



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**PROCOLOS DE ASOCIACIONES DE
SOLUCIONES ANTISÉPTICAS APLICADAS EN LA
TERAPIA ENDODÓNICA.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ROCÍO ARELI MARTÍNEZ DELGADO

TUTOR: Esp. JESÚS ENRIQUE SANTOS ESPINOZA

ASESOR: Esp. ROBERTO CORREA VILLANUEVA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PROPÓSITO	6
OBJETIVOS	7
CAPÍTULO I	
1. ANTECEDENTES	8
1.1 Época del empirismo (siglo I - 1910)	8
1.2 Época de la infección focal y localización electiva (1910-1928)	12
1.3 Época del resurgimiento endodóntico (1928-1936).....	15
1.4 Época de la concreción de la Endodoncia (1936-1940).....	16
1.5 Simplificación endodóntica (1940-1980).....	18
1.6 Época científicotecnológica (1980-2012).....	19
CAPÍTULO II	
2. MICROBIOLOGÍA DEL CONDUCTO RADICULAR	20
2.1 Vías de Acceso.....	20
2.2 Factores determinantes para la gravedad de la infección.....	22
2.3 Microbiota endodóntica.....	27
2.4 Adherencia y colonización.....	28
2.5 Composición.....	29
CAPÍTULO III	
3. IRRIGACIÓN: CONCEPTOS GENERALES	32
3.1 Definición.....	32
3.2 Objetivos.....	32
3.3 Propiedades.....	33
3.4 Técnica de irrigación.....	34
3.5 Características ideales.....	38



4. SOLUCIONES PARA IRRIGACIÓN	39
4.1 Desinfectantes:	40
4.1.1 Hipoclorito de sodio.....	41
4.1.2 Gluconato de clorhexidina.....	47
4.1.3 Peróxido de hidrógeno.....	49
4.1.4 Peróxido de urea.....	50
4.1.5 Gly-Oxide.....	51
4.1.6 Detergentes.....	52
4.1.7 Dióxido de clorina.....	56
4.2 Quelantes	57
4.2.1 EDTA.....	58
4.2.2 MTAD.....	60
4.2.3 Ácido cítrico.....	61
5. MEDICACIÓN INTRARRADICULAR	
5.1 Paramonoclorofenol.....	62
5.2 Haluros.....	63
5.3 Yoduros.....	64
5.4 Hidróxido de Calcio.....	64
5.5 CFC.....	66
5.6 Esteroides.....	67
6. ASOCIACIONES DE SOLUCIONES ANTISÉPTICAS APLICADAS EN LA TERAPIA ENDODÓNCICA	67
6.1 Asociación de Peróxido de Hidrógeno e Hipoclorito de sodio.....	70
6.2 Asociación de Detergente aniónico e Hipoclorito de sodio....	72
6.3 Asociación de Detergentes con Quelantes.....	73



6.4 Asociación de Detergentes con Furacín.....	76
6.5 Asociación de Hipoclorito de sodio con ácido cítrico.....	77
6.6 Asociación de Clorhexidina con ácido cítrico.....	78
6.7 Peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax (ENDO-PTC) neutralizado con hipoclorito de sodio (solución Dakin).....	79
6.8 Asociación de hipoclorito de sodio con clorhexidina.....	79
6.9 Asociación de Glyde oxide con hipoclorito de sodio.....	80
6.10 Asociación de EDTA e hipoclorito de sodio.....	81
6.11 Asociación de Hidróxido de calcio.....	82
6.12 Asociación de Hipoclorito de sodio y alcohol.....	85
6.13 Asociación de MTAD e Hipoclorito de sodio.....	85
CONCLUSIONES.....	86
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	87



INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el éxito de la terapia endodóncica abarca diversas fases y depende en gran parte de la limpieza y conformación de los conductos radiculares, aunque en algunos casos el trabajo biomecánico aún realizado meticulosamente y con instrumentos flexibles no es suficiente debido a la morfología de los conductos radiculares donde pueden presentarse distintas ramificaciones, deltas apicales, conductos accesorios o laterales, conductos ovalados o en “C”; es entonces cuando la irrigación se vuelve un complemento fundamental antes, durante y después de la instrumentación.

En cada paciente el caso clínico cambia completamente, por lo tanto el método de limpieza que se realiza, los materiales y las técnicas cambian de acuerdo a cada uno, pero tiene un objetivo claro y común que es el de remover o disolver el tejido pulpar inflamado o necrosado así como los microorganismos y sus productos de desecho, restos de comida y demás sustancias ajenas al conducto radicular con la ayuda del trabajo biomecánico y de las soluciones irrigantes que existen. Lo anterior es realizado con la intención de evitar que el daño ocasionado a nivel pulpar se extienda hacia los tejidos periodontales o más allá o si ya existe alguna lesión se pueda reparar debido a la remoción o disolución química de todo el contenido del sistema de conductos.

Es importante entonces que el odontólogo este consciente de lo que la limpieza y cada sustancia irrigante puede provocar dentro del conducto radicular, y si estas son utilizadas en asociación pueden conseguir más fácilmente y de una mejor manera el objetivo principal que es la desinfección del sistema de conductos.



PROPÓSITO.

El propósito de este trabajo escrito es realizar una compilación bibliográfica sobre el uso de soluciones irrigantes en endodoncia disponibles hoy en día y conocer sus posibles asociaciones para obtener una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares, para ello se realizará la revisión meticulosa de la literatura incluyendo libros, artículos de revistas y recursos electrónicos que nos permita conocer la información más actualizada.



OBJETIVOS.

El objetivo general de este trabajo es dar a conocer las sustancias irrigantes utilizadas hoy en día para la terapia endodóncica y sus múltiples asociaciones de acuerdo al tipo de patología que se presenta en cada caso.

Con este trabajo, además se pretenden analizar las características químicas y físicas de distintas soluciones irrigadoras para poder entender como es que interactúan en beneficio del tratamiento endodóncico.

Conoceremos los microorganismos involucrados en los diferentes estadios de enfermedad pulpar para ser más conscientes a la hora de elegir el tratamiento.

Se explicara además la forma en que cada solución irrigante debe ser utilizada, ya sea individualmente o en asociación.

Diferenciaremos entre los distintos irrigantes cual es el protocolo de mayor utilidad para tratar cada patología pulpar de acuerdo a lo recomendado en la literatura.



CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia de la Odontología se ha observado que con el paso de los años los tratamientos se han hecho más específicos y por lo tanto los odontólogos más especializados, es interesante conocer la forma en que fue evolucionando la manera de pensar y la tecnología para llegar a lo que se conoce hoy en día.

Hablaremos entonces de cómo fue surgiendo en endodoncia específicamente el pensamiento de que con una buena limpieza se puede obtener un mayor porcentaje de tratamientos exitosos.

1.1 Época del empirismo (siglo I - 1910).



Fig. 1 Santa Apolonia
<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/lecturas/imagenesvarias/20080809030952-apolonia.jpg>

La primera fase de la endodoncia llamada Época del Empirismo fue practicada de forma empírica desde el siglo I donde *Arquígenes* describe por primera vez la extirpación de la pulpa para conservar el diente y con esto principalmente aliviar el dolor. Durante esta época de una u otra forma lo que se buscaba en endodoncia era aliviar el dolor que era considerado como castigo divino, por eso era común que muchos de los tratamientos fueran remedios extraordinarios como ratas, patas de pequeños insectos, purgantes, heces, etc. con el objetivo de poder eliminar el demonio que provocaba el daño. La superstición del momento provocó la creencia en los santos para aliviar y curar las enfermedades como fue *Santa Apolonia*, patrona de la odontología, a quien se le imploraba para aliviar el dolor.^{1,2}



Frente a estos acontecimientos la Odontología así como la Medicina se mantuvieron en un estado de atraso hasta que se dieron hechos concretos como los trabajos de *Vesalius* en 1514 que por primera vez describió la presencia de una cavidad dentro de un diente extraído. *Eustaquio* identificó el cemento y diferencio características entre dientes temporales y permanentes. *Leewenhoek* en 1678 con su descubrimiento del microscopio describió los túbulos dentinarios y la presencia de microorganismos en los conductos radiculares. *Ambrosie Paré* en el siglo XVI recomendó en uso de la esencia de clavo y dio indicaciones para la diferenciación de pulpitis y periodontitis. *Wilhelm Faby* indicó que las afecciones dentales podían provocar enfermedades en el resto del cuerpo.¹

Es así, con ayuda de estos descubrimientos que la odontología comenzó a tener progreso y se observó una división entre medicina y odontología para el siglo XVII.^{1, 3}

En el siglo XVIII (1728 y 1746) *Fauchard*, publicó dos volúmenes (El cirujano dentista. Tratado de los dientes), en esta obra recomendaba el uso de algodón embebido en esencia de clavo o eugenol para el tratamiento de caries profundas con dolor y utilizó plomo en lámina para la obturación de los conductos radiculares.^{1, 2, 3}

Bourdet en 1757 usó hojas de oro para rellenar la cavidad pulpar, esta misma técnica fue introducida en estados unidos en 1809 por *Edward Hudson* cirujano dentista de filadelfia que diseño unos atacadores especiales con los que obturaba el conducto radicular.¹

