la limpieza de los conductos radiculares<sup>70</sup>.

La preparación biomecánica de los conductos radiculares está considerada por la mayoría de los autores como la fase más



importante del tratamiento endodóncico<sup>232,111</sup>. Para esta preparación se disponen de 3 medios: (a) medios mecánicos; (por la acción de los instrumentos), (b) medios químicos (por la acción de sustancias irrigadoras), (c) medios físicos (por la irrigación y aspiración)<sup>232,136</sup>.

La instrumentación pretende eliminar los microorganismos, tejido pulpar remanente, material necrótico y dentina infectada de los conductos radiculares; y conformar el conducto adecuadamente para su obturación<sup>232</sup>. Mientras se ensancha el conducto se está reduciendo el número de microorganismos presentes y además se remueven restos de tejido, en donde pudieran estos microorganismos desarrollarse. Stewart<sup>214,15</sup> comprobó, que en una gran cantidad de casos, se observó la disminución o supresión de microorganismos contenidos en los conductos radiculares, después de eliminar la dentina reblandecida y de irrigar abundantemente sus paredes.

Los métodos químicos y físicos ayudan a los mecánicos en un proceso único y simultáneo<sup>6</sup>; así como también aumentan la eficacia de corte y crean un flujo de expulsión de residuos<sup>230</sup>. Muchos autores opinan que su propósito principal es el de arrastrar mecánicamente restos orgánicos, gérmenes y partículas

dentinarias, pero su acción química, también es evidente e importante<sup>232</sup>.

Los irrigantes además de eliminar residuos sueltos y suspendidos en el espacio del conducto; también disuelven los remanentes orgánicos y destruyen microorganismos. Weine citado por Valencia<sup>232</sup> afirma, que la acción de los líquidos irrigantes es mucho más importante que la de los medicamentos colocados dentro del conducto.

Según Soares *et al.*<sup>200</sup>; la preparación química del conducto radicular consiste en el empleo de soluciones irrigantes, productos que favorezcan la conformación de conductos atrésicos; así como de fármacos que contribuyen con la desinfección del sistema de conductos radiculares.

El desbridamiento químico a través de la irrigación continua del conducto, es un procedimiento que constituye una parte importante de la preparación del conducto radicular. Como se ha comprobado en múltiples estudios, no se puede abarcar toda el área del conducto radicular exclusivamente mediante la instrumentación; pues también se observan áreas alrededor de las paredes del conducto que no se han podido instrumentar adecuadamente (Gráfico 1)<sup>116</sup>.



Gráfico 1: Electro microfotografía (magnificación 100 X) de un corte longitudinal del conducto radicular, en donde se observan áreas no instrumentadas, a pesar de haberse realizado preparación de tipo mecánico. Tomado de Hülsmann 1998.

En el complejo sistema de conductos radiculares existen lugares inaccesibles a los instrumentos; los líquidos de irrigación son los encargados de limpiarlos y desinfectarlos<sup>17,237,48</sup>. La instrumentación rotatoria continua tampoco aumenta la limpieza de las paredes, que depende más de las soluciones de irrigación empleadas<sup>48</sup>. La limpieza y desinfección de las paredes de los conductos laterales y accesorios, especialmente frecuentes en la zona apical, es una tarea reservada a la irrigación<sup>247,248</sup>. En este mismo sentido; Abbott *et al.*<sup>1</sup> refieren que una de las finalidades del uso de los irrigantes durante la terapia endodóncica es la limpieza de aquellas áreas inaccesibles a los métodos de limpieza mecánicos.

Algunos autores<sup>237,53</sup> refieren como un instrumento de limpieza ideal, un cepillo cuyas cerdas al frotar las paredes del conducto, permitan alcanzar muchas irregularidades del mismo. La necesidad de una solución irrigante durante la preparación del conducto no se cuestiona; ésta solución es esencial para el éxito del tratamiento endodóncico; pues la interacción de sus propiedades físico-químicas con los factores mecánicos intensifican la limpieza del conducto radicular en dientes con pulpa vital y necrótica<sup>14</sup>.

Byström y Sundqvist<sup>37</sup> ; demostraron en un estudio realizado en dientes humanos extraídos, que la instrumentación reduce sólo en un 50% las bacterias de los conductos radiculares. Estos autores concluyeron que para predecir la eliminación de bacterias de los conductos radiculares, es obligatorio la acción de un agente desinfectante.

### **1.1 Definición de irrigación y aspiración en endodoncia**

Basrani<sup>24</sup> define la irrigación como la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares, para su posterior aspiración.

Según el Diccionario Ilustrado de Odontología<sup>209</sup> consiste en la irrigación del conducto pulpar durante el tratamiento del mismo. Según Lasala<sup>135</sup> la irrigación de la cámara pulpar y los conductos radiculares, es una intervención necesaria durante la preparación de los conductos radiculares, que consiste en el lavado y aspiración de todos los restos de tejidos y de las sustancias que puedan estar contenidos en ellos.

La Asociación Americana de Endodoncistas<sup>85</sup> la define como el lavado mediante una corriente de fluido. La irrigación del sistema de conductos juega un rol bien importante en la limpieza y desinfección del mismo, y es parte integral del procedimiento de preparación del conducto<sup>115</sup>.

El procedimiento de irrigación y aspiración, siempre debe preceder a la localización de conductos, a la determinación de la longitud de trabajo y a la instrumentación; pues el simple acto de la irrigación hace que fluyan por sí mismos, materiales contaminados, tejido necrótico, productos tóxicos y restos orgánicos, neutralizándolos antes de que puedan ser llevados inadvertidamente a planos más profundos del sistema de conductos o al tejido periapical<sup>86,87,136</sup>.

Pucci<sup>170</sup> describe la irrigación como parte de la aplicación de métodos mecánicos destinados a la exploración, ensanchamiento y preparación de los conductos radiculares, para recibir la obturación definitiva, la cual constituye el recurso preponderante en la conductoterapia.

En definitiva, la irrigación acompañada por la aspiración, es un valioso auxiliar en la preparación del conducto radicular. Aunque se define como un procedimiento auxiliar, su ejecución es indispensable durante la instrumentación del complejo sistema de conductos radiculares<sup>200</sup>.

## **1.2 Objetivos de la irrigación en endodoncia**

La irrigación del conducto debe satisfacer varias necesidades:

1)Retirar los restos de dentina para evitar el bloqueo del conducto radicular; es decir, arrastrar mecánicamente el contenido del conducto (Gráfico 2)<sup>200,237,17</sup>. Al permitir la limpieza de las paredes de los conductos, elimina los residuos que las cubren y que ocluyen la entrada de los túbulos dentinarios y de los conductos accesorios (Gráfico 3)<sup>48</sup>.

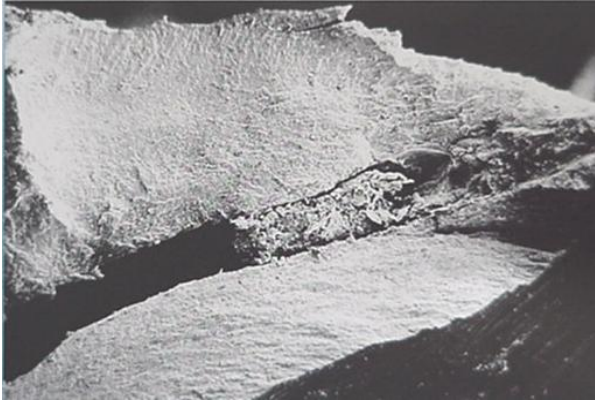


Gráfico 2: Electro microfotografía (magnificación 100 X) donde se observa obturación apical por restos dentinarios. Se disminuye el riesgo de estos tapones dentinarios mediante el uso de irrigantes durante la instrumentación del conducto radicular. *Tomado de Hülsmann 1998.*



Gráfico 3: Electro microfotografía (magnificación 200 X) donde se observa paredes del conducto radicular con gran cantidad de restos dentinarios. *Tomado de Hülsmann 1998.*

2)Disolución de tejido orgánico e inorgánico del complejo sistema de conductos radiculares, igual que del complejo del sistema endodóncico, que no son posibles de eliminar sólo con instrumentación. Mediante este método se eliminan las bacterias que son sustrato necesario para la supervivencia de otras. Dicha reducción bacteriana se da por el acto mecánico del lavado y por la acción antibacteriana de la sustancia utilizada<sup>116,161,17,237,200</sup>;

3)Desinfección del sistema endodóncico<sup>116,161,237</sup>.

4)Servir como medio de lubricación para la instrumentación del conducto radicular; facilitando su paso y su capacidad de corte; es decir facilita la instrumentación<sup>116,161,17,232</sup>.

5)Blanqueamiento de la estructura dentaria coronaria y radicular<sup>104,17,237</sup> debido a la presencia de oxígeno naciente; así como también prevención del oscurecimiento de la corona dental por la sangre y diversos productos que puedan haber penetrado por los túbulos dentinarios de la cámara pulpar<sup>48</sup>.

6)Para prevenir la reinfección del conducto radicular tratado, es importante desinfectar el espacio pulpar y los túbulos dentinarios usando un irrigante endodóncico o medicamento afín<sup>33</sup>.



Aunque no existe una solución que cumpla todas estas funciones, la acción de las sustancias irrigadoras es más importante que la de los medicamentos colocados dentro de los conductos que están, cada día más en desuso<sup>17</sup>.

En este sentido, Spangberg citado por Hülsmann<sup>116</sup>, afirma que la mayoría de las soluciones usadas como medio de irrigación son capaces de cumplir con todas o casi todas las funciones pero tienen la dificultad de afectar el tejido perirradicular.

## **2. CAPA DE DESECHO**

### **2.1 Formación y características de la capa de desecho**

De la acción mecánica de los instrumentos en el interior del conducto resulta la formación de una estructura amorfa en las paredes de los conductos resulta la formación de una estructura amorfa en las paredes de los conductos conocida como capa de desecho<sup>94</sup>. Esta estructura empezó a recibir considerable atención luego de los trabajos de McComb y Smith<sup>149</sup>. En un intento de definir esta capa se han utilizado otras designaciones, tales como “barro dentinario”,

“magma dentinario”, “raspa dentinaria” o “dentina translocada”.

La capa de desecho no se encuentra en las paredes de los conductos que no han sido instrumentados<sup>142,49</sup>, tampoco se encuentra en áreas de conductos preparados que fueron, inadvertidamente, menos instrumentados. Estos hallazgos sugieren que esta capa de desecho resulta directamente de la acción de los instrumentos utilizados en la preparación de los conductos<sup>142,184</sup>. Esta capa recubre las paredes de los conductos y está constituida por partículas inorgánicas de tejido calcificado, materia orgánica proveniente del tejido pulpar vital o necrótico, prolongaciones odontoblásticas, microorganismos y células sanguíneas<sup>142,159,133</sup>.

Según Mader *et al.*<sup>142</sup> y Cameron<sup>46</sup> la capa de desecho está compuesta por dos elementos: una capa a nivel de la superficie de las paredes del conducto radicular compuesta por material de desecho y el material que fue compactado en el interior de los túbulos dentinarios durante la instrumentación. La capa superficial tiene aproximadamente de 1 a 2 micrones de espesor, y la profundidad del empaquetamiento en los túbulos varía entre pocas micras hasta 40 micrones.

Esta capa de desecho no puede ser observada a simple vista, pero utilizando un microscópio electrónico el aspecto superficial de esta capa es característicamente amorfo, irregular y granular, teniendo el material intratubular una textura granular o en partículas (Gráfico 4). Otros autores<sup>142</sup> detectaron fracturas en la continuidad de esta capa, siendo la capa de desecho descrita como frágil, estando ligeramente adherido a las paredes del conducto radicular.

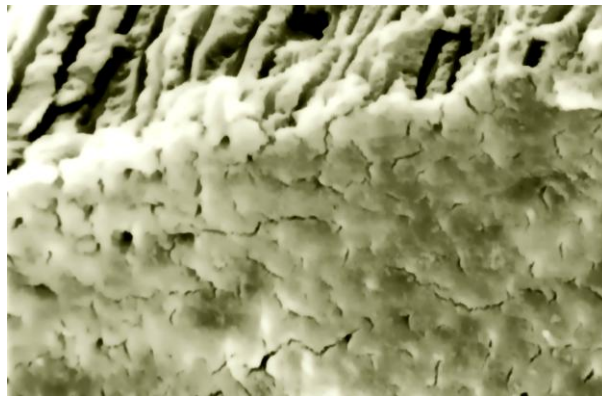


Gráfico 4: Imagen tomada mediante microscópio electrónico de barrido, en donde se observa la presencia de capa de desecho dentinario ocluyendo los túbulos dentinarios. *Cortesía profesor Héctor Mérida 1999.*

Confirmando las ideas de los autores antes referidos, Bolaños *et al.*<sup>30</sup> verificaron que aún después de la instrumentación e irrigación del conducto radicular, permanecen en su interior restos dentinarios y tejidos remanentes,

probablemente resultantes de una instrumentación no seriada. Confirmaron que la preparación seriada y programada produce conductos con menos detritos remanentes y que todas las superficies de la pared del conducto que fueron contactadas por los instrumentos presentaban una capa de desecho que recubría la entrada de los túbulos dentinarios.

Mandel *et al.*<sup>143</sup> comprobaron la eficacia de tres técnicas de preparación de los conductos radiculares en la eliminación de la capa de desecho: la técnica manual, la ultrasónica y la mecánica. Concluyeron que no había diferencia significativa en términos de eficacia de los tres métodos cuando analizaron los resultados al microscopio electrónico de barrido.

Diversos autores<sup>230,175</sup> refieren que la instrumentación manual es más efectiva que la instrumentación por ultrasonido o mecánica. Sin embargo otros autores<sup>146</sup>, refieren que la preparación ultrasónica deja los conductos más limpios. En este concepto y contrariamente a las afirmaciones de los referidos autores, Langeland<sup>230</sup> concluyó que la eficacia de la limpieza depende más de la anatomía endodóncica que de la técnica utilizada.

En un estudio comparativo se comprobó que la preparación ultrasónica de los conductos radiculares tiende a dejar menos restos en su interior que la preparación manual convencional<sup>18</sup>. El tercio medio tiende a contener menos restos que los tercios cervical y apical. El estudio de Baker *et al.* citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup> llega a las mismas conclusiones y también refiere que la capa de desecho permanece en los conductos después de la realización de ambos métodos.

En cuanto a la eficacia de limpieza durante la preparación de los conductos, los autores antes mencionados no encontraron diferencia significativa entre los métodos en el nivel de los tercios cervical y apical; a nivel del tercio medio refieren que la instrumentación fue considerablemente mejor. Estudios preliminares *in vitro*<sup>58,59</sup>, demostraron que la instrumentación ultrasónica de los conductos radiculares es superior a la instrumentación manual en la remoción de restos de tejidos en los conductos radiculares.

Norman *et al.*<sup>159</sup> refieren que la utilización de ultrasonido después de la instrumentación manual es el método más eficaz en la remoción del contenido de los conductos radiculares. Sus resultados indican que la instrumentación con ultrasonido es una

valiosa ayuda a la técnica convencional si se usa en la secuencia propia de los instrumentos manuales.

El tratamiento endodóncico depende inicialmente de la remoción mecánica de tejidos calcificados o de la desinfección y disolución de tejidos orgánicos del sistema de conductos radiculares<sup>52</sup>.

La capa de desecho es un tema de estudio importante en odontología y es objeto de gran controversia en endodoncia<sup>94</sup>. Algunos autores defienden que esta capa amorfa se deberá conservar y mantener debido a que actúa como una barrera impidiendo la penetración de bacterias en los túbulos dentinarios<sup>253,142,62,75,184</sup>.

Por otra parte, el fundamento para su remoción se basa en el contenido de microorganismos o sus fracciones celulares, en su matriz, hecho que por sí solo puede ser una razón válida para que esta capa sea removida<sup>52,244,48,85,185</sup>; otra razón es el hecho de que ésta funciona como una barrera a la difusión de soluciones antibacterianas e irrigantes, impidiendo su penetración en los túbulos dentinarios con el objeto de disolver los tejidos y eliminar las bacterias<sup>75,218,52</sup>.

Lo anterior es importante, pues para conseguir un efecto antibacteriano tiene que haber un contacto entre el agente y el fármaco<sup>94</sup>. Esta capa de desecho es también indeseable por el hecho de crear un medio adecuado a la multiplicación de microorganismos, siendo así un reservorio de potenciales irritantes<sup>75,116</sup>. Es bien conocido también, que esta capa constituye una influencia negativa en el sellado de los conductos radiculares después de la obturación pudiendo favorecer la filtración apical<sup>52,95</sup>.

Esto es importante para los materiales que tienen la capacidad de fluir hacia el interior de los túbulos dentinarios, al actuar la capa de desecho como una barrera física para este fenómeno<sup>52</sup>. Se admite entonces, que el consenso actual va en el sentido de realizar la remoción de la capa de desecho y así reducir la microflora, toxinas asociadas, aumentar la capacidad de sellado de los materiales de obturación debido a que se aumenta la permeabilidad dentinaria , y disminuye el potencial de las bacterias para sobrevivir y reproducirse<sup>75,184,64</sup>.

### **2.1.1 Remoción de la capa de desecho**

La remoción de la capa de desecho bajo condiciones clínicas presenta algunos problemas. Goldman citado por

Gouveia *et al.*<sup>94</sup> usaron 20 ml de NaOCl al 5% y verificaron que esta sustancia era incapaz de remover la capa de desecho de las zonas instrumentadas de los conductos radiculares. Kennedy *et al.*<sup>128</sup> afirman que cuando se utiliza una técnica de remoción de dentina, es mucho más fácil eliminar residuos de los túbulos dentinarios en dientes jóvenes que en dientes fisiológicamente viejos, especialmente en los tercios medio y apical, usualmente más escleróticos. La capa de desecho creada en estas áreas puede estar más mineralizada y requerir un efecto quelante extra para su eliminación<sup>230</sup>.

O'Connell citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup> realizaron un estudio comparativo donde analizaron la capacidad de remoción de la capa de desecho con 3 soluciones de EDTA. Confirmando los estudios anteriores, verificaron que ninguna de las soluciones de EDTA por sí solas son capaces de remover completamente la capa de desecho a cualquier nivel de los conductos radiculares.

En contraste, el estudio de Semra *et al.*<sup>184</sup> demostró que la capa de desecho fue completamente removida por el EDTA, pero simultáneamente ocurrió una erosión de los túbulos dentinarios. En este estudio los autores compararon la



eficacia del EDTA y del ácido etileno glicol-bis (amino-etil éter)-N,N,N',N' - tetracético (EGTA) en la remoción de la capa de desecho. Concluyeron que ambos son efectivos en este propósito, pero el EGT tiene la ventaja de no promover la erosión de los túbulos dentinarios.

Cengiz *et al.*<sup>49</sup> después de un estudio comparativo, refirieron que la capa de desecho no es removida por la irrigación con solución salina del conducto radicular. Verificaron también que después de usar EDTA como sustancia irrigante, toda la capa de desecho superficial fue removida quedando algunos de los túbulos dentinarios cerrados. En contraste, toda la capa de desecho fue removida cuando se combinaron las soluciones de EDTA y NaOCl (Gráfico 5). Esto indica que esta combinación es posiblemente la mejor solución cuando se pretende que la capa de desecho sea removida en su totalidad<sup>49,184,64</sup>.

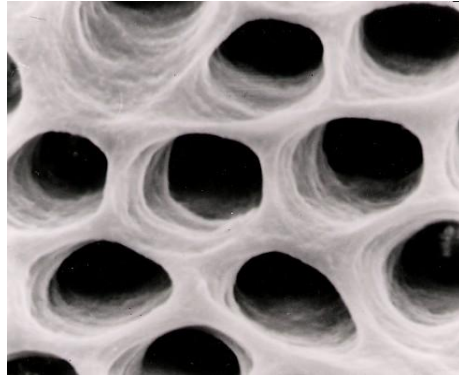


Gráfico 5: Imagen tomada mediante microscópio electrónico de barrido, en donde se observa el efecto de la combinación de EDTA y NaOCl sobre las paredes del conducto radicular. *Cortesía profesor Héctor Mérida 1999.*

La idea fue reforzada por Goldman citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup> quienes refieren que la irrigación final más efectiva consiste en 10 ml de EDTA seguidos de 10 ml de NaOCl. Estos estudios demostraron la importancia y necesidad de usar un agente quelante para promover la remoción del componente inorgánico de la capa de desecho, seguido por la irrigación final con NaOCl para disolver algún componente orgánico remanente. Se refiere también que ningún irrigante, utilizado individualmente, es capaz de remover tanto el componente orgánico como el inorgánico<sup>184</sup>.

En este sentido, Tidmarsh citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup> refiere que la irrigación del conducto radicular con ácido cítrico al 50% durante la instrumentación previene la formación de la

capa de desecho, por lo que recomienda una irrigación final con agua destilada para remover los cristales de calcio remanentes en el conducto.

Cameron<sup>46</sup> investigó la eficacia de los ultrasonidos en la remoción de la capa de desecho, usando simultáneamente una solución de NaOCl al 3%. Para tal fin uso el Cavitron Dental Ultrasonic® y analizó los resultados con un microscópio electrónico de barrido (SEM). Este autor concluyó que la utilización de los ultrasonidos durante un minuto es suficiente para la remoción de la capa de desecho superficial, pero los túbulos dentinarios permanecen sellados.

Cuando se utiliza el ultrasonido durante 3 minutos, es removida toda la capa de desecho superficial y parte de la intratubular; 5 minutos de ultrasonido son suficientes para remover todos los detritos de las áreas instrumentadas. Ante este hallazgo el autor sugirió que el clínico puede remover la capa de desecho superficial y dejar los túbulos dentinarios cerrados, o en contraste remover ambas capas de desecho bastando para eso aumentar el tiempo de exposición a los ultrasonidos de uno para tres minutos. Esta posibilidad permite remover selectivamente los restos superficiales, satisfaciendo

así a los clínicos que defienden que la capa de desecho es la forma más eficaz de sellar los túbulos dentinarios<sup>46</sup>.

Ciucchi *et al.*<sup>52</sup> realizaron un estudio comparativo de la eficacia de remoción de la capa de desecho mediante el uso de 3 técnicas: ultrasonidos conjugados con NaOCl, EDTA sólo y ultrasonidos conjugados con EDTA. Los resultados de este estudio confirman que la irrigación de los conductos radiculares con NaOCl solamente durante la instrumentación, deja las paredes del conducto completamente cubiertas con capa de desecho, la cual no es removida aun realizando una irrigación final de los conductos radiculares.

Cuando el NaOCl es utilizado simultáneamente con ultrasonidos se verifica que la eficacia en la remoción aumenta, pero todavía permanece una fina capa de desecho principalmente en el tercio apical. De acuerdo con los resultados, los beneficios de la irrigación ultrasónica en conductos radiculares curvos deben ser cuestionados, pues éstos son de poca eficacia en la porción apical de los conductos. Este autor concluyó que ni el NaOCl, ni el EDTA, ni la combinación de ambos con ultrasonidos son capaces de remover completamente la capa de desecho apical de los conductos radiculares<sup>52</sup>.

### 2.1.2 Influencia de la capa de desecho en el sellado del sistema de conductos radiculares

La influencia de la capa de desecho en la eficacia selladora de los materiales de obturación de los conductos radiculares es controversial<sup>94</sup>, la remoción de la capa de desecho antes de la obturación del sistema de conductos radiculares puede tener influencia en la capacidad de los materiales obturadores de penetrar los túbulos dentinarios<sup>244</sup>.

Se cree que la remoción de esta capa puede facilitar la penetración de los materiales selladores hacia los túbulos dentinarios mediante el aumento del área de superficie de contacto entre los materiales obturadores y las paredes del conducto radicular. Esta penetración puede ser determinante en el sellado del sistema de conductos radiculares<sup>244</sup>.

El estudio realizado por White *et al.*<sup>244</sup> demostró que la presencia de la capa de desecho impidió físicamente la entrada de dos materiales obturadores plásticos en los túbulos dentinarios. En ausencia de esta capa los autores verificaron que los materiales entraron de forma consistente al interior de los túbulos dentinarios.

Los mismos resultados son soportados por los trabajos de Cergneux citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup> quienes justifican la disminución de la filtración apical después de ser removida la capa de desecho, basándose en dos parámetros. Refieren en primer lugar que, siendo la capa de desecho una capa amorfa, no homogénea, de estructura poco adherente y de baja densidad, están reunidas las condiciones para una posible presencia de filtración apical.

También éstos autores señalan como segundo aspecto que, al ser removida esta capa indeseada, se posibilita un contacto íntimo entre el material obturador y las paredes de los conductos radiculares. Adicionalmente, los túbulos dentinarios abiertos permiten un aumento de la superficie de contacto entre la dentina y el cemento, que resulta en una posible impermeabilización de la obturación<sup>94</sup>. Estas afirmaciones refuerzan así las conclusiones de otros autores ya referidos.

Kennedy *et al.*<sup>128</sup> verificaron en su estudio que la filtración apical está considerablemente aumentada en conductos radiculares obturados con gutapercha si la capa de desecho está intacta. Por el contrario, Cergneux citado por Gouveia *et al.*<sup>94</sup>

reportaron luego de las observaciones de su estudio que la filtración apical en dientes obturados con gutapercha fue significativamente reducida después de ser removida la capa de desecho.

### **3. PROPIEDADES DEL IRRIGANTE IDEAL**

Las propiedades o características ideales que debe reunir un agente irrigante son: ser bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas; de baja toxicidad y estimulante de la reparación de los tejidos perirradiculares<sup>24,237</sup>.

La escasa toxicidad deseable para los tejidos vitales del periodonto, entra en contradicción con su capacidad disolvente de los restos pulpares y con su acción antibacteriana. Si éste alcanza el periápice, puede interferir en los mecanismos inflamatorios implicados en la reparación posterior al tratamiento<sup>48,116,253</sup>.

También dentro de las propiedades del irrigante ideal se incluye: ser solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos. De igual manera, proporcionar baja tensión superficial, lo cual facilita el flujo de la solución y la

humectabilidad de las paredes de la dentina, lo que permite mejor penetración en los túbulos dentinarios<sup>48,77</sup>.

Pocos estudios han evaluado el efecto potencial de la tensión superficial de las soluciones irrigantes sobre el éxito total del tratamiento endodóncico<sup>77</sup>.

Para que el irrigante cumpla su función debe estar en contacto con las paredes dentinarias, el íntimo contacto depende de la humectabilidad de las soluciones sobre la dentina radicular, y a su vez, la humectabilidad de una solución depende de su tensión superficial, la cual es definida como la fuerza entre las moléculas que producen una tendencia a disminuir el área superficial de un líquido<sup>77</sup>.

Esta fuerza tiende a inhibir la extensión de un líquido sobre una superficie o limita su habilidad para penetrar un tubo capilar. La efectividad de un irrigante endodóncico podría por lo tanto, ser mejorada disminuyendo su tensión superficial ya que la humectabilidad de cualquier solución es de gran importancia para su penetración en el conducto principal, laterales y túbulos dentinarios<sup>77</sup>. Al mejorar la humectabilidad, es también posible que un irrigante pueda prolongar su capacidad de disolución de



proteínas o realizar su función bactericida penetrando en las áreas no instrumentadas del sistema de conductos radiculares o áreas inaccesibles<sup>77,237</sup>.

La solución irrigante también debe tener acción tensioactiva, aumentando así su capacidad de limpieza y acción antiséptica, a fin de auxiliar en el control de la infección del conducto radicular<sup>221</sup>.

Otra propiedad de la solución irrigante es eliminar la capa de desecho dentinaria<sup>48</sup> así como también, actuar como lubricante<sup>237</sup> y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio de entrada hasta el agujero apical<sup>116</sup>.

Asimismo, se mencionan como propiedades de un irrigante ideal: proveer una acción rápida y sostenida, ser soluble en agua, incoloro, inodoro y sabor neutro, de aplicación simple, no

corrosivo, mecanismo de dosificación simple, tiempo de vida útil adecuado, de fácil almacenaje y bajo costo<sup>24,237</sup>.

Desde el siglo pasado se ha buscado la solución irrigante ideal<sup>14</sup>, sin embargo no existe tal solución, por lo que se deberán combinar dos o más para conseguir los objetivos mencionados<sup>48</sup>.

La desinfección y conformación del conducto radicular es una fase interactiva. Se debe considerar cuando se selecciona una solución irrigante, la compatibilidad con el uso clínico en términos de propiedades físico-químicas, capacidad antibacteriana, disolución de tejidos, efecto de limpieza, acción quelante, y tolerancia tisular<sup>77</sup>.

La búsqueda de una solución irrigante con propiedades antimicrobianas, solvente de tejidos y biocompatibilidad con los tejidos periapicales continúa siendo objeto de estudio<sup>77</sup>.

#### **4. SUSTANCIAS UTILIZADAS DURANTE LA IRRIGACIÓN**

Las sustancias químicas consideradas en el tratamiento de conductos son aquellas capaces de facilitar la instrumentación,

tener propiedades desmineralizantes, ser toleradas por los tejidos periapicales, no corrosivas, de fácil aplicación y poseer propiedades antisépticas<sup>60</sup>.

La eficacia de las soluciones de irrigación no sólo depende de la naturaleza química de la solución, sino también de la cantidad empleada, temperatura, tiempo de contacto, profundidad de penetración de la aguja empleada, tipo y diámetro de la aguja, tensión superficial y tiempo de almacenamiento<sup>249</sup>.

En este sentido, los estudios de microscopia electrónica de barrido revelan que la eliminación de los restos orgánicos y microorganismos, parece estar más en función de la mayor cantidad de solución irrigante empleada (volumen), que del tipo de solución que se use<sup>136</sup>.

Para Buck *et al.*<sup>33</sup> la efectividad de un agente de irrigación depende de muchos factores, entre ellos la activación ultrasónica para la remoción mecánica de la capa de desecho y otros como la remoción química de la misma mediante el uso de ácidos débiles.

A pesar del amplio arsenal de productos comerciales destinados a la irrigación de conductos radiculares, ningún irrigante por sí solo ha demostrado ser capaz de disolver el material pulpar orgánico, la predentina y mas aún, desmineralizar la porción calcificada orgánica de las paredes del conducto<sup>200,42</sup>.

Ingle *et al.*<sup>119</sup> establecen como sustancias para irrigación; las siguientes soluciones:(1)Soluciones químicamente inactivas; (solución salina, agua, soluciones anestésicas); Soluciones químicamente activas: (enzimas, ácidos, álcalis, agentes oxidantes, agentes antimicrobianos, detergentes).