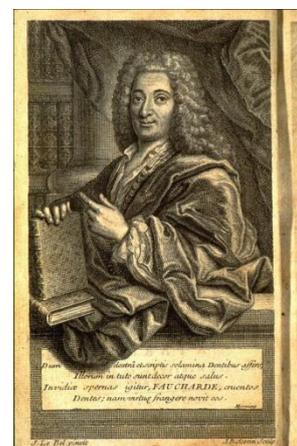


Fig. 2 Pierre Fauchard
<http://clauxdapatox.files.wordpress.com/2008/08/131.jpg>



Fig. 3 *Maynard*
(1838).¹

Maynard (1838) por su parte fabricó el primer instrumento endodóntico con un resorte de reloj y desarrollo otros para ensanchar y dar conicidad.¹

En el año 1839 surgió la primera escuela de odontología del mundo en Baltimore.^{1, 2}

Horace Wells en 1844 descubrió la propiedad anestésica del óxido nitroso al estar presente en una demostración de inhalación de este gas, durante la reunión se observó que causaba euforia, risas y que se perdía el autocontrol, es por esta última razón que uno de los voluntarios (*Samuel A. Cooley*) tuvo un accidente al volver hacia su lugar y se lastimó, *Wells* al observarlo noto la presencia de sangre y le pregunto si no le dolía a lo que *Cooley* respondió que no, al igual que tampoco hubo dolor mientras le realizaron la curación.^{1, 2}

El *Dr. Asa Hill* en 1847 introdujo el uso de gutapercha como material restaurador, pero en 1867 *Bowman* ocupa por primera vez conos de este material pero para la obturación de los conductos radiculares, unos años después en 1874 *Howard* usa gutapercha disuelta en cloroformo.¹

Adolf Witzel en 1876 realiza pulpotomías colocando fenol (con la intención de esterilizar) sobre la pulpa remanente.¹

Como se puede observar durante todo este tiempo el objetivo del tratamiento de conductos era solamente la obturación de éstos con distintos materiales como madera, excremento de aves, cera, bambú, mezclas medicamentosas, etc., pero bajo condiciones dolorosas.^{1, 3}

En 1884 *Koller* descubrió el efecto anestésico de la cocaína, posteriormente en 1888 *Burge* la usó en el interior de la pulpa dental a través de una aguja hipodérmica.³



Pero en 1890 *Miller* demostró la presencia de bacterias en el conducto radicular y la importancia que éstas tenían en causar enfermedades pulpares y periapicales, fue entonces que el objetivo de la endodoncia dio un giro y en lugar de solo preocuparse por obturar comenzaron la búsqueda de algún medicamento milagroso con lo que entonces se inicia en la endodoncia la era germicida.^{1, 2, 3}

Durante esta era surgió medicación enérgica y la mayoría de los productos era de acción germicida, con mayor o menor poder irritante o destructivo sobre las bacterias y células orgánicas, además de que con esto inició un periodo que se caracterizaba por el cambio de curaciones interminables.¹

Algunos de los ejemplos de los materiales utilizados son: el paramonoclorofenol utilizado por primera vez por *Walkhoff* en 1891, el dióxido de sodio usado por *Kirk* en 1892, la mezcla de sodio potasio usado por *Schreier*, *Callahan* (1894) recomendó sellar el conducto con una bolita de algodón embebida en ácido sulfúrico al 30% durante 24 a 48 horas y en 1983 *Miller* presentó pastas momificantes como la “pasta Trio” a base de formaldehído.^{1, 2, 3}



Fig. 4 *Roetgen*
<http://hiscien.galeon.com/Roetgen.JPG>

Hasta entonces los resultados de las terapias endodóncicas eran juzgados solo por la desaparición del dolor, inflamación y fistulas, pero a partir de 1895 con el surgimiento de los rayos X descubiertos por *Roentgen* el nuevo recurso vino a dar un giro a la manera de ver las cosas, puesto que en 1899 *Kells* quien era un entusiasta del uso de la radiografía se encargó de utilizarla para evaluar la obturación de un conducto radicular.^{1, 2, 3}

Con los trabajos de *Kells*, *Rhein* un odontólogo de Nueva York ideó una técnica para poder obtener la longitud del conducto radicular y el nivel de obturación.¹



En 1901 *Price* también recomendó el uso de las radiografías para corroborar una buena obturación en dientes despulpados.¹

En 1904 se introdujo el uso del “*formocresol de Buckley*” que fue usado como desinfectante durante mucho tiempo y en su fórmula contenía formaldehído, tricresol, glicerina y agua destilada.^{1, 3}



Fig. 5 Buckley.¹

El uso de los aparatos de rayos X ayudó también a conocer lo que antes no se tenía idea que existía como fueron las lesiones periapicales y a partir de este momento el concepto sobre un tratamiento bien realizado cambió, el primero que se atrevió a criticar los tratamientos anteriormente realizados fue *William Hunter* en 1910 diciendo que esos tratamientos eran focos de infección o “sepsis oral” además de que *Hunter* no creía que la dentina pudiera tener sensibilidad, circulación, reparación o cualquier condición de tejido vivo.^{1, 2, 3}

1.2 Época de la infección focal y localización electiva (1910-1928).

El inicio de esta etapa estuvo marcado porque a pesar de los rayos x, los descubrimientos por *Miller*, las aportaciones de *Price* y las críticas de *Hunter* se seguía ejerciendo la endodoncia como en la etapa del empirismo, fue hasta 1920 que en estados unidos se dio a conocer la teoría de la “sepsis oral” y gracias a esta se realizaron una gran variedad de estudios clínicos y experimentales.¹

En 1921 *Billings* que estudió la teoría de la “sepsis oral”, al analizar el contenido de una pulpa infectada logró aislar estreptococos y estafilococos y por lo tanto lanzó su teoría de la infección focal donde



reforzó la idea de que los dientes despulpados eran un foco de infección y los causantes de enfermedades sistémicas.^{1, 3}

En 1922 *Rosenow* enunció la teoría de la localización electiva cuando realizó experimentos con perros, en los cuales desvitalizó varios dientes y causó una infección artificial y observó que las bacterias llegaban a la corriente sanguínea y a través de la bacteriemia se fijaban a algún órgano y lo dañaban provocando alguna patología.^{1, 3}

Otro de los estudios realizados que confirmo estos datos fue hecho en Alemania por *Fisher*, él además de atribuirle la causa de infecciones generales como la artritis, miocarditis, neuritis, etc. recomendó la eliminación del diente que era el foco de infección.¹

Con los estudios anteriores se logró provocar un impacto en la sociedad de aquella época de forma que se inició la etapa negra de la endodoncia, debido a que se llegó al punto en que cuando los médicos no encontraban la causa de alguna enfermedad, ordenaban extracciones de dientes despulpados (denominados “dientes muertos”) y también de dientes con vitalidad pulpar.¹

Los hechos mencionados provocaron una división entre los médicos y estudiosos de esa época, de forma que se crearon tres grupos:

- Los radicales.
- Los conservadores.
- Los investigadores.

Los radicales eran aquellos que indicaba la extracción de los dientes que habían sido despulpados incluso en casos donde el tratamiento estaba bien realizado, por temor a la infección focal.¹

Los conservadores eran los que continuaban realizando los tratamientos pulpares con medicamentos muy potentes e irritantes, pero tratando de mejorar la técnica y buscando más bases científicas.¹

Los investigadores fueron los que a través de estudios como los de *Coolidge* en 1932 y *Kronfeld* en 1933, entre otros, se dieron cuenta que la



zona periapical requería de un mayor respeto y por lo tanto se comienzan a moderar los medicamentos y los métodos antibacterianos de acuerdo a principios más biológicos y así fue como surgió la *era biológica*.¹

En esta era se dieron algunos cambios como por ejemplo que *Rickets* en 1925 se le ocurrió el uso de cementos junto con la gutapercha, de forma que llegaran al nivel de la unión cemento-dentina-conducto y haciendo condensación lateral, *Walkhoff* sustituyó el paramonoclorofenol por el paramonoclorofenol alcanforado, *Coolidge* en 1929 indicó que el eugenol tenía propiedades irritantes, *Hermann* en 1920 introdujo el uso del hidróxido de calcio (Calxyl) para obturar los conductos en endodoncia, debido a que pensaba que sustancias como el paramonoclorofenol alcanforado, el fenol, tricresolformol, etc. eran sustancias que podrían provocar lesiones.^{1,2}



Fig. 6 Walkhoff, otto.¹

También durante la era biológica se realizaron múltiples trabajos que sirvieron para demostrar que el trabajo biomecánico realizado en los conductos radiculares era el paso fundamental del tratamiento. Entre los estudios realizados se encuentran los de *Hall* en 1930, *Grove* en 1931 que además se limitó a instrumentar al nivel de la unión cemento-dentina-conducto y *Sachs* que dijo: “Lo más importante en el tratamiento endodóntico es lo que se retira y no lo que se coloca en el conducto radicular”.¹

Dentro de este grupo de investigadores también se encontraron *Callahan*, *Grove*, *Coolidge*, *Fish* y *Mc Lean*, *Okell* y *Elliot*, *Burchet* y *Burn* quienes realizaron pruebas radiográficas, bacteriológicas e histológicas para combatir a los radicales.¹

1.3 Época del resurgimiento endodóntico (1928-1936).



Fig. 7 Radiografía con lesión periapical.