Spandberg<sup>204</sup> por su parte, en 1998 clasificó los materiales para la desinfección del espacio pulpar en: (1)Materiales proteolíticos: hipoclorito de sodio, desde una concentración al 0,5% hasta al 5,25% (Solución de Dakin, Clorox ®), (2)Detergentes: amonio cuaternario en concentraciones desde el 0,1% hasta el 1% (Zephiran ® Bayer, Alemania), (Tergentol ® Lab, Lepetit S.A); iodóforos en concentración de 0,05% (v/v) (Iodopax ®, Wescodine). (3)Materiales descalcificantes: peróxido de carbamida; diacetato de diacetileno bis aminoquinaldío (Salvizol ® 0,5%); ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) al 17%; ácido etilendiamino tetraacético combinado con hidróxido

de sodio, bromuro de cetilamonio- Cetavlon y agua (EDTAC),  
(4)Lubricantes: asociados del ácido etilendiamino tetra acético con peróxido de urea y una base hidrosoluble de polietilenglicol (RC-Prep ®, Glyoxide ®),(5)Otros agentes de irrigación: ácido cítrico (10-15%), peróxido de hidrógeno (1-10%) y clorhexidina (0,12 – 0,20%)

Se han realizado diversos estudios con el fin de determinar cuales medicamentos y agentes irrigantes son más efectivos en el tratamiento de los conductos radiculares. Los irrigantes más comúnmente estudiados han sido el hipoclorito de sodio, la clorhexidina y la solución salina<sup>38</sup>.

Soares y Goldberg<sup>200</sup> ; recomiendan según su experiencia clínica; las siguientes soluciones irrigantes: (1)Soluciones de hipoclorito de sodio, (2) Soluciones de detergente aniónico , (3) Agua oxigenada de 10 volúmenes, (4) Solución de hidróxido de calcio, (5) Clorhexidina y (6) EDTA.

#### 4.1 Soluciones de hipoclorito de sodio (NaOCl)

La solución de hipoclorito fue introducida en la medicina por Semmelweis, como solución de hipoclorito de sodio para la desinfección de las manos. Henry Dakin fue el primero en recomendar el hipoclorito de sodio (NaOCl) como solución antiséptica, y posteriormente surgieron numerosas soluciones contentivas de cloro. Desde ese mismo año, se usa el hipoclorito de sodio al 5% para el manejo de las heridas (solución de Dakin)<sup>116,82</sup>.

El cloro, uno de los más potentes germicidas conocidos, ejerce una acción antibacteriana en la forma de ácido hipocloroso no disociado. En solución neutra o ácida, el ácido hipocloroso no se disocia y ejerce una acentuada acción bactericida<sup>136,162</sup>.

El hipoclorito de sodio es una solución incolora o verde amarillento, no muy líquida, con olor a cloro y muy alcalino (pH entre 10,7 y 12,2)<sup>116,85,24,82</sup>, soluble en agua fría, se descompone en agua caliente y su sabor es inaceptable para el paciente<sup>227,162,64</sup>.

Una solución de hipoclorito forma HOCL a partir de cloruro de sodio (NaOCl) y agua, el cual se va a consumir en la interacción con la materia orgánica; de allí parte su capacidad autolimitante<sup>155</sup>.

Según Ohara *et al.*<sup>160</sup> el ácido hipocloroso ejerce su efecto por la oxidación de los grupos sulfhidrilos de los sistemas enzimáticos de las bacterias, produciendo así la desorganización de importantes reacciones metabólicas, resultando en la muerte del microorganismo.

Esa acción se cumple por oxidación de la materia orgánica, proceso por el cual el cloro sustituye el hidrógeno del grupo de las proteínas, que contienen gran número de aminoácidos<sup>136</sup>.

El nuevo compuesto así formado entra en la clasificación de las cloraminas y ofrece una elevada propiedad bactericida<sup>136,82</sup>. Para Dobbertin,<sup>136</sup> el oxígeno naciente es el responsable de la acción bactericida, mientras que para otros autores el elemento activo lo representa el cloro libre.

La multiplicidad de acción simultánea del hipoclorito de sodio como detergente, necrolítico, antitóxico, bactericida,

desodorizante, disolvente y neutralizante evidencia la complejidad de las reacciones químicas de este producto, así como la indefinición de su mecanismo de acción bactericida<sup>136</sup>.

El NaOCl se emplea en bajas concentraciones, como la solución de Dakin (0,5% de cloro activo) y la solución de Milton (1% de cloro activo), en concentraciones medianas (2,5% de cloro activo) o en altas concentraciones, como la soda clorada (4-6% de cloro activo)<sup>200, 64</sup>.

La concentración óptima recomendada para el uso en el tratamiento del conducto radicular está entre 0,5% y 5,25%. Baumgartner y Cuenin<sup>25</sup> determinaron la concentración de hipoclorito de sodio al 1% como la mínima para ser eficaz como irrigante.

En cuanto al factor de temperatura se conoce que al aplicar calor a una solución, aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor. El aumento de la temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl; temperaturas de 35,5°C



aumentan el poder solvente sobre los tejidos necróticos y en tejidos vitales se obtiene el mayor efecto a 60°C<sup>79</sup>.

Cunninghan *et al.*<sup>55,56</sup> demostraron que el NaOCl al 5,25% y 2,6% eran igual de eficaces a una temperatura de 37°C; mientras que, a temperatura ambiente (21°C), la solución al 2,6% resultaba menos eficaz. Por lo tanto, el calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida; sin embargo se debe tener precaución al calentarlo a 37°C, ya que se mantiene estable por no más de 4 horas antes de degradarse, por lo que no se recomienda volver a calentar la solución.

Gambarini<sup>79</sup> comprobó que el aumento de la temperatura del irrigante mejora su acción en el desbridamiento del conducto radicular, sus propiedades bactericidas y de disolución; y que este aumento no afecta la estabilidad química de la solución, sin embargo recomienda cierta precaución ya que no se sabe que daño puede causar a los tejidos periapicales. Para calentarlo se pueden utilizar los calentadores de café, los cuales mantienen una temperatura de 37°C; se les coloca agua y posteriormente las jeringas con el hipoclorito de sodio<sup>79,82</sup>.

Abou-Rass *et al.*<sup>3</sup> evaluaron los efectos de la temperatura, las variaciones de concentración y tipo de tejido en la acción solvente de soluciones de hipoclorito de sodio; ellos verificaron que con cualquier temperatura (60°C o 23°C) el hipoclorito de sodio al 5,25% fue más efectivo que al 2,6%, en fragmentos de tejido conjuntivo de ratones.

Walton *et al.*<sup>237</sup> sugieren la utilización de una solución de hipoclorito de sodio, el blanqueador de uso común al 5,25% diluido en partes iguales con agua para una solución de 2,6%, la cual resulta tan eficaz como la solución, pero más segura y agradable para usar.

La preparación de hipoclorito de sodio al 4-6% se hace con la siguiente fórmula<sup>136</sup>: carbonato de sodio monohidratado (140gr), hipoclorito de calcio (200 gr), agua destilada (1000 cm<sup>3</sup>); se disuelve el carbonato de sodio en 500 cm<sup>3</sup> de agua destilada, se tritura el cloruro de calcio en los 500 cm<sup>3</sup> restantes, a continuación se mezclan las dos soluciones, se agita ocasionalmente para lograr un mejor contacto entre ellas y se deja en reposo por espacio de 12 horas; luego de este tiempo se vuelve a agitar y se filtra<sup>237</sup>.

Hand *et al.*<sup>101</sup> evaluaron *in vitro* la acción de dilución del hipoclorito de sodio sobre tejidos necróticos; ellos llegaron a la conclusión que al 5,25% era significativamente más efectivo como solvente que las soluciones diluidas al 0,5%, 1% y 2,5%.

No obstante; estudios realizados con microscopia electrónica por McComb *et al.*<sup>149</sup> demostraron que la instrumentación de conductos radiculares completada por la acción del hipoclorito de sodio al 6% ofreció resultados semejantes cuando se usó al 1%.

La sustancia reacciona con las proteínas formando cloraminas, cuyo efecto produce disociación de las proteínas. Por este mecanismo se puede disolver el material purulento y tejido necrótico<sup>116</sup>.

El hipoclorito de sodio, al hacer contacto con el tejido vital, circula a través de la sangre, esto quiere decir que en baja concentración puede ser inactivado a nivel del límite entre el tejido necrótico y vital.<sup>116</sup>

Algunos clínicos diluyen el NaOCl al 5,25% para reducir el olor o reducir el potencial de toxicidad a los tejidos

perirradiculares. La dilución del NaOCl al 5,25% disminuye significativamente las propiedades antimicrobianas, de disolución del tejido y desbridamiento del sistema de conductos<sup>104,64</sup>.

La dilución del NaOCl al 5,25% aumenta el tiempo de exposición necesaria para destruir los microorganismos. Una dilución 1:1 hasta una concentración de 2,6% aproximadamente, triplica el tiempo de exposición necesaria para destruir las mismas bacterias<sup>103</sup>.

En este sentido Siqueira *et al.*<sup>191</sup> compararon los efectos antibacterianos producidos por la irrigación con hipoclorito de sodio al 1%, 2,5% y 5,25%, y pudieron concluir que los cambios regulares y el uso de grandes cantidades del irrigante mantiene la efectividad antibacteriana del hipoclorito de sodio, compensando así los efectos de concentración del mismo.

Aunque no se recomienda la disolución del NaOCl; si se determina que debe diluirse, no debe realizarse a una dilución mayor del 1:1 de la concentración al 5,25% con agua destilada estéril<sup>237</sup>, ya que la reducción por debajo de una concentración aproximadamente de 2,6% produce una solución ligeramente más eficaz que el agua o solución normal<sup>104</sup>.

El NaOCl es una solución inestable a la luz (fotosensible)<sup>227,157</sup> y al calor. Cuando se expone una solución de NaOCl prolongadamente a la luz solar, ésta libera oxígeno formando también clorito. Por lo anterior, el NaOCl debe guardarse en botellas de vidrio oscuras de color ámbar, protegidas de luz y a temperatura fresca para evitar que se degraden sus componentes (Gráfico 6)<sup>116,136</sup>.



Gráfico 6: Imagen clínica de cápsula de Petri, donde se evidencia en las zonas A, E y D halos de inhibición de NaOCl al 5,25% que permaneció expuesto a la luz solar, en envase blanco por varios meses en la sala clínica del Postgrado de la UCV. En las zonas B y C se observan halos de inhibición de mayor tamaño correspondiente a la mezcla de NaOCl al 5,25% con clorhexidina al 2%.

De igual manera; Nicoletti *et al.*<sup>157</sup> sugiere que también se puede guardar el NaOCl en envases plásticos con la tapa

siempre cerrada, de color opaco verde o blanco; acotando que éste último ofrece menor protección.

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 estabilidad química de la solución es un factor que puede alterar sus propiedades<sup>79</sup>.

El tiempo de vida útil de la solución es limitado. El mayor tiempo que puede ser guardado es entre 10 semanas y varios meses<sup>149,159</sup>. Según Leonardo M.<sup>136</sup>, se debe renovar cada 3 meses; entre más tiempo se almacene la sustancia hay mayor posibilidad de inactivación de los principios activos por degradación química<sup>116,79</sup>. En este sentido; todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y ésta es más rápida en soluciones que contienen cloro al 5% cuando son almacenadas a temperaturas de 24°C que cuando se almacenan a 4°C<sup>168</sup>.

En la literatura endodóncica se describe esta solución como el medio estándar, más popular y recomendado<sup>237,191</sup> para la irrigación de los conductos radiculares; el cual es económico, de fácil uso y disponibilidad<sup>116</sup>.

En la lista de las propiedades que convierten al hipoclorito de sodio en la opción más adecuada para la irrigación de los conductos radiculares se destacan: (a) buena capacidad de limpieza, (b) poder antibacteriano efectivo, (c) neutralizante de productos tóxicos, (d) disolvente de tejido orgánico, (e) acción rápida, desodorizante y blanqueante<sup>200,116</sup> (Gráfico 7), (f) económico, (g) fácil uso y disponibilidad<sup>237</sup>.

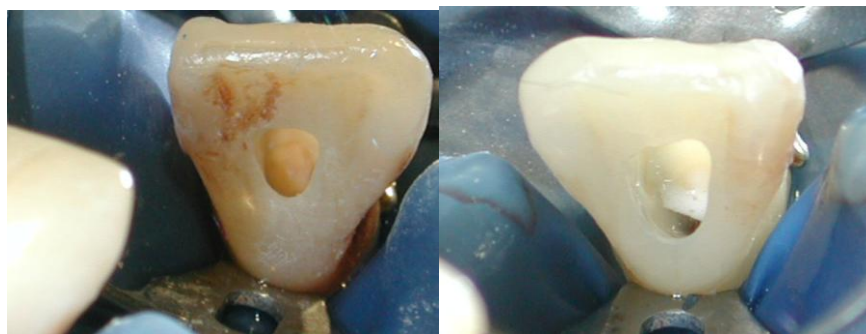


Gráfico 7: Imagen clínica de cámara de acceso de un incisivo central superior derecho donde se evidencia la propiedad blanqueadora del NaOCl al 5,25% luego de ser llevado al sistema de conductos radiculares durante la terapia endodóncica. *Cortesía odontólogo Daniel García 2004.*

Esta solución presenta un poder antibacteriano efectivo<sup>37,38,191,119</sup>; elimina rápidamente bacterias, esporas, hongos y virus (incluyendo el HIV, rotavirus, HSV-1 y &endash;2, y el virus de la hepatitis A y B) (Gráfico 8)<sup>191</sup>.



Gráfico 8: Imagen clínica de cápsula de Petri donde se observa halo de inhibición del NaOCl al 5,25%, producto de su actividad sobre especies *Cándida*.

A pesar de que estudios clínicos han demostrado que tanto el NaOCl al 0,5% y al 5% constituyen un antimicrobiano eficaz<sup>38</sup>, se ha evidenciado que, el NaOCl al 5% es más eficaz que al 0,5% como solvente de tejido pulpar<sup>231</sup>.

Huque *et al.*<sup>117</sup> realizaron un estudio para determinar la acción antibacteriana del NaOCl combinado con ultrasonido. Los autores concluyeron que el uso del ultrasonido combinado con NaOCl al 12% erradicaba las bacterias presentes en la capa de desecho dentinaria, producía la remoción de ésta, y propiciaba la penetración del irrigante hacia las capas más profundas de la dentina radicular, para de esa manera actuar sobre los microorganismos contenidos dentro de los canalículos dentinarios.



También se logró evidenciar efecto antimicrobiano sobre las bacterias ubicadas en las paredes de la dentina radicular, con la aplicación de NaOCl al 5,5%; por lo cual los autores consideraron esta concentración como la ideal para lograr junto con el uso del ultrasonido, una desinfección eficaz del conducto radicular.<sup>117</sup>

Por otra parte, las investigaciones<sup>38</sup> han demostrado que el uso combinado de EDTA al 15% e NaOCl al 5,25% es más eficaz como antimicrobiano que el NaOCl al 5,25% solo, para irrigar los conductos radiculares infectados.

De acuerdo con las experiencias de Grossman y Meiman citados por Leonardo *et al.*<sup>136</sup> el NaOCl es el disolvente más eficaz del tejido pulpar. El tejido pulpar puede ser disuelto por este agente en el término de 20 minutos a 2 horas.

La remoción química de tejidos orgánicos por el efecto del NaOCl se debe a la liberación de ácido hipocloroso, el cual reacciona con las proteínas insolubles para formar polipéptidos solubles, aminoácidos y otros productos derivados. En un estudio al microscopio electrónico de barrido se pudo evidenciar la eficiencia del NaOCl para la remoción física de residuos

orgánicos de la pulpa y predentina de áreas no instrumentadas en un conducto radicular<sup>25</sup>.

Sin embargo; autores como Byström *et al.*<sup>38</sup> Ciocchi *et al.*<sup>52</sup> y Goldman *et al.*<sup>89</sup> refieren que el NaOCl puede no ser ideal cuando se utiliza como agente único de irrigación, por lo tanto, se han propuesto diferentes combinaciones de agentes químicos para el protocolo de irrigación.

Senia *et al.*<sup>186</sup> cuestionan la acción del NaOCl como un agente irrigante para disolver tejido pulpar en los 3 mm apicales de los conductos radiculares estrechos. Por el contrario Svec *et al.*<sup>229</sup> refieren que la combinación de agua oxigenada al 3% e NaOCl al 5,25% son efectivas en la remoción de restos orgánicos del conducto a niveles de 1 mm y 3 mm apicales.

El NaOCl es disolvente de tejido orgánico tanto vital como no vital<sup>119,191</sup>, en concentraciones entre 0,5% a 5,25% tiene la capacidad de disolver los residuos pulpares orgánicos en zonas no alcanzadas por los instrumentos endodóncicos<sup>26,103</sup>.

El tiempo de contacto y el volumen de la solución de NaOCl utilizada, además de la concentración son parámetros

importantes que determinan la propiedad solvente del NaOCl<sup>222,93,155</sup>.

Por otro lado, Leonardo <sup>136</sup> ; considera al hipoclorito de sodio como la sustancia de elección en el tratamiento de dientes despulpados e infectados con reacción periapical crónica, por las siguientes propiedades: baja tensión superficial, neutralización de productos tóxicos, bactericida, favorece la instrumentación, pH alcalino, disolvente, deshidrata y solubiliza las sustancias proteicas, acción rápida, doble acción detergente, no irritante.

El NaOCl al tener baja tensión superficial; puede penetrar en todas las concavidades del conducto radicular, al mismo tiempo que crea las condiciones para la mayor eficacia del medicamento aplicado de forma tópica<sup>136,116</sup>.

Por otra parte el NaOCl tiene la capacidad de neutralizar y eliminar todo el contenido tóxico del conducto radicular en la sesión inicial de tratamiento, sin correr el riesgo de provocar la agudización del proceso periapical. Asimismo, posibilita una penetración en un medio ambiente antiséptico, en la misma sesión<sup>136</sup>. Esta neutralización del contenido del conducto debe realizarse con cautela; es necesario permitir que pasen algunos

segundos para que el NaOCl ejerza eficazmente su acción desinfectante y disolvente. Una irrigación apresurada tiene escaso o nulo efecto y las consecuencias clínicas confirmarán la necesidad de realizarla con calma<sup>198</sup>.

Cuando el NaOCl entra en contacto con los restos orgánicos pulpares libera oxígeno y cloro que son los mejores antisépticos conocidos. Este desprendimiento hace del hipoclorito de sodio un producto bastante inestable, motivo por el cual debe ser usado sólo como solución irrigante durante la instrumentación del conducto radicular y nunca como medicación tópica intraconducto<sup>136</sup>.

En este sentido Shih *et al.*<sup>189</sup> luego de realizar un estudio para evaluar la eficiencia bactericida del NaOCl como irrigante, concluyen que el NaOCl no garantiza la desinfección permanente del conducto radicular, por lo que debe mantenerse la acción de un medicamento dentro del conducto entre citas para controlar la población microbiana de los conductos radiculares. Este mismo estudio demostró que el NaOCl es un germicida poderoso; específicamente sobre *S. Fecalis* y *S. Aureus*.

El hipoclorito de sodio es efectivo contra bacterias, esporas y virus; su efecto antimicrobiano depende de factores tales como; concentración, pH, tiempo, temperatura, y el tipo de microorganismo. Tanto la acción bactericida como la viricida aumenta con las caídas de pH, aumentos de temperatura y elevadas concentraciones de la solución<sup>150</sup>.

Otra propiedad importante es que favorece la instrumentación; por medio de la lubricación<sup>119</sup> de las paredes del conducto, facilitando la acción de corte de los instrumentos<sup>136</sup>.

Al poseer un pH alcalino de 11,8 el hipoclorito de sodio neutraliza la acidez del medio y, por lo tanto, crea un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano<sup>136</sup>. Fischer y Huerta<sup>74</sup> consideran que ésta propiedad es lo que le confiere la eficacia contra microorganismos anaerobios.

El NaOCl, dentro de sus propiedades también promueve la deshidratación y solubilización de las sustancias proteicas, como restos pulpares y de alimentos, así como microorganismos presentes en el conducto radicular, fibrillas de Thomes, bacterias alojadas en túbulos dentinarios, todos estos están

unidos por una gran proporción de prótidos. Estas sustancias proteicas son deshidratadas y solubilizadas por la acción del hipoclorito de sodio, que las transforma en materias que pueden ser eliminadas del conducto con facilidad<sup>136</sup>.

Su rápida acción se debe, a la efervescencia enérgica de oxígeno presente en su composición y su acción detergente se debe a los álcalis que actúan sobre los ácidos grasos, saponificándolos, es decir transformándolos en jabones solubles de fácil eliminación. Los álcalis, así como los jabones, reducen la tensión superficial de los líquidos, de allí el doble poder humectante y detergente de la soda clorada<sup>136</sup>.

El NaOCl en composición de un 4 al 6%, no es irritante en condiciones de uso clínico, es decir, cuando se emplea en el tratamiento del conducto radicular y dentro de sus límites anatómicos<sup>136,116</sup>.

Diversos autores han reportado luego de evidenciar complicaciones tras la inyección accidental de NaOCl a través del ápice, que una solución irrigante de NaOCl a partir de una concentración de 0,25% ya resulta tóxica al tejido periapical<sup>115,162</sup>.

De igual manera se reporta toxicidad; cuando apenas accesan pequeñas cantidades de hipoclorito de sodio al tejido perirradicular. Otros refieren, que la extrusión limitada del hipoclorito de sodio es poco importante debido a que se diluye y se amortigua a nivel apical<sup>237</sup>.

#### **4.2 Agua oxigenada de 10 volúmenes**

Consiste en una solución de peróxido de hidrógeno al 3%, indicada para la irrigación en los procedimientos de limpieza de la cámara pulpar durante las pulpectomías, con el objetivo de eliminar restos de sangre y favorecer la hemostasia. Su poder antiséptico, aunque es discreto, ayuda a controlar la eventual contaminación del tejido pulpar de la cámara<sup>200,177</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>116</sup>.

El peróxido de hidrógeno es un ácido débil (al 5% equivale a un pH de 5) que es de color lechoso en agua y libera oxígeno, en odontología se ha usado al 3% y 5% para la irrigación del conducto radicular y para el blanqueamiento de dientes<sup>116</sup>.

El peróxido de hidrógeno es un agente fuerte para las células, ya que produce la oxidación de los grupos sulfhidrilos (SH). La enzima catalasa y la peroxidasa de glutamina pueden transformar el peróxido de hidrógeno en oxígeno molecular, este mecanismo de acción conduce a la formación de espuma al contactar tejido vital, sangre o material purulento<sup>116</sup>.

Al colocarse esta sustancia en el conducto radicular, la espuma funciona como un medio para eliminar restos de tejidos y virutas dentinarias del mismo conducto, mediante este proceso se libera oxígeno, lo cual afecta a los microorganismos anaerobios presentes. Su efecto de disolver tejidos es más bajo que el que se observa con el hipoclorito de sodio, esto también es válido con respecto a la citotoxicidad<sup>116,232</sup>.

Grossman, propone la mezcla de la sustancia irrigante de peróxido de hidrógeno al 3% y de hipoclorito de sodio al 5,25%. La reacción química de ambas sustancias ( $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ ) produce liberación de oxígeno libre. Asimismo; otro efecto observado es una formación profusa de espuma, que facilita la eliminación de los restos de dentina y restos de tejidos<sup>116,136,209</sup>.



Contrario a lo anterior; se ha reportado que aunque ambas soluciones son liberadoras de oxígeno, no se cumple el efecto sinérgico de digestión y arrastre mecánico, debido a que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es de liberación rápida y el NaOCl es de liberación lenta; por lo tanto el hipoclorito es removido antes de llegar a las porciones apicales del conducto<sup>151</sup>.

No existe ningún beneficio demostrado de alternar el NaOCl con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; esta combinación sólo produce una acción espumante en el conducto, debido a la liberación de oxígeno naciente<sup>237</sup>.

Autores como Weine citado por Valencia<sup>232</sup> recomiendan el uso alternado de peróxido de hidrógeno y NaOCl en dientes que han sido dejados abiertos para facilitar el drenaje, pues la efervescencia favorece la eliminación de los restos de alimentos y otras sustancias que hayan podido penetrar en el conducto radicular.

En un estudio al microscopio electrónico de barrido se observó 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<sup>98</sup>.

Harrison *et al.*<sup>102</sup>, relatando los resultados del tratamiento en 253 casos, revelaron que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la incidencia y el grado de dolor postoperatorio y después de la intervención, entre los grupos de dientes irrigados con solución salina, y los irrigados con hipoclorito de sodio al 5,25%, aun con irrigación alternada de soda clorada y agua oxigenada.

No obstante; está indicado una última irrigación con NaOCl, para que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> remanente en el conducto pueda unirse a la peroxidasa de la sangre. El O<sub>2</sub> libre que se encuentra en el conducto radicular puede elevar la presión interna y como consecuencia desencadenar dolor e inflamaciones<sup>116,136</sup>.

Daughenbaugh y Schilder citados por Leonardo *et al.*<sup>136</sup>, realizaron estudios con microscopia electrónica de barrido, utilizando varias concentraciones y combinaciones de soluciones irrigantes, pudiendo evidenciar que el empleo aislado del hipoclorito de sodio al 5,25% mostró conductos radiculares limpios y libres de restos orgánicos, pero con menor cantidad de

túbulos dentinarios abiertos en comparación con conductos sometidos a la combinación de hipoclorito de sodio al 2,5% y agua oxigenada al 3%.

Schilder y Amsterdam citados por Leonardo *et al.*<sup>136</sup> ; comprobaron que la soda clorada y el agua oxigenada son menos irritantes que la mayor parte de los medicamentos de uso común en endodoncia.

#### **4.3 Solución de hidróxido de calcio**

Maisto y Amadeo referidos por Lasala<sup>135</sup> recomiendan como líquido irrigador una solución de saturación de hidróxido de calcio en agua, la cual denominan “lechada de cal”. Una vez mezclados los componentes, se debe dejar la preparación en reposo para que se deposite el exceso de hidróxido de calcio<sup>178</sup>. Luego de la mezcla se obtendrá como un líquido incoloro, con sabor alcalino, que contiene no menos de 0,15% de hidróxido de calcio; y es el que finalmente se dispensa para la irrigación del sistema de conductos radiculares<sup>177</sup> .

Se puede alternar su uso con el agua oxigenada, empleando como último irrigador la lechada de cal, que por su alcalinidad incompatible con

la vida bacteriana, favorece la reparación apical<sup>135</sup>.

Sin embargo Soares y Goldberg<sup>200,136</sup> refieren que; aunque el hidróxido de calcio sea un fármaco ampliamente usado en endodoncia, su utilización en forma de solución para la irrigación de conductos radiculares es limitada. Su efecto sobre la limpieza es sólo mecánico y por el breve espacio de tiempo en que permanece en el conducto no tiene el poder antimicrobiano deseado. Puede usarse en pulpectomías, para promover la hemostasia del tejido pulpar remanente.

La lechada de cal absorbe dióxido de carbono cuando es expuesta al aire, formándose una película de carbonato de calcio en la superficie del líquido. Al calentarse la solución se vuelve turbia, por la separación del hidróxido de calcio que es menos soluble en caliente que en frío. Por lo anterior, debe guardarse en recipientes firmemente cerrados, preferiblemente en lugar frío o en temperaturas inferiores a 25° C<sup>177</sup>.

#### 4.4 Clorhexidina

El hipoclorito de sodio ha sido durante muchos años el irrigante de elección, debido a su excelente efecto antiséptico y

a su capacidad de disolver tejido vital y necrótico; sin embargo, esa capacidad de disolución es inespecífica, y por ello es altamente tóxico e irritante a los tejidos periapicales; además se han reportado casos de pacientes alérgicos a dicha solución presentando cuadros clínicos bastante graves y desagradables<sup>205</sup>. Spangberg *et al.*<sup>205</sup> refieren que el efecto tóxico del NaOCl es 10 veces mayor que el efecto antimicrobiano; y que la solución más deseable debería ser aquella que combine el máximo efecto antimicrobiano con la mínima toxicidad. Es por esto; que no se ha detenido la búsqueda de otra solución química capaz de actuar como irrigante ideal para la preparación químico - mecánica de los conductos radiculares.

Davies, Francis, Martín y Swain en Inglaterra, fueron los primeros investigadores que se avocaron a conocer las propiedades farmacológicas de la clorhexidina. El primer estudio que sugirió el uso de la clorhexidina como irrigante en endodoncia fue el de Parsons *et al.*<sup>165</sup>, quienes observaron que esta mantenía propiedades antibacterianas hasta por una semana después de aplicada, esta propiedad es lo que se conoce como sustentividad. En la actualidad se ha documentado bien su uso como una solución para irrigación endodóncica<sup>122,252</sup>.

La clorhexidina es una base fuerte y es más estable en forma de sal, la preparación más común es con el digluconato por su gran solubilidad en agua y su pH fisiológico, éste hace que rápidamente se separe liberando la clorhexidina cargada positivamente. Comercialmente, la clorhexidina se presenta con el nombre de gluconato de clorhexidina o digluconato de clorhexidina<sup>96</sup>.

La clorhexidina es un antiséptico catiónico bacteriostático y bactericida, con acción prolongada depende de su capacidad de adsorción a las superficies, desde donde se libera con lentitud<sup>213</sup>. El efecto bacteriostático puede convertirse en letal a medida que se aumenta la concentración, debido a que provoca la coagulación y precipitación citoplasmática<sup>116</sup>.

Mientras que el efecto bactericida de dicho antiséptico se debe a la unión o adsorción de la molécula catiónica a los complejos extramicrobianos y a la pared celular con carga negativa, alterando el equilibrio osmótico de la célula<sup>31</sup>.

La clorhexidina posee una acción antimicrobiana de amplio espectro<sup>119</sup>; es activa contra un gran rango de microorganismos Gram positivos y Gram negativos, levaduras, hongos, anaerobios

facultativos y aerobios<sup>69</sup>. Asimismo; Baker *et al.*<sup>19</sup> publican un estudio donde afirman que la clorhexidina es efectiva contra todos los microorganismos de la cavidad bucal, tanto para las especies de Gram positivos patogénicas en la caries dental, como para los Gram negativos que se han asociado a la enfermedad periodontal.

Por lo tanto se indica para el control de placa bacteriana y también se recomienda en diversas concentraciones para la irrigación de conductos radiculares. Como ocurre con otros antisépticos, la literatura médica revela restricciones a su biocompatibilidad<sup>200</sup>.

Según los trabajos realizados por Goldberg *et al.*<sup>200</sup> la clorhexidina al 1% fue más agresiva que el hipoclorito de sodio en igual concentración cuando esos productos fueron inoculados en tejido conjuntivo de ratas. El poder irritante moderado se verificó en concentraciones bajas (0,12%).

Por otro lado; aunque se demostró que es un antiséptico eficiente, la clorhexidina no parece ofrecer ventajas sobre el hipoclorito de sodio como solución irrigante, no posee la capacidad disolvente del tejido orgánico, ni mayor

biocompatibilidad, por lo tanto puede ser considerada una opción más entre las soluciones irrigantes<sup>200</sup>.

En este sentido; otros estudios experimentales no demostraron ventajas de la clorhexidina sobre la solución de NaOCl al 3%. También se sugiere que la proporción entre el efecto antibacteriano y la citotoxicidad sea de 1:10, lo que no es muy favorable<sup>155</sup>.

Ringel *et al.*<sup>176</sup> y Jeansonne *et al.*<sup>122</sup> al comparar el NaOCl al 2,5% con la solución de gluconato de clorhexidina al 0,2%, evidenciaron que el NaOCl resultó ser el agente antimicrobiano más efectivo al utilizarlo como irrigante en pulpas necróticas; quizás la ventaja más importante sea la propiedad de disolver tejido como se mencionó anteriormente. En presencia de tejido y materia orgánica, el NaOCl puede disolver el tejido y así fluir a distancia; mientras que la clorhexidina no tiene esta propiedad quedando comprometida su acción antimicrobiana; sin embargo, es una excelente alternativa en pacientes que son alérgicos al NaOCl.

Jeansonne y White<sup>122</sup> realizan un estudio *in vitro*, donde se comparan dosis más altas de clorhexidina (2%) con NaOCl al



5,25%; se concluye que la clorhexidina es tan efectiva, en cuanto a su actividad antimicrobiana como el NaOCl al usarla como irrigante, e incluso mostró mejor efecto residual que el NaOCl a las 24 horas; sin embargo se señala de nuevo la ventaja del NaOCl en cuanto a la propiedad de disolución del tejido pulpar.

En cuanto a la falta de acción de disolución de tejido, Johnson citado por Jeansonne *et al.*<sup>122</sup> menciona, que puede ser contrarrestada al utilizar instrumentos rotatorios de níquel titanio debido a la rápida acción de corte sobre las paredes.

En un estudio realizado por White *et al.*<sup>244</sup> acerca del efecto residual de la clorhexidina sobre la dentina empleando dos concentraciones distintas, luego de instrumentar e irrigar conductos de dientes monorradiculares recién extraídos, se obtuvieron resultados excelentes en cuanto a la inhibición de crecimiento bacteriano hasta 72 horas con la concentración de 0,12% y por más de 72 horas con la concentración al 2,0%, lo que confirma que puede ser utilizada como irrigante en la terapia endodóncica y más aún, utilizada como medicamento intraconducto entre citas para controlar la infección.

Kuruvilla y Kamath<sup>132</sup> combinaron NaOCl y clorhexidina dentro del conducto radicular y encontraron indicios de que aumentaba la acción antibacteriana. Los resultados de su estudio señalan que el empleo alternado de estos dos agentes durante la irrigación lograba una mayor reducción de la flora microbiana (84,6%), que el empleo individual del NaOCl (59,4%) o la clorhexidina (70%) por separado.

#### **4.5 EDTA**

El EDTA, es una agente químico auxiliar en el proceso de la conformación de los conductos radiculares. En ocasiones la conformación de los conductos radiculares estrechos, como es usual en los molares, presenta serias dificultades. Con el propósito de facilitar la preparación es recomendable el uso de un quelante<sup>200</sup>.

Colocado el EDTA en el interior de la cavidad pulpar, actúa sobre las paredes dentinarias, las desmineraliza<sup>159</sup> y las torna menos resistentes a la acción de los instrumentos endodóncicos<sup>200</sup>. Es por ello que, en conductos curvos el EDTA debe ser usado solo después de la preparación, pues este puede aumentar la posibilidad de incurrir en accidentes dentro del conducto radicular<sup>154</sup>.

Su efecto sobre conductos estrechos es mayor en comparación a los casos de conductos amplios. Estudios experimentales sobre el reblandecimiento de la dentina y la dimensión de la misma luego del uso de esta sustancia, permiten ver la formación de estos complejos quelantes que traen resultados óptimos<sup>116</sup>.

El EDTA es una sustancia blanca soluble, sin olor y cristalina, es relativamente no tóxica y poco irritante en soluciones débiles. La fórmula química  $C_{10}H_{16}N_2O_8$  contiene 4 grupos acéticos unidos al grupo etilendiamino<sup>85</sup>.

El EDTA es un agente quelante inorgánico capaz de desmineralizar los tejidos duros dentarios<sup>24,34</sup>. Las sustancias quelantes no tienen efecto en el tejido pulpar o en sustancias orgánicas<sup>116</sup>.

Las sustancias quelantes utilizadas durante la terapia endodóncica, son desde el punto de vista químico, moléculas grandes de forma compleja, que están en la capacidad de unirse a los iones de calcio provenientes de la dentina radicular<sup>116,136</sup>.

Los quelantes son compuestos que tiene la capacidad de fijar con firmeza iones metálicos. Ese poder de fijar se debe a las numerosas uniones químicas que su molécula consigue establecer con un mismo ión del metal, como modo para secuestrarlo del medio. Al remover los iones de calcio de los tejidos duros, como la dentina, se promueve la desmineralización y por ende la reducción de la dureza de esos tejidos<sup>200,136</sup>.

El EDTA es el quelante más recomendado para uso endodóncico es generalmente aceptado como el más efectivo lubricante y agente quelante<sup>24</sup>, y se le utiliza más comúnmente en forma de solución como lo propuso Östby en 1975; EDTA (sal disódica) 17 g, solución de hidróxido de sodio 5 N (9,25 ml), y agua destilada (100 ml)<sup>200,116</sup>.

Se emplea para remover el barro dentinario<sup>136,24,34</sup> creado durante la preparación quirúrgica del conducto radicular; lo que favorece una limpieza eficaz de la pared dentinaria. Por lo anterior, la irrigación con EDTA está indicada durante y al finalizar la conformación, debido a que con dicha limpieza aumenta la permeabilidad dentinaria, lo que favorece la acción de la medicación intraconducto y

contribuye a la adaptación íntima de los materiales de obturación<sup>200,86</sup>.

McComb y Smith<sup>149</sup> descubrieron que después de una exposición de 15 minutos con EDTA, la capa de desecho permanecía intacta, pero manteniendo el EDTA en el conducto durante 24 horas y después de un lavado final con agua, era removida toda la capa de desecho. Autores como, Gouveia *et al.*<sup>94</sup> señalaron que éste hecho no es compatible con la práctica clínica.

En este contexto, McComb *et al.*<sup>149</sup>, Yamada *et al.*<sup>249</sup> y Goldberg *et al.*<sup>86,149,249</sup> reportan la utilidad del EDTA de diferentes marcas comerciales a varias concentraciones, unido a la acción del NaOCl, con la intención de remover la capa de desecho. Concluyeron, que el método más efectivo para la remoción de la misma es la irrigación de los conductos con 10 mL de EDTA al 15% o al 17%, seguido de la irrigación con 10 mL de NaOCl a concentraciones desde 2,5% a 5,25%.

Si bien es cierto que el NaOCl utilizado como lavado final en los conductos radiculares instrumentados no remueve la capa de desecho<sup>80,64</sup>, al revisar otros trabajos publicados se pueden

confirmar los resultados beneficiosos en cuanto a la remoción de la capa de desecho, cuando el lavado final del conducto radicular se realiza con NaOCI<sup>88</sup>.

Östby encontró que el EDTA tiene cierto efecto disolvente sobre la dentina radicular y observó que durante los tratamientos de conductos se reducía el tiempo requerido para el desbridamiento, contribuía al ensanchamiento de conductos obstruidos y estrechos<sup>85,24,34</sup>, y facilitaba el sobrepaso de instrumentos fracturados dentro del conducto.

El EDTA puede ser útil en la localización de orificios obliterados por calcificaciones distróficas, pudiendo actuar activamente entre citas hasta un máximo de 5 días en el espacio sellado de la cámara pulpar, logrando así un reblandecimiento sobre la dentina del orificio que pudiese ser fácilmente penetrada posteriormente por un explorador endodóncico<sup>242</sup>.

Sin embargo, otros autores opinan que el uso de los agentes quelantes debe estar limitado al interior del sistema de conductos una vez que se haya logrado determinar la longitud de trabajo y no para intentar remover o superar calcificaciones ya que se altera la superficie de las paredes dentinarias, además de

limitar la acción de paso del instrumento a través de la dentina mineralizada<sup>237</sup> .

Con el uso de una irrigación final intensa mediante una sustancia quelante, aparte de eliminar la capa de desecho<sup>24,80,85,38,38</sup> de las paredes del conducto y aumentar la dimensión del material de obturación, también se facilita el acceso a los túbulos dentinarios<sup>116,52,48</sup> .

Mérida *et al.*<sup>151</sup> en un estudio con el MEB evaluaron la acción desinfectante de 10 diferentes irrigantes sobre los túbulos dentinarios y demostraron que la combinación de soluciones de EDTA/NaOCl permite una acción efectiva demostrada por la ausencia de residuos orgánicos e inorgánicos en los túbulos dentinarios. Igualmente, en el mismo estudio se midió el valor de la tensión superficial de todas las soluciones, observando que la combinación mencionada obtuvo el valor más bajo (35,1 dina/cm), la cual permitió una mejor penetración de ambas soluciones hacia el interior de los túbulos dentinarios.

En este sentido; Soares y Goldberg<sup>200</sup>, observaron que el uso de EDTA después de la instrumentación aumenta la posibilidad de obturación de conductos laterales.

Gutiérrez y García citados por Leonardo<sup>136</sup> realizaron estudios donde se pudo demostrar, que las paredes dentinarias de los conductos radiculares quedaban más limpias y pulidas con el empleo de soluciones a base de EDTA.

De igual manera, Goldberg y Abramovich<sup>86</sup>, basados en estudios de microscopia electrónica, confirmaron la acción de limpieza de los conductos radiculares con el empleo de sustancias líquidas a base de EDTA.

Gutiérrez *et al.*<sup>97</sup> analizaron la influencia de la infiltración bacteriana en la dentina por medio de la acción de agentes quelantes. Observaron estos autores que las paredes dentinarias, tratadas con EDTA, se volvían más permeables a la difusión microbiana, cuando los dientes estudiados fueron incubados *in vitro* con microorganismos de la cavidad bucal.

La acción de este producto sobre la dentina fue comprobada por medio del microscópio de luz polarizada. Fehr y Östby citados por Leonardo<sup>136</sup>, observaron que el grado de desmineralización del EDTA fue proporcional al tiempo de aplicación.



En este estudio comparado con el ácido sulfúrico al 50% los autores citados probaron que una aplicación de EDTA sobre la dentina, durante 5 minutos, desmineralizaba una capa de 20 a 30 micrones; la aplicación durante 48 horas mostró una acentuada acción quelante, en una profundidad de 50 micrones aproximadamente. Conviene señalar que la capa alcanzada por el agente en estudio se presentaba bien definida y limitada por una línea de demarcación regular, demostrando que el EDTA tiene una autodelimitación y que es de gran importancia clínica<sup>136</sup>.

Se encontró que este agente aparte de ser bien tolerado por los tejidos, de acción autolimitante (alcanzando un equilibrio una vez cumplido su mecanismo de acción) , no es peligroso, es simple de usar y no tiene efecto corrosivo sobre los instrumentos. Por tener acción autolimitante, ser biocompatible cuando se utiliza en forma correcta y ser antiséptico, este producto no presenta contraindicaciones, y puede utilizarse tanto en casos de pulpectomía como en el tratamiento de dientes con pulpa muerta<sup>200</sup>.

Las observaciones de Patterson citado por Leonardo<sup>136</sup> ,le permitieron concluir que: (1)Las reacciones tisulares al agua

destilada fueron leves, así como al EDTA en dilución de 0,03%. La inflamación parecía acentuarse cuando la concentración de EDTA aumentaba. Aun así, el grado de inflamación fue sólo moderado, cuando los tejidos fueron sometidos a la acción de una inyección intramuscular de 0,1 ml de EDTA al 10%. (2)El uso de EDTA al 10% en 200 pacientes tratados endodóncicamente; no produjo efecto postoperatorio nocivo alguno.

Estudios sobre el comportamiento biológico de los tejidos demostraron la buena resistencia de éstos a las soluciones de EDTA, tanto en tejidos periapicales, como en tejido conjuntivo subcutáneo de ratones<sup>136</sup>.

En un estudio *in vitro*, se evaluó la citotoxicidad de varios agentes de irrigación entre ellos el EDTA en diferentes concentraciones y el hipoclorito de sodio, concluyendo que ambos presentan una citotoxicidad moderada, si pasan al periápice<sup>131</sup>.

Aunque la literatura médica<sup>200</sup> se refiera con frecuencia al EDTA como un producto no agresivo, su comportamiento biológico depende de la forma en que contacta con el tejido. Soares y Goldberg<sup>200</sup>; realizaron una investigación la cual reveló

que cuando se introduce EDTA en el tejido subcutáneo de animales provoca un exudado inflamatorio o hemorrágico severo, quizá por retirar el calcio necesario para la integridad de la pared de los vasos y para la coagulación de la sangre. Su uso correcto no produce estos efectos y sólo se presentarían si el líquido se introdujera de manera inadvertida en el seno del conjuntivo apical y periapical.

El EDTA se utiliza también como componente de pastas, asociado al peróxido de urea (antiséptico) y vehiculizado en Carborax, como lo formulara Stewart, en el producto RC prep® (Premier Dental Norris Town/USA). Cuando se emplea el Rc prep® (Premier Dental Norris Town/USA) junto con con hipoclorito de sodio se transforma en un producto de irrigación gasógena, que se suma a la acción desmineralizante propia del quelante. Elaborada a partir de la sal disódica, el pH de la pasta es ácido, de lo que resulta un poder desmineralizante que corresponde apenas a un tercio del proporcionado por la solución acuosa<sup>200</sup> .

El EDTA es una sustancia fluída con un valor de pH de 7,3, el cual se encuentra disuelto en una solución al 10% de dureza de Knoop, que puede reducir la dentina claramente. Posee un

pequeño efecto antibacteriano sobre ciertas especies bacterianas y produce una reacción inflamatoria leve al contacto con tejido blando; al contacto con tejido óseo reacciona en forma similar al de la dentina del conducto radicular<sup>116</sup> .

A partir de la sal disódica, agregando hidróxido de sodio a la fórmula, se obtiene una sal trisódica con mayor grado de solubilidad (hasta 30% más soluble) y con pH ajustado de 7,3. El mercado odontológico ofrece diversos productos comerciales; Redta®, Largal ultra® (Septodont, París/Francia), Tublicid Plus®, entre otros<sup>200</sup> .

Hülsmann<sup>116</sup> también menciona como otras sustancias quelantes: las Calcinasas® (Lege Artis, Dettendorf), Decal® (Aver, Helsinki/Finlandia), Largal Ultra® (Septodont, París/Francia), Salvizol® (Ravensberg, Konstanz, Alemania) y File Eze® (Ultradent Products, New York/USA).

Debido al efecto de limpieza producido por el EDTA, éste puede combinarse con NaOCl y mejorar aún más su eficacia<sup>116</sup> . En este sentido Byström *et al.*<sup>38</sup> Ciucchi *et al.*<sup>52</sup> y Goldman *et al.*<sup>89</sup> demuestran una mejor acción antibacteriana cuando utilizan

una mezcla de hipoclorito de sodio y EDTA, comprobando que si éstas dos sustancias se usan alternadamente entre cada instrumento, el conducto estará libre de restos desbridados. La combinación de ambas soluciones demostró un efecto muy importante en la remoción de materia orgánica e inorgánica del lumen del conducto.

Cuando el NaOCl se alterna con EDTA al 15%, se efectúa un desbridamiento químico tanto de las superficies instrumentadas como de las no instrumentadas de un conducto radicular<sup>26</sup>. El NaOCl reacciona con el tejido orgánico para facilitar la limpieza; sin embargo, esta reacción desactiva el agente y disminuye su capacidad antibacteriana, en consecuencia es importante restituir con frecuencia el NaOCl para mantener una acción más óptima<sup>38</sup>.

Se necesita mayor precaución, al utilizar EDTA en conductos amplios. El reblandecimiento de la dentina puede producir escalones durante la preparación del conducto así como riesgo de perforación radicular. Este riesgo aumenta si se usan sustancias quelantes para poder abrir un conducto estrecho donde, la punta del instrumento puede crear un conducto en la pared del conducto de la dentina reblandecida. Una sustancia

quelante sólo debe usarse luego de haber localizado el conducto en forma fisiológica<sup>116</sup> .

Weine citado por Hülsmann<sup>116</sup> ; recomienda el uso repetitivo de esta sustancia sólo en caso de conductos que sean de difícil localización. Debido a que los orificios de los conductos presentan dentina menos calcificada que el resto de la dentina, puede usarse esta técnica para poder ubicar la vía de acceso a los conductos. Sin embargo, no se ha comprobado el hecho de que si una sustancia quelante permanezca en un conducto radicular por más tiempo, ésta tenga un mayor efecto.

Weinreb y Meir citados por Leonardo<sup>136</sup> , observaron la eficacia de las soluciones de EDTA en cuanto al tiempo de aplicación, concluyeron que 5 aplicaciones intercaladas de 3 minutos cada una; resultan más eficaces que una aplicación continua de 15 minutos consecutivos. De acuerdo con los mismos autores, la agitación mecánica proporcionada por los instrumentos aumentó la eficacia del producto en dos veces y media.

De este modo, recomiendan la aplicación del quelante durante 2 minutos, seguida del empleo de un instrumento durante

un minuto, repitiendo la operación sucesivamente cuantas veces fueran necesarias<sup>136</sup> .

Asimismo, Goldberg *et al.*<sup>87</sup> afirman que para lograr la mayor efectividad del EDTA, éste debe permanecer en contacto con las paredes del conducto por un período promedio entre 5 y 15 minutos. Por otra parte; Kotula y Bordacova citados por Leonardo<sup>136</sup> comprobaron *in vivo* que el EDTA al 10% reduce de modo considerable la población bacteriana del conducto radicular en 30 minutos. (Gráfico 9-10)



Gráfico 9:Imagen clínica de una cápsula de Petri, donde se observa halos de inhibición de EDTA sobre bacilos Gram negativos.

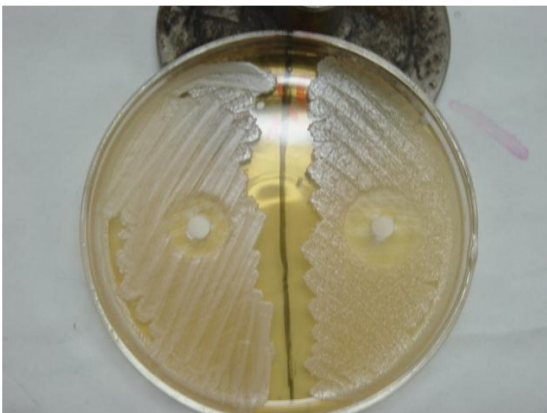


Gráfico 10:Imagen clínica de una cápsula de Petri, donde se observa halos de inhibición de EDTA sobre Cocos Gram positivos.

Patterson citado por Leonardo<sup>136</sup> observó que cuando se deja el EDTA en el conducto radicular durante 24 horas, la dentina superficial sufre descalcificación y este efecto continua durante otros 5 días. La profundidad máxima de acción en el quinto día fue de 0,28 mm solamente y la porción de dentina no alcanzada por la solución mantuvo su dureza aun cuando el área adyacente se mostrase menos resistente a la abrasión.

## **5. OTROS AGENTES DE IRRIGACIÓN**

Entre otros medios de irrigación; se mencionan: 1) Salvizol®; 2) Alcoholes; 3) Solución salina; 4) Ácido cítrico<sup>116</sup>; 5) Lubricantes<sup>237</sup>; 6) Soluciones activadas electroquímicamente (ECA) y 7) MTAD<sup>188</sup>.



## 5.1 Salvizol

El Salvizol® (Ravensberg, Konstanz, Alemania); es un acetato de dequalinio (compuesto de amonio cuaternario)<sup>232</sup>; se caracteriza por ser un agente quelante para irrigar conductos radiculares. Kaufman *et al.*<sup>119</sup> sugieren que el Salvizol® (Ravensberg, Konstanz, Alemania), con pH neutro, tiene un amplio espectro de actividad bactericida y la capacidad para producir quelación del calcio. Esto le confiere al producto potencia limpiadora al tiempo que es biológicamente compatible.

Autores tales como Valencia<sup>232</sup> refieren que la capacidad del Salvizol® (Ravensberg, Konstanz, Alemania) para disolver el tejido pulpar y el colágeno dentinario es muy limitada en relación con el NaOCl.

Este mismo autor también acota que éste agente al igual que cualquier agente quelante, no debe utilizarse cuando exista un escalón, obliteración o cualquier bloqueo en el conducto radicular, que nos impida llegar al ápice radicular, porque si un instrumento afilado es forzado o rotado contra una pared reblandecida por el quelante provocará una falsa vía<sup>232</sup>.

## **5.2 Alcoholes**

El alcohol isopropílico o etílico constituyen una clase de compuestos orgánicos con el grupo funcional –OH, formados con hidrocarburos por sustitución de átomos de hidrógeno por igual número de grupos oxhidrilo; el grupo se extiende a diversos productos de sustitución de reacción neutra que contienen uno ó mas grupos alcohólicos<sup>209</sup> .

Físicamente son líquidos incoloros, con un punto de ebullición muy variable. Todos son fuertemente polares, inflamables y combustibles<sup>209</sup> .

Pueden ser usados como medios de irrigación del conducto, debido a su baja tensión superficial ya que presenta buena difusión. La sustancia se distribuye en los canalículos laterales y en el curso del conducto. Su efecto principal radica en secar el conducto radicular al final de la preparación del conducto y eliminar restos de otros químicos<sup>116</sup> . Se utiliza solo una pequeña cantidad, entre 1 a 2 ml por conducto<sup>237</sup> .

## **5.3 Solución salina estéril**

Dentro de las soluciones de irrigación es la más benévola con el tejido<sup>116</sup> . Por ser el irrigante biológicamente más

compatible que existe, puede utilizarse como único irrigador o bien cuando se han empleado otros, como el último que se use cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior<sup>135</sup>. El efecto antibacteriano y su disolución de tejido es nulo si se compara con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ó con NaOCl<sup>116,249,252</sup>.

#### **5.4 Ácido cítrico (40-50%)**

Parece ser tan efectivo como el NaOCl al 5,25% en relación con su efecto sobre las bacterias anaerobias<sup>116</sup>. Yamaguchi *et al.*<sup>250</sup> propusieron al ácido cítrico como un irrigante sustituto del EDTA; los autores notaron que uno de los principales problemas de este agente es su bajo pH, lo que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable; mientras que el EDTA tiene un pH neutro.

En el mismo estudio se pudo concluir<sup>250</sup>; que todas las concentraciones de ácido cítrico ( 0,5, 1 y 2 M.) mostraron buenos efectos antibacterianos y ser buenos quelantes (elimina la capa de desecho), asimismo sugieren que el ácido cítrico puede ser usado como una solución irrigante para los conductos alternándolo con hipoclorito de sodio.

De acuerdo con el estudio de Di Lenarda *et al.*<sup>64</sup> cuando se procede a la instrumentación del conducto radicular por el método manual y el uso del EDTA seguido de una irrigación con NaOCl, se obtienen los mejores resultados en términos de limpieza de las paredes de los conductos radiculares. Cuando se utiliza el sistema Profile .04®, junto a la irrigación con ácido cítrico seguida de otra con NaOCl, según estos autores se logra mayor éxito en la pretensión de saneamiento de los conductos radiculares<sup>64</sup>.

El tiempo de exposición al ácido cítrico deberá ser limitado, para obtener una completa remoción de la capa de desecho controlando el excesivo acondicionamiento de las paredes dentinarias. Según los mismos autores, el tiempo recomendado es de 20 segundos, recomiendan también la utilización de NaOCl después de la irrigación con EDTA o ácido cítrico, pues así se reduce el riesgo del acondicionamiento excesivo de la dentina radicular debido a la neutralización de ambos agentes<sup>64</sup>.

Di Lenarda *et al.*<sup>64</sup>, llegan a la conclusión que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugieren que este irrigante es conveniente debido a su bajo costo y buena

estabilidad química si es usado correctamente alternándolo con NaOCl. De igual manera se afirma su efectividad, aún con una aplicación corta de tiempo de 20 segundos<sup>116,64</sup> , así como la recomendación de ser usado como solución de irrigación al finalizar el tratamiento endodóncico<sup>116</sup> .

### **5.5 Lubricantes**

Son agentes útiles para que los instrumentos alcancen la longitud de trabajo durante la exploración y abordaje de conductos estrechos. Las limas que se detienen antes de llegar a la longitud de trabajo, indican la necesidad de una sustancia lubricante. Sin embargo; estos no son benéficos cuando la lima se detiene de manera abrupta, lo que indica una obstrucción que se debe tratar primero. Los tipos de lubricantes son: (1)el anestésico local y (2)la glicerina<sup>237</sup> .

(1)El anestésico local; es una solución preparada comercialmente para uso dental formada por sal clorhidrato de una base anestésica local; es isosmótica y ácida con un pH de 3,3 a 5,5 y contiene generalmente 1mg/1ml de metilparaben como preservativo. Algunas de estas soluciones contienen también simpaticoniméticos y vasoconstrictores y 0,5 mg/ml de metabisulfito de sodio como antioxidante<sup>209</sup> .

En odontología, específicamente en endodoncia, aparte de lubricar puede ser empleado como medio de irrigación del sistema de conductos radiculares, para el tratamiento de los conductos con restos de pulpa vital o con sangrado profuso en dientes con pulpitis aguda. No hay evidencias científicas que sustenten este medio como el ideal<sup>116</sup>.

(2)La glicerina es un buen lubricante; tiene poco alcohol, es estéril, económica y poco tóxica. También es ligeramente soluble, lo que permite su eliminación una vez que cumple su función<sup>237</sup>.

El Diccionario ilustrado de odontología<sup>209</sup> define la glicerina como un líquido viscoso incoloro claro, de sabor dulce y leve olor característico.

El método para llevarla al conducto puede ser con una pinza algodонера o con una jeringa pequeña. Las limas se mueven hacia arriba y hacia abajo a través de la glicerina y dentro del conducto con el uso de un movimiento de bombeo y giros en contra de las agujas del reloj. Este lleva el lubricante a lo largo de la lima. Por lo regular, la lima se puede introducir hasta la longitud deseada; el lubricante incluso se utiliza para

facilitar el ensanchamiento inicial a través de 2 o 3 tamaños de limas<sup>237</sup> .

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

La tecnología ECA representa 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<sup>203,145</sup> .

Se refiere que a partir del agua del grifo y soluciones con una baja concentración de sal; se van a producir 2 tipos de soluciones, Anolite con alto potencial de oxidación y altamente antimicrobiano; y Catolite con alto poder de reducción y efecto de limpieza y detergente<sup>203,145</sup> .

Marais<sup>145</sup> en un estudio donde compara el NaOCl y el agua activada electroquímicamente en los efectos de limpieza en las paredes del sistema de conductos radiculares, concluye que el agua activada electroquímicamente produjo superficies más limpias que el NaOCl y removió la capa de desecho en grandes áreas ; por lo cual fue considerada ser superior al NaOCl.

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 conducto convencional, sin embargo se requiere de más investigaciones de soluciones activadas electroquímicamente<sup>203</sup> .

## 5.7 MTAD

Es una solución ácida con un pH de 2,15 que es capaz de eliminar sustancias inorgánicas, tal como lo hace el EDTA<sup>224</sup> ; consiste en una mezcla de un isómero de tetraciclina, un ácido y un detergente; el cual ha sido introducido como irrigación final para la desinfección del sistema de conductos radiculares<sup>188</sup> .

Torabinejad *et al.*<sup>225</sup> han demostrado que el MTAD es capaz de remover la capa de desecho y es efectivo contra el *Enterococcus faecalis*<sup>226</sup> , el cual es un microorganismo resistente a la acción de otros medicamentos antimicrobianos; y considerado como una de las especies bacterianas más difíciles de erradicar de conductos radiculares infectados<sup>226</sup> .

Shahrokh *et al.*<sup>188</sup> compararon el efecto antimicrobiano de NaOCl al 1,3% o 5,25% como irrigante del conducto



radicular con o sin EDTA; y el de NaOCl al 1,3% como irrigante del conducto radicular y MTAD como irrigante final; en conductos infectados con *E. Faecalis* de dientes humanos extraídos.

Concluyeron que el MTAD aplicado por 5 minutos fue significativamente más efectivo que otros protocolos de irrigación. La sustentividad de la doxiciclina puede influir en la efectividad del MTAD, esta cualidad natural de la tetraciclinas provee un mecanismo de liberación gradual; también la ventaja de la doxiciclina es su bajo pH, absorción dentinaria y su actividad anti-colagenasa<sup>188</sup>.

Se sugiere que la mayor efectividad del MTAD sobre el *E. faecalis* y la mayor capacidad de penetración en los túbulos dentinarios, puede deberse a la presencia del detergente en su composición<sup>188</sup>.

Asimismo; Torabinejad *et al.*<sup>226</sup> luego de una investigación *in vitro* para determinar el efecto antimicrobiano del MTAD; concluyen que es tan efectivo como el NaOCl al 5,25% y más efectivo que el EDTA. De igual manera coinciden con los resultados del estudio anterior evidenciando que el MTAD es

significativamente más efectivo en eliminar los *E. Faecalis* que el NaOCl cuando las soluciones son diluidas.

El MTAD incluso mantuvo su efectividad contra estos microorganismos a una dilución de 200 x; mientras que el NaOCl cesó su actividad antimicrobiana más allá de de 32 x de dilución evidenciándose ninguna actividad antibacteriana<sup>226</sup>.

En vías de mejorar la eficacia en la eliminación de la capa de desecho, también ha existido interés en observar el comportamiento de este nuevo agente en la terapia endodóncica; en este sentido un estudio realizado por Torabinejad *et al.*<sup>224</sup> determinó que la efectividad del MTAD en la eliminación completa de la capa de desecho (con mínimos cambios erosivos en la superficie dentinaria e incluso mucho menor que los generados por el EDTA) se ve favorecida cuando se irriga el conducto con concentraciones bajas de NaOCl antes de usar el MTAD por 2 minutos como irrigante final; pues como ya se mencionó, el MTAD se encarga de eliminar la porción inorgánica y el NaOCl la parte orgánica de la capa de desecho.