<http://patoral.umayor.cl/lpe/rip/gprx2.jpg>

Durante esta época se demostró con las pruebas radiográficas: la mala endodoncia practicada (Fig. 7), que no era posible realizar un tratamiento endodóntico sin rayos x y que las lesiones periapicales podían desaparecer con un tratamiento bien realizado.¹

Con las pruebas bacteriológicas se confirmó la presencia de bacterias en las lesiones periapicales y con las pruebas histopatológicas se obtuvieron signos de inflamación en estas mismas zonas, pero rara vez encontraron microorganismos.¹

Esta diferencia de resultados condujo a investigadores como Fish y Mc Lean a realizar cultivos bacteriológicos donde se dieron cuenta que no solo en los dientes despulpados, sino también los dientes vitales se encontraban microorganismos en la región periapical.¹

En 1935 *Okell y Elliot* realizaron hemocultivos de dientes extraídos con anestesia general, 10 minutos después de las extracciones y obtuvieron cultivos positivos a pesar de que en la muestras iniciales los cultivos habían sido negativos.¹

Burket y Burn confirmaron esta bacteriemia, aunque obtuvieron cultivos positivos en menor porcentaje debido a que usaron anestesia local con adrenalina, lo cual provoca una mayor vasoconstricción.¹

Basados en los datos anteriores, *Fish y Mc Lean* volvieron a realizar experimentos pero ahora con la intención de saber si los microorganismos eran transportados dentro de los vasos sanguíneos al momento de la extracción. Ellos seleccionaron pacientes con bolsas periodontales que necesitaban extracción y por medio de cauterización eliminaron a los microorganismos de las bolsas, posteriormente realizaron

hemocultivos antes y después de la extracción y sus resultados fueron negativos en ambos casos con lo que ellos concluyeron que las bacterias eran llevadas de las bolsas periodontales a las zonas del ápice, alvéolo y al interior de los vasos, comprobando que en realidad no existían bacterias en aquellas zonas, por lo tanto invalidaron todos los estudios realizados hasta 1936. ¹

1.4 Época de la concreción de la endodoncia (1936-1940).

Fish en 1939 no quedó del todo conforme con los resultados anteriores por lo cual realizó nuevos experimentos. En un grupo de cobayos les perforó los maxilares e introdujo fibras de algodón embebidas en cultivos de microorganismos de conductos radiculares, produciéndoles un foco de infección artificial. Los animales fueron sacrificados en un periodo de cuatro a cuarenta y seis días y *Fish* les quitó todo el tejido afectado; el tejido fue sometido a tinción de Gram (para identificar microorganismos), coloración con hematoxilina y eosina (para observar alteraciones en los tejidos) y por el método van Gieson (para diferenciar alteraciones óseas) para así realizar los cortes histológicos. ¹

Al observar las alteraciones *Fish* las clasificó en cuatro zonas (Fig. 8):

- A. Zona de infección. Caracterizada por la presencia de bacterias en el centro rodeadas por leucocitos neutrófilos polimorfonucleares.
- B. Zona de contaminación. Libre de microorganismos pero con toxinas, linfocitos y restos celulares.
- C. Zona de irritación. Sin

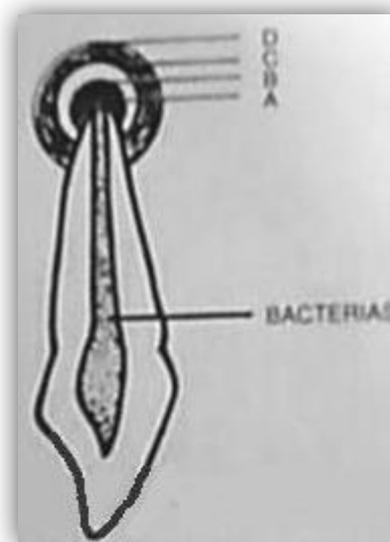


Fig. 8 Esquema de alteraciones de *Fish*. ¹



microorganismos pero con toxinas más diluidas y presencia de fagocitosis por medio de osteoclastos e histiocitos. Las zonas que se iban destruyendo se llenaban por leucocitos neutrófilos polimorfonucleares.

D. Zona de estimulación. Presencia de fibroblastos y osteoblastos estimulados por toxinas muy diluidas.

Con estos datos se pudo concluir que la infección se localizaba dentro del conducto radicular mientras que la zona periapical era la zona de defensa orgánica, por lo tanto, al estar relacionados uno con el otro, la región periapical podía sufrir alteraciones debido a la propagación de bacterias, a la acción de sus toxinas o por los productos de descomposición de la pulpa provocando una gran variedad de reacciones periapicales que van desde granulomas o quistes hasta abscesos, y para evitar llegar a este tipo de lesión es necesario eliminar la causa de infección dentro de los conductos radiculares.¹

Además también se tomo en cuenta que cuando se llegaban a producir estas reacciones en la zona periapical era porque se había perdido el equilibrio entre el número de microorganismos, su virulencia y la resistencia orgánica.¹



Fig. 9 Puntas de gutapercha calibradas.
<http://www.dentsply.com.mx/productos/clinica/imagenes/gutaiso.JPG>

Con la información anterior *Fish* estableció los principios biológicos de la endodoncia y con ello se logró un gran avance en el campo de la misma.¹

Paralelamente a este estudio, surgieron nuevas investigaciones y se tomaron en cuenta aportaciones como fue la de *Grove* en 1929 dijo que se debían normalizar los diámetros de los instrumentos y de los materiales con que se obturaba, unos años después en 1933 *Jasper* presento las puntas de plata y conos de gutapercha calibrados con los instrumentos (Fig 9);



Grossman en 1935 sugirió para la desinfección de los conductos radiculares la azocloramida que liberaba cloro de forma gradual, en 1936 *Walker* uso el hipoclorito de sodio como irrigante de los conductos; *Zander* en 1939 en Estados Unidos demostró la curación de dientes tratados con hidróxido de calcio y en 1953 *Maisto* publicó la primera investigación sobre el uso del hidróxido de calcio en América Latina. ¹

Como se puede observar durante esta época y la pasada se dieron muchos avances en el campo de la endodoncia, dando así las bases para orientar las mejores técnicas y con ello lograr un mayor porcentaje de éxito en los tratamientos, además de que se obtuvo un mayor respeto hacia los tejidos periapicales. ¹

1.5 Simplificación endodóntica (1940-1980).

En esta etapa se revisaban las técnicas para compararlas y así escoger la más eficaz y sencilla, para eliminar lo innecesario y poder reducir tiempos y hacerla lo mas accesible al profesional y al paciente, siempre tratando de cumplir los principios bilógicos establecidos con anterioridad. Personajes celebres como *Kuttler*, *Pucci*, *Angelo Vella*, *Langeland*, *Mello*, etc., fueron los promotores de esta nueva forma de pensar y gracias a ellos y sus aportaciones podemos definir esta etapa con la depuración de las técnicas, la rapidez y el pensamiento de que solamente cuando las defensas del tejido periapical hayan fallado, se podrá realizar algún tratamiento. ^{1,2}



Fig. 10 Mello. ¹

1.6 Época científicotecnológica (1980-2012).

Durante esta época la endodoncia adquirió un desarrollo tecnológico cada vez más acelerado, por lo tanto, es necesario evaluar las nuevas tecnologías e investigarlas antes de poder usarlas en la clínica.²

Las radiografías digitales que han mejorado la imagen y han ayudado a la elección de un mejor tratamiento son un ejemplo del avance que se ha tenido durante esta época, aunque en donde se han observado más cambios es en el área del tratamiento de los conductos radiculares donde *Martin* recomendó el uso de la energía ultrasónica (Fig. 11) y *Laurichesse* el de la energía sónica; otros autores dieron a conocer técnicas como crown-down por *Marshal*, step-down por *Goerig* y la de doble conicidad por *Pappin*.²



Fig. 11 Puntas de ultrasonido.

http://safe-img04.olx.com.mx/ui/9/98/55/1291162123_142899355_1-Fotos-de--Puntas-de-Ultrasonido-para-Endodoncia-START-X-1291162123.jpg

En cuanto a las limas con que se realizan los tratamientos, continuamente se encuentran mejores aleaciones para darles una mayor flexibilidad y resistencia, también se mejora su diseño y gracias a algunos investigadores como Schilder, McSpadden y Buchanan se pueden realizar tratamientos con instrumentos rotatorios.²

Otro de los aportes de esta época dado por la escuela japonesa, es el localizador de la constricción apical el cual nos ha ayudado a mantener el límite de la preparación y finalmente para la obturación se ha logrado plastificar la gutapercha mediante calor como lo hicieron *Yee* y *Marlín*, entre otros.²



CAPÍTULO II

2. MICROBIOLOGÍA DEL CONDUCTO RADICULAR.

En Endodoncia el estudio de la microbiología es importante debido a que nos permite conocer los microorganismos que penetran por distintas vías a la cavidad pulpar donde una vez establecidos provocan distintas patologías, desde su inflamación hasta su evolución provocando una necrosis pulpar, que es la principal causa de lesiones periapicales (ya sea en un corto o largo periodo de tiempo). El conocimiento y comprensión de la flora microbiana que interviene en los distintos estadios de la patología pulpar nos ayuda a establecer un mejor tratamiento con el uso de antibióticos de ser necesario.

2.1 Vías de Acceso.

Los tejidos duros del diente funcionan como barreras defensivas impidiendo la entrada de los microorganismos a la pulpa, cuando la integridad de un órgano dental se ve afectada, se puede producir la entrada de microorganismos a la cavidad pulpar y con esto se provoca la inflamación que podría llegar a una necrosis.^{2, 4,5}

Algunas de las vías de entrada que pueden presentarse son:

- a) Acceso directo.
- b) Vía pulpoperiodontal.
- c) Torrente sanguíneo.

a) Acceso directo. El acceso directo puede ser provocado por la *exposición pulpar*, que es una de las vías de invasión más común y puede ocurrir debido a desgastes excesivos en la corona por atrición, abrasión o erosión, desgastes al momento de preparar los dientes para coronas o al realizar cavidades profundas o por algún traumatismo que afecte esmalte y dentina (más común en niños y jóvenes). El tejido pulpar



expuesto entra en contacto con los microorganismos de saliva, placa o caries lo que provoca la irritación e inflamación del tejido pulpar y al irse colonizando de bacterias se produce infección.^{2, 4, 5}

Otra forma por la que se puede provocar acceso directo cuando la dentina es de espesor delgado, es a través de los *túbulos dentinarios* que al ser expuestos por alguna preparación, lesión cariosa (Fig. 12) o al realizar un raspado radicular y al tener un calibre aproximadamente entre 0.5-1 μ de diámetro en la periferia (cerca de cemento y esmalte) y entre 3-5 μ cerca de pulpa, permiten el libre paso de las bacterias que en promedio miden entre 0.2 y 0.7 μ . Se sabe que las bacterias invaden más rápidamente los dientes que no están vitales debido a que no hay salida de líquido dentinario que altere la permeabilidad dentinaria y además de que tampoco hay acumulación intratubular de células de defensa que puedan impedir el avance bacteriano.^{2, 4, 5,}



Fig. 12 Exposición pulpar por caries.
http://odontoclinica.org/odontoblog/wp-content/uploads/2011/09/TODO-2_Blog.jpg

b) Vía pulpoperiodontal. El tejido pulpar al tener comunicación con el tejido periodontal a través del foramen apical y conductos laterales, se encuentran estrechamente relacionados de forma que se permite el paso de bacterias en ambos sentidos. Normalmente se puede observar que como consecuencia de la patología pulpar (debido a los microorganismos, sus productos de desecho y a la misma degradación del tejido pulpar), se produce una lesión periapical, aunque para que la enfermedad periodontal cause un daño importante en la pulpa es necesario que la bolsa periodontal llegue al foramen apical y dañe el



paquete vasculonervioso, provocando necrosis y de esta forma los microorganismos invadan el conducto radicular (Fig.13).⁵

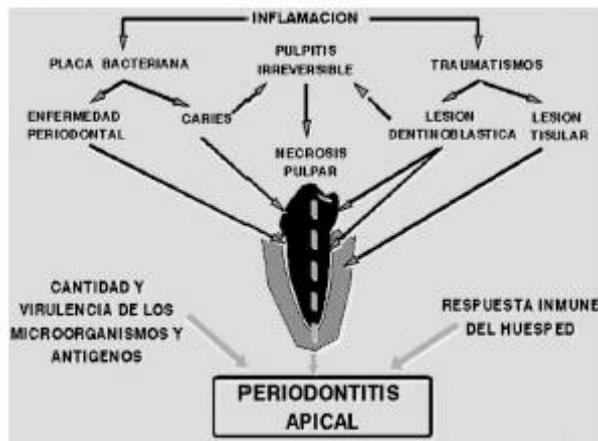


Fig. 13 Etiopatogenia de la periodontitis apical.

http://scielo.isciii.es/img/revistas/odont/v27n5/original5_fig1.jpg

c) Torrente sanguíneo. Aunque normalmente las bacterias que entran al torrente sanguíneo son destruidas por los mecanismos de defensa, algunas bacterias son transportadas en la sangre o linfa hasta alguna zona con daño tisular, donde abandonan los vasos sanguíneos y pasan al tejido y provocan una infección. Las bacteriemias causantes de este tipo de transporte pueden ocurrir de forma común después de una extracción dental, una cirugía, procedimientos periodontales o sobreinstrumentación de los conductos radiculares.^{2, 4, 5}



Fig. 14 Invasión por Anacoresis.

<http://3.bp.blogspot.com/-npqfAD0aJu0/TtTckKoDXzl/AAAAAAAAAPPM/yYZoXb9nrDk/s1600/flujo-sanguineo.jpg>

2.2 Factores determinantes para la gravedad de la infección.

Se sabe que existen cerca de 700 especies microbianas en la cavidad oral, de las cuales aproximadamente 12 han sido detectadas en procesos infecciosos dentro de los conductos radiculares. Lo anterior nos



indica que normalmente los microorganismos son inofensivos y se encuentran en simbiosis con el huésped, pero en ocasiones se reúnen las características necesarias para su proliferación hasta el punto en que se tornan dañinos para el organismo. Por lo tanto, una vez que los microorganismos han logrado entrar en la pulpa, se han multiplicado y presentan actividad patogénica, se producirá inflamación y la gravedad de la infección dependerá de distintos factores ecológicos y de los factores de virulencia microbianos.^{2,6}

Dentro de los factores ecológicos que más influyen en la formación y características de la microbiota de los conductos radiculares se encuentran:

1. *Tensión de oxígeno y potencial redox.* La infección del conducto radicular es un proceso donde distintas especies bacterianas intervienen en distintos momentos de la misma. En las fases más tempranas de la infección se encuentran bacterias facultativas que tienen buena tolerancia al oxígeno. Al pasar de unos días o semanas el oxígeno dentro del conducto va disminuyendo debido a la pérdida del aporte sanguíneo que lleva a la necrosis pulpar y el consumo de oxígeno por las bacterias facultativas. Creando así un ambiente anaerobio con potencial redox reducido lo que es favorable para el desarrollo de bacterias anaerobias obligadas. Con el paso del tiempo se hace más notorio el ambiente anaerobio en el tercio apical y las bacterias anaerobias predominan en la microbiota del conducto radicular.^{4,2}
2. *Nutrientes disponibles.* La nutrición es el proceso por el cual las sustancias químicas, denominadas nutrientes, son derivadas del ambiente, endógeno o exógeno, y utilizadas en actividades vitales, tales como procesos biosintéticos y funciones de los componentes celulares.⁵ Las bacterias pueden utilizar como fuentes de



nutrientes al tejido pulpar necrótico, las proteínas y glucoproteínas de los líquidos y exudados tisulares, los componentes de la saliva y los productos de metabolismo de otras bacterias. En una primera fase los carbohidratos son utilizados para generar ácido láctico y fórmico, posteriormente las proteínas son hidrolizadas y los aminoácidos son fermentados y finalmente en la tercera fase se da la degradación proteica con fermentación de aminoácidos y péptidos. Esto quiere decir que en un principio la microbiota que predomina es sacarolítica y posteriormente los microorganismos proteolíticos son los que abundan dentro del conducto radicular.⁴

3. *Interacciones bacterianas.* Distintas interacciones entre las bacterias involucradas en la infección de los conductos radiculares pueden ser benéficas o perjudiciales para ellas. En el caso del Sinergismo o cooperación, los microorganismos a través de su metabolismo pueden sintetizar los nutrientes para otras bacterias que no son capaces de obtenerlos por otro medio, además la coagregación que es la agregación entre células bacterianas les proporciona protección. El antagonismo es una interacción perjudicial debido a que las bacterias producen sustancias tóxicas o bacteriocinas que inhiben el crecimiento de otros microorganismos presentes en el mismo hábitat. Un ejemplo es la especie *Veillonella* que al realizar el metabolismo de carbohidratos produce lactato y éste puede acidificar el pH inhibiendo bacterias ácido-lábiles y dejando actuar solo a las ácido-resistentes. Otros ejemplos son algunas bacterias que al metabolizar aminoácidos producen amonio y puede ser tóxico para otros microorganismos.⁴

Dentro de los factores de virulencia microbiana se deben tomar en cuenta las estructuras de cada microorganismo (cubierta celular, estructuras internas y externas) así como los productos de los mismos, y



además el carácter de la invasión, el tiempo y la capacidad de defensa del hospedador.^{2, 5}

Las estructuras(Fig.15)...de cada microorganismo le confieren

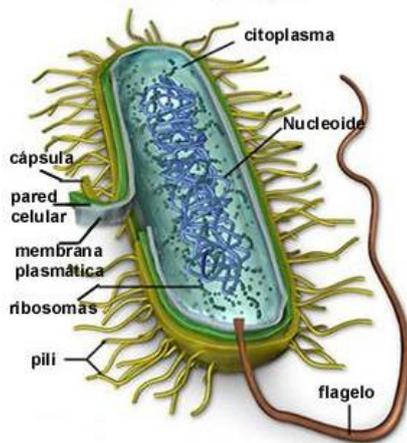


Fig. 15 Estructura de bacteria Gram- .