En otro estudio realizado por Torabinejad *et al.*<sup>225</sup> se estudió el efecto del MTAD como irrigante final sobre la

superficie de conductos radiculares instrumentados. Los conductos fueron irrigados al final de la preparación biomecánica; con 5 ml de agua destilada, 5 ml NaOCl al 5,25%, 5 ml EDTA al 17% y con 5 ml de MTAD.

Al examinar la presencia o ausencia de la capa de desecho y la cantidad de erosión en las porciones coronales, media y apical de las paredes de los conductos radiculares, se concluyó que el MTAD es una solución efectiva para remover la capa de desecho y no genera cambios estructurales significativos sobre los túbulos dentinarios cuando los conductos radiculares fueron irrigados con NaOCl seguido de una irrigación final con MTAD<sup>225</sup>.

## **6. ASOCIACIONES DE SOLUCIONES IRRIGANTES**

Aunque algunos autores refieren que el uso de NaOCl sólo, parece ser eficaz como antibacteriano<sup>116</sup>; se han estudiado en la actualidad varias asociaciones de soluciones irrigantes con el objeto de reunir las mejores propiedades ofrecidas por las mismas. Se justifica tal situación por el hecho de no disponer aún de una sustancia que, por sí sola, por medio de la preparación biomecánica pueda ofrecernos en una sesión única las mejores condiciones bacteriológicas del conducto radicular

de un diente despulpado e infectado, para su posterior obturación<sup>136</sup>.

Es indiscutible que el factor tiempo tiene relación directa con el perfeccionamiento técnico - científico de los métodos endodóncicos fundamentados, en consecuencia el objetivo de muchos investigadores es el de encontrar una técnica más eficiente<sup>136</sup>.

### **6.1 Asociación NaOCl/detergente aniónico**

Aún cuando el hipoclorito de sodio tiene la mayor aceptación entre quienes se dedican a la endodoncia, las evaluaciones sobre la eficiencia de la preparación biomecánica complementada con la solución mencionada, demuestran que éste desempeña un papel importante en la desinfección, pero no ofrece las condiciones óptimas para la obturación del conducto, y además tiene un valor temporal en la lucha contra los microorganismos<sup>136</sup>.

Ante ello, se ha demostrado que la actividad de ciertos antisépticos, entre ellos el NaOCl, se ve aumentada mediante la asociación con un agente aniónico o tensioactivo<sup>136</sup>.

Dicha relación sinérgica se basa en que éstos agentes poseen las siguientes ventajas: (a) sirven como vehículo de determinados antisépticos ; b) su alcalinidad mejora de modo considerable su poder detergente ; c) no son irritantes ; d) son poco eficaces en cuanto a actividad bactericida y funguicida; e) son químicamente inactivos; f) afectan principalmente a los gérmenes Grampositivos, y g) por último, considerando la detergencia, como característica más importante, derivada de la tensioactividad, consiste en la propiedad de eliminar residuos de las superficies orgánicas e inanimadas, dispersándolos, expulsándolos y dejando el sustrato libre de impurezas<sup>136</sup> .

Leonardo<sup>136</sup> evaluó la eficacia de la preparación biomecánica complementada con irrigación y aspiración con la asociación de un detergente aniónico (laurildietilenglicol éter sulfato al 0,125 g%) e hipoclorito de sodio en solución al 4-6% de cloro liberable por 100 ml; el detergente empleado fué Tergentol. Para la preparación de la asociación sustituyeron el agua destilada de la fórmula de soda clorada en doble concentración por el detergente antes citado.

En este estudio se concluyó, que en el tratamiento endodóncico de los conductos radiculares de los dientes

despulpados e infectados, la asociación detergente aniónico/hipoclorito de sodio, en solución al 4-6% de cloro liberable por 100 ml, demostró después de un máximo de 2 preparaciones biomecánicas, que en un 93,7% de los casos resultaron 2 pruebas bacteriológicas negativas consecutivas, las cuales fueron obtenidas 48 y 96 horas después de aquellas preparaciones<sup>136</sup>. Paralelas a este estudio, los autores antes mencionados, realizan pruebas en el saco conjuntival de cobayos para establecer el efecto irritante de la solución, evidenciándose una ligera causticidad<sup>136</sup>.

## **6.2 Asociación quelantes con detergentes**

Se ha propuesto el uso de la asociación de EDTA con un detergente catiónico, derivado del aniónico cuaternario, el cual es conocido con el nombre de "Cetavlon". Además de aumentar el poder bactericida de la solución, el Cetavlon permite una mayor difusión del producto, acelerando el fenómeno de quelación<sup>136</sup>.

McComb y Smith citados por Leonardo<sup>136</sup> obtuvieron resultados predecibles al comparar por medio de microscopía electrónica, la acción de la instrumentación de conductos radiculares complementada con el uso de las siguientes

soluciones irrigantes: - hipoclorito de sodio al 6%; - hipoclorito de sodio al 1%; irrigación alternada de hipoclorito de sodio al 6% y agua oxigenada al 3%; - RC- prep.® (Premier Dental, Norris Town/USA). (Premier Products); - REDTA® (producto comercial de EDTA); - ácido poliacrílico en solución acuosa al 20%.

El producto REDTA® produjo la mejor limpieza de las paredes dentinarias, eliminando la capa residual superficial con lo que virtualmente no quedó resto orgánico alguno después de la instrumentación complementada con la irrigación contentiva de Cetavlon; en la fórmula, ácido etilendiaminotetracético disódico (17 ml), bromuro dietiltrimetilamonio (Cetavlon) 0,84 ml, hidróxido de sodio (9,25 ml) y agua destilada (1.000 ml)<sup>136</sup>.

Por otra parte, existe la combinación EDTAC®, que contiene EDTA y Cetrimida, un derivado de amonio cuaternario, que provee propiedades antisépticas, reduce la tensión superficial y hace más fluida la viscosidad del agente, permitiendo a los agentes de irrigación y quelantes fluir más fácilmente hacia la profundidad del sistema de conductos<sup>1,86,164</sup>.

Goldberg *et al.*<sup>86</sup> sostienen que el EDTAC® aumenta la permeabilidad dentinaria permitiendo la eliminación de microorganismos y restos orgánicos; también permite la penetración de medicamentos en áreas donde la instrumentación mecánica ha sido deficiente como son los túbulos dentinarios, conductos accesorios y foramen apical.

Abbott<sup>1</sup> afirma que el mejor régimen de irrigación es EDTAC/NaOCl/EDTAC; considerando que la combinación de NaOCl con EDTAC® provee mejor efectividad antibacteriana y paredes libres de capa de desecho; además de mejorar la permeabilidad de la dentina a los medicamentos intraconductos.

El EDTAC®; compuesto por: 17 g de EDTA, 8,84 g de cetavlon, 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 entre 7,3 a 7,4. El cetavlon posee acción antibacteriana y reduce la tensión superficial de la dentina, lo cual provoca el aumento de la capacidad de penetración del hipoclorito de sodio cuando se utilizan ambas soluciones combinadas EDTAC® y NaOCl<sup>135</sup>.

Weine citado por Walton *et al.*<sup>237</sup> afirma que tiene mayores propiedades germicidas y es más irritante que la sal disódica del



ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para los tejidos periodontales.

### **6.3 Asociación EDTA en vehículo cremoso**

Stewart citado por Leonardo *et al.*<sup>136</sup> introdujeron el peróxido de urea en una base de glicerina anhidra (Glyoxide®) como auxiliar en la preparación biomecánica de los conductos radiculares. En estas condiciones el peróxido de urea al 10% se volvió más estable a la temperatura del ambiente, y tenía también la ventaja de actuar como lubricante a consecuencia de la base glicerizada.

Con la aplicación clínica de la sal disódica de EDTA en endodoncia. Stewart citado por Leonardo *et al.*<sup>136</sup> suponiendo que el peróxido de urea (como agente bactericida) y el EDTA (agente quelante), asociados en una base estable, podrían ofrecer las ventajas de cada uno de ellos, para una preparación biomecánica rápida y completa, desarrollaron así una nueva fórmula que lleva el nombre de RC- prep® (Premier Dental, Norris Town/USA).

Verificaron que la mejor asociación, y la más estable, era la que se preparaba triturando el polvo de EDTA en peróxido de

urea, homogeneizándolos en una base Carbowax (polietilenglicol)<sup>136</sup>.

Esta sustancia, de consistencia cremosa, además de servir como vehículo ofrece, de acuerdo con sus autores, otras propiedades muy convenientes: es completamente soluble en agua, se disuelve a la temperatura corporal, es más resistente e indefinidamente estable; por último, actúa en el conducto radicular como un lubricante para los instrumentos<sup>136</sup>.

El RC- prep® (Premier Dental, Norris Town/USA)®; contiene 15% EDTA asociado con 10% de peróxido de urea en consistencia jabonosa<sup>116,136</sup>. 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 cual aumenta la permeabilidad de la dentina<sup>211</sup>. Sin embargo; se ha demostrado que el RC-Prep® (Premier-Norris Town/USA) no remueve completamente la capa de desecho, posiblemente por su bajo pH<sup>233</sup>.

En este sentido Soares y Goldberg<sup>200</sup> ; realizaron una investigación donde se demuestra que la solución acuosa de EDTA posee una acción disolvente sobre la capa de barro dentinario superior a la del RC prep® (Premier Dental Norris Town/USA). De acuerdo con estos resultados, el RC prep® (Premier Dental Norris Town/USA) es un lubricante excelente, y después de su uso el conducto debe irrigarse copiosamente con hipoclorito de sodio, para eliminar los residuos de la pasta.

Puede colocarse con un instrumento en los conductos radiculares, libera oxígeno y actúa por ello con un poco de espuma, la cual como ya se ha dicho aumenta si se mezcla con hipoclorito de sodio<sup>116</sup> . Su uso generalizado se debe a dicha acción burbujeante, pues la misma permite liberación y arrastre de residuos dentinarios siendo así más fácil su posterior aspiración. El tamaño de las burbujas resultantes de esta mezcla es más pequeña que las producidas por el peróxido de hidrógeno y el NaOCl, siendo más fácil su posterior aspiración<sup>119,212,213</sup> .

Heling *et al.*<sup>109</sup> refieren que el peróxido de urea al 10% contenido en la fórmula RC-Prep® (Premier Dental Norris Town/USA), 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.

Stewart *et al.*<sup>211</sup> al combinar la solución de EDTA con peróxido de urea y activarla con NaOCl al 5%; pudieron evidenciar que esta mezcla produjo una solución de anilina al 2% que pudo penetrar la dentina. Según los autores la exposición durante 30 minutos de esta mezcla tiene grandes implicaciones clínicas, al permitir que la medicación pueda penetrar la dentina y destruir fácilmente los microorganismos.

## **7. TÉCNICA DE IRRIGACIÓN Y ASPIRACIÓN**

Durante la terapia endodóncica, el contenido pulpar puede ser de distintos tipos, (a) pulpa sana, que deberá ser totalmente extirpada por razones protésicas; (b) pulpa totalmente inflamada y (c) pulpa necrótica con o sin complicación periapical. Se debe considerar cada una de estas situaciones clínicas para decidir que técnica de instrumentación e irrigación se realizará<sup>24</sup>.

La irrigación y la aspiración se realizan al mismo tiempo. Una vez que el líquido penetra en el conducto radicular, se remueve por la aguja conectada al aspirador o gasa<sup>116</sup>. De esta forma se establece la circulación de la solución irrigante<sup>200</sup>.

Es importante, que así como se va aspirando durante el procedimiento de la irrigación, se debe tener presente que durante la preparación del conducto no es necesario ir secando el conducto cada vez que se irriga, pues dicho procedimiento debe hacerse idealmente en un conducto húmedo<sup>116,242</sup> .

Esto evita un funcionamiento inadecuado del instrumento y el riesgo de crear un tope dentinario apical; de igual manera se evita empujar residuos hacia el tejido periapical<sup>116,242</sup> .

La efectividad mecánica y química de cualquier protocolo de irrigación, depende de la naturaleza química de la solución y de la habilidad para llegar a cada porción del sistema de conductos. Depende también de la curvatura radicular y el tamaño del ensanchamiento apical, el modo de distribución del irrigante (tipo y diámetro de la aguja), su volumen, temperatura, tiempo de contacto, profundidad de penetración de la aguja empleada y propiedades humectantes<sup>249</sup> .

La irrigación y aspiración se realiza en las diversas fases de preparación de los conductos radiculares siguiendo los siguientes principios técnicos: una vez seleccionadas las agujas para irrigación y aspiración, y adaptadas en los respectivos dispositivos, se debe llenar la jeringa con solución irrigante. Se

recomienda que la aguja de irrigación sea delgada (diámetro 0,4 mm)<sup>200</sup> .

Luego de asegurar la jeringa que contiene la solución irrigante con una de las manos, se hace que la punta de la aguja llegue hasta la entrada del conducto radicular<sup>200,116</sup> .

Con la otra mano se sostiene el dispositivo para la aspiración, de manera que el extremo de la punta aspiradora quede colocado en el nivel de la cámara pulpar, donde permanecerá durante la irrigación<sup>200,116</sup> .

Con la aguja ubicada en la posición descrita y con leve presión sobre el émbolo de la jeringa se inicia la irrigación<sup>200,116</sup> . Se recomienda irrigar lentamente ya que al aumentar la presión se forzarán restos a través del foramen apical y no mejorará la efectividad de la irrigación.

Con suavidad y a medida que el líquido se deposita, se introduce la aguja irrigadora tomando la precaución necesaria para que no obstruya la luz del conducto, e impida el reflujo de la solución. El reflujo libre del irrigante es muy importante particularmente cuando no exista tope apical o

cuando el foramen apical se abra o comunique hacia el seno maxilar<sup>237</sup> .

En la fase inicial del tratamiento endodóncico, la sustancia irrigante puede ser llevada mediante jeringa o algodones hacia la cavidad pulpar. Finalmente, a través de los instrumentos de preparación fluye el líquido al interior de los conductos radiculares<sup>116</sup> .

En esta fase inicial se puede usar el ultrasonido o la irrigación eléctrica de vibraciones, las cuales brindan ventajas para que el medio de irrigación fluya hacia el tercio apical a través del uso de limas delgadas<sup>116</sup> . Para ello la reserva de líquido irrigante en la cámara pulpar debe ser reemplazada frecuentemente.

Lasala<sup>135</sup> refiere como complemento de la irrigación, el uso de los conos de papel estandarizados o calibrados, para lograr una completa limpieza e irrigación de los conductos.

Cuando en la primera fase se lava, irriga y aspira un conducto, por los métodos habituales, es frecuente (sobre todo

en conductos estrechos de molares) que no se alcance el tercio apical, el cual está ocupado por una burbuja de aire que impide realizar la correcta limpieza de los restos de sangre, exudados y barro dentinario<sup>135</sup> .

La segunda fase o técnica de la capilaridad consiste en insertar hasta la unión cemento dentinaria un cono de papel absorbente estéril, sobre el cual se instilan varias gotas del líquido irrigante, el líquido penetrará por capilaridad en toda la longitud del conducto, aumentando el tamaño del cono, el cual ayudado por un ligero movimiento de vaivén, englobará y limpiará todos los restos incluyendo los del tercio apical<sup>135</sup> .

La punta de la aguja irrigadora debe alcanzar, siempre que sea posible, el tercio apical, a 3 o 4 mm del límite de la preparación del conducto, por lo cual se deben realizar discretos movimientos circulares; esta maniobra aumentará la agitación mecánica de la solución, y ayudará a remover los residuos. La preparación y conicidad del tercio cervical facilitará la introducción de la aguja para la irrigación y el reflujo de la solución<sup>116,4</sup> .



El hecho de que se recomiende penetrar la aguja lo máximo posible; se debe a que la penetración de la sustancia irrigante es de sólo pocos milímetros; por tanto la penetración de la aguja será determinante en el éxito<sup>116,4</sup> .

Las soluciones irrigadoras se deben emplear durante y después de la instrumentación del conducto radicular, con el fin de aumentar la eficiencia de corte de los instrumentos y promover el arrastre de los restos de tejido desbridados<sup>249</sup> .

Para la irrigación del sistema de conductos radiculares se debe utilizar 5 a 10 ml<sup>104</sup> de solución. Siendo necesario recargar la jeringa cada vez que se termine el líquido. Se debe irrigar con frecuencia y abundancia entre un instrumento y otro<sup>200</sup> .

Para la irrigación final se recomienda un volumen de 5 a 10 ml de EDTA por conducto, seguido de una irrigación con NaOCl de 10 ml,<sup>104</sup> pues la irrigación tiene doble propósito: actuar sobre el componente orgánico removiendo los restos de tejido pulpar y microorganismos presentes y sobre el componente inorgánico para remover la capa de desecho dentinario. Debido a que no existe una solución irrigadora que tenga la habilidad de disolver el tejido orgánico y a la vez desmineralizar la capa de desecho

dentinario, se debe considerar el uso secuencial de solventes orgánicos e inorgánicos en el protocolo de irrigación<sup>185</sup>.

Son muchas las técnicas de irrigación utilizadas, unas emplean jeringas plásticas para colocar el irrigante en la cámara pulpar y llevarlo con limas hacia las partes más profundas; otras usan agujas de anestesia o agujas perforadas<sup>89,48</sup>.

Averbach y Kleier citados por Cohen *et al.*<sup>53</sup> recomiendan el uso de jeringas plásticas desechables entre 10 ml y 20 ml de capacidad para tener suficiente volumen de irrigante y mejor manipulación, además indican recargar la jeringa llenándola de un envase dispensador de plástico, en vez de aspirar la solución del envase principal.

Recomiendan también, que la punta de la jeringa sea de tipo enroscable para evitar el desajuste accidental de la aguja durante la irrigación, y que el extremo de la aguja debe ser cortado para eliminar el bisel con el fin de no forzar la salida del irrigante a las paredes del conducto y posteriormente al tejido periapical, sino que salga uniformemente a lo largo del conducto<sup>53</sup>.

La irrigación debe ser tan frecuente e intensa según la proporción de contaminación del conducto radicular. El volumen de la solución es más importante que la concentración de la solución<sup>23,67,156,20</sup> .

Una vez concluida la irrigación (que se realiza siempre después de usar cada instrumento), se debe introducir la aguja aspiradora -que hasta entonces estaba ubicada en la cámara pulpar- con la mayor profundidad posible con la finalidad de eliminar los detritos del interior del conducto radicular<sup>200</sup> .

Luego de la última irrigación, después de concluir la conformación, se debe proceder a la aspiración y secado del conducto con conos de papel absorbente estériles<sup>200</sup> .

Para lograr un buen efecto en la región apical del conducto, se debe seleccionar la aguja a emplear, de acuerdo al tamaño del conducto radicular<sup>51</sup> . En conductos muy finos, donde no es posible introducir la aguja, la solución irrigante debe colocarse de modo que llene por completo la cámara pulpar. Será llevada al interior del conducto por la acción de los instrumentos<sup>200</sup> .

En esos casos, la irrigación se realizará en forma efectiva a partir del momento en que el conducto, como consecuencia del proceso de conformación, presente un calibre suficiente para que pueda ser irrigado en forma efectiva<sup>200</sup>.

De igual manera se recomienda llevar el irrigante a la porción apical con la ayuda de instrumentos manuales principalmente con limas K y que la posibilidad de hacer llegar la solución en el tercio apical del conducto está condicionado por la conicidad que se le da al conducto<sup>4</sup>.

En este sentido; Soares y Goldberg<sup>198</sup> recomiendan el uso de las fresas Gates-Glidden antes de la conductometría y la instrumentación apical para preparar el acceso a los conductos o al finalizar la instrumentación para completar el uso de los instrumentos endodóncicos; de igual manera refieren que esta técnica modifica la forma y dimensiones del tercio cervical y como consecuencia crean áreas de escape para la solución irrigadora, lo que a su vez produce una mejor circulación del líquido en el interior del conducto radicular, y también mejora la calidad de la irrigación.

Las agujas para irrigación endodóncica de menor calibre tienen un diámetro superior al de un instrumento # 25; esto hace que sólo puedan introducirse en el conducto cuando ya se hayan utilizado instrumentos de ese calibre<sup>200,173</sup> en concordancia con los estudios de Senia *et al.*<sup>186</sup> , concluyeron que las agujas de diámetro pequeño parecen ser más efectivas, ya que logran pasar a través del conducto y por lo tanto, es de esperarse que logre una mejor limpieza.

Hay aparatos especiales que pueden facilitar la irrigación; como por ejemplo el Idealjet® (Biomec, Ind. Equip. Odontológicos Ltda.); que es accionado por presión de aire y el flujo puede controlarse con un botón regulador<sup>200</sup> . El uso de pipetas especiales o de agujas específicas de irrigación no proporcionan ninguna ventaja; pues la efectividad y seguridad de ellas no han sido aun comprobados<sup>156</sup> .

En general, la penetración de la aguja de calibre número 27 ó 28 y el volumen del irrigante son los factores más críticos<sup>237,4</sup> . La aguja introduce irrigante para lavar el conducto sólo en la parte coronaria, según la extensión de la penetración, por

tanto, una aguja de calibre más pequeño, junto con una conformación en el conducto e irrigación copiosa y en el conducto e irrigación copiosa y frecuente, producen una mejor limpieza<sup>237</sup> .

Tidmarsh y Fracds<sup>223</sup> establecen que el tamaño de la aguja debe ser apropiado al tamaño del conducto para que se produzca el intercambio de fluido y el desalojo de residuos.

Al finalizar la preparación del conducto y la irrigación profusa, se hace el secado del conducto. La forma óptima de secar el conducto es tomando la punta de papel equivalente a la última lima empleada en el tercio apical y penetrar así en el conducto; para comprobar que el conducto quedó seco se coloca la punta sobre el espejo bucal o sobre el dique de goma y se valora el grado de humedad que tenga el cono de papel. Si se ve que está húmedo, se deberá continuar con los conos de papel hasta lograr mayor secado. También se pueden emplear puntas de papel que varíen de color con la presencia de humedad<sup>116</sup> .

Finalmente, se realiza una última irrigación con alcohol al 95% para asegurar que el conducto esté seco. La expansión de

la superficie de las paredes del conducto radicular se disminuye y facilita la penetración del sellante en los túbulos dentinarios<sup>116</sup>.

La irrigación de la cámara y conductos radiculares debe ser realizada durante toda la preparación de los conductos y como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva<sup>135</sup>.

Tanto para el uso de instrumentos manuales como con el uso de técnicas mecanizadas, la irrigación y aspiración es fundamental pues la cantidad de dentina eliminada es abundante y debe ser retirada por efecto de la irrigación y aspiración, después de usar cada instrumento en la conformación del sistema de conductos radiculares<sup>198</sup>.

## **8. IRRIGACIÓN Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA**

El ultrasonido es una forma de energía sónica que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas que tiene la propiedad de propagarse a través de distintos medios, sólidos, líquidos y gaseosos<sup>237</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>135</sup> .

Una alternativa de la irrigación manual es aquella asistida por ultrasonido<sup>46,45,90</sup> ; incluso diversos autores han reportado la superioridad de la irrigación ultrasónica con respecto a la técnica manual<sup>59,107,123,208</sup> . Esta técnica de irrigación ultrasónica impulsa el irrigante por todas las dimensiones del sistema de conductos, lo cual no se consigue con los demás métodos de irrigación<sup>57</sup> .

El uso del ultrasonido en endodoncia se basa en las siguientes propiedades: a)producción de movimiento oscilatorio del instrumento, b)la cavitación , c)microcorriente acústica y d)generación de calor; todo lo anterior combinado con la irrigación, genera un efecto sinérgico que potencia la acción biológica del irrigante dentro del conducto radicular<sup>146,43,235</sup> .

El flujo del irrigante acompañado por el movimiento oscilatorio de la lima, permite la generación del efecto de cavitación, permitiendo la limpieza y desalojo de detritos de la superficie de las paredes del conducto<sup>146,59,147,235</sup> .



La cavitación permite la remoción efectiva de todo residuo orgánico, emulsión y degradación de proteínas necróticas remanentes y crea un efecto de succión del material orgánico suspendido en el irrigante hacia la corriente principal del movimiento de irrigación, permitiendo así su desalojo del sistema de conductos radiculares<sup>146,59,147,235</sup> .

La microcorriente acústica se refiere a la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en vecindad a un pequeño objeto vibratorio, como una lima endodóncica activada por ultrasonido<sup>10</sup> .

La energía ultrasónica potencia la acción biológica de la solución irrigante e incrementa su efecto de limpieza sobre las paredes del conducto radicular; sin embargo, no tiene la capacidad de remover la capa de desecho dentinario<sup>43</sup> .

A pesar de las propiedades beneficiosas del NaOCl como son: buena acción antibacteriana, baja toxicidad, y buen solvente de tejido orgánico; es incapaz de disolver la materia inorgánica. El empleo de NaOCl con ultrasonido ha reportado poco efecto en la remoción de la capa de desecho; pero aumenta la disolución de los tejidos y la potencia

desinfectante. Esto debido probablemente a la acción de agitación creado por el movimiento oscilante desarrollado por el ultrasonido<sup>1</sup>.

Autores tales como Ciucchi *et al.*<sup>52</sup> y Abbott<sup>1</sup> refieren que la irrigación con NaOCl y ultrasonido deja las paredes del conducto completamente cubiertas con una capa de desecho, que ni siquiera una irrigación final puede remover. Contrariamente, otros autores refieren que existe una acción sinérgica entre el NaOCl en una concentración mayor del 2%, 4% o más junto con el uso del ultrasonido; y que ésta combinación remueve la capa de desecho en 3 minutos<sup>43</sup>.

En relación al mejor método de irrigación con ultrasonido para la remoción de la capa de desecho; Abbott<sup>1</sup> realiza un estudio al MEB sobre los efectos de las diferentes secuencias de irrigación y ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos, pudiendo demostrar que la secuencia de irrigación EDTAC/NaOCl/EDTAC produce mayor limpieza y menor cantidad de capa de desecho.

Otra de las propiedades del ultrasonido es la generación de calor dentro del conducto radicular. El calor y consecuente

aumento de la temperatura se da como resultado de la energía liberada durante el efecto de cavitación, o también se puede producir por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto radicular<sup>147</sup> .

Este aumento de temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito<sup>146,56</sup> . Autores como Cunningham y Balekjian<sup>56</sup> pudieron observar, como soluciones de hipoclorito de sodio al 2,6% igualaban su capacidad de disolver tejidos orgánicos comparadas con soluciones al 5%, usadas a temperatura ambiente.

La desinfección del conducto radicular se incrementa con la combinación de los efectos producidos por el ultrasonido junto con los efectos antimicrobianos del irrigante. La cavitación y microcorriente acústica producen remoción de detritos y de la capa de desecho dentinaria; así como la potenciación por aumento de la temperatura, de la acción biológica del agente irrigante<sup>6,25,43,147,235</sup> .

Por lo anterior; es quizás que, autores tales como Martín *et al.*<sup>146</sup> refieran que la instrumentación ultrasónica del sistema de conductos radiculares, constituye una síntesis de

acciones biológicas, químicas y físicas, lo que permite una limpieza, conformación y desinfección rápida y efectiva del sistema de conductos de una manera más sencilla.

En conductos uniformes, la fuente ultrasónica se puede energizar por completo; las limas proporcionan así una calidad de limpieza superior. En conductos estrechos y curvos, los instrumentos ultrasónicos no son menos eficaces que las técnicas manuales, de igual manera, si el instrumento está curvo o se traba en el conducto, no tiene la misma actividad vibratoria y por tanto menos energía<sup>237</sup>.

Por ello en caso de conductos estrechos curvos, se prefiere una combinación de métodos generalmente, preparación de la porción apical con instrumentación manual de manera retrógrada y la preparación e irrigación final con ultrasonido<sup>237</sup>.

Durante la irrigación con ultrasonido se debe evitar que las limas contacten con las paredes, pues los espirales de las limas se pueden bloquear con detritos y disminuir la efectividad de la irrigación<sup>43,46,53</sup>. Por ser más efectivo cuando la lima se

posiciona holgada en el conducto, se recomienda usar el ultrasonido una vez finalizada la instrumentación y conformación del conducto<sup>53,92</sup> .

Cameron<sup>44</sup> explica la técnica clínica para la irrigación ultrasónica de la siguiente manera; una vez culminada la instrumentación, se realiza una irrigación final con 5 ml de hipoclorito de sodio al 3%, luego se llena la cámara pulpar con el hipoclorito y se procede a activar la solución utilizando una lima ultrasónica colocada hasta el tercio medio del conducto radicular, la cual se activa durante un periodo inicial de un minuto, se vuelve a irrigar de nuevo, repitiendo así el procedimiento.

Este autor afirma que se obtiene una mayor eliminación de detritos y la sensación de unos conductos más uniformes en su superficie, con la implementación de esta técnica<sup>44</sup> .

## **9. LIMPIEZA DEL CONDUCTO RADICULAR SIN INSTRUMENTACIÓN**

Lussi *et al*<sup>140</sup>. en la Universidad de Berna, Suiza, introdujeron un dispositivo para limpiar el conducto radicular sin necesidad de instrumentación endodóncica, el cual consiste en

una bomba que inserta una solución de irrigación en el conducto, creando burbujas y cavitación que remueven los residuos.

Esta acción de presión es seguida por una presión negativa (aspiración) que elimina tales residuos; el líquido de irrigación se inyecta a través de un tubo externo mientras ocurre el reflujo a través de otro tubo interno<sup>140</sup>.

Recientemente, se ha mejorado este dispositivo y se ha notificado que el nuevo aparato produce una limpieza equivalente o mejor en el sistema del conducto radicular utilizando una cantidad significativamente menor de solución de irrigación. Este procedimiento sólo limpia el conducto, pues obviamente no contribuye en nada a su conformación<sup>141</sup>.

En otro estudio<sup>8</sup> se observa la acción de una solución denominada Carisolv™ (MediTeam, Göteborg, Sweden), que consiste en un producto para disolver dentina cariada; pero en este caso se usó como irrigante del sistema de conductos radiculares. En esta investigación tampoco se realizó instrumentación de los conductos radiculares; sólo se aplicó soluciones de irrigación; como NaOCl, solución salina fosfatasa y el Carisolv™ (MediTeam, Göteborg, Sweden).