[http://4.bp.blogspot.com/_Wb5o9KmjLK8/THF1Gqe-6LI/AAAAAAAAAw/TOM9fycl5yw/s1600/Estructura Bacteriana.ipa](http://4.bp.blogspot.com/_Wb5o9KmjLK8/THF1Gqe-6LI/AAAAAAAAAw/TOM9fycl5yw/s1600/Estructura_Bacteriana.ipa)

propiedades únicas para poder desarrollarse de manera adecuada dentro del hospedador, algunas de estas estructuras son: las que se encargan de cubrir el contenido de las células como la *pared celular* que cuenta con antígenos bacterianos responsables de la virulencia e inmunidad del organismo, la *membrana citoplasmática* de naturaleza fosfolipoproteica que es responsable de controlar mecanismos de transporte de nutrientes y además está involucrada en la división celular; como parte de las estructuras internas de la célula se encuentran *el citoplasma* que contiene *mesosomas*, *ribosomas* y *vacuolas*, los primeros son los encargados de las enzimas respiratorias y los segundos se encargan de la síntesis de proteínas, el *nucleoide* bacteriano contiene el material genético dispuesto en forma circular y concentra la información genética de la célula, los *plásmidos* que son material genético extranuclear, contribuyen a la toxigenicidad y confieren resistencia ante diferentes antibióticos; y finalmente cabe mencionar que las estructuras externas que no siempre se encuentran en todas las células, pueden ser consideradas como accesorias y entre ellas se encuentran las *fimbrias* o *pili* que son importantes para la adhesión e interacción con otras bacterias dentro de una infección polimicrobiana, la *cápsula* (cuando se encuentra bien organizado) o capa de limo (si no se encuentra bien organizado) se presenta en bacterias gramnegativas y contribuye a la virulencia evitando



la fagocitosis, los *flagelos* funcionan como órganos de locomoción transportando las células hacia un ambiente ecológicamente más favorable y por último las *vesículas extracelulares* que contienen enzimas o sustancias tóxicas, e intervienen en la hemaglutinación, la hemólisis, la adhesión bacteriana y las actividades proteolíticas, además también se encargan de neutralizar los anticuerpos combinándose con ellos protegiendo así a las bacterias progenitoras.^{6,7}

En cuanto a los productos de las bacterias podemos mencionar algunos hechos como que los lipopolisacáridos que se encuentran en la superficie de bacterias gramnegativas como la *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* y *Prevotella intermedia*, son liberados en forma de *endotoxinas* que pueden penetrar en la dentina por difusión y provocar inflamación pulpar y/o periapical; las *enzimas* liberadas por especies proteolíticas como *Prevotella* y *Porphyromonas*, entre otras, diseminan la infección destruyendo el tejido pulpar y periapical y pueden provocar exudado purulento al interactuar con los neutrófilos, otros productos específicos de las bacterias anaerobias son los *ácidos proteónico, butírico e isobutírico* que sirven para afectar la fagocitosis y en el caso del *ácido butírico* estimula la producción de interleucina-1, la cual se relaciona con la resorción ósea; las *poliminas* como putrescina, cadaverina, espermidina y espermina intervienen en la regulación de la multiplicación celular, la regeneración de los tejidos y en la inflamación.²

Cuando hablamos del carácter de la invasión bacteriana nos referimos a que la cantidad de microorganismos que colonizan la pulpa o la zona periapical es proporcional al daño que pueden ocasionar, esto se debe a que a mayor cantidad de microorganismos y a su multiplicación continua, mayor es la cantidad de enzimas, endotoxinas y otros productos que en consecuencia las vuelven más virulentas y por lo tanto el sistema defensivo no puede contra todas ellas y se provoca una mayor respuesta inflamatoria.²



Para incluir el factor tiempo y la capacidad de defensa, se debe mencionar que en ocasiones cuando las bacterias se presentan en bajas concentraciones, las defensas naturales del organismo son suficientes para neutralizarlas, pero cuando el número de microorganismos es abundante y se producen demasiados productos irritantes, se activa rápidamente el sistema de defensa y se puede presentar un cuadro de inflamación aguda en muy corto tiempo. Cuando se encuentran en equilibrio las defensas del hospedador y la cantidad y actividad microbiana, pueden presentarse cuadros clínicos crónicos con sintomatología leve o sin ella. ²

2.3 Microbiota endodóntica.

En 1965 Kakehashi, Stanley y Fitzgerald realizaron un estudio donde se comprobó la importancia de los microorganismos en los procesos patológicos pulpares, Ellos realizaron experimentos con dos grupos de ratones, el primer grupo se encontraba libre de gérmenes y el segundo se trataba de ratones comunes, en ambos grupos se expuso quirúrgicamente la pulpa al ambiente oral y se observó que en el primer grupo los animales cicatrizaron y se formaron puentes dentinarios, mientras que en el segundo grupo se observaron necrosis y lesiones periapicales, por lo tanto concluyeron que la presencia de microorganismos era la causa de la enfermedad pulpar y perirradicular. ^{6, 7, 8}

Desde entonces la etiología de las infecciones endodónticas y los microorganismos que intervienen en las distintas fases de la patología pulpar han sido estudiados ampliamente. Hoy en día con las nuevas técnicas de identificación, aislamiento y cultivo bacteriano se han podido identificar una mayor cantidad de microorganismos (pero no totalmente), con ello se pueden corroborar algunos ya relacionados o identificar nuevas especies, para entonces poder conocer y entender mejor su papel dentro de las etapas de los procesos patológicos. ²

Es importante recordar que la pulpa se encuentra formada por tejido conjuntivo laxo diferenciado, de origen mesenquimatoso que es vascularizado, innervado y que además contiene células inmunológicas, cuando es invadida e irritada por ciertos microorganismos, la pulpa reacciona y provoca inflamación ya sea aguda o crónica y debido a que se encuentra rodeada de tejidos duros se vuelve más vulnerable a estas agresiones.⁶

Normalmente cuando los organismos unicelulares han infectado el tejido pulpar la primera manera en que los podemos encontrar es en forma de células planctónicas (desunidas) y suspendidas en la fase líquida del conducto principal y posteriormente pueden presentarse como agregados o coagregados adheridos a las paredes del conducto radicular formando una biopelícula.^{5,9}

2.4 Adherencia y colonización.

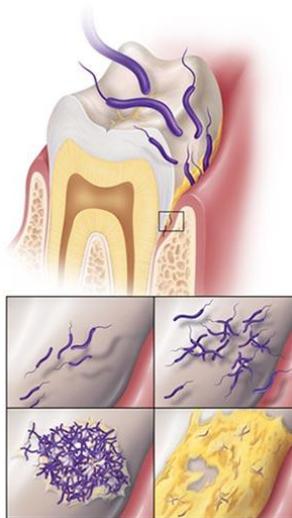


Fig. 16 Formación del Bio Film .

<http://www.sageproducts.com/images/products/biofilmdev.jpg>

Para entender cómo se forma la biopelícula debemos saber que en una primera fase se debe crear una película acondicionadora (compuesta de glicoproteínas de la saliva y del fluido crevicular gingival, proteínas y productos secretados por los microorganismos) donde hay una adsorción de macromoléculas en la fase planctónica a la superficie, pero promoviendo la adhesión solo de ciertas cepas bacterianas.^{5,10}

En su segunda fase ocurren la adhesión y la cohesión de microorganismos. Esto se da porque ciertas células que son las colonizadoras iniciales, tienen un papel importante proporcionando características especiales con la producción de una matriz polimérica para la cohesión de las siguientes bacterias.⁵



La tercera fase corresponde a la multiplicación y metabolismo de los microorganismos, dando lugar a una colonia microbiana mixta y bien organizada, esta fase se mantiene siempre y cuando haya buenas condiciones para la supervivencia de los microorganismos. Es interesante ver que la organización es tan eficaz que la bacteria más cercana a la pared tendrá el metabolismo más lento, y en cuanto más alejada se encuentre de la pared, más rápida será la forma de recibir nutrientes y crecerá más rápido, además, esta organización le confiere protección y resistencia ante los anticuerpos y antibióticos, de forma que incluso agentes químicos como el hipoclorito de sodio o el peróxido de hidrógeno solo destruyen a las bacterias más superficiales sin dañar a las del interior^{8,10}.

2.5 Composición.

Al hablar de la infección del conducto radicular debemos recordar que tiene naturaleza polimicrobiana y aunque no se ha establecido una relación directa entre una especie de bacteria y la gravedad de la infección, se han identificado varias especies relacionadas con ciertos signos y síntomas, en su mayoría la flora bacteriana varía de acuerdo al estadio en que se encuentre la pulpa y a las características especificadas de cada caso. Sin embargo muchos autores coinciden en que predominan las bacterias anaerobias estrictas (bacterias que carecen de la enzima superóxido dismutasa y catalasa, por lo tanto el oxígeno molecular es tóxico para ellas).^{2, 6, 9}

Para entender mejor la forma en que actúan las bacterias dentro del sistema de conductos debemos saber que al inicio de la invasión, los microorganismos que se han identificado dentro de la pulpa de dientes vitales son similares a los que se encuentra normalmente en la cavidad oral; como las bacterias sacarolíticas que utilizan glúcidos de origen sérico como nutrientes, los cuales posteriormente liberan como producto



de su metabolismo ácido láctico y fórmico. Cuando la inflamación avanza, pero permanece asintomática, se van agotando los glúcidos séricos como nutrientes lo que ocasiona que algunas especies de bacterias anaeróbicas como *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, *Actinomyces*, *Propionibacterium*, *Veillonella*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Fusobacterium*, *Selenomonas* y *Treponema* invadan la pulpa y gracias a la hidrólisis proteica, metabolicen aminoácidos y péptidos, lo que les permite su desarrollo y el de otras bacterias, transformando la microflora que en un principio tenía en su mayoría bacterias aerobias y anaerobias facultativas (*Streptococcus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Actinomyces*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*, *Neisseria*, *Capnocytophaga*, *Eikenella*, *Campylobacter*) en una microflora donde predominan los microorganismos anaerobios. En casos de infecciones agudas se han identificado *Prevotella buccae* en correlación con *Porphyromona endodontalis*, *gingivalis* y *Prevotella intermedia*. La *P. endodontalis* además se ha encontrado en pacientes con periodontitis (en la placa subgingival), pero no en pacientes sanos.^{6, 8, 9}

Cuando se provoca la necrosis eventual del tejido pulpar, las bacterias bajan libremente hacia la zona perirradicular en donde se han podido identificar bacterias como Estreptococos anaerobios facultativos, Bacilos coliformes y Anaerobios obligados. Los microorganismos que se han identificado en abscesos periapicales son similares a las identificadas dentro de los conductos radiculares. Un estudio reciente demostró que *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus anaerobius* y *Veillonella párvula* podían producir abscesos en un cultivo estéril, sin embargo en un cultivo mixto con *F. nucleatum* asociado a bacterias de pigmento negro (BPB) como *Prevotella intermedia* y *Porphyromonas gingivalis* formaron absceso de manera más rápida que *F. nucleatum* en cultivo puro⁵. Lo que confirma las relaciones sinérgicas en una infección endodóntica.^{5, 9}