Los resultados establecen que el NaOCl fue significativamente mejor que la solución salina fosfatasa y el Carisolv<sup>TM</sup> (MediTeam, Göteborg, Sweden); no obstante, éste último irrigante generó una limpieza de los conductos radiculares mejor que la solución salina fosfatasa, destacándose como una buena promesa en la irrigación del sistema de conductos radiculares<sup>8</sup>.

## **10. MEDICACIÓN INTRACONDUCTO**

Los microorganismos residuales que quedan en el sistema de conductos radiculares después de la limpieza y la configuración o la contaminación microbiana de un sistema de conductos radiculares entre citas, han sido objeto de estudio<sup>207</sup>.

En este aspecto; la medicación intraconducto consiste en la colocación de un fármaco en el interior de la cavidad pulpar entre las sesiones necesarias para la culminación del tratamiento endodóncico. La literatura médica señala las expresiones medicación entre sesiones, medicación local y medicación intraconducto para denominar este procedimiento<sup>200</sup>.

Lasala<sup>134</sup> refiere que un conducto para poder ser obturado necesita estar desinfectado; para ello se indica la terapéutica

tópica de antisépticos, los cuales provocan la destrucción de los microorganismos, o al menos inhiben su crecimiento y multiplicación, hasta lograr la desinfección del conducto radicular<sup>207</sup>.

Canalda<sup>47</sup> también refiere que durante muchos años se le dio a las sustancias químicas colocadas como medicación temporal en los conductos radiculares un papel relevante en la consecución de unos conductos libres de bacterias. La base principal para conseguir un tratamiento de conductos radiculares exitoso parecía radicar en el medicamento utilizado.

Asimismo acota que la mejora de la limpieza y desinfección de los conductos radiculares debido a la aparición de técnicas sucesivas de instrumentación, ha generado disminución en el uso de los medicamentos intraconducto<sup>47</sup>.

Los antisépticos son medicamentos inespecíficos, puesto que actúan sobre todas las especies bacterianas, estas sustancias provocan la desnaturalización de las proteínas celulares. La mayor parte de estas proteínas se mantienen como la fase dispersa de un sistema coloidal y una alteración drástica en su medio ambiente causada por sustancias bactericidas,



provoca la coagulación de las proteínas, con pérdida de su función metabólica. La célula bacteriana contiene un gran número de enzimas con grupos sulfhidrilo y los antisépticos que contienen yodo y cloro tienen efecto destructor sobre éstas<sup>137,207</sup>.

Los objetivos de la medicación, así como las sustancias y las técnicas utilizadas, difieren entre sí en función de la situación clínica del diente en tratamiento. En los casos de dientes con pulpa viva, la contaminación bacteriana, si existe, no será masiva y quedará restringida a las porciones más superficiales de la pulpa. Una limpieza bien realizada facilitará la eliminación de los microorganismos, en esa situación, la medicación intraconducto en caso de ser necesaria servirá para el control de la inflamación, como consecuencia del acto quirúrgico<sup>200</sup>.

En los dientes con pulpa necrótica, el contenido microbiano y tóxico de la cavidad pulpar determina la opción en el uso de sustancias antisépticas. La medicación intraconducto será entonces un auxiliar valioso en la desinfección del sistema de conductos radiculares, sobre todo en lugares inaccesibles a la instrumentación, como las ramificaciones del conducto principal y los túbulos dentinarios<sup>200</sup>. Sobre todo si se considera que autores como Baumgartner C. *et al.* citados por Spangberg<sup>207</sup>

afirman el hecho de que el desbridamiento total es impedido por los sistemas de conductos radiculares complejos con conductos accesorios, salientes, y comunicaciones entre los conductos principales .

Chong *et al.*<sup>50</sup> citan algunas posibles ventajas de la medicación temporal en el tratamiento de dientes con conductos infectados; entre ellas: (1) Eliminación de las bacterias que pueden persistir en los conductos radiculares luego de su preparación<sup>50,237</sup> ; el objetivo es erradicar todos los microorganismos viables o patógenos en el espacio del conducto radicular<sup>238</sup> .

(2) Neutralización de los residuos tóxicos y antigénicos remanentes<sup>50,237</sup> ; esto representa un intento de momificar, fijar o neutralizar los tejidos o remanentes dejados ya sea con o sin intención en el espacio pulpar; para hacerlos no irritantes<sup>238</sup> .

(3) Reducción de la inflamación de los tejidos periapicales<sup>50</sup>; al reducir la respuesta inflamatoria, se previene o controla el dolor postoperatorio. Esto lo pueden lograr los medicamentos mediante su acción antimicrobiana o farmacológica. Desde el punto de vista farmacológico, el dolor se

puede controlar por la acción química del medicamento en contacto directo con los nervios sensoriales de la pulpa o del tejido periapical. Si se inhibe la conducción nerviosa, se previene la transmisión del dolor hacia el sistema nervioso central<sup>238,237</sup> .

(4)Disminución de los exudados persistentes en la zona apical<sup>50</sup> ; también se ha sugerido para el control del absceso periapical persistente o dolor significativo e inflamación después del tratamiento. En estos casos el medicamento debería estar en contacto con la lesión periapical y por acción directa, restablecer un balance sano<sup>47,238</sup> .

(5)Constitución de una barrera mecánica ante la posibilidad de filtración de la obturación temporal<sup>50</sup> . Otro beneficio referido por Walton R.<sup>238</sup> atribuido al uso de la medicación intraconducto, es que mejora la acción anestésica, disminuyendo la sensibilidad de la pulpa inflamada y difícil de anestesiar. Por lo que se afirma, que si esto es cierto, la pulpa debería removerse en una cita posterior con menor dificultad.

Aunque algunas de estas indicaciones son cuestionables y su papel es en todo caso secundario a la instrumentación e irrigación de los conductos radiculares, la medicación

intraconducto con materiales poco irritantes puede estar indicada en el tratamiento de dientes infectados por los siguientes motivos: (1) La anatomía de los conductos radiculares es bastante más compleja de lo que aparentan las radiografías, con múltiples zonas inaccesibles a la instrumentación de los mismos y, posiblemente a la irrigación<sup>47</sup>.

(2)En las periodontitis se producen resorciones del ápice, formándose cráteres en los que anidan bacterias que pueden permanecer inaccesibles al tratamiento; (3)Las bacterias más prevalentes, presentes en los conductos radiculares no son siempre las mismas. En los dientes infectados sin tratar, las bacterias más frecuentes son las anaerobias estrictas<sup>47</sup>.

En cambio en los dientes en lo que ha fracasado el tratamiento de conductos, las bacterias más prevalentes son las anaerobias facultativas. Ello hace pensar en que cada situación clínica puede precisar una medicación distinta; (4)La falta de una medicación intraconducto disminuye el porcentaje de éxitos en los dientes con conductos infectados. Como el clínico no tiene la certeza de haber conseguido unos conductos libres de bacterias,

en los casos de periodontitis se aconseja una medicación intraconducto y tomar el tiempo necesario para la obturación<sup>47</sup> .

En la actualidad, variables como el criterio biológico de reparación postoperatoria, una mejor preparación quirúrgica de los conductos y una eficiente irrigación, han logrado modificar de tal manera la terapéutica antiinfecciosa en conductoterapia, la cual es considerada como un complemento del tratamiento, y no como la base principal<sup>134</sup> .

Sin embargo; en contra parte, autores como Baumgartner *et al.* citados por Spangberg<sup>207</sup> refieren que el atenerse a la instrumentación mecánica y la aversión al empleo de químicos citotóxicos, han llevado a que muchos clínicos no usen una medicación intraconducto, y esto constituye una práctica que permite la multiplicación de las bacterias remanentes entre las consultas<sup>118</sup> .

Lasala<sup>134</sup> por su parte afirma que el empleo de antisépticos es una norma necesaria para mantener un ambiente hostil a los gérmenes durante las citas del tratamiento endodóncico, de igual manera establece que dichos antisépticos actúan de manera decisiva sobre los microorganismos que hayan podido quedar

después de la preparación quirúrgica del sistema de conductos radiculares<sup>134,238,172</sup>.

En este sentido; Soares y Goldberg<sup>199</sup> afirman que en la práctica clínica, los microorganismos remanentes luego de la conformación de los conductos radiculares, podrían tener impedida la repoblación del conducto si utilizamos una medicación intraconducto entre sesiones, de manera de privarlos de nutrición y espacio para su multiplicación.

Es por esto, que el uso de antisépticos entre sesiones se reveló como un procedimiento complementario importante en la desinfección del sistema de conductos radiculares que puede contribuir a la reparación<sup>199</sup>.

Sjören *et al.*<sup>196</sup> recomiendan el uso de medicamentos intraconducto, luego de evidenciar en un estudio *in vivo*, la persistencia de microorganismos ante el procedimiento de desinfección ultrasónica incluso después de una tercera visita, así como el incremento en número de dicha flora microbiana en los conductos radiculares vacíos en el período entre citas.

La elección de una medicación intraconducto entre sesiones requiere de las mismas consideraciones que la aplicación de cualquier fármaco en otra región del organismo humano. Por lo tanto es necesario considerar: (a) cantidad, (b) localización, (c) tiempo de aplicación<sup>134</sup> .

(a)Cantidad; se debe precisar la cantidad y la concentración del fármaco, para ejercer el efecto deseado sin lesionar los tejidos circundantes<sup>134</sup> .

(b)Localización; es indispensable tener en cuenta el mecanismo de acción de la sustancia para determinar la forma apropiada para su colocación<sup>134</sup> .

(C)Tiempo de aplicación; es preciso conocer el tiempo que la sustancia permanece activa. Cada una tiene un tiempo de vida útil después del cual su efecto se reduce o desaparece. Algunos medicamentos pierden sus propiedades en presencia de material orgánico como sangre, exudado y pus<sup>134</sup> .

En este sentido, Sommer *et al.* citado por Lasala<sup>134</sup> establecen los siguientes requisitos que debe reunir un buen antiséptico: 1)ser activo sobre los microorganismos; 2)rapidez en

la acción antiséptica; 3) capacidad de penetración; 4) ser efectivo en presencia de materia orgánica; 5) no dañar los tejidos periapicales; 6) no cambiar la coloración del diente; 7) ser estable químicamente; 8) no tener olor ni sabor desagradable; 9) ser económico y de fácil adquisición; 10) no interferir el normal desarrollo de los cultivos.

También se debe considerar en la selección del fármaco, que los antisépticos capaces de controlar la infección pueden ocasionar irritación o destrucción de los tejidos vivos periapicales. Soares y Goldberg<sup>200</sup> refieren que así como el uso de la medicación intraconducto entre sesiones es beneficiosa; se debe recordar que ésta no suple las deficiencias de ejecución de los demás pasos del tratamiento.

Muchos agentes químicos o terapéuticos se colocan en los conductos con varias finalidades; los más frecuentes son los derivados del fenol y los aldehídos. Las adiciones más recientes son los esteroides, el hidróxido de calcio, los antibióticos, o combinaciones de estos<sup>237</sup>.

Los grupos de medicamentos intraconducto de uso frecuente son; (1) Fenólicos; (2) Aldehidos; (3) Haloides; (4)



Esteroides; (5) Hidróxido de calcio; (6) Antibióticos; (7) Combinaciones<sup>238</sup>.

### **10.1 Fenólicos**

Constituyen el grupo de sustancias más utilizadas en la medicación intraconducto. Poseen una acción antibacteriana variable en función de su composición química ya que además del fenol, muchos preparados incorporan otras sustancias<sup>207</sup>.

La composición química de estos agentes constituye anillos de benceno con un grupo hidróxilo insertado; cuyos radicales se sustituyen con hidrógenos en el anillo para formar varias moléculas. Los fenólicos son agentes antimicrobianos muy potentes pero sólo a largo plazo y cuando se colocan sobre los microorganismos<sup>237</sup>.

#### **10.1.1 Eugenol**

El eugenol presenta una actividad antiséptica ligera y se cree sedativa<sup>47</sup>; por este motivo, en conductoterapia se indica en aquellos dientes con reacción periodontal dolorosa, como medicación entre citas<sup>134</sup>. Sin embargo, no se ha podido demostrar que ocasione un alivio del dolor mayor que el

conseguido efectuando el tratamiento de conductos en una sola sesión<sup>47</sup>.

Seltzer<sup>183</sup> al estudiar las propiedades del eugenol y óxido de zinc eugenol pudo observar que a bajas concentraciones de eugenol, se produjeron efectos antiinflamatorios y anestésicos locales sobre la pulpa dental, pero a altas concentraciones presentaba un comportamiento citotóxico.

Gerosa *et al.*<sup>84</sup> luego de realizar un estudio para determinar la concentración máxima a la cual el eugenol es citotóxico, diluyéndolo en varias concentraciones de alcohol, concluyeron que a concentraciones menores de 1,9 mM el eugenol no es citotóxico.

#### 10.1.2 Paramonoclorofenol

El Paramonoclorofenol alcanforado (PMCF) fue introducido por Walhoff<sup>201,137,106</sup>, presenta doble acción antiséptica basada en la función fenólica y en la presencia del ion cloro, liberado con lentitud durante el uso.

El alcanfor, con el que se asocia, además de servir como vehículo, disminuye la acción irritante del derivado fenólico, de lo cual resulta un fármaco con bajo poder de agresión a los tejidos vitales<sup>106</sup> . Como características desfavorables se incluyen su acción básicamente por contacto y la neutralización de su efecto en presencia de materia orgánica<sup>200</sup> .

A pesar que se afirma el hecho de que el alcanfor disminuye la acción irritante del paramonoclorofenol; Soekanto *et al.*<sup>202</sup> al evaluar la toxicidad de varios medicamentos (fenol, paramonoclorofenol alcanforado, fenol alcanforado, alcanfor) a distintas concentraciones sobre células pulpaes de ratas, observaron que todos eran citotóxicos, incluyendo el alcanfor, el cual se pensaba que era un vehículo que reducía la toxicidad del fenol y paramonoclorofenol alcanforado, más bien aumentó la toxicidad de éstos al adicionarse a los mismos.

Hauman *et al.*<sup>106</sup> también afirman que a pesar de que el paramonoclorofenol alcanforado presenta un notable efecto antibacteriano, produce toxicidad sobre los tejidos vitales.

Su efecto desaparece en un 90% a las primeras 24 horas cuando se coloca impregnado en la cámara pulpar; mientras que cuando se coloca en el interior de los conductos radiculares, su

efecto no se limita a ellos, sino que, difunde a través del ápice. Se ha demostrado su distribución sistémica, detectándose en sangre y orina; sin embargo no se conoce bien la posible repercusión de estos hallazgos<sup>106</sup> .

Spangberg *et al.*<sup>206</sup> en un estudio *in vivo* e *in vitro* evaluaron la permeabilidad capilar y la citotoxicidad de varios medicamentos; entre ellos el paramonoclorofenol alcanforado, fenol alcanforado, cresatina, formocresol y yoduro de potasio yodado; concluyendo que el paramonoclorofenol alcanforado era el más tóxico e irritante, seguido de la cresatina y el menos tóxico fue el yoduro de potasio yodado.

Kantz *et al.*<sup>126</sup> al evaluar el efecto tóxico del paramonoclorofenol alcanforado, cresatina y cloruro de benzalconio en distintas diluciones sobre las células de cultivo tisular, pudieron demostrar que las 3 drogas fueron tóxicas aún en concentraciones de 1:100.000. Por lo anterior recomiendan poner mayor énfasis en la limpieza y preparación del sistema de conductos radiculares que en el uso masivo de químicos tóxicos para la eliminación de la contaminación bacteriana.

Su baja tensión superficial puede facilitar su difusión a través de los túbulos dentinarios y conductos secundarios<sup>106</sup>, y su efectividad antimicrobiana ampliamente demostrada hacen pensar que a pesar de la toxicidad que produce el paramonoclorofenol alcanforado sea uno de los antisépticos más empleados en conductos infectados aún cuando su utilización ha disminuido en los últimos años con el incremento del uso del hidróxido de calcio<sup>195,35,22,192,124,206</sup>.

De igual manera, también se indica para ser usado como medicación en el tratamiento de dientes con pulpa necrótica, como una opción al uso intraconducto de la pasta de hidróxido de calcio; pues en conductos estrechos es difícil aplicar una pasta alcalina o también cuando la permanencia de la medicación temporaria vaya a permanecer menos de siete días; tiempo en que el hidróxido de calcio no muestra eficiencia total<sup>200</sup>.

Para algunos profesionales es práctica común, el uso previo o simultáneo de paramonoclorofenol alcanforado en la etapa de neutralización de los productos tóxicos y necróticos de un diente despulpado e infectado. Aparte de empírica, esta

orientación ofrece graves inconvenientes, pues dicho antiséptico no neutraliza los productos tóxicos pero sí coagula las proteínas formando verdaderos tapones impermeables que impiden una acción antiséptica en profundidad. Además, es un principio axiomático en cirugía que la limpieza antecede a la aplicación antiséptica<sup>237</sup> .

## **10.2 Aldehídos**

El formaldehído es un germicida potentísimo contra toda clase de gérmenes; posee una potente penetración y pierde poca actividad en presencia de materia orgánica. Además es un momificador o fijador por excelencia, su uso en endodoncia ha sido muy discutido y aún combatido por considerarlo irritante periodontal y periapical. No obstante, y debido a su extraordinaria actividad antiséptica, se le ha venido usando debidamente, amortiguando su potencial cáustico por medio de compuestos fenólicos diversos, especialmente el tricresol, formando así la fórmula de Buckley, denominada tricresol-formol<sup>134,237</sup> .

Straffon y Han<sup>134,106</sup> aconsejan emplear el formocresol a 1:5 de su preparación tradicional, por ser igual de efectivo y permitir una clara y rápida recuperación funcional de los tejidos

afectados; durante los procedimientos de pulpotomías en niños.

El formol, ha sido combatido por la mayor parte de los endodoncistas norteamericanos, pero también ha sido reconsiderado como fármaco de elección en algunos casos, tanto en odontopediatría, como en tratamiento de conductos de dientes adultos, y es uno de los mejores fármacos para emplearse en las curas de tipo oclusivas, especialmente en casos de dientes con pulpa necrótica<sup>134</sup>.

El formocresol es una combinación de un compuesto fenol como el cresol, y un aldehído, el formaldehído. Se ha utilizado como un fijador hístico, especialmente en las biopulpectomías parciales en los dientes temporales, y con la intención de aliviar el dolor, efecto no demostrado. Por otro lado, se afirma que la fijación de los tejidos no los vuelve inerte, pudiendo seguir actuando como irritantes y dificultando la reparación apical<sup>182</sup>.

Hauman y Love<sup>106</sup> afirman que el formocresol es un irritante tisular, altamente tóxico; coagula indiscriminadamente los contenidos celulares y causa necrosis tisular. Por lo tanto, no lo

recomiendan como medicamento intraconducto por su alta toxicidad y limitada efectividad clínica.

Esta combinación cáustica de formaldehído y cresol (formocresol) no aparece entre los medicamentos aceptados en odontología como medicación temporal, pues puede causar una grave necrosis de los tejidos periapicales<sup>137</sup>.

Leonardo<sup>137</sup> recomienda su uso sólo para la neutralización del contenido necrótico, y debe ser colocado en la entrada de la cámara pulpar, en los casos de necropulpectomías. Asimismo Lasala<sup>134</sup>, afirma haber usado durante toda su ejercicio profesional compuestos con formaldehído en dosis adecuadas, obteniendo excelentes resultados, sin ninguna reacción dolorosa o accidente atribuible al formaldehído.

Ohara *et al.*<sup>160</sup> luego de realizar un estudio para evaluar el efecto antibacteriano de diferentes medicamentos endodóncicos (formocresol, cresatina, paramonoclorofenol alcanforado, eugenol, glutaraldehído y yoduro de potasio yodado) sobre bacterias comunes en infecciones endodóncicas, pudieron determinar mayor acción antibacteriana con el formocresol.



### 10.3 Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio  $\text{Ca(OH)}_2$  representa un auxiliar valioso de la terapéutica endodóncica, se destaca como la medicación intraconducto elegible en la actualidad<sup>200,118,181</sup>. Se indica en diversas situaciones clínicas por su poder antiséptico y por su propiedad de estimular o crear situaciones favorables para la reparación hística<sup>200,113,124</sup>.

Introducido para su uso en endodoncia por B. W. Herman, en 1920, el hidróxido de calcio es un polvo blanco, alcalino y poco soluble en agua (1,7 g L). Entre los numerosos fármacos disponibles, el hidróxido de calcio, colabora en el control de la infección sin producir secuelas postoperatorias, por lo que se impone como fármaco de preferencia en la comunidad endodóncica<sup>199</sup>.

Sus propiedades, que lo llevaron a ser ampliamente utilizado en endodoncia se relacionan en gran medida con su disociación en iones calcio e hidroxilo<sup>200</sup>.

Algunos preparados comerciales de hidróxido de calcio vienen envasados en jeringas, o en polvo para mezclarse con

agua o glicerina para formar una pasta espesa<sup>118</sup> ; también se puede mezclar con vehículos viscosos y aceites<sup>73</sup> .

Cuando el hidróxido de calcio se expone al aire cuando se deja el recipiente abierto, parte de él se convierte lentamente en carbonato de calcio inactivo. En un recipiente cerrado es muy estable, y sólo 1 a 2% se convierte en tal sustancia después de varios meses<sup>118</sup> .

El hidróxido de calcio puede ser mezclado con 3 tipos principales de vehículos; acuosos, viscosos y aceites. De los acuosos el más usado es el agua, aunque también se usa solución salina, solución metilcelulosa y anestésicos, entre otras. Esta forma de preparación permite una liberación rápida de iones, solubilizándose con relativa rapidez en los tejidos y siendo resorbido por los macrófagos. Dentro de los viscosos; se han empleado glicerina, polietilenglicol y propilenglicol con el objetivo de disminuir la solubilidad de la pasta y prolongar la liberación iónica<sup>73</sup> .

Cruz *et al.*<sup>54</sup> realizaron un estudio donde compararon la penetración de propilenglicol y agua destilada en la dentina, y se evidenció que el primero se distribuyó más rápido y

efectivamente que el agua destilada, concluyendo que éste vehículo tiene un gran uso clínico cuando se busca la distribución del medicamento intraconducto; además de presentar baja toxicidad, gran actividad antimicrobiana y la propiedad higroscópica que permite la absorción de agua, resultando en una liberación sostenida del medicamento por períodos prolongados.

De manera contraria; otros autores refieren que el uso de vehículos no acuosos (glicerina, propilenglicol) pueden impedir la efectividad del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto. Altas concentraciones de glicerina reducen la conductividad de la solución de hidróxido de calcio al disminuir la concentración de las sustancias ionizadas en dicha solución. Al disminuir la cantidad de iones hidroxilos, el hidróxido de calcio pierde su efectividad antimicrobiana, que se piensa está basada principalmente en el aumento de pH<sup>180</sup>.

En los aceites se incluyen, aceite de oliva, de silicona y diversos ácidos grasos como el oleico y el linoléico para retardar aun más la liberación iónica y permitir esta acción en el interior de los conductos radiculares durante períodos prolongados de tiempo, sin necesidad de renovar la medicación<sup>73</sup>.

Soares y Goldberg<sup>200</sup> recomiendan que para usarlo como medicación intraconducto entre sesiones, se mezcla con un vehículo, preferentemente acuoso o hidrofílico (agua estéril, solución fisiológica, propiolenglicol, polietilenglicol, entre otros), para conformar una suspensión con pH aproximado de 12,4. Aunque se proponen otros vehículos para mezclarlos con el polvo, la presencia de agua es fundamental para que se produzca la disociación iónica anteriormente citada.

Economides *et al.* citados por Stevens *et al.*<sup>210</sup> al evaluar la liberación de iones hidroxilo mediante la determinación del pH, pudieron evidenciar una mayor eficacia como medicación intraconducto con el uso de las pastas acuosas, que el de los conos de gutapercha que incorporan hidróxido de calcio en su interior.

De igual manera; Azabal *et al.*<sup>16</sup> realizan un estudio con el objetivo de cuantificar las variaciones en el pH de los conos de gutapercha con hidróxido de calcio que habían permanecido durante 1 semana dentro de los conductos radiculares de molares y premolares cuyo tratamiento endodóncico no se pudo terminar en una sola cita.

En los resultados se evidenció, que la media de las mediciones de pH obtenidas con las puntas de gutapercha e hidróxido de calcio nuevas fue de 10 y 11, mientras que para los conos que se habían usado por 1 semana, fue de 7,08. Por tanto, después de 7 días se produce una disminución significativa de la alcalinidad de éstas puntas de gutapercha con hidróxido de calcio<sup>16</sup>.

Siqueira<sup>194</sup> también recomienda las pastas acuosas porque aparte de la mayor facilidad para la liberación de iones, que presentan estas pastas acuosas, también se hace más fácil su eliminación cuando se planifica la obturación definitiva del sistema de conductos radiculares.

Por lo antes citado, es que se prefiere pastas con vehículos viscosos (como el propilenglicol o glicerina), cuando se requiere mantener la presencia en el conducto de la pasta durante mucho tiempo; como en los tratamientos de apicoformación<sup>194</sup>.

Autores tales como, Porkaew *et al.*<sup>169</sup> también recomiendan el uso de pastas de hidróxido de calcio acuosas como medicación intraconducto, debido a que han comprobado experimentalmente un mejor sellado apical en la obturación

definitiva del sistema de conductos radiculares, con respecto a los conductos donde no se usó medicación intraconducto, previa al procedimiento de su obturación final.

Contrariamente, se afirma que los preparados de hidróxido de calcio con vehículos viscosos u oleosos no son recomendados para una medicación intraconducto de corta duración, ya que es difícil su eliminación de las paredes del conducto, con lo que puede disminuir la calidad del sellado de la obturación<sup>39</sup>.

Según Fava y Saunders<sup>73</sup>; las principales características de las pastas de hidróxido de calcio son: (a) están compuestas principalmente por hidróxido de calcio, pero asociadas a otras sustancias para mejorar sus propiedades físicas o químicas; (b) no endurecen; (c) se solubilizan y resorben en los tejidos vitales, a mayor o menor velocidad según el vehículo con el que están preparadas; (d) pueden ser preparadas por el operador mezclando agua destilada con el polvo, (e) se emplean en el interior de los conductos radiculares como medicación intraconducto.

En una suspensión acuosa, a 15°C de temperatura, la disociación de apenas 0,17 del hidróxido de calcio es suficiente para producir el pH elevado de 12,4. Así en una pasta de éste fármaco, habrá abundante disponibilidad de iones de calcio e hidroxilo capaces de sustentar su acción por períodos prolongados<sup>200,35,195</sup> .

El añadido de sustancias al hidróxido de calcio tiene diversas finalidades: facilitar su uso clínico, mantener sus propiedades biológicas (pH elevado, disociación iónica), mejorar su fluidez e incrementar la radiopacidad<sup>73</sup> .

Fava<sup>73</sup> propone que el vehículo ideal debe: (1)Permitir una disociación lenta y gradual de los iones de calcio e hidroxilo; (2)Permitir una liberación lenta en los tejidos, con una solubilidad baja en sus fluidos; (3)No tener un efecto adverso en su acción de favorecer la aposición de tejidos calcificados.

En el tratamiento de dientes con pulpa necrótica, la indicación para el uso del hidróxido de calcio como medicación intraconducto se fundamenta en su reconocida acción antiséptica, resultante de su elevado pH<sup>200</sup> .

En relación al pH del hidróxido de calcio, en un estudio realizado por Anthony *et al.*<sup>13</sup> se establece que tanto la solución salina como el paramonoclorofenol alcanforado mantienen el pH del hidróxido de calcio, más no está recomendado el uso de la cresatina pues cuando ésta se une con el hidróxido de calcio forma cresilato de calcio y ácido acético, éste último se disocia liberando iones de hidrógeno; disminuyendo de esta manera el pH.

De igual manera y considerando las limitaciones de las técnicas actuales de limpieza del conducto radicular, algunos investigadores consideran adecuado la colocación de antimicrobianos, como el hidróxido de calcio, antes de la obturación<sup>195,36</sup>. Asimismo se apoya su uso entre citas, debido a su tolerancia por los tejidos vitales y acción antibacteriana eficaz contra la mayoría de las especies<sup>47</sup>.

Byström *et al.* citado por Soares y Goldberg<sup>199</sup>, señalan que su uso contribuye en forma significativa con la desinfección del conducto radicular, estos autores reportaron un porcentaje de éxito de un 94% en el tratamiento de dientes con lesiones periapicales que recibieron medicación temporaria con hidróxido de calcio.



Los datos de la literatura médica, las observaciones clínicas y los estudios realizados por Soares y Goldberg<sup>199</sup> en los últimos 15 años sustentan la utilización del hidróxido de calcio como medicación entre sesiones para el tratamiento de dientes con pulpa necrótica con presencia de lesión periapical o sin ella, cuando se emplea más de una sesión operatoria.

En este aspecto Trope *et al.*<sup>229</sup> realizaron una evaluación radiográfica de la reparación periapical en dientes con periodontitis apical, que habían recibido una medicación intraconducto con una pasta acuosa de hidróxido de calcio durante una semana. Los resultados arrojaron un 10% más de reparaciones periapicales en éstos dientes en comparación con los que se obturaron en una sólo cita, o en los que se había tomado más tiempo para la obturación del conducto radicular y no se había colocado medicación previa entre citas.

Weiger *et al.*<sup>240</sup> refieren igualmente que el tratamiento de conductos en una sólo sesión, crea condiciones favorables para la reparación periapical, similar a la terapia endodóncica en 2 sesiones cuando se usa medicación intraconducto con hidróxido

de calcio; por lo tanto, es una alternativa aceptable ante el tratamiento de dientes despulpados con lesiones periapicales.

El hidróxido de calcio es aceptado como un antimicrobiano eficaz<sup>38,215,22</sup>, cuyo mecanismo de acción no es totalmente conocido; en este sentido se refiere una disociación de iones de calcio e iones hidroxilo que aumentan el pH ambiental en los tejidos vitales, con un efecto de inhibición del crecimiento bacteriano y una acción que favorece los procesos de reparación hística<sup>47,197,190,200,124</sup>.

Al colocarse en el interior del conducto radicular (en contacto directo con las paredes dentinarias), se produce la ionización del hidróxido de calcio en presencia del agua y por consiguiente, la alcalinización del medio. Al llegar al interior de los túbulos dentinarios, los iones hidroxilo modifican el pH de la dentina, lo que provoca la destrucción de la membrana celular de las bacterias y de sus estructuras proteicas. La alteración del pH de la dentina es lo que torna inadecuado el medio para la supervivencia de la mayoría de la flora microbiana endodóncica<sup>200</sup>.