En los conductos donde se presenta un fracaso en el tratamiento endodóncico se han identificado microorganismos como *Actinomyces israeli*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*.¹¹ El primero de estos microorganismos se puede eliminar con hipoclorito de sodio o con hidróxido de calcio dentro de los conductos infectados y con el correcto y meticuloso trabajo biomecánico, o en caso de encontrarlo en el periápice se puede eliminar mediante cirugía endodóncica; el segundo microorganismo cuenta con factores de virulencia como que puede soportar ambientes inhóspitos y sobrevivir más de 30 minutos a 60 grados, pueden sobrevivir a la instrumentación quimiomecánica y repoblar el conducto radicular, es resistente al hidróxido de calcio y a varios antibióticos y puede crecer en el hipoclorito de sodio al 6.5%, este microorganismo se puede eliminar con ayuda de MTAD (mezcla de 3% de doxiciclina, 4.25% de ácido cítrico y 0.5% del detergente tween,80). con hipoclorito de sodio por 5 minutos o con clorhexidina al 0.2% por 30 segundos.^{4,9}

Finalmente cabe recordar que el propósito de la terapia endodóntica es eliminar la mayor cantidad de microorganismos y material contaminado del sistema de conductos radiculares, además de crear un ambiente con condiciones adversas para el desarrollo de estos, para lograr el objetivo nosotros además del trabajo biomecánico contamos con soluciones irrigantes que nos ayudaran durante este proceso.



CAPÍTULO III

3. IRRIGACIÓN: CONCEPTOS GENERALES

Es importante recordar que para poder obtener un tratamiento exitoso es indispensable eliminar los restos de tejido pulpar que se encuentran dentro de los conductos radiculares, así como los microorganismos y la limadura dentinaria (smear layer) que es producto de la acción mecánica ejercida con los instrumentos durante el trabajo biomecánico. Para lograr este objetivo contamos con medios químicos como las soluciones irrigadoras, que son un complemento fundamental de la instrumentación, y medios físicos que comprenden el acto de irrigar y aspirar la solución irrigadora. Veamos entonces lo que es la irrigación, su uso y las sustancias que se conocen y son empleadas para este fin.^{4,8, 12}

3.1 Definición.

En endodoncia se entiende por irrigación el lavado de las paredes del conducto con una o más soluciones antisépticas, y la aspiración de su contenido con rollos de algodón, gasas o aparatos de succión.¹³

3.2 Objetivos.

Debido a que la irrigación es indispensable para lograr una limpieza correcta del conducto, debemos conocer que los objetivos dependerán del momento en el que sea empleada y son:

1. *Antes de la instrumentación*, la solución irrigadora al inundar la cámara pulpar y los conductos radiculares (si el diámetro lo permite) nos ayudara a neutralizar los productos tóxicos y restos orgánicos en casos de pulpa necrótica o nos ayudara a tener un acceso aséptico al interior de los conductos radiculares en caso de pulpa vital.



2. *Durante la instrumentación* nos ayudara a mantener húmedas las paredes del conducto para ayudar al corte de los instrumentos y evitar el empacamiento del barrillo dentinario.

3. *Posterior a la instrumentación* nos servirá para eliminar los restos de limadura dentinaria favoreciendo así la penetración de los medicamentos a través de los conductos dentinarios.^{12, 14}

3.3 Propiedades.

Al realizar el trabajo biomecánico y emplear las soluciones químicas para irrigación se ha observado que cuentan con distintas propiedades entre las que destacan:

- a) *Disolución de tejido*. Algunas soluciones irrigantes tienen la capacidad de disolver tanto tejidos orgánicos como inorgánicos para lograr desbridar efectivamente los conductos radiculares.^{4,10}
- b) *Lubricación*. Debido a la baja tensión superficial de algunas sustancias se pueden humedecer las paredes del conducto radicular y gracias a esto se puede lograr el paso y eficacia en el corte de los instrumentos hasta la longitud deseada, agregado a esto se suma que estas condiciones nos ayudaran a que no se fracturen fácilmente los instrumentos.^{5,12}
- c) *Quelación*. Este fenómeno se presenta en soluciones como el EDTA que tiene la capacidad de atraer iones metálicos como el calcio y por lo tanto es de gran utilidad en conductos calcificados o estrechos.^{5,12}
- d) *Acción antibacteriana*. Los irrigantes ayudan a la eliminación de los microorganismos que se encuentran dentro del sistema de conductos radiculares.^{5,12}
- e) *Blanqueamiento*. Ciertos irrigantes tienen la capacidad de poder blanquear las superficies o evitar su cambio de color.^{5,12}



- f) *Radioopacidad*. Algunas sustancias recientemente utilizadas tienen cierta radioopacidad que al ser colocada dentro del sistema de conductos radiculares nos ayuda a poder determinar la configuración del mismo.⁵

3.4 Técnica de irrigación.

Es importante tomar en cuenta que a pesar de la técnica utilizada para la irrigación, existen algunos factores que determinan la efectividad de la misma, como pueden ser el calibre de la aguja y la profundidad a la que se logre llegar con ella dentro del conducto radicular; el tipo, volumen, temperatura y la continua renovación de la solución química (mínimo cada dos o tres instrumentos) y finalmente la anatomía de cada conducto radicular así como la instrumentación que se realice en él.^{8, 9, 13, 15}

Para entender como funciona la irrigación debemos saber que al aplicar presión en el émbolo de la jeringa, la fuerza que aplicamos se transforma en energía cinética, la cual puede ser observada en la solución que sale en chorro chocando contra las paredes de los conductos y desplazándose 2 o 3 mm desde la punta de la aguja en dirección apical donde los tejidos periapicales y el aire que se encuentra en la porción más apical oponen resistencia al desplazamiento, provocando una turbulencia en la cual el líquido con las partículas suspendidas busca una salida que será hacia el tercio coronal provocando así el reflujo de las sustancias irrigadoras.³

Dentro de las técnicas de irrigación encontramos:

1. Irrigación simple.
2. Irrigación gasógena.
3. Irrigación con aspiración.
4. Técnica con conos de papel.
5. Irrigación con ultrasonido.
6. Irrigación con presión negativa.



1. *Irrigación simple.* Consiste en introducir lentamente la sustancia irrigante hasta 3 mm antes del ápice con ayuda de un sistema como el endo irrigator (que permite elegir y dispensar varias soluciones de irrigación presionando un botón) o con jeringas tipo luer (Fig. 17)

con aguja con punta roma, que se puedan doblar o que vengan con cierta angulación y de calibre delgado (para que no se encaje en el conducto radicular y que permita así el reflujo del líquido), durante el procedimiento se deberán realizar movimientos de vaivén (entrada y salida) con la jeringa y a la salida de la solución se utilizan gasas o algodón para su recolección.^{8,9,3,16}



Fig. 17
Jeringa tipo Luer para irrigación pasiva.

<http://img.webme.com/pic/e/endodontic/jeringa.gif>

2. *Irrigación gasógena.* Se basa en soluciones que por reacciones químicas producen oxígeno, los autores que la utilizaron se basaban en el principio que la efervescencia conseguida forzaba a los detritos dentinarios hacia la cámara pulpar. Un ejemplo es el uso alternado de hipoclorito de sodio al 4-6% y agua oxigenada a 10 vol., que produce oxígeno en un volumen de 5.5 a 9 veces mayor que la cantidad de líquido inicial. Esta cantidad de gas producida, genera presión dentro del conducto lo que empuja al líquido con desechos suspendidos hacia el tercio coronal y con la rápida efervescencia, se puede prevenir incluso el cambio de color del diente, debido a la eliminación de la sangre infiltrada en las paredes, aunque si ocurre su salida hacia el periápice puede provocar microabscesos, así como inflamación y actividad osteoclástica.^{12, 3, 15}

3. *Irrigación con aspiración*(Fig. 18). Consiste en la inyección de la solución irrigadora siguiendo los principios de la irrigación simple y su aspiración simultánea con alguna cánula especial colocada en la entrada



del conducto. Con esto se busca un flujo y reflujo de la solución que pueda producir un aumento en la velocidad y con ello una mayor remoción de microorganismos y restos de tejido dando como resultado una mejor limpieza.^{3,16}

Fig. 18 Irrigación con aspiración.

<http://odontoayuda.com/wp-content/uploads/2010/09/irrigacion-de-conductos.jpg>



4. *Técnica con conos de papel.* Lasala recomendó el uso de conos de papel para poder llevar la solución irrigadora al tercio apical, esto surgió debido a la presencia de una burbuja de aire en el tercio apical y él mencionaba que colocando un cono de papel seco, de calibre adecuado y a la longitud de trabajo deseada se podía romper esa burbuja, y ya colocada la punta de papel en su sitio, se le agregaban unas gotas de solución irrigante en la porción coronal para que se humedeciera todo el cono y de esta forma llegara el irrigante a la zona apical y con la expansión provocada en el cono por la humedad (un aumento entre 60 y 80%) se provocaba presión lateral sobre las paredes del conducto para poder limpiar de esta forma el conducto radicular^{14, 3}.

5. *Irrigación con ultrasonido.* Los ultrasonidos en endodoncia tienen múltiples propósitos, pero en el caso de la limpieza y la preparación del conducto su ventaja radica en la formación de microcorrientes acústicas en remolino junto al instrumento, lo que potencia el efecto de la solución irrigante debido a que la calienta y además ayuda a desalojar los detritos residuales de la preparación. Entre las desventajas del



Fig. 19
Irrigación con ultrasonido.