El hidróxido de calcio se ha utilizado en el interior de los conductos con la intención de favorecer la aposición de tejidos calcificados que obliteren el orificio apical, especialmente cuando el ápice está incompletamente formado, para favorecer la reparación periapical en los casos de periodontitis con osteolisis notables o posibles lesiones quísticas, de igual manera para prevenir el avance de la resorción inflamatoria radicular<sup>113</sup> .

Cuando las bacterias se encuentran en la masa dentinaria se necesita la difusión de los iones hidroxilo a través de los túbulos dentinarios. De este modo, al alcanzar con lentitud la dentina, el hidróxido de calcio crea condiciones impropias para la supervivencia de la mayoría de las bacterias que suelen estar presentes en las infecciones de origen endodóncico<sup>200</sup> .

La difusión de los iones de hidroxilo y de calcio, a través de la dentina, ejercen una acción de inhibición bacteriana a distancia y es por ello que pueden disminuir la actividad osteoclástica en la superficie radicular dentaria<sup>228,239,41</sup> .

Se ha demostrado que el hidróxido de calcio actúa sobre las endotoxinas bacterianas, hidrolizando la porción lipídica del

liposacárido bacteriano (LPS) presente en la pared celular de las bacterias anaerobias Gram negativas, y neutraliza su acción estimulante sobre el proceso de resorción del tejido óseo<sup>200</sup>.

Safavi *et al.*<sup>181</sup> afirman que cuando el hidróxido de calcio hidroliza la porción lipídica de los lipopolisacáridos bacterianos, genera a su vez pérdida de sus efectos biológicos, como son: toxicidad, pirogenicidad, activación del macrófago y activación del complemento.

Asimismo; es importante la acción que se lograría con el hidróxido de calcio como medicación intraconducto, en la persistencia de estos lipopolisacáridos a nivel de los túbulos dentinarios de conductos radiculares infectados<sup>114,158</sup>.

Tonamaru *et al.*<sup>220</sup> realizaron un estudio *in vivo* utilizando diferentes soluciones irrigantes (NaOCl al 1%, 2,5% y 5%; gluconato de clorhexidina al 2%; solución fisiológica) y una pasta de hidróxido de calcio mezclada con solución salina, para evaluar el efecto de éstas sobre los lipopolisacáridos bacterianos de la *Escherichia coli*. Pudieron observar, que la preparación biomecánica con estas soluciones irrigantes no inactivó los

efectos de las endotoxinas; en cambio, la pasta de hidróxido de calcio si lo permitió.

Por otra parte; se acepta que parte de la actividad antibacteriana del hidróxido de calcio se relaciona con la absorción de dióxido de carbono, el cual priva de éste a las bacterias capnófilas del conducto radicular. Los cambios en el contenido de gas en el interior de los conductos causados por el hidróxido de calcio pueden eliminar las bacterias aún en ausencia del contacto físico del material<sup>118,130</sup>.

Fuss *et al.*<sup>78</sup> realizaron un estudio donde miden el pH de distintas pastas de hidróxido de calcio después de 30 días de haber sido expuestas al dióxido de carbono; evidenciando que el pH de dichas pastas fue significativamente más reducido comparándolas con las pastas que fueron expuestas al aire a temperatura ambiente.

Asimismo, pudieron notar que a pesar de 30 días de exposición al dióxido de carbono, estas pastas todavía mantenían un pH bactericida significativo dentro del conducto radicular<sup>78</sup>.

No obstante, Abdulker *et al.*<sup>2</sup> reportaron decepción con el uso del hidróxido de calcio debido a la falta de actividad antibacteriana contra los anaerobios *P. gingivalis* y *Peptostreptococcus micros*.

Se ha demostrado que el hidróxido de calcio tiene alguna eficacia para disolver el tejido pulpar *in vitro* y aumenta la capacidad del NaOCl de disolver el tejido orgánico remanente en una consulta posterior<sup>231,105</sup>. De esta manera el NaOCl incrementa la capacidad de limpieza sobre los restos pulpares, siendo esta mayor que cuando se efectúa en una única sesión<sup>234</sup>.

Wadachi *et al.*<sup>234</sup> evaluaron la disolución de tejidos blandos en conductos radiculares, aplicando NaOCl, hidróxido de calcio o una combinación de ambos; y pudieron observar que la remoción del tejido fue más efectiva con el NaOCl al 6% por más de 30 segundos o con la medicación del hidróxido de calcio por 7 días; siendo la más efectiva la combinación de ambas.

Türkün y Cengiz<sup>231</sup> afirman que la limpieza del conducto radicular obtenida mediante una medicación de hidróxido de calcio seguida de una irrigación con NaOCl al 0,5% es tan

efectiva como cuando se utiliza una concentración superior al 5,25%. Esta propiedad de disolución<sup>251</sup> de los tejidos parece funcionar con la misma eficacia tanto en medios aerobios como en anaerobios.

Si bien se reconocen beneficios por la utilización de otros antisépticos como medicación entre sesiones, deben formularse algunas reservas en cuanto al poder irritante que estas sustancias pueden producir sobre los tejidos periapicales. Las concentraciones empleadas deben ser las menores posibles en las que aún se manifieste la capacidad antimicrobiana deseada. Las técnicas de uso, deben garantizar el mantenimiento de los antisépticos en el interior del conducto radicular<sup>199</sup>.

#### 10.3.1 Técnica para el uso de las pastas de hidróxido de calcio

Para que el hidróxido de calcio pueda ejercer su acción antiséptica es necesario que el conducto esté conformado (vacío, seco y con su permeabilidad dentinaria restablecida)<sup>200</sup>.

Para alcanzar esta condición es necesario irrigar el conducto con EDTA, esta irrigación tiene por objetivo eliminar un conglomerado pastoso constituido por diminutos restos

dentenarios y por una sustancia amorfa que queda sobre las paredes del conducto después de la preparación mecánica. Este conglomerado, denominado capa de desecho o barro dentinario, obstruye la entrada de los túbulos dentenarios y reduce hasta en un 49% la permeabilidad de la dentina<sup>200</sup>.

Después de la eliminación de esta capa residual, la permeabilidad de los túbulos dentenarios estará aumentada, y facilitará la acción del hidróxido de calcio sobre la dentina. En la secuencia es necesario: 1) llenar el conducto con la pasta de hidróxido de calcio; 2) tomar radiografía del diente y 3) limpiar la cámara pulpar<sup>200</sup>.

(1) Para llenar el conducto con la pasta de hidróxido de calcio; es posible utilizar una pasta comercial, como la Calen® (SS White); la Pulpdent TemCanal® (Pulpdent) u optar por hacer una pasta en el momento de uso. Esta segunda opción, Soares y Goldberg<sup>200</sup> prefieren hacer la mezcla de una porción de hidróxido de calcio con propilenglicol, un alcohol que también tiene propiedades antibacterianas. Los dos componentes deben mezclarse con una espátula en forma vigorosa y con lentitud, hasta obtener una homogeneidad y consistencia apropiadas<sup>200</sup>.



Se puede llevar el hidróxido de calcio a la cámara pulpar con un instrumento de plástico, un portador de amalgama o jeringa, luego el llenado del conducto puede hacerse con limas endodóncicas empleadas en sentido contrario a las agujas del reloj<sup>200</sup> mediante jeringa descartable o con un espiral de léntulo<sup>118</sup>.

Para usar la jeringa descartable es necesario que la pasta posea una consistencia óptima, sólo así fluirá con facilidad a través de la aguja. Las pastas comerciales vienen listas y acompañadas de jeringas apropiadas; es preciso observar las instrucciones del fabricante sobre la forma de uso<sup>200</sup>.

Al utilizar una jeringa para llevar el hidróxido de calcio al conducto, la aguja deberá estar calibrada con topes de goma o silicona, colocados a 3 o 4 mm del tope apical. La aguja se introduce hasta la profundidad deseada y al presionar con suavidad el émbolo, se retira la jeringa con lentitud, hasta percibir el reflujo de la pasta en la cámara pulpar. De esta forma evitaremos la presencia de espacios vacíos y propiciaremos condiciones para que el conducto quede lleno<sup>200</sup>.

La aplicación de la pasta en estas condiciones proporciona un llenado de calidad óptima, con cantidad reducida de émbolos de aire. Siempre que la aguja quede a una distancia mayor de 3 a 4 mm, el llenado del conducto por este medio se torna difícil<sup>200</sup>.

En esos casos, el uso de un léntulo es una alternativa que ofrece buenos resultados. Para rellenar conductos con un léntulo, la pasta debe ser un poco más consistente, se carga el léntulo, se lleva al interior del conducto y se acciona el motor; al retirarlo, la pasta permanecerá en el conducto<sup>200</sup>.

Es posible que en el intento por llenar el conducto por completo (en especial en dientes con lesiones periapicales) se produzca la extrusión de la pasta; aunque Soares y Goldberg<sup>200</sup> no recomiendan la colocación del hidróxido de calcio más allá del foramen apical, refieren que no debe ser motivo de preocupación.

(2) En el procedimiento de la aplicación de la pasta de hidróxido de calcio; se debe tomar una radiografía para observar que la misma ocupa el espacio del conducto radicular por completo, la radiografía será útil para comprobar el llenado, en

especial para los clínicos que poseen poca experiencia con este procedimiento<sup>200</sup> .

Las pastas comerciales tienen casi siempre un radiopacificador en su composición, lo que facilita su detección en la imagen radiográfica. Las pastas de hidróxido de calcio PA (grado de pureza proanálisis) con propilenglicol, tienen la misma radiopacidad de la dentina y cuando se compactan en el interior del conducto promueve la desaparición de la imagen radiolúcida correspondiente a la cavidad pulpar<sup>200</sup> .

La presencia de áreas radiolúcidas dentro del conducto indica la existencia de espacios vacíos que pueden perjudicar el tratamiento, cuando esto ocurre es posible eliminarlos con el agregado de más pasta<sup>200</sup> .

(3) Limpiar la cámara pulpar colocar una torunda de algodón y sellar adecuadamente; la presencia de la pasta de hidróxido de calcio en las paredes de la cavidad de acceso puede favorecer la penetración de saliva a través de la interfase diente y material obturador<sup>200</sup> .

En esas circunstancias, la filtración inhibirá por completo la acción del hidróxido de calcio, lo que determinará el fracaso del procedimiento<sup>200</sup> . Por el contrario; si se oblitera adecuadamente el conducto con hidróxido de calcio durante el tratamiento, se ve disminuido el ingreso del líquido hístico que es utilizado como un nutriente por los microorganismos<sup>76</sup> .

En cuánto al tiempo de permanencia, son muy concluyentes las informaciones acerca de que la acción antimicrobiana del hidróxido de calcio se relaciona con la liberación de iones de hidroxilo que proporcionan al medio un pH elevado. Cuando entra en contacto con las bacterias, la acción antimicrobiana de este fármaco es rápida y eficaz, la mayoría de los microorganismos son eliminados en los primeros 10 minutos<sup>200</sup> .

Sin embargo; Sjögren *et al.*<sup>195</sup> y Ørstavik *et al.*<sup>163</sup> evaluaron el período de tiempo necesario para que sea eficaz una medicación intraconducto de hidróxido de calcio; aplicándolo por 10 minutos y 7 días, en conductos radiculares con lesiones periapicales.

Los resultados evidenciaron que la aplicación del medicamento por 10 minutos fue inefectiva; mientras que durante 7 días si se evidenció la eliminación de las bacterias que habían persistido a la instrumentación biomecánica del conducto radicular. Por lo que concluyen que una medicación intraconducto de hidróxido de calcio por períodos de tiempo inferiores a una semana, es ineficaz<sup>196,163</sup> .

Varios factores pueden dificultar la difusión del hidróxido de calcio a través de la dentina, como: la reducida cantidad de agua (indispensable para que se produzca la ionización), la acción buffer de la hidroxiapatita, las obstrucciones en la entrada de los túbulos dentinarios (posteriores a la reacción del producto con la dentina) y el contenido de los mismos<sup>200</sup> .

También se plantea que al eliminar la capa de desecho se facilita la difusión del hidróxido de calcio hacia los túbulos dentinarios; de igual manera se afirma que la presencia de la misma disminuye en un 30% la difusión de los iones hidroxilo y calcio<sup>76</sup> .

En este aspecto, Foster *et al.*<sup>76</sup> posterior a una investigación concluyen que la eliminación de la capa de desecho previo a la introducción de una pasta acuosa de hidróxido de calcio, permitió una penetración significativamente mayor de iones hidroxilo y calcio hacia la superficie radicular; siendo la difusión máxima hacia el séptimo y el incremento máximo del pH en la superficie, a las dos semanas.

Por otra parte, autores tales como Semra *et al.*<sup>184</sup> recomiendan que al eliminar la medicación intraconducto de hidróxido de calcio para realizar el procedimiento de obturación de los conductos radiculares, se irrigue no sólo con NaOCl sino también se haga uso de EDTA para garantizar una eliminación eficaz del contenido de hidróxido de calcio de los conductos radiculares, así como también permitir la penetración de los cementos selladores hacia los túbulos dentinarios.

Además de estos aspectos, la difusión iónica a través de la dentina se puede ver influenciada por factores inherentes a cada diente, entre ellos: la cantidad y el diámetro de los túbulos dentinarios, así como también se ve afectado de manera

negativa dicha difusión ante un mayor grosor de tejido dentinario<sup>200,163,228,239</sup> .

De este modo, tenemos que la alcalinización de la dentina del tercio apical se produce con más lentitud que en la región cervical. En la porción apical hay menor cantidad de túbulos, los cuales además tienen menor diámetro, lo que dificulta la difusión de los iones hidroxilo a través de la dentina. Como consecuencia de estos factores, el proceso de alcalinización de la dentina, requerido para la destrucción de todos los microorganismos, podrá ser muy lento<sup>200</sup> .

Esta alcalinización resulta menor en áreas distantes del conducto radicular debido a la escasa penetración de iones hidroxilo y calcio. Se piensa que puede deberse a la propiedad buffer de los iones de hidrógeno de la hidroxiapatita y otros compuestos de la dentina<sup>228,239,41</sup> .

Aunque algunos trabajos mencionan la posibilidad de que la alcalinización de la dentina se produzca en períodos de 1 a 7 días, otros demuestran que en períodos mayores de 7 a 30 días,

este producto proporciona una desinfección más efectiva del conducto radicular. A partir de ello no queda claro cuál es el período mínimo necesario para que la medicación intraconducto con hidróxido de calcio ejerza un efecto antibacteriano apreciable<sup>200</sup>.

El proceso de alcalinización de la dentina necesaria para la desinfección requiere de períodos de 7 a 30 días, teniendo como contrapartida el riesgo de mantener el diente con una restauración provisional por plazos mayores. La experiencia clínica aconseja concluir el tratamiento endodóncico lo más antes posible<sup>200</sup>.

Con el objetivo de conciliar el tiempo de permanencia con la necesidad de finalizar el tratamiento y sobre la base de las informaciones halladas en la literatura médica; Soares y Goldberg<sup>200</sup> recomiendan el uso de la medicación entre sesiones con hidróxido de calcio por un período de 7 días. Como opción, en casos con grandes lesiones periapicales, resorciones o ambas afecciones, éste fármaco podrá dejarse por 30 días.



Con estos plazos se pretende contemplar la posibilidad de que el hidróxido de calcio ejerza la plenitud de su actividad antimicrobiana y, al mismo tiempo, concluir el tratamiento en un período que no represente una demora en la recuperación funcional y estética del diente<sup>200</sup>.

Cuando el hidróxido de calcio debe permanecer un tiempo prolongado en el conducto radicular será necesario considerar la posibilidad de hacer un recambio de esta medicación. En este sentido Soares y Goldberg<sup>200</sup> realizaron un estudio para evaluar histológicamente la influencia del tiempo de permanencia del hidróxido de calcio en la reparación de lesiones periapicales, y constataron que el cambio efectuado a los 15 días contribuyó en forma positiva con los resultados observados.

De estas observaciones cabe deducir que si el hidróxido de calcio debe permanecer por un período de 30 días en el conducto radicular, es conveniente realizar un cambio a los 15 días después de su colocación inicial<sup>200</sup>.

En los casos de exudado persistente, en donde hay mucha dificultad para secar el conducto (condición esencial para la

acción del hidróxido de calcio) se recomienda el cambio de esta sustancia en períodos menores. El tiempo de uso mínimo para esta medicación temporaria deberá contarse a partir del momento en que el hidróxido de calcio se aplique en el conducto seco<sup>200</sup> .

Para retirar el hidróxido de calcio del conducto radicular, se procede al aislamiento absoluto, eliminación de la restauración provisional e irrigación lenta y abundante con 10 ml de EDTA , la remoción completa del hidróxido de calcio no es fácil de lograr y siempre existe la posibilidad de que buena parte de la pasta quede adherida a las paredes del conducto, lo que reduciría la permeabilidad dentinaria y dificultaría la difusión del hidróxido de calcio que se aplica a continuación<sup>200</sup> .

La solución de EDTA sugerida como irrigante, podría contribuir a la remoción de la pasta remanente, y propiciar así condiciones para la acción del hidróxido de calcio colocado por segunda vez<sup>200</sup> .

En los conductos muy estrechos o dilacerados, que no pueden ampliarse lo suficiente, el llenado adecuado con

hidróxido de calcio es muy difícil. En esas circunstancias es preferible el uso de antisépticos líquidos. El uso del hidróxido de calcio como medicación intraconducto constituye una preocupación doble, las dificultades para su colocación son comparables con las que se presentan para su remoción<sup>200</sup>.

#### **10.4 Conos de gutapercha con medicamentos incorporados en su matriz**

##### 10.4.1 Conos de gutapercha con clorhexidina

Actualmente se cuenta con una presentación de clorhexidina denominada activ point® (ROEKO); que consiste en conos de gutapercha preparados con efecto de depósito, que liberan diacetato de clorhexidina a partir de dicha matriz de gutapercha<sup>144,217</sup>. (Gráfico11)

Su composición específica consiste en; diacetato de clorhexidina, en un 5% aproximadamente, ZnO, BaSO<sub>4</sub> y pigmentos colorantes; se usan como medicación temporal entre citas<sup>144</sup>.



Gráfico 11: Conos de gutapercha con Clorhexidina. Presentación comercial casa Roeko.

En cuánto a la manipulación y conservación de éstos conos se indica que, son para un solo uso, se deben conservar en un lugar seco a menos de 25°C y presentan un tiempo de vida útil de 3 años<sup>144</sup>.

Dentro de las propiedades de éstos conos se cita la comodidad de llevar el medicamento ya listo y de forma fácil al conducto radicular. El diacetato de clorhexidina está incorporado en estado puro y de homogéneo en la matriz portadora de gutapercha. Los conos cumplen con las normas ISO, presentan medidas exactas, son de color naranja, para evitar confusión con los conos de hidróxido de calcio o gutapercha<sup>144</sup>.

Para aplicar estos conos, se toma como referencia el tamaño del último instrumento utilizado en la preparación biomecánica. Al colocarlo, el diacetato de clorhexidina se disuelve en el líquido que fluye inmediatamente después del secado por los canalículos dentinarios. La administración compacta del diacetato de clorhexidina en forma de conos permite introducir cantidades suficientes de clorhexidina en el conducto radicular<sup>144</sup>.

Referente a la duración de la aplicación; y debido a la estructura de la matriz de gutapercha, la superficie del cono desprende en primer lugar cantidades relativamente grandes de diacetato de clorhexidina. Las capas dispuestas a mayor profundidad se desprenden más lentamente. Por tener la clorhexidina afinidad respecto a la dentina, está disponible por períodos relativamente prolongados<sup>144</sup>.

Las duraciones de aplicación recomendadas varía entre 1 y 3 semanas; el período de recambio mínimo recomendado es de 2 a 3 días. Después se debe proceder a un cambio de la obturación temporal o a la obturación definitiva del conducto radicular<sup>144</sup>.

La liberación del diacetato de clorhexidina en el medio acuoso no influye en la estabilidad del cono y sigue manteniendo una forma estable aún después de una duración de aplicación relativamente prolongada, pudiendo ser retirados éstos conos con facilidad. Se puede usar para tal fin una pinza algodонера o sondas barbadas<sup>144</sup> .

Cuando éstos conos entran en contacto con la mucosa bucal, raramente se puede producir una irritación o una alteración de la sensación gustativa. Los dos síntomas desaparecen después de poco tiempo. También es posible que se produzca un teñido marrón, pero reversible, del conducto radicular. En caso de que exista una alergia conocida contra la clorhexidina, no se deben aplicar<sup>144</sup> .

Cuando se usa NaOCl y alcoholes para la irrigación del conducto radicular, pueden surgir efectos sinérgicos en caso de utilizar clorhexidina. Estos pueden conducir a un mayor efecto inicial, que no alberga peligro alguno; por lo tanto, los conos se pueden introducir sin peligro en un conducto que no se encuentre completamente seco<sup>144</sup> .

Por otra parte, Szep *et al.*<sup>217</sup> realizan un estudio para probar la citotoxicidad de las puntas de gutapercha con medicamentos en su matriz; donde pudieron evidenciar que todas las puntas de gutapercha, incluso las que no tenían antisépticos en su interior, generaron reacciones de toxicidad en mayor o menor grado. En este sentido, los autores antes mencionados reportan que las puntas con clorhexidina en su interior fueron las que generaron mayor citotoxicidad; comparándolas con las que incluían hidróxido de calcio o las que no incluían ningún tipo de medicamento.

#### 10.4.2 Conos de gutapercha con hidróxido de calcio

Existe una presentación en conos de gutapercha que incorporan en su composición el hidróxido de calcio, para ser utilizados como medicación intraconducto. Están elaborados con una matriz de gutapercha y bario, para facilitar el contraste radiológico; así como también se incluye en su composición colorantes inespecíficos<sup>210,124</sup>.

Una de las casas comerciales que elaboran éstas puntas de hidróxido de calcio con una matriz de gutapercha, es Roeko, Ulm, en Alemania, el manejo clínico de las mismas se facilita debido a que están estandarizados, según las normas ISO, por lo

que se pueden adaptar según el tamaño del conducto<sup>124</sup> .  
(Gráfico 12)

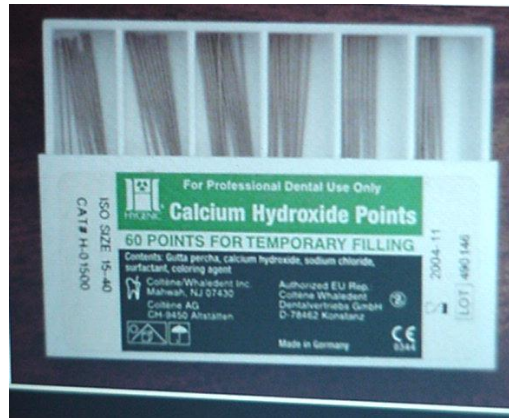


Gráfico 12: Conos de gutapercha con hidróxido de calcio. Presentación comercial casa Hygienic.

La facilidad de inserción y control de la longitud de dichos conos, debido a su estado físico-sólido permite la colocación adecuada de la medicación intraconducto temporal, para que el efecto antimicrobiano sea eficaz. De igual manera, la posibilidad de extraer fácilmente el cono de hidróxido de calcio con matriz de gutapercha, permite la posibilidad de valorar el estado del conducto<sup>124</sup> .

Estos conos de hidróxido de calcio están indicados para tratamientos de; apicoformación, presencia de resorciones



radiculares y lesiones periapicales. De igual manera, pueden utilizarse en casos de urgencia en dientes con diagnóstico de pulpitis irreversible, para ser colocados luego de la preparación biomecánica<sup>124</sup> .

Cuando en los conductos existen fluidos que dificulten la obturación del sistema de conductos radiculares de manera satisfactoria, los conos de hidróxido de calcio pueden bloquear la entrada de los mismos, dado que la adaptación puede ser equiparada al último número de la lima utilizada en la instrumentación<sup>124</sup> .

El mecanismo de reducción de la filtración puede ser debido a: presencia de la barrera fibrosa que se forma; a la contracción de capilares al colocarlo en contacto con el tejido del huésped o simplemente al efecto mecánico de bloqueo<sup>124</sup> .

El hidróxido de calcio puede tener la capacidad de disolver tejido necrótico hasta en zonas anatómicas de difícil acceso en los conductos radiculares, por ello se ha utilizado la pasta antiséptica con dicho medicamento; contrariamente, con los conos de hidróxido de calcio y matriz de gutapercha la diferencia

está en la imposibilidad de distribución del hidróxido de calcio intraconducto o hacia los tejidos periapicales; como por el contrario si lo permite la pasta resorbible<sup>124</sup> .

Sin embargo; autores como Andreas *et al.*<sup>12</sup> refieren que la eficacia y uso de los conos de gutapercha con hidróxido de calcio, es comparable con las pastas de dicho medicamento; de igual manera reporta luego de una investigación *in vitro* para comparar la actividad antibacteriana de los conos de gutapercha con medicamentos; que los conos de hidróxido de calcio en la matriz de gutapercha, proporcionan una actividad inhibitoria en el crecimiento de bacterias patógenas endodóncicas; superior a los conos de gutapercha con clorhexidina.

## **11. ASOCIACIONES DE MEDICAMENTOS PARA USO INTRACONDUCTO**

### **11.1 Hidróxido de calcio y paramonoclorofenol alcanforado**

Se ha recomendado la aplicación tópica de una asociación de hidróxido de calcio y paramonoclorofenol alcanforado luego de la preparación biomecánica, en el tratamiento de dientes despulpados e infectados<sup>137</sup> .

Esta asociación ha sido considerada como medicación tópica ideal, pues tomando en cuenta que el paramonoclorofenol alcanforado tiene gran actividad sobre los microorganismos aerobios más resistentes al tratamiento, y que el hidróxido de calcio la tiene sobre los anaerobios; puede entonces ser efectiva para la destrucción de gérmenes localizados en el sistema de conductos radiculares que pudiesen haber escapado a la acción de la preparación biomecánica<sup>35,171</sup>.

El paramonoclorofenol alcanforado actuaría gracias a su baja tensión superficial y también posiblemente por la liberación de vapores de cloro. El hidróxido de calcio actuaría por su gran difusibilidad en los líquidos tisulares alcalinizando el medio y volviéndolo inadecuado para el desarrollo microbiano, y destruyendo las bacterias en sitios inaccesibles a la preparación biomecánica, incluyendo las áreas de las resorciones cementarias apicales<sup>137</sup>.

En los fracasos de los tratamientos endodóncicos hay predominio de las bacterias anaerobias facultativas; especialmente el *Enterococcus faecalis* el cual es bastante resistente a la medicación con hidróxido de calcio; incluso

aplicada por más de 10 días. Para controlar estas resistencias bacterianas se propone también el empleo de una medicación intraconducto con hidróxido de calcio mezclado con una moderada proporción de paramonoclorofenol alcanforado<sup>99</sup>.

En este sentido; Siqueira y de Uzeda<sup>194</sup> evaluaron el efecto antibacteriano sobre varios tipos de bacterias comunes en infecciones endodóncicas del hidróxido de calcio cuando fue mezclado con 3 diferentes vehículos (solución salina al 0,85%, glicerina, paramonoclorofenol alcanforado y glicerina).

Los resultados indicaron que todas las pastas fueron efectivas contra las bacterias probadas (*Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus sanguis*, *Enterococcus faecalis*). La pasta de hidróxido de calcio y paramonoclorofenol alcanforado con glicerina fue la más efectiva contra los 4 tipos de bacterias. Esos hallazgos indican que el paramonoclorofenol incrementa la actividad antibacteriana de la pasta de hidróxido de calcio<sup>194</sup>.

Otro estudio de Siquiera *et al.*<sup>193</sup> ratifica lo anterior, pues luego de aplicar pastas de hidróxido de calcio (con solución

salina o paramonoclorofenol alcanforado); en conductos con túbulos dentinarios infectados con 2 tipos de bacterias anaerobias estrictas (*Actinomyces israelí* y *Fusobacterium nucleatum*) y una anaerobia facultativa (*Enterococcus faecalis*).

Los citados autores pudieron observar que la pasta de hidróxido de calcio con paramonoclorofenol alcanforado eliminó efectivamente las bacterias en 1 hora, y en un día el *Enterococcus faecalis*; mientras que la pasta de hidróxido de calcio con solución salina fue inefectiva contra el *Fusobacterium nucleatum* y *Enterococcus faecalis* hasta después de 1 semana<sup>193</sup>.

Distel *et al.*<sup>65</sup> evidenciaron la colonización de *Enterococcus faecalis* y la formación de una biopelícula en los conductos radiculares la cual es la que permite la resistencia a las medicaciones comunes de hidróxido de calcio y generar infecciones crónicas en el sistema de conductos radiculares.

Evnas *et al.*<sup>71</sup> estudiando el mecanismo relacionado con la resistencia del *Enterococcus faecalis* al hidróxido de calcio, observaron que dicho microorganismo era resistente al

hidróxido de calcio a un pH de 11,1 pero no lo era a un pH de 11,5.

El paramonoclorofenol mezclado con hidróxido de calcio no debe ser considerado un vehículo, sino más bien, un medicamento adicional. Esta pasta además de poseer un alto radio de acción eliminando las bacterias localizadas en las regiones más distantes del sitio donde se aplicó, muestra un comportamiento biocompatible ya que probablemente el hidróxido de calcio podría prevenir o reducir la penetración del paramonoclorofenol alcanforado al tejido perirradicular y reducir así su citotoxicidad<sup>194</sup>.

Leonardo<sup>137</sup> recomienda la pasta Calen® 2,5:7,5 (SS White Artigos Dentários Ltda.. Río de Janeiro); la cual consiste en: Hidróxido de calcio (2,5 g); Óxido de cinc (0,5); Colofonia (0,05 g); Polietilenglicol 400 (1,75 ml); Paramonoclorofenol alcanforado (0,15 ml).

El mismo autor en los casos de grandes lesiones periapicales, así consideradas<sup>137</sup> cuando presentan un diámetro superior a 5 mm, que puede llegar a 10 mm,

recomienda cambios mensuales de la aplicación de ésta asociación, como mínimo 4 veces.

Waltimo *et al.*<sup>236</sup> realizan un estudio donde comparan la susceptibilidad de 6 especies de *Cándida* al hidróxido de calcio; y la del *Enterococcus faecalis* a la misma medicación acuosa. Los resultados indicaron que las especies de *Cándida* mostraron igual o más alta resistencia a la medicación, que el *Enterococcus faecalis* ; lo cual explica el aislamiento de levaduras en casos de periodontitis apical persistente, y reafirma la necesidad de una medicación suplementaria, como las ya mencionadas, en este tipo de infecciones endodóncicas.

### **11.2 Hidróxido de calcio y clorhexidina**

La resistencia del *Enterococcus faecalis*<sup>91,153,167,166</sup> a la acción antiséptica del hidróxido de calcio y la frecuencia en que esta especie se encontró en casos de fracasos endodóncicos, sugieren que el uso de este fármaco sería inadecuado en retratamientos. En esas circunstancias, el empleo de otro antimicrobiano, solo o asociado con hidróxido de calcio, podría aportar mejores resultados<sup>200,148</sup> .

En este contexto; se ha propuesto mezclar el hidróxido de calcio y el gluconato de clorhexidina al 2% para aumentar la efectividad de éstos medicamentos contra microorganismos resistentes en el tratamiento de fracasos endodóncicos<sup>9,90</sup> .

En este sentido; Haenni *et al.*<sup>100</sup> realizan una investigación donde se compara el efecto de la mezcla de hidróxido de calcio con NaOCl, yodo yoduro de potasio o clorhexidina; y la comparan con la mezcla de hidróxido de calcio y solución salina.

Los resultados mostraron que el hidróxido de calcio de la pasta redujo inmediatamente la eficacia antimicrobiana de la clorhexidina; así mismo los autores afirman que la mezcla de hidróxido de calcio con las otras soluciones de irrigación empleadas, no produjo un incremento en el efecto antibacteriano de esas mezclas comparado con la medicación convencional de hidróxido de calcio y solución salina<sup>100</sup> .

Contrariamente; Gomes *et al.*<sup>90</sup> realizaron un estudio *in vitro* para valorar la efectividad del gluconato de clorhexidina en gel al 2% e hidróxido de calcio; tanto de manera separada como combinados, contra el *Enterococcus faecalis* una vez llevados al



conducto radicular. Estos medicamentos fueron colocados en la luz de los conductos de dientes bovinos por 1, 2, 7, 15 y 30 días.

En los resultados se pudo observar que el gel de clorhexidina solo, inhibió completamente el crecimiento del *Enterococcus faecalis* luego de transcurrir 1,2,7 y 15 días. El hidróxido de calcio permitió crecimiento bacteriano en todos los tiempos evaluados. Mientras que la combinación de clorhexidina e hidróxido de calcio fue efectiva luego de 1 y 2 días de su colocación en el conducto radicular; demostrando el 100% de acción antibacteriana. También se pudo evidenciar que ésta combinación disminuye su actividad antimicrobiana en el lapso de tiempo de 7 a 15 días<sup>90</sup>.

Otro estudio realizado por Andreas *et al.*<sup>11</sup> donde se evaluó la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio mezclado con diferentes agentes, pudo poner de manifiesto que la mezcla de hidróxido de calcio solo, eliminó eficazmente las bacterias Gram negativas; mientras que la combinación del hidróxido de calcio con clorhexidina produjo una eliminación más rápida de bacterias Gram positivas (*Peptostreptococcus micros*,

*Streptococcus intermedius*) de conductos radiculares infectados, comparándolo con el uso del hidróxido de calcio solo.

## **12. LIMITACIONES EN EL USO DE LOS MEDICAMENTOS INTRACONDUCTO**

Una desventaja de los agentes químicos empleados en el espacio pulpar; es que la acción química o terapéutica depende del contacto directo con los microorganismos o tejidos, y se piensa que estas sustancias no alcanzan todas las áreas del conducto, sino que están limitadas a una acción superficial<sup>237</sup>.

La duración; es otro factor a considerar en la eficacia de la medicación intraconducto; en este aparte, se afirma que los agentes deben permanecer activos a nivel químico durante el tiempo entre citas<sup>237</sup>.

En este sentido; los fenoles pierden su actividad con mucha rapidez y se inactivan en 24 horas mientras que el hidróxido de calcio puede mantener su actividad antimicrobiana por períodos prolongados e inhibir el crecimiento bacteriano<sup>237</sup>.

La toxicidad también es importante; estudios *in vitro e in vivo* muestran que los fenólicos y los aldehídos por lo general son asesinos potentes de células. Otro efecto colateral adverso es su alergenidad; algunos medicamentos actúan como haptenos y alteran los tejidos para convertirlos en sustancias extrañas, las cuales generan una respuesta inmune<sup>237</sup>.

Se reporta amplia evidencia de que las sustancias medicamentosas colocadas en el sistema de conductos radiculares; con o sin tejido, tienen acceso fácil a los tejidos perirradiculares e incluso a la circulación sistémica. Aunque se desconoce los peligros de esta distribución. El uso de potentes químicos que no tengan efectos benéficos demostrados, es por lo tanto cuestionable<sup>237</sup>.

Walton *et al.*<sup>237</sup>; también incluyen dentro de los inconvenientes con la medicación intraconducto, el sabor y olor que estos presentan. Los fenólicos en particular poseen mal olor y un sabor picante, estos medicamentos humedecen y pasan a través del cemento provisional hacia la cavidad bucal, los pacientes informan un mal sabor medicinal.

Algunos odontólogos creen que si el paciente informa mal sabor, el cemento provisional está defectuoso y puede permitir la filtración de saliva al conducto; sin embargo no hay evidencia que apoye esta suposición<sup>237</sup>.

### **13. OTROS MEDICAMENTOS INTRACONDUCTO**

#### **13.1 Cloroxilenol alcanforado (ED84)®**

Es otro medicamento que se puede emplear en conductos radiculares, introducido recientemente en Alemania. Consiste en una medicación líquida, la cual supone tiene la misma eficacia que una medicación temporal del conducto radicular por una duración de dos días y que no es tóxico para el tejido<sup>187</sup>.

Edgar S *et al.*<sup>187</sup> realizaron un estudio *in vitro* y bajo condiciones clínicas, donde el objetivo fue investigar el efecto antimicrobiano del ED84®, contra los siguientes microorganismos: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, y *Candida albicans*.

Los resultados mostraron que cuando se lleva ED84® sin diluir, al conducto radicular por 180 minutos se evidenció una

reducción en el número de microorganismos. También acotan que el desinfectante ejerce su acción antimicrobiana en un tiempo de 60 minutos como mínimo, siendo mejor si se excede el tiempo a 180 minutos; de igual manera afirman que el efecto desinfectante del ED84® tiene un tiempo limitado de 2 días cuando se usa como medicación intraconducto<sup>187</sup>.

### **13.2 Ledermix ®**

La pasta Ledermix® es un producto que contiene triancinolona y dimeclociclina con demostrada actividad antiinflamatoria, que puede disminuir el proceso de resorción radicular luego de traumatismos dentarios severos<sup>32</sup>.

Bryson *et al.*<sup>32</sup> realizan un estudio donde pudieron demostrar que raíces de dientes tratados con pasta Ledermix®, presentaron estadísticamente de manera significativa una mayor cicatrización y menor resorción radicular, que las raíces de dientes tratados con hidróxido de calcio.

De igual manera; refieren que la colocación inmediata de la pasta Ledermix® en una cita de emergencia luego de una

avulsión dentaria, parece disminuir la resorción radicular e incrementar favorablemente el proceso de cicatrización<sup>32</sup>.

Asimismo; Wong *et al.*<sup>246</sup> afirman que el proceso de resorción radicular es una de las secuelas más comunes en dientes reimplantados, lo cual es determinado en el seguimiento a largo plazo.

Los mismos autores evaluaron el efecto de la colocación inmediata de la pasta Ledermix® sobre la resorción de dientes reimplantados de manera tardía. Se evaluaron 36 raíces dentarias; de las cuales, a un grupo se le colocó la pasta Ledermix® previo a la extracción para ser reimplantados en el lapso de 1 hora. En el otros grupo experimental, se colocó la pasta Ledermix® a los conductos radiculares y se reimplantaron los dientes de manera inmediata<sup>246</sup>.

Los resultados arrojaron que en este último grupo se evidenció una cicatrización significativamente mayor con respecto al grupo donde se realizó la reimplantación en el lapso de 1 hora<sup>246</sup>.

Kim *et al.*<sup>129</sup> estudiando los efectos que genera el uso de la pasta Ledermix®, como medicación intraconducto en la terapia endodóncica, pudieron determinar que la misma produce pigmentación en la estructura dentaria; por lo cual, recomiendan llevarla al conducto radicular; tomando como referencia que quede por debajo del margen gingival, evitando que queden residuos en las paredes de la cavidad de acceso pulpar.

### **13.3 Clindamicina**

La clindamicina es otro agente que se ha empleado como medicación intraconducto. En este sentido; Lin *et al.*<sup>139</sup> evaluaron y compararon el efecto de la clindamicina y tetraciclina en los túbulos dentinarios de bovinos. Se infectaron 32 túbulos dentinarios con *Streptococcus sanguis*; posteriormente se colocaron en los conductos radiculares clindamicina al 2% o tetraciclina al 2% (Ledermix®), por 1 semana.

Los resultados permitieron esclarecer que, la clindamicina redujo significativamente la cantidad de bacterias viables en dentina comparado con el grupo donde se colocó tetraciclina. Ambos medicamentos tienen una actividad antibacteriana, pero la clindamicina fue significativamente mejor<sup>139</sup>.

Bajo las condiciones de este estudio las preparaciones de clindamicina fueron más efectivas que las de tetraciclina; asimismo la clindamicina presentó mayor capacidad de difusión motivo por el cual los autores la sugieren como un medicamento intraconducto eficaz en casos de infecciones persistentes cuando otros medicamentos fallan<sup>139</sup> .

Tomando en cuenta que la efectividad de los medicamentos intraconducto tradicionales en endodoncia para la disminución del número de bacterias en el espacio pulpar, y la prevención de las agudizaciones, continúa siendo cuestionada; Jack *et al.*<sup>121</sup> plantearon el uso de un nuevo medicamento intraconducto que libera una dosis sustancial de clindamicina en los conductos radiculares.

Este medicamento consiste en fibras de acetato vinil etileno con clindamicina; las cuales han mostrado ser efectivas para disminuir el crecimiento de microorganismos patógenos comunes en patologías endodóncicas; los autores antes mencionados realizaron un estudio cuyos resultados evidenciaron la efectividad de estas fibras en relación a la disminución en el crecimiento de *Prevotella intermedia*,



*Fusobacterium nucleatum*, y *Streptococcus intermedius* de dientes humanos extraídos<sup>121</sup>.

Por lo antes expuesto los autores sugieren realizar más investigaciones sobre el potencial de las fibras de acetato vinil etileno con clindamicina, como medicación intraconducto en la terapia endodóncica<sup>121</sup>.

## **14. COMPLICACIONES DURANTE LA DINÁMICA DE IRRIGACIÓN**

### **14.1 Riesgo para la salud ante el uso de cloro**

El cloro puede presentarse en forma de gas o de líquido. El contacto directo con el cloro líquido puede producir quemaduras de la piel y los ojos y, con menos frecuencia, puede también producir lesiones en esos órganos la exposición a altas concentraciones de gas cloro<sup>162</sup>.

El principal efecto del cloro contra la salud es la irritación de las membranas mucosas de las vías respiratorias y de los ojos. A altas concentraciones, el cloro puede producir muerte repentina por paro respiratorio y shock, edema pulmonar y

quemaduras químicas. A menores dosis irrita las membranas mucosas, produciendo lagrimeo, tos y constricción bronquial<sup>162</sup> .

Por lo anterior, es lógico utilizar la respuesta de irritación como base para evaluar la exposición breve cuando se establecen límites por razones de salud. Mientras que el nivel de permitido para las exposiciones más prolongadas debe fijarse de manera que se prevenga el posible desarrollo o agravación de una enfermedad respiratoria crónica<sup>162</sup> .

El cloro es fácilmente detectable por su olor, y esta característica junto con otras pruebas fisiológicas sensibles han sido empleadas para probar la respuesta del ser humano al cloro a bajas concentraciones<sup>162</sup> .

Los efectos adversos del cloro para la salud no se conocieron ampliamente hasta que se empleó gas cloro durante la Primera Guerra Mundial<sup>169</sup> . Varios accidentes importantes que han producido derrames considerables de cloro, han causado graves efectos sobre la salud y en algunos casos incluso la muerte<sup>5,27,66,108.125,241</sup> .

De igual manera; se reportan muy pocos datos que indiquen algún efecto permanente adverso para la salud asociado con la exposición prolongada a bajas concentraciones de cloro<sup>162</sup> .

El cloro en el aire puede medirse; en este sentido Hardy *et al.* citados por la OMS<sup>162</sup> crearon un dosímetro de cloro que según se informa, es sensible a una concentración de cloro de 0,29 mg/m<sup>3</sup> e independientemente de temperaturas entre 0 y 55°C; tiene un tiempo de respuesta inferior a 30 segundos y es idóneo para vigilancia y control personal o de una zona. El aparato contiene 10 ml de una solución amortiguada de bromuro de fluoresceína; el cloro oxida el bromuro para producir bromo que reacciona con la fluoresceína para producir eosina que puede medirse espectrofotométricamente.

Los métodos instrumentales que se han empleado comprenden la cromatografía gaseosa, la espectrofotometría ultravioleta, la colorimetría, la amperometría, la espectrometría de masa, la combinación catalítica y los tubos detectores de lectura directa. Todos los instrumentos de lectura directa requieren calibración, especialmente para bajas concentraciones de cloro en el aire del ambiente<sup>162</sup> .

Existen relativamente pocos estudios publicados sobre la exposición profesional al cloro; sin embargo luego de muchos de estos trabajos, se recomienda la ventilación (un cambio de aire cada 1-4 minutos) de los cuartos de almacenamiento y manipulación de cloro<sup>162</sup>.

#### **14.2 Accidentes durante el procedimiento clínico**

En la literatura odontológica se han descrito diversos inconvenientes durante la irrigación del conducto radicular; abarcando desde: (1)daño a la ropa del paciente, (2)salpicadura del irrigante en el ojo del operador o paciente, (3)inyección a través del foramen o enfisema por aire, (4)reacciones alérgicas al irrigante<sup>115</sup>, (5)quemaduras químicas y fractura de la aguja para la irrigación del conducto radicular<sup>4,156</sup>.

(1)Daño a la ropa; es uno de los incidentes más comunes probablemente. Cuando la irrigación se realiza con ultrasonido el aerosol que se genera puede causar daño a la ropa del paciente; mientras que cuando usamos irrigación manual la precaución radica en asegurar bien la aguja a la jeringa para que no se salga la solución y evitar éste percance<sup>115</sup>.

(2)El contacto de la solución de irrigación con los ojos del paciente o del operador causa un dolor inmediato, profuso lagrimeo, intenso ardor y eritema. Puede ocurrir daño a las células epiteliales de la capa externa de la córnea. Ante este percance se debe realizar lavado ocular con grandes cantidades de agua o solución salina y referir al oftalmólogo para evaluación y tratamiento pertinente<sup>120</sup> .

(3)Chow,<sup>51</sup> refiere que en ciertos casos, cuando la aguja se aplica con mucha profundidad y no hay reflujo, la columna de aire del interior del conducto es empujada hacia la región periapical, lo que provoca un enfisema.

Estos inconvenientes se evitan si se mantiene la aguja siempre libre sin obstruir la luz del conducto y se lleva con suavidad la solución a su interior. De igual manera, para controlar la profundidad de la aguja se pueden usar topes de goma colocados en el cuerpo de la misma, para proporcionar mayor seguridad en cuanto al control de la longitud que penetrará en el conducto<sup>200</sup> .

Para evitar lo anterior Moser *et al.*<sup>116,156</sup> recomiendan; penetrar la aguja hasta la región apical del conducto y luego

retirarla 2 mm, para poder lograr una buena irrigación hacia la región coronal y así evitar entonces inyectar hacia la región del tejido apical, finalmente se debe irrigar de forma lenta y con baja presión.

Es importante también resaltar que si se irriga el conducto radicular con peróxido de hidrógeno al 3%, antes de obturar el conducto se debe irrigar con otra sustancia como el hipoclorito de sodio, esto neutralizará el oxígeno que se encuentre en el conducto y de esta manera se evitará un dolor postoperatorio, producido por el aumento de presión interna que se genera por la formación de gas intrarradicular.<sup>116,232</sup> .

En relación a la inyección de un irrigante, como el NaOCl a los tejidos periapicales, puede ocurrir en dientes con foramen amplio, incorrecta determinación de la longitud de trabajo, cuando la constricción apical se ve afectada luego de la preparación biomecánica del conducto radicular o cuando exista un proceso de resorción a ese nivel, e igualmente cuando se produce una perforación iatrogénica del conducto radicular<sup>115</sup> .

Como ya se mencionó, las soluciones de irrigación deben introducirse de manera pasiva (sin presión) en el conducto, sin embolizar la aguja para evitar aplicar inadvertidamente la solución en los tejidos periapicales, donde producirán dolor y lesión de los tejidos<sup>81,174,115,200</sup> .

En estos casos, la irritación se produce tanto por la presencia física como por la acción química del irrigante. Asimismo, dicha impulsión podría transportar detritus infectados al área periapical, lo cual aumentaría en mayor intensidad la agresión a los tejidos periapicales<sup>200</sup> . El empleo de una aguja con una abertura en la punta o una abertura lateral ayudará a evitar que ésta se trabe<sup>152,117</sup> .

Existe una gran cantidad de casos reportados donde ocurrió este tipo accidente<sup>28,112,174,179,81,29,68,237,61,83</sup> . Los síntomas que se presentan cuando éste hecho ocurre son: (1) Dolor severo inmediato; (2) Edema inmediato de los tejidos circundantes; (3) Posible extensión del edema en la mitad de la cara del lado afectado labio inferior o región infraorbitaria; (4) Profuso sangramiento desde el conducto radicular; (5) Equimosis; (6) Sabor a cloro e irritación cuando se inyecta el

NaOCl en el seno maxilar; (7) Posible infección secundaria; (8) Posibilidad de parestesia reversible<sup>115</sup> .

En cuánto a la terapia que se debe implementar, se recomienda: (1) Información al paciente de lo ocurrido; (2) Control del dolor con anestesia o analgésicos; (3) En casos severos, referir al hospital; (4) Compresas frías extraoral para disminuir la inflamación; (5) Al día siguiente compresas calientes enjuagues bucales de agua tibia para estimular la circulación sistémica local; (6) Control diario; (7) Antibióticos en caso de alto riesgo o evidencia de infección secundaria; (8) Antihistamínicos, si son necesarios; (9) Corticoesteroides; en caso de necesitarlos; (10) Posterior culminación de la terapia endodóncica utilizando como irrigantes solución salina o clorhexidina.<sup>115</sup> .

(4) Aunque no son muy frecuentes se han reportado casos de hipersensibilidad al NaOCl; la historia médica se debe realizar meticulosamente, haciendo especial énfasis en la posibilidad de que pueda existir hipersensibilidad por parte del paciente a los limpiadores o desinfectantes del hogar<sup>127,40</sup> . En caso afirmativo,



el paciente será remitido al alergólogo para la confirmación de la misma y se seleccionará otro tipo de irrigante<sup>83</sup>.

En estos casos el clínico debe evitar la salida del NaOCl a través del foramen apical y no utilizará NaOCl, como irrigante, si existe hipersensibilidad a los productos de limpieza del hogar. Sin embargo, el verdadero tratamiento de estos accidentes durante el protocolo de la irrigación de los conductos radiculares, es la prevención<sup>83</sup>.

(5) Otro inconveniente al momento de la irrigación, es la posibilidad de quemaduras por  $H_2O_2$  ó NaOCl, lo cual se puede evitar mediante el uso de dique de goma y grapas<sup>156</sup>; también se han reportado inconvenientes tales como la fractura de las propias agujas; en este aspecto Abou-Rass<sup>4</sup> afirma que las agujas pequeñas son más efectivas en alcanzar adecuada profundidad, pero son más propensas a posibles problemas de fracturas.

### III. DISCUSIÓN.

La instrumentación de los conductos radiculares pretende eliminar los microorganismos, material necrótico y conformar el conducto para su obturación definitiva; en este sentido Goldberg, Auerbach, Stewart y Maisto afirman que la disminución de microorganismos contenidos en los conductos no sólo se da con la eliminación de la dentina reblandecida durante la instrumentación, sino también con el lavado abundante de las paredes del conducto radicular con sustancias de irrigación<sup>232,200</sup>.

Spangberg<sup>116</sup> entre otros autores, afirma que la mayoría de las soluciones usadas como medio de irrigación son capaces de cumplir con todas o casi todas las funciones, pero que también presentan la desventaja de poder afectar el tejido perirradicular.

La presencia de la capa de desecho en áreas de conductos preparados que fueron inadvertidamente menos instrumentados; han permitido sugerir, que dicha capa de desecho resulta directamente de la acción de los instrumentos utilizados en la preparación químico mecánica de los conductos radiculares<sup>142,49,186</sup>.

Algunos autores refieren que la instrumentación manual es más efectiva que la instrumentación con ultrasonido en la remoción de la capa de desecho; sin embargo autores como Langeland afirman que la eficacia de la limpieza depende más de la anatomía endodóncica que presenta el diente en particular<sup>230,175</sup> .

La controversia en cuanto a la remoción de la capa de desecho; se basa principalmente en la posible presencia de microorganismos en su matriz y la posibilidad de que su presencia física obstaculice el paso de los irrigantes, antisépticos y materiales de obturación<sup>52,244,48,85,185,75,218,184,64</sup> .

A pesar de que algunos autores apoyan el uso de uno u otro irrigante en particular, los estudios de microscopia electrónica de barrido revelan que la eliminación de los restos orgánicos y microorganismos parece estar en función de la mayor cantidad de solución irrigante empleada (volumen), que del tipo de solución que se seleccione<sup>136</sup> .

La concentración recomendada de NaOCl para la irrigación difiere entre los autores, algunos recomiendan una concentración que oscile entre 0,5% a 5,25%, otros sugieren seleccionar la

concentración al 5,25% ya que es significativamente más efectiva como solvente, que las soluciones diluidas al 0,5%, 1% y 2,5%<sup>25</sup>.

Algunos autores apoyan el uso de clorhexidina como agente de irrigación debido a su acción antimicrobiana de amplio espectro; así como también a la propiedad de sustantividad que ofrece. Otros afirman que por no poseer capacidad de disolución de tejido orgánico ni mayor biocompatibilidad, puede ser considerada como una opción más entre las soluciones de irrigación<sup>205,122,252</sup>.

Autores como Byström *et al*, Ciucchi *et al*. y Goldman *et al*. afirman que el NaOCl puede no ser ideal cuando se utiliza como único agente de irrigación; por lo cual se ha propuesto diferentes combinaciones de agentes químicos para el protocolo de irrigación. Incluso se afirma que esta asociación puede ofrecer mejores condiciones bacteriológicas del conducto radicular en un diente despulpado e infectado, para su inmediata obturación en una sesión<sup>136</sup>.

No existe ningún beneficio demostrado de alternar el NaOCl con agua oxigenada; esta combinación sólo produce una acción espumante en el conducto debido a la liberación de O<sub>2</sub><sup>237</sup>. Sin

embargo, autores como Weine<sup>232</sup> la consideran beneficiosa en dientes que han sido dejados abiertos para drenaje.

Algunos autores recomiendan el uso de agentes quelantes entre citas colocándolos hasta por un máximo de 5 días en el espacio sellado de la cámara pulpar<sup>242</sup>. Contrariamente otros autores opinan que su uso debe estar limitado al interior del sistema de conductos radiculares, y una vez lograda la determinación de la longitud de trabajo<sup>237</sup>.

La irrigación con soluciones activadas electroquímicamente proporciona una eficiente limpieza de las paredes del conducto radicular y remoción de la capa de desecho en grandes áreas, por lo cual ha sido considerada superior al NaOCl.; sin embargo se coincide en que se requiere mayor investigación al respecto<sup>145</sup>.

Se sugiere que la presencia de un detergente en la composición del irrigante MTAD, pudiera explicar la mayor efectividad del mismo sobre el *Enterococcus faecalis* y su mayor capacidad de penetración en los túbulos dentinarios<sup>188</sup>.

Factores tales como habilidad de la solución irrigante para llegar a cada porción del sistema de conductos radiculares, curvaturas radiculares, ensachamiento del tercio apical, modo de distribución del irrigante y profundidad de la aguja empleada; influyen en la decisión que tomará el clínico en la selección de un tipo de irrigante u otro<sup>249</sup> .

Canalda<sup>47</sup> entre otros autores, opinan que variables tales como el criterio biológico de reparación posoperatorio, una mejor conformación de los conductos radiculares y una eficiente irrigación, han logrado disminuir el uso de la terapéutica medicamentosa entre citas, la cual consideran un complemento del tratamiento.

Contrariamente autores como Lasala, Baumgartner *et al* y Chong *et al.* apoyan el uso de medicación intraconducto, basados en el hecho de que su acción es decisiva sobre los microorganismos residuales, pues si se duda que los elimine, por lo menos inhibe su crecimiento y multiplicación<sup>134</sup> .

Hauman y Love<sup>106</sup> no recomiendan el uso de formocresol por su alta toxicidad y limitada efectividad clínica, de igual manera es excluido entre los medicamentos aceptados para uso

odontológico<sup>137</sup>. Por el contrario autores como Lasala lo indican y refieren exitoso en la terapia endodóncica de dientes con pulpa necrótica<sup>134</sup>.

Se sugiere la posibilidad de llevar conos de gutapercha con clorhexidina en su matriz, en conductos que presenten algún contenido de NaOCl pues se piensa que surgen efectos sinérgicos que conducen a un mayor efectividad inicial; por lo tanto no hay inconvenientes si el conducto no está completamente seco, cuando se coloca este tipo de medicación intraconducto<sup>144</sup>.

Dentro las limitaciones que ponen en discusión el uso de la medicación se mencionan acción limitada por no alcanzar ciertas zonas del sistema de conductos radiculares, inactivación de su acción con el tiempo, toxicidad a los tejidos circundantes, mal sabor y olor<sup>237</sup>.

## **IV. CONCLUSIONES**

1. La preparación química del conducto radicular consiste en el empleo de soluciones irrigantes, de productos que favorezcan la conformación de conductos atrésicos, así como de fármacos que contribuyen con la desinfección del sistema de conductos radiculares.
2. La irrigación consiste en la introducción de una o más soluciones en la cámara pulpar y conductos radiculares, para su posterior aspiración; que aunque se define como un procedimiento químico auxiliar, su ejecución es indispensable junto con la instrumentación para lograr el éxito de la terapia endodóncica.
3. El complejo sistema de conductos radiculares presenta lugares inaccesibles a los instrumentos; como por ejemplo, salientes, istmos, conductos laterales y accesorios cuya limpieza y desinfección es una tarea reservada al procedimiento de irrigación.
4. Los objetivos de la irrigación son: retirar los restos de dentina, disolución de tejido orgánico e inorgánico, desinfección del conducto radicular, servir como medio de



lubricación, blanquear la estructura dentaria y prevenir la reinfección del conducto radicular.

5. La capa de desecho resulta directamente de la acción de los instrumentos utilizados en la preparación químico mecánica de los conductos radiculares, la cual es indeseable debido a que crea un medio adecuado para la multiplicación de microorganismos además de constituir una barrera para la difusión de soluciones irrigantes y antisépticos.
6. Ningún irrigante sólo es capaz de remover tanto el componente orgánico como inorgánico; hasta ahora sigue siendo la combinación de EDTA para remover el componente inorgánico y el NaOCl para eliminar el componente orgánico, la mejor solución cuando se pretende eliminar la capa de desecho.
7. Las propiedades del irrigante ideal son: ser bactericida o bacteriostático, solvente de tejidos orgánicos e inorgánicos, lubricante, poseer baja tensión superficial, baja toxicidad y estimular la reparación de los tejidos periapicales.

8. La eficacia de las soluciones de irrigación no sólo depende de su naturaleza química, sino también de la cantidad empleada, temperatura, tiempo de contacto, profundidad de penetración de la aguja utilizada, tipo y diámetro de las mismas y del almacenamiento de la solución irrigante.
  
9. Dentro de la gama de soluciones irrigantes disponibles en el mercado, sigue siendo el NaOCl el irrigante que posee mayores propiedades para ser catalogado como ideal; sin embargo, la búsqueda de una solución irrigante con propiedades antimicrobianas, capacidad de disolución de tejidos y biocompatibilidad con los tejidos periapicales continúa siendo objeto de estudio.
  
10. Las propiedades que califican al NaOCl como la opción más adecuada para la irrigación de los conductos radiculares son: buena capacidad de limpieza, poder antibacteriano efectivo, neutralizante de productos tóxicos, disolvente de tejidos orgánicos, acción rápida, desodorizante, blanqueante, económico, de fácil uso y disponibilidad.
  
11. El MTAD produce superficies más limpias en las paredes de los conductos radiculares; efectiva remoción de la capa de

desecho que se reporta ser superior al NaOCl; sin embargo se afirma la necesidad de mayores investigaciones al respecto.

12. Para algunos autores la medicación intraconducto es un auxiliar valioso para el control de la inflamación posterior a la preparación quimicomecánica de los conductos radiculares, así como también para la desinfección de los mismos en dientes con pulpa necrótica, especialmente en aquellos lugares inaccesibles a la instrumentación, como ramificaciones del conducto principal y túbulos dentinarios.

13. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar las complicaciones que se pueden generar durante el procedimiento de irrigación; que si bien pueden generar percances pasajeros como es el daño a la ropa del paciente también pueden ser de mayor gravedad que amerite atención médica.

## V. REFERENCIAS

1. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991; 24(2):308-16.
2. Abdulker A, Duguid R, Saunders EM. The antimicrobial activity of endodontic sealers to anaerobic bacteria. *Int Endod J* 1996; 29:280.
3. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endod* 1981;7(8):376-377.
4. Abou-Rass M, Piccinion M. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg* 1982;54(3):323-328.
5. Adelson L, Kaufman T. Fatal chlorine poisoning. Report of four cases with clinicopathologic correlation. *American journal of clinical pathology* 1971; 56:430-432.
6. Ahmad M, Pitti Ford T, Crum L. Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *J Endod* 1987; 13(3): 93-101.
7. Ahmad M, Thomas RPF y Lawrencw AC. Ultrasonic debridement of root canals. *J Endod* 1987; 13(3): 93-101.
8. Al-Kilani MG, Whitworth M, Dummer MH. Preliminary *in vitro* evaluation of Carisolv™ as a root canal irrigant. *Int Dent J* 2003; 36:433-440.
9. Almyroud A, Manckenzie D, McHugh S, Saunders WP. The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: an *in vitro* study. *J Endod* 2002; 28:163-167.
10. American Association of endodontist. Glossary, 6ed. Chicago 1998.
11. Andreas P, Axel S, Bern H. Additive antimicrobial activity of calcium hydroxide and clorhexidine on common endodontic bacterial pathogens. *J Endod* 2003; 29(5):340-345.
12. Andreas P, Clemens B, Bernd H. Growth inhibitory activity of gutta-percha points containing root canal medications on

common endodontic bacterial pathogens as determined by an optimized quantitative *in vitro* assay. J Endod 2000; 26(7): 398-401.