<http://www.endodontic.es.tl/Es-rapida-una-Endodoncia--f.html#tbs=1>



uso de limas con ultrasonido encontramos que pueden socavar y viciar las paredes del conducto, por esta razón, se han desarrollado con ayuda de la tecnología nuevos instrumentos de NiTi no cortantes y microcepillos endodónticos.⁹

Con el tiempo, múltiples autores han realizado estudios sobre el uso del ultrasonido, como por ejemplo: *Martin* quien afirmó que las limas inmersas en solución de irrigación y activadas por el ultrasonido generan cavitación sobre las bacterias (fenómeno que por efecto de la vibración provoca la formación de microburbujas de aire sobre la superficie de los microorganismos, provocando la rotura de la pared bacteriana y la lisis celular). *Ahmad*, señaló que debido a la vibración ultrasónica la solución irrigadora fluye a lo largo de toda la lima y esta corriente líquida podría reducir el número e bacterias; también varios clínicos han estudiado el uso de la irrigación ultrasónica para la limpieza del conducto en toda su longitud y se han observado resultados favorables para la eliminación de restos orgánicos y bacterias, así como la eliminación de la capa residual. Griffiths y Stock prefirieron el uso del hipoclorito de sodio para usarlo con ultrasonido. Sjögren y Sundqvist encontraron que este tipo de energía era buena para eliminar las bacterias del conducto, pero recomendaron el uso de medicación intraconducto entre consultas. Se sabe que los conductos más limpios se obtienen mediante el uso del hipoclorito de sodio con activación ultrasónica durante 3 minutos después de que se ha preparado totalmente el conducto.^{4, 8,3}

6. *Irrigación con presión negativa*. Consiste en la irrigación y aspiración del líquido dentro del conducto radicular y ayuda a prevenir que el líquido se desplace a la zona periapical, este tipo de procedimiento se realiza con ayuda del sistema Endo Vac (*Discus Dental*), que consiste en una punta de irrigación/evacuación, donde se colocan una macro y una micro cánula unidas a una jeringa que contiene el irrigante y al sistema de

succión de la unidad dental. La macrocánula es de plástico con punta abierta de calibre ISO 55 y la microcánula es de acero inoxidable y cuenta con punta cerrada pero orificios laterales con un calibre ISO 32. Al ser colocadas (la macrocánula en la entrada del conducto radicular y la microcánula a longitud de trabajo) la presión negativa arrastra el irrigante puesto en la cámara pulpar y es retirada por la microcánula, esto se realiza durante 30 segundos, tiempo necesario para obtener una buena limpieza debido a que se forma un efecto de succión apical del irrigante hacia y a través de las paredes de los conductos creando turbulencia y llegando hasta el tercio apical.¹⁷



Fig. 20 Sistema endoVac para irrigación con presión negativa.

http://www.endodoncia-sae.com.ar/info_articulos02.htm

3.5 Características ideales

Para la selección de la mejor sustancia irrigadora es indispensable conocer cuales son los requisitos básicos con los que debe de cumplir, por esta razón a continuación se mencionan algunas características:

- a) Baja tensión superficial. Este es un requisito indispensable para que pueda penetrar y mojar las paredes del conducto y con ello las humecte, y se pueda mezclar además con otras sustancias fácilmente para su eliminación.^{18, 5}
- b) Tensoactividad. Esta propiedad nos ayudara a bajar la tensión superficial de los componentes acuosos y lipídicos dentro del conducto radicular para poder eliminarlos de manera más fácil con la acción de las sustancias irrigadoras.¹⁸



- c) Potencial bactericida. Esto es para lograr la eliminación de la mayor cantidad de microorganismos que se encuentran dentro del conducto radicular.¹⁸
- d) Biocompatibilidad. Que no cause daño a los tejidos periapicales o intrabucuales.^{18, 5}
- e) Acción Lubrificante. Esto es para evitar que la fricción provocada al momento de realizar la instrumentación del conducto produzca calor y así se evita dañar a los tejidos periodontales, así como también elimina la probabilidad de fractura de algún instrumento.²
- f) Utilidad. Se refiere a que sea de fácil disponibilidad, bajo costo, buena vida útil, fácil almacenaje.⁵

Hasta el día de hoy no se cuenta con una sustancia ideal que cumpla con todos los requisitos, por lo tanto debemos elegir las sustancias que vamos a utilizar de acuerdo a los requerimientos de cada caso; por ejemplo para casos de pulpa vital se requerirá de sustancias biocompatibles para preservar los tejidos periapicales y a su vez nos ayuden a lubricar los conductos para realizar un buen trabajo biomecánico y que permitan la eliminación de los detritos producidos por los instrumentos; en casos de necrosis se necesitan sustancias con mayor potencial bactericida para poder neutralizar y ayudar a la desinfección de los conductos.^{3,16}

4. SOLUCIONES PARA IRRIGACIÓN.

Para lograr la eliminación de los microorganismos y del material contaminado presente en el sistema de conductos radiculares, contamos con distintos tipos de sustancias químicas, las cuales se describirán a continuación.



4.1 Desinfectantes.

Este tipo de soluciones químicas son capaces de destruir los microorganismos patógenos; a diferencia de los antisépticos que solo inhiben el crecimiento y desarrollo bacteriano. Los antisépticos actúan como venenos protoplasmáticos sobre los gérmenes y hongos presentes en los conductos radiculares, son medianamente irritantes, volátiles y son bastante estables. Al utilizar este tipo de sustancias debemos entender que su eficacia dependerá del tipo de infección, las propiedades del desinfectante y la reacción de los tejidos.^{13, 15}

Los microorganismos difieren en su capacidad de resistir y sobrevivir ante la acción de las soluciones químicas y los mecanismos de defensa del organismo, por lo tanto, para combatirlos debemos tomar en cuenta su virulencia así como su capacidad de producir toxinas, y en algunos casos las características específicas de los especímenes comúnmente encontrados en las patologías pulpares, para poder elegir la solución irrigadora de forma más selectiva.¹⁵

Los desinfectantes cuentan con su composición química, la cual es importante conocer porque es la responsable de la efectividad, esto se debe a que a veces sus radicales o núcleos cíclicos ayudan a la combinación de estas con otras soluciones para poder potenciar su efecto bactericida o puede ayudar a que se combinen con los componentes de las células bacterianas formando así una sustancia inerte, incompatible con la vida de los microorganismos.^{15, 19}

En ocasiones a las sustancias desinfectantes se les agrega un vehículo o disolvente que puede ayudar a potencializar el efecto desinfectante (como el benceno a la cresatina) o para que el producto no sea tan irritante (paraclorofenol con alcanfor).^{15, 19}



Otra característica importante de las soluciones desinfectantes es la concentración, en la mayoría de las sustancias mientras mayor sea la concentración, existe mayor poder antibacterial, sin embargo existen concentraciones máximas donde aunque aumentemos la concentración el efecto antibacteriano no aumentara, lo cual es necesario conocer para poder evitar la toxicidad. Hoy en día existen muchos estudios sobre las concentraciones a las que se recomienda usar las distintas soluciones irrigantes.^{15, 19}

La duración o tiempo de acción de los desinfectantes se refiere a que deben poder ser activos y eficaces contra los microorganismos durante un periodo de tiempo aceptable o que permita la destrucción de la mayor cantidad de tejido o bacterias, incluso en presencia de sangre, plasma, exudados, etc., sumado a este efecto, se encuentra la capacidad de contactar las superficies de las paredes (logrando una buena penetración) o de las bacterias para poder proporcionar una buena desinfección de los conductos radiculares.^{19, 15}

Mediante el uso de una solución desinfectante se pueden provocar ciertas reacciones en los tejidos como la irritación, su presencia ayuda a advertir al sistema de defensa del organismo y puede ayudar a la eliminación de microorganismos o por otro lado la irritación puede ser tan agresiva que destruya a las células capaces de destruir, fagocitar y digerir a los agentes causantes de la infección.¹⁵

Dentro de las soluciones químicas desinfectantes que destacan o que son utilizadas más frecuentemente para el tratamiento de conductos radiculares se encuentran las siguientes.