13. Anthony D, Gordon TM, Del Rio CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. Oral Surg 1982; 54:560-565.
14. Antonio MC, Manoel DS, Paulo CS, Jesús DP. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. J Endod 2001; 27(3):183-184.
15. Auerbach MB. Antibiotics vs. instrumentation in endodontics. N Y Dent J 1953; 19:225.
16. Azabal M, Menasalvas G, Martín Javier, Hidalgo Juan, Vega José María. Pérdida de iones hidroxilo de las puntas de gutapercha con hidróxido de calcio en su composición *in vivo*. J Endod 2002;28(10):697.
17. Badanelli P, Martínez A. Limpieza y conformación de los conductos radiculares. En: Rodríguez A. Endodoncia Consideraciones actuales. 1era edición. Actualidades médico odontológicas Latinoamericana. Colombia. 2003
18. Baker MC, Ashrfi SH, Van Cura JE, Remeikis NA. Ultrasonic compared with hand instrumentation a scanning microscope study. J Endod 1988; 14(9):435-440.
19. Baker PJ, Coburn RA, Genco RJ, Evans RT. Structure determinants of activity of chlorhexidine and Alkyl Bisbiguanides against the human oral flora. J Dent Res 1987; 66:1099.
20. Baker. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution. J Endod 1975; 1:127-31.
21. Barbakow F, Ove Peters, Ladislav H. Effects of Nd:YAG lasers on root canal walls: a light and scanning electron microscopic study. Quintes Int 1998; 30(12):837-845.
22. Barbosa CA, Goncalves R, Siqueira J, De Uzeda M. Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study. J Endod 1997; 23:297.

23. Barnett F, Trope M, Kheja M, Tronstad L. Bacteriological status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1:228-231.
24. Basrani B, Robinson C. Irrigación y aspiración. En: Basrani E, Cañete M, Blank Ana, editores. *Endodoncia integrada. Colombia. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica*, 1999:129-41.
25. Baumgartner J, Cuenin P. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 1992; 18(12):605-612.
26. Baumgartner JC, Mader C. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimenes. *J Endod* 1987; 13:147.
27. Beach F. Respiratory effects of chlorine gas. *British journal of industrial medicine* 1969; 26:231-236.
28. Becker GL, Cohen S, Borre R. The sequelae of accidentally injecting sodium hypochlorite beyond the root apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38:633-8.
29. Becking AG. Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. *Oral Surg Oral Med and Oral Pathol* 1991; 71:346-348.
30. Bolaños OR, Jensen JR. Scanning electrón microscope comparasions of efficacy of various methods of root canal preparation. *J Endod* 1980; 6(11):815-821.
31. Brex M, Theilade J. Effect of chlorhexidine rinses on the morfology of early dental plaque formed on plastic film. *J Clin Periodont* 1984; 11:553.
32. Bryson EC, Levin L, Banchs F, About PV, Trope M. Effect of inmediate intracanal placement of Ledermix Paste® on healing of replanted dog teeth after extended dry times. *Endod Dent Traumatol* 2002; 18(6):316-321.
33. Buck R, Eleazer P, Eleazar, Staat R. In vitro Disinfection of Dentinal Tubules by Various Endodontic Irrigants. *J Endod* 1999; 25(12):786-788.
34. Burns DR, Hugh DB, Moon PC. Comparision of the retention of endodontic posts after preparation with EDTA. *J Prost Dent* 1993; 69:262-266.

35. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1983; 1(5):170-173.
36. Byström A, Happonen R, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3:58-63.
37. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89:321-28.
38. 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.
39. Caliskan M, Türkün K, Türkün LS. Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *Int Endod J* 1998; 31:173-177.
40. Caliskan MK, Türkün M, Alper S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. *Int Endod J* 1994; 27:163-167.
41. Calt S, Ahmet S, Bahar Özcelik, Dilek D. pH changes and calcium ion difusión from calcium dressing materials throught root dentin. *J Endod* 1999; 25:329-331.
42. Calt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endodo* 2000; 26(8):459-61.
43. Cameron J. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: A scanning electrón microscope evaluation. *J Endod* 1987; 13(11):541-545.
44. Cameron J. The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J Endod* 1982; 8(10):472-474.
45. Cameron JA. The use of sodium hypochlorite actived by ultrasonic for the debridement of infected, immature root canals. *J Endod* 1986; 12(11):550-554.
46. Cameron JA. The use of ultrasonic in the removal of smear-layer: a scanning electrón microscope study. *J Endod* 1983; 9(7):289-292.

47. Canalda SC. Medicación intraconducto. En: Canalda SC, Brau AE, editores. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona. Masson. 2001.
48. Canalda SC. Preparación de los conductos radiculares. En: Canalda SC, Brau AE, editores. Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Científicas. Editorial Masson, Barcelona. 2001.
49. Cengitz T, Aktener BO, Piskin B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990; 23:163-171.
50. Chong B, Pitt Ford T. The rol of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J* 1992; 25:97-106.
51. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation, *J Endod* 1983; 9(10):475-479.
52. Ciucchi B, Khettabi M, Holtz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of smear-layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989; 22:21-28.
53. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 6ta edición Otsby St Louis, Missouri. 1994.
54. Cruz EV, Kota K, Huque J, Waku M, Hoshino E. Penetration of propylene glycol into dentin. *Int Endod J* 2002; 35:330.
55. Cunningham WT, Joseph SV. Effect of temperature on the bactericida action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; 50:569.
56. Cunningham W, Balekjian A. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49(2):175-177.
57. Cunningham W, Martin H, Pelleu GB, Stoops DE. A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral surg.* 1982; 54(2):238-41.
58. Cunningham WT, Martín H, Forrest WR. Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982; 53:401-404.



59. Cunningham WT, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982; 53:527-531.
60. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52:446-448.
61. Cymbler DM, Ardakani P. Sodium hypochlorite into periapical tissues. *Dent Update* 1994; 21(8):345-346.
62. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am.* 1990; 34: 13-25.
63. Deveaux E, Hildelbert P, Neut C. Bacterial microleakage of Cavit, IRM, and TERM. *Oral Surg* 1992; 74:634.
64. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J* 2000; 33:46-52.
65. Distel JW, Halton JF, Gillespie NJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod* 2002; 28:689-693.
66. Dixon WN, Drew D. Fatal chlorine poisoning. *Journal of occupational medicine* 1968; 10:249-251.
67. Druttman AC, Stock CJ: An *in vitro* comparasion of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int Endod J* 1989; 22:174-178.
68. Ehrich DG, Brian JD, Walker WA. Sodium hypochlorite accident inadvertent injection into the maxillary sinus. *J Endod* 1993; 19:180-182.
69. Emilson CG. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. *Scand J Dent Res* 1977; 85:255.
70. Eric MR, Kirk R, Richard E, Clark S. Capacidad del hidróxido de calcio y el hipoclorito de sodio para disolver tejido anaeróbico. *J Endod* 1996; 2(1):65-9.
71. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanism involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J* 2002; 35:221-228.
72. Fardal O & Turnbull R. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Endod* 1986; 112: 863.

73. Fava L, Saunders W. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999; 32:257-282.
74. Fischer R, Huerta J. Effects of pH on microbial flora of necrotic root canals. *J Endod* 1984; 10:153.
75. Fogel HM, Pashley DH. Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endod* 1990; 16(9):442-445.
76. Foster KH, Kulid JC, Weller RN. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J Endod* 1993; 19:136.
77. Fügem T, Zafer C, Canan Ö, Liker E. Surface Tension of Root Canal Irrigants. *J Endod* 2000; 26(10):586-587.
78. Fuss Z, Romen R, Michael T, Sulim S. Intracanal pH changes of calcium hydroxide pastes exposed to carbon dioxide *in vitro*. *J Endod* 1996; 22:362-364.
79. Gambarini G. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigant. *J Endod* 1998; 24:432-434.
80. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:359-367.
81. Gatot A, Arbelle J, Leiberman A, Yanai-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod* 1991; 17:573.
82. George F. Antiseptics Disinfectants. Cap. 23. Editorial Lea & Febiger. Philadelphia. 1957.
83. Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J* 2004; 37(4):272-280.
84. Gerosa RI, Borin M, Menegazzi G, Puttini M, Callaveri G. *In vitro* evaluation of the cytotoxicity of pure eugenol. *J Endod* 1996; 22:532-534.
85. Glossary: American Association of Endodontics. Contemporary terminology for Endodontics. 6<sup>th</sup> ed. Chicago, 1998.

86. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endod* 1977; 3:101-5.
87. Goldberg F, Spielberg C, The effect of EDTA and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53:74-77.
88. Goldman M, Goldman L, Cavaleri R, Bogis J, Sun Lin P. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endodon* 1982; 11:487-92.
89. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod* 1976; 2(9): 257-260.
90. Gomes BP, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L, Souza-Filho FJ. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *Int Endod J* 2003; 36:267-275.
91. Gomes BP, Lilley JD, Drucker. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int Endod J* 1996; 29:235-241.
92. Goodman A, Shilder H and Aldrich W. An *in vitro* comparasion of the efficacy of stepback technique vs the stepback/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod* 1985; 11:249.
93. Gordon T, Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod* 1981; 7(10):466-469.
94. Gouveia MA, Fontes M, Paulo M. Smear-Layer en endodoncia: una revisión bibliográfica. *Endodoncia* 2002; 20(2):100-8.
95. Goya C, Yamazaki R, Kimura Y, Matsumoto K. Effects of pulsed Nd: YAG laser irradiation on smear layer at tah apical stop and apical leakage after obturation. *Int Endod J* 2000; 33: 266-271.
96. Greenstein G, Berman CH & Jaffin R. Chlorhexidine.An adjunct to periodontal therapy. *J Periodontol* 1986; 57:370.

97. Gutierrez JH Villena, Jofré A, Amin M. Bacteriological infiltration of dentin as influenced by proprietary chelating agents. *J Endod* 8(10):448-454.
98. Gutiérrez JH, Jofré A, Villena FS. Scanning electron microscopy study on the action of endodontic irrigants on bacterias invading the dentinal tubules. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69:491-501.
99. Haasapalo M, Ørstavik D. *In vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res* 1987; 66:1375-1379.
100. Haenni S, Schmidlin PR, Mueller B, Sener B, Zehnder M. Chemical and antimicrobial properties of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. *Int Endod J* 2003; 36:100-105.
101. Hand R, Smith M, Harrison J. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 4(2):460-464.
102. Harrison JW, Baumgartner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 1. *J Endod* 1983; 9(9):384-387.
103. Harrison JW, Hand RE. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5,25% sodium hypochlorite. *J Endod* 1981; 7:128.
104. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am* 1984; 28:797-808.
105. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1988;14:125.
106. Hauman C, Love R. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy. *Int Endod J* 2003; 36:75.
107. Heard F, Walton R. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J* 1997;30:323-331.
108. Hedges JR, Morrissey WL. Acute chlorine gas exposure. *Journal of the American College of Emergency Physicians* 1979; 8:59-63.

109. Heling I, Iraní E, Karni S, Steinberg D. In vitro antimicrobial effect of RC-Prep within dentinal tubules. *J Endodon* 1999; 25: 782-5.
110. Hennessey TD. Antibacterial properties of Hibitane. *J Clin Periodont* 1977; 4:36.
111. Herbert S. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18(2):269-296.
112. Hermann JW, Heicht RC. Complications in therapeutic use of sodium hypochlorite. *J Endod* 1979; 5:160.
113. Holland R. Efecto de los medicamentos colocados en el interior del conducto, hidrosolubles y no hidrosolubles, en el proceso de reparación de dientes de perro con lesión periapical. *Endodoncia* 1999; 17:90-100.
114. Horiba N, Maekawa Y, Abe Y. Correlations between endotoxin and clinical symptoms or radiolucent areas in infected root canals. *Oral Surg* 1991; 71:492.
115. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports. *Int Endod J* 2003; 33:186-193.
116. Hülsmann M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. *J Endod (ed. Esp)* 1998; 4(1):15-29.
117. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hocino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998; 31:242-250.
118. Ingle J, Leif K. Microbiología de la endodoncia y asepsia en la práctica endodóntica En: J. Craig Baumgartner, Leif K. Bakland y Eugene I. Sugita. *Endodoncia*. 5ta edición en español. México. Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2004: 63-93.
119. Ingle J, Van T, Carl E, Gerald N, Thomas S, Paul A, Stephen B, John D, Ruddle C, Joe Camp, James R y Silvia C. Preparación de la cavidad endodóntica En: J. Craig Baumgartner, Leif K. Bakland y Eugene I. Sugita. *Endodoncia*. 5ta edición en español. México. Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2004: 409-579.

120. Ingram TA. Response of human eye to accidental exposure to accidental sodium hypochlorite. *J Endod* 1990; 16:235-237.
121. Jack Z, Ricardo T, Max Goodson, Robert R, Philip S. Development of a Clindamycin-Impregnated fiber as an intracanal medication in endodontic therapy. *J Endod* 1999; 25(11):722-727.
122. Jeansonne M, White R. A comparison of 2,0% chlorhexidine gluconate and 5,25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 1994; 20(6):276-278.
123. Jensen S, Walker T, Hutter J, Nicoll B. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 1999; 25(11):735-738.
124. Jimeno Berástegui EM. Utilización clínica de nuevos conos de hidróxido de calcio con matriz de gutapercha. *Endodoncia* 1998; 16(1):3-9.
125. Joyner RE, Durel EG. Accidental liquid chlorine spill in a rural community. *Journal of occupational medicine* 1962; 4:152-154.
126. Kantz WE, Ferrillo PJ, Zimmermann ER. Cytotoxicity of three endodontic intracanal medicaments. *Oral Surg* 1974; 38:600-604.
127. Kaufman AY, Keila S. Hypersensitivity to sodium hypochlorite. *J Endod* 1989; 15(5):224-226.
128. Kennedy WA, Walker WA, Gough RW. Smear-layer removal effects on apical leakage. *J Endod* 1986; 12(1):21-27.
129. Kim ST, Abbott PV, McGinley P. The effects of Ledermix paste® on discoloration of mature teeth. *Int Endod J* 2000; 33(3):227-232.
130. Kontakiotis E, Nako UM, Georgopoulou. Et al. *In vitro* study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal. *Int Endod J* 1995; 28:285-289.
131. Koulaouzidou E, Margelos J, Beltes P, Kortsaris A. Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal. *J Endod* 1999; 25:21- 23.

132. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial effect of 2,5% sodium hypochlorite and 0,2% chlorhexidine gluconate separately and combined as endodontic irrigantss. J Endod 1998; 24:472.
133. Kytridou V, Gutmann JL, Jun MH. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. Int Endod J 1999; 32:464-474.
134. Lasala Angel. Farmacología y terapéutica de los antisépticos. En: Lasala Angel. Endodoncia 4ta edición. Editorial Salvat . España, 1979.
135. Lasala Angel. Pulpectomia total. Esterilización de los conductos. En: Lasala Angel. Endodoncia 4ta edición. Editorial Salvat . España, 1992.
136. Leonardo M, Simoes A. Preparación biomecánica de los conductos radiculares, medios físicos: irrigación, aspiración e inundación. En: Leonardo M, Leal J. Editores. Endodoncia tratamiento de los conductos radiculares. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 1994.
137. Leonardo M. Etapa de desinfección del sistema de conductos radiculares. Consideraciones iniciales, agentes antimicrobianos. En: Leonardo M, Leal J. Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares. Editorial Médica Panamericana. 2da edición. Buenos Aires. 1994.
138. Leonardo M. Preparación biomecánica de los conductos radiculares. En: Leonardo M, Leal J. Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares. 2da edición en español. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires 1994.
139. Lin S, Levin L, Peled M, Weiss El, Fuss Z. Reduction of viable bacteria in dentinal tubules treated with clindamycin or tetracycline. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003; 96(6):751-756.
140. Lussi A, Nussbacher U, Grosrey J. A novel instrumented technique of cleansing the root canal system. J Endod 1993; 19:549.
141. Lussi A, Portman P, Nussbacher U. Comparision of two devices for root canal cleansing by the noninstrumentation technology. J Endod 1999; 25:9.

142. Mader CI, Baumgartner C, Peters D. Scanning electron microscopic investigation of the smear layer on root canal walls. *J Endod* 1984; 10(10):477-483.
143. Mandel E, Machtou P, Fiedman S. Scanning electron microscope observation of canal cleanliness. *J Endod* 1990; 16(6):279-283.
144. Manual de instrucciones de uso. Activ point de ROEKO. 1999
145. Marais JT. Cleaning efficacy of a new root canal irrigation solution: a preliminary evaluation. *Int Endod J* 2000; 33:320-325.
146. Martin H, Cunningham W. Endosonics: the ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1:201-206
147. Martin H. Ultrasonic disinfections of the root canal. *Oral Surg* 1976; 42(1):92-99.
148. Matthew D, Craig B, Saeng-usa K, Tian X. Efficacy of calcium hydroxide: Chlorhexidine paste as an intracanal medication in bovine dentin. *J Endod* 2003; 29(5):338-339.
149. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscope study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1:238-242.
150. Mentz T. The use of sodium hypochlorite as a general endodontic medicament. *Int Endod J* 1982; 15(3):132-136.
151. Mérida H, Díaz M. Estudio con microscópio electrónico de barrido de la acción desinfectante de diez irrigantes sobre los conductos dentarios. V Interamericana Electrón Microscopy Congress 1999, Porlamar, Isla de Margarita.
152. Metzler RS, Montgomery S. The effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. *J Endod* 1989; 15:373.
153. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with periodontitis. *Int Endod J* 1998; 31:1-7.
154. Monteiro Bramante C, Viti Betti L. Comparative analysis of curved root canal preparation using nickel-titanium



- instruments with or without EDTA. J Endod. 2000; 26(5):278-80.
155. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 1982; 15:187-196.
156. Moser JB, Heuer MA: Forces and efficacy in endodontic irrigation systems. Oral Surg 1982; 53:425-428.
157. Nicolletti A, Mahalhaes I. Influence of the container and environmental factors in the stability of sodium hypochlorite. Boletín oficina Saint Panam 1996; 121:301-109
158. Nissan R, Segal H, Pashley D. Ability of bacterial endotoxin to diffuse through human dentine. J Endod 1995;21:62.
159. Norman W, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. J Endod 1980; 6(9):740-743.
160. Ohara PK, Torabinejad M, Kettering JD. Antibacterial effects of various endodontic medicament on select anaerobic bacteria. J Endod 1993; 19:498-500.
161. Olmos JL, Cárdenas M, Dilascio PI. Irrigación de la dentina radicular, *in vivo*, con hipoclorito de sodio y quelantes. Estudio con microscópio electrónico de barrido. Endodoncia 2000; 18(4):207-14
162. OMS. Límites de exposición profesional que se recomienda por razones de salud: Sustancias irritantes de las vías respiratorias. Serie de informes técnicos 707, OMS. Ginebra. 1984.
163. Ørstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. Int Endod J 1991; 24:1-7.
164. Östby N. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals. Odont T 1957; 65:3-11.
165. Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH & Newton CW. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. Oral Surg 1980; 49:455.

166. Peciuliene V, Balciuniene I, Eriksen HM, Haasapalo M. Isolation of *Enterococcus faecalis* in previously root-filled canals in a Lithuanian population. J Endod 2000; 26:593-595.
167. Pinheiro ET, Gomes BP, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. Int Endod J 2003; 36:1-11.
168. Piskin B, Türkün M. Stability of various hypochlorite solutions. J Endod 1995; 2:253-235.
169. Porkaew P, Hugo R, Robert B, Willian R, Lacefield, Senjaw S. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. J Endod 1990; 16:369-374.
170. Pucci FM, Reig R. Conductos radiculares. Montevideo, Barreiro A y Ramos editores, 1945.
171. Quackenbush L. In vitro testing of 3 types of endodontic medicaments against anaerobic bacteria. J Endod 1986; 12(3):132.
172. Raiden G, Alincastro I. Respuesta clínica a la medicación tópica endodóntica con hidróxido de calcio o paramonoclorofenol alcanforado. Endodoncia 1998; 16(2):86-90.
173. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg 1977; 44:306.
174. Reeh ES, Messer HH. Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor. Endod Dent Traumatol 1989; 5:200-203.
175. Reynolds MC, Madison S, Walton RE, Krell KV, Rittman BRJ. In vitro histological comparison of step-back, sonic and ultrasonic instrumentation technique in small curved root canals. J Endod 1987; 13:307-314.
176. Ringel A, Patterson S, Newton C, Miller C, Mulhern J. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution as root canal irrigants. J Endod 1982; 8(5):200-204.
177. Rodríguez R, Sanabria E. Elaboración y dispensación de Fórmulas Magistrales extemporáneas. Manual de consulta. 6ta edición. 2001.

178. Rodríguez R. Compendio de Fórmulas Magistrales y su técnica de manufactura. 4ta edición. 2000.
179. Sabala GI, Powell SE. Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. J Endod 1989; 15:490-492.
180. Safavi K, Nakayama T. Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. J Endod 2000; 26:649-651.
181. Safavi K. A, Dowden WE, Introcasco JH, Langeland KA. Comparison of antimicrobial effects of calcium hydroxide and iodine-potassium iodide. J Endod 1985; 11:454-456.
182. Segura J, Jiménez Rubio A. Effects of eugenol on macrophage adhesion *in vitro*. Endod Dent Traumatol 1998; 14:72-74.
183. Seltzer S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 73:729-737.
184. Semra C, Ahmet S. Smear-layer removal by EGTA. J Endod 2000; 26(8):459-461.
185. Sen BH, Wesselink PR, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. Int Endod J 1995; 28:141-148.
186. Senia S, Marshall J, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. Oral Surg 1971; 31(1):97-103.
187. Shafer E, Bossmann K. Antimicrobial effect of camphorated chloroxylenol (ED 84) in the treatment of infected root canals. J Endod 1999; 25:547.
188. Shahrokh S, Torabinejad M. Effect of MTAD on Enterococcus faecalis-Contaminated root canals of extracted human teeth. J Endod 2003; 29(9): 576-579.
189. Shih M, Marshall J, Rosen S. The bactericidal efficiency of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant. Oral Surg 1970; 20(4):613-619.
190. Siqueira J, Lopes H. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J 1999; 32:361-369.

191. Siqueira JF, Rocas IN, Favieri A, Lima K. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2,5% and 5,25% sodium hypochlorite. *J. Endodon.* 2000; 6:331-34.
192. Siqueira JF, Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of calcium hydroxide and paramonochlorophenol on anaerobic bacteria from the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9:249-253.
193. Siquiera J, Milton de Uzeda. Desinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod* 1996; 22:674-676.
194. Siquiera J, Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endod* 1998; 24:663-665.
195. Sjögren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991; 24:119.
196. Sjögren U, Sundqvist G. Bacterial evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63(3):366-370.
197. Smith J, Leeb IJ, Dennis LT. A comparison of calcium hydroxide and barium hydroxide as agents for inducing apical closure. *J Endod* 1984; 10:64-70.
198. Soares IJ y Goldberg F. Preparación del conducto radicular limpieza y conformación. Capítulo 7. En: Soares IJ y Goldberg F. *Endodoncia técnica y Fundamentos*. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2002.
199. Soares IJ y Goldberg F. Preparación después del tratamiento de conductos radiculares. Capítulo 12. En: Soares IJ y Goldberg F. *Endodoncia técnica y Fundamentos*. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2002.
200. Soares IJ y Goldberg F. Procedimientos químicos auxiliares de la preparación quirúrgica. Capítulo 8. En: Soares IJ y Goldberg F. *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2002

201. Soares IJ, Goldberg F. Obturación del conducto radicular. Capítulo 9. En: Soares IJ y Goldberg F. Endodoncia Técnica y Fundamentos. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2002
202. Soekanto A, Shohei K, Shiro M, Keiichi Ohya; Hideaki O. Toxicity of camphorated phenol and camphorated parachlorophenol in dental pulp cell culture. J Endod 1996; 22:284-286.
203. Solovyeva AM, Dummer PMH. Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. Int Endod Journal. 2000;33:494-594.
204. Spandberg L. Instruments, materials, and devices. En: Cohen S, Burns R. editores. Pathways of the pulp. Missouri. Mosby 1998:476-531.
205. Spangberg L, Engström B, Lageland K. Toxicity and antimicrobial effects of endodontic antiseptic *in vitro*. Oral Surg 1973; 36(12):856-871.
206. Spangberg L. Biologic effects of endodontic antimicrobial agents. J Endod 1979; 5:166-175.
207. Spangberg L. Medicación intracanalicular. En: Ingle J. Bakland L, editores. Endodoncia. 4ta edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1994.
208. Stamos D, Sadeghi E, Haasch G, Gerstein H. An *in vitro* comparasion study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. J Endod 1987; 13(9):434-440.
209. Stanley J. Diccionario Ilustrado de odontología. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 1992.
210. Stevens R, Grossman L. Evaluation on the antimicrobial potential of calcium hydroxide as an intracanal medicament. J Endod 1983; 9:372-374.
211. Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. J Am Dent Assoc 1969; 78: 335-8.

212. Stewart GG. A scanning electron microscope study of the cleansing effectiveness of three irrigant modalities on the tubular structure of dentine. *J Endodon* 1998; 24:485-8.
213. Stewart GG. Gaining access to calcified canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995; 79:764-8.
214. Stewart GG. The importance of chemical preparation of the root canal. *Oral Surg* 1955; 8:993.
215. Stuart KE, Miller CH, Brown CE, Newton CW. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg* 1991; 72:101.
216. Svec T, Harrison J. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. *J Endod* 1977; 3(2):49-53.
217. Szep S, Grumann L, Ronge K, Scheriever A, Schultze M, Heidemann D. *In vitro* cytotoxicity of medicated and nonmedicated gutta-percha points in cultures of gingival fibroblasts. *J Endod* 2003; 29(1): 36-40.
218. Takeda FH, Harashima T, Eto K, Matsumoto K. Effect of Er: Yag laser treatment on the root canal walls of human teeth: an SEM study. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14:270-273.
219. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear-layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J* 1999; 32:217-224.
220. Tanomaru JM, Leonardo MR, Filho T, Filho B, Silva LA. Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS. *Int Endod J* 2003; 36:733-739.
221. Tayares T, Soares MI, Ilson J. Reacción del tejido conjuntivo de la rata a la inoculación de soluciones irrigadoras de uso endodóntico. *Endodoncia* 1995; 13(3):123-128.
222. Thé S. The solvent actino of sodium hypochlorite on fixed and unfixed necrotic tissue. *Oral Surg* 1979; 47(4):558-561.
223. Tidmarsh B, Fracds. Preparation of root canal. *Int Endod J* 1982; 15(2):178-180.

224. Torabinejad M, Cho Y, Ali A, Bakland LK, Shabanhang S. Efecto de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio sobre la capacidad de eliminación del barrillo dentinario del MTAD. *Endodoncia* 2003; 21(3):179-190.
225. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Jhonson WB, Bozhilov K. Effect of MTAD on the surface of instrumented root canals. *J Endod* 2003; 29:170-175.
226. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio R, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: An *in vivo* investigation. *J Endod* 2003; 29(6):400-403.
227. Touza H, Rojas D, Pérez R. *Manual Práctico de Toxicología*. 1988. Editorial Ciencias Médicas. La Habana.
228. Tronstad L, Andreassen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod J* 1981; 7:17-21.
229. Trope M, Olutayo D, Dag Ørstavik. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis single *versus* multivisit treatment. *J Endod* 1999; 25:345-350.
230. Takeda T, Langeland K. A light microscopic study of efficacy of the telescopic and the giromatic preparation of root canals. *J Endod* 1982; 8:437-443.
231. Turkun M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 1997; 30:335.
232. Valencia M. Soluciones irrigadoras en endodoncia. *Endodoncia* 1990; 8(1):26-31.
233. Verdellis K, Eliades G, Oviir T, Margelos J. Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Endod Dent Traumatol*. 1999; 15:164-70.
234. Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution soft tissue on the root canal wall. *J Endod* 1998; 24:326-330.
235. Walmsley A. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J* 1987; 20:105-11.

236. Waltimo TM, Firnn EK, Ørstavik D, Haapasalo MP. Susceptibility of oral *Candida* species to calcium hydroxide *in vitro*. *Int Endod J* 1999; 32:94-98.
237. Walton R y Rivera E. Limpieza y preparación de la forma final. En: Richard E. Walton; Mahmoud Torabinejad. *Endodoncia Principios y práctica*. 2da edición en español. McGraw-Hill Interamericana. 1997.
238. Walton R. Intracanal medicaments. *Den Clin North Am* 1984; 28:783-796.
239. Wang J, Hume W. Diffusion of hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988; 21:17-26.
240. Weiger AR, Rosendahlr, Lost C. Influence of calcium hydroxide intracanal dressing o prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. *Int Endod J* 2000; 33:219-226.
241. Weill, H. Late evaluation of pulmonary functions after acute exposure to chlorine gas. *American review of respiratory diseases* 1969; 99:374-379.
242. Weine FS. *Tratamiento endodóncico*. 5ta edición. Harcourt Brace. Madrid. 1997.
243. White Robert, Goldman M, Peck Sun Lin. The influence of the smear-layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod* 1984; 10(12):558-562.
244. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with Chlorhexidine. *J Endod*. 1997;23:229.
245. Wigdor H, Abt E, Asrafi S, Walsh JT. The efficacy of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc* 1993; 124:65-70.
246. Wong KS, Sae-Lim V. The effect of intracanal Ledermix® on root resorption of delayed-replanted monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 2002; 18(6):309-315.
247. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89(6):739-43.



248. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J* 2001; 34(2):137-41.
249. Yamada RS, Armas A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *J Endod* 1983; 9:137-142.
250. Yamaguchi M, Yoshida K, Suzuki R, Nakamura H. Root canal irrigation with citric acid solution. *J Endod* 1996; 22(1):27-29.
251. Yang SF. Anaerobic tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *J Endod* 1995; 21:613.
252. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod* 1995; 21:513.
253. Zaccaro MF, Daniel P, Santos EM, Marques MM. Efectos citotóxicos del ácido cítrico al 10% y del EDTA-T en la irrigación de los conductos radiculares: UN análisis *in vitro*. *Endodoncia* 2002; 20(2):115-120)