4.1.1 Hipoclorito de sodio.

Según la Asociación Americana de Endodoncistas el hipoclorito se ha definido como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una



acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente agente antimicrobiano.^{20,21}



Fig. 21
Presentación comercial del NaOCl
<http://ciudadatomica.wordpress.com/2011/02/24/54-hipoclorito-de-sodio/>

El hipoclorito de sodio, también conocido como lejía doméstica es el irrigante más utilizado en endodoncia a nivel mundial y puede ser usado a distintas concentraciones (conocidas por la titulación yodométrica) que varían entre 0.5%-5.25%, aunque se ha demostrado en varios estudios que una concentración entre 1%-3% logra un buen equilibrio entre la disolución del tejido y la eficacia antibacteriana; Estas sustancias pueden ser usadas directamente de la botella o derivadas de una dilución.^{4, 21, 22, 5}

En México las marcas comerciales más utilizadas para la irrigación del sistema de conductos son Cloralex y Clorox concentrado (Fig. 21), que en su empaque no cuentan con la información del porcentaje de hipoclorito presente en la solución, un estudio realizado demostró que los porcentajes de concentración de dichos productos son de 5.40 y 5.43%, respectivamente, lo cual hace a Cloralex el producto de preferencia para la irrigación de los conductos radiculares (debido a que se acerca un poco más al 5.25% recomendado en la literatura) o también se pueden utilizar productos menos irritantes con concentraciones aproximadas al 2.5% como Viarzoni-t, donde tendremos que tener en cuenta que la irrigación deberá ser abundante y constante para que mantenga un efecto bactericida.²¹

Antecedentes. Su uso en odontología empezó en 1792, cuando fue producido por primer vez y recibió el nombre de agua de *Javele* (consistía en el cloro disuelto en agua con hidróxido de potasio).⁶



En 1820 *Labarraque* obtuvo el hipoclorito de sodio con el 2.5% de cloro activo, y sustituyó el hidróxido de potasio por sodio; esta solución fue usada para la desinfección de las heridas.⁶

En 1912 productos derivados del cloro como la antiformina, fueron utilizados por *Dobbertin* en endodoncia.³

Durante la primera guerra mundial, en 1915, *Dakin* un químico americano trató heridas con hipoclorito de sodio al 2.5% pero notó que a pesar de obtener la desinfección, se ocasionaba un retraso en la cicatrización. Para verificar lo que ocurría diluyó el hipoclorito hasta obtener una concentración de cloro activo al 0.5% y la volvió a utilizar en heridas y observó que el retraso en la cicatrización persistía; posteriormente se dio cuenta de que la cicatrización se retrasaba debido a la gran cantidad de hidróxido de sodio presente en la solución por lo que decidió neutralizar el hipoclorito al 0.5% con ayuda de ácido bórico (0.4%) obteniendo un pH cerca del neutro (solución de *Dakin*). Así fue como logró desinfectar las heridas sin la presencia de hidroxilos, que causaban irritación a los tejidos y por lo tanto retrasaban el proceso de cicatrización; además notó que un pH elevado proporciona una solución más estable y con una liberación de cloro más lenta.^{18, 5, 6, 9, 12, 23}

En 1917 Barret usó de la solución de Dakin en odontología (para la irrigación de los conductos radiculares) y reportó la eficiencia de la solución como antiséptico. Años más tarde, Coolidge también empleó el hipoclorito de sodio para mejorar el proceso de limpieza y desinfección de los conductos radiculares.²¹

El uso del hipoclorito al 5% en endodoncia fue propuesto por Blass y fue en 1936 que Walker lo utilizó y Grossman lo promovió.^{18, 3}

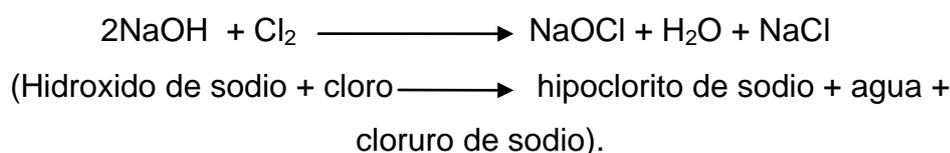
Composición Química. El hipoclorito es una base fuerte (álcalis), clorada y se encuentra clasificado dentro del grupo de los halógenos.^{12, 2}



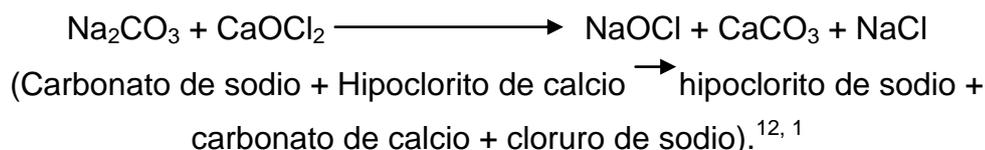
Este grupo se caracteriza porque su acción desinfectante es proporcional a su peso atómico, por ejemplo, el cloro posee el menor peso molecular de su grupo y es el que tiene mayor acción desinfectante.¹⁵

Puede ser obtenido por alguna de las siguientes reacciones químicas:

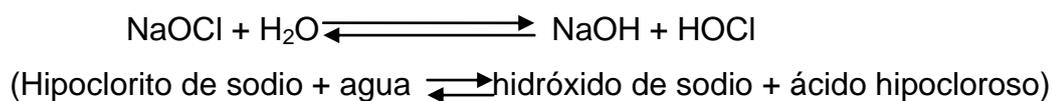
1. Método industrial



2. Método de laboratorio



El hipoclorito se encuentra en soluciones acuosas, lo que brinda una estabilidad y equilibrio con respecto al ácido hipocloroso. Esto se muestra en la siguiente reacción:¹²



Propiedades útiles en endodoncia. En endodoncia es necesario poder realizar la limpieza de ciertas zonas que no son accesibles con los instrumentos, por lo que el hipoclorito resulta de gran utilidad debido a que cuenta con ciertas características de gran ayuda en este proceso.

Algunas de las propiedades por las que sigue siendo la elección son:

1. Lisis proteica
2. Saponificación



3. Bacteriólisis
4. Desbridamiento
5. Lubricación
6. Baja tensión superficial

Estas propiedades en conjunto, posibilitan la acción de la solución sobre el contenido orgánico del conducto radicular, favoreciendo su disolución y en consecuencia su remoción.^{18, 12, 22,23}

Para poder entender como es que funciona el hipoclorito debemos conocer que:

- El hidróxido de sodio (sosa cáustica) responsable de la alcalinidad del hipoclorito (pH entre 11-13), es un poderoso solvente orgánico y de grasas que forman jabón (saponificación), lo que favorece la difusión de la solución y que las reacciones sean promovidas, ayudando también al desbridamiento (consiste en la expulsión de los detritos producidos por el trabajo biomecánico) y al trabajo biomecánico.^{12, 23, 20}
- Cuando el NaOCl entra en contacto con el detritus orgánico se forma el ácido hipocloroso que es un potente proteolítico y antimicrobiano, esto se debe en primer lugar por la liberación del cloro naciente que se combina con el grupo amino de las proteínas y forma cloraminas (antisépticos no solventes de materia orgánica, que por la acción de la luz sufren descomposición que produce cloro) lo que le confiere su capacidad de lisis proteica, y en segundo lugar por que el ácido hipocloroso tiene la capacidad de penetrar la célula bacteriana y oxidar los grupos sufrido de las enzimas bacterianas e interrumpir su metabolismo conduciéndola así a la muerte; además provoca la liberación de oxígeno naciente, que tiene acción desodorante y decolorante.^{5, 12}

Estas reacciones del ácido hipocloroso dependen del pH del medio, lo que nos indica que en un medio ácido, o neutro, predomina la forma de



ácido no disociado (inestable y más activo) y en un medio alcalino con pH entre 11 y 13 prevalece la forma de ion disociado (más estable y menos activo).¹² por lo tanto en un medio ácido la descomposición del hipoclorito se dará más rápidamente y su vida útil será más corta. Otros factores que influyen en su descomposición son la elevación de la temperatura, exposición a la luz y al aire o cuando son almacenados por un largo periodo de tiempo.^{12,15,6}

Desventajas. Entre las desventajas que tiene el uso del hipoclorito de sodio son:

- Causa daño celular y toxicidad si se traspasa del ápice. La severidad del daño ocasionado por necrosis licuefactiva dependerá de la concentración y el volumen utilizado. (esto fue registrado por la agencia para sustancias tóxicas y de registro de enfermedad – ATSDR, por sus siglas en ingles- y los centros de control de enfermedades y prevención -CDC-).²⁴
- Es cáustica y puede causar inflamación del tejido gingival
- Mal olor y sabor desagradable
- Corroe el material
- Si es derramado puede blanquear la ropa
- Puede causar edema faríngeo y quemaduras esofágicas

Los síntomas en caso de dañó a los tejidos se presentan inmediatamente o después de unas horas y consisten en sensación de ardor y dolor intenso, edema que va creciendo de manera progresiva, y hemorragia profusa a través del conducto radicular y a nivel intersticial.²³

Entre las complicaciones importantes derivadas de un accidente con hipoclorito se encuentran daño a algún nervio, necrosis de mucosa y hueso y necrosis de tejido subcutáneo que puede causar asimetría facial permanente, en ocasiones si el paciente no sabe que es alérgico al hipoclorito se puede ocasionar obstrucción de las vías aéreas. El

tratamiento para los efectos del hipoclorito solo consistirá en preservar las vías aéreas permeables, control del edema, alivio del dolor y prevención de una infección secundaria.²³

Por lo tanto es importante que siempre que utilicemos esta sustancia debemos realizar un correcto aislamiento y una irrigación hasta los límites permitidos.^{5, 21, 23}

4.1.2 Gluconato de clorhexidina



Fig. 22 Consepis jeringa de 30 ml.

<http://www.plusdent.net.ve/?p=580>

La clorhexidina (Fig. 22), es utilizada en endodoncia en una concentración que va de 0.12-2%, como irrigante o como medicamento intraconducto por sus propiedades, entre las cuales, las de mayor importancia son alto poder antimicrobiano y porque su efecto se mantiene por varias horas.^{4, 18, 3, 25}

Antecedentes. El uso de la clorhexidina en Inglaterra se dio desde la década de los 50 como desinfectante de uso médico debido a que tiene actividad microbiana contra bacterias gram negativas y gram positivas.¹⁸

En 1950, fue utilizada en forma de sal, como un antiséptico oral en enjuague bucal, crema dental y goma de mascar.⁵

En 1954 *Davies y cols.* la utilizaron por primera vez en Odontología para la desinfección de los conductos radiculares.¹⁸

Características químicas. Pertenece al grupo de los halógenos¹⁵ y es una base fuerte que no se puede disolver fácilmente en agua, por lo tanto para lograr este objetivo, debe ser utilizada en forma de sal (diguconato), lo que la vuelve ligeramente detergente.¹⁸ Cuenta con un pH de 5.5-7.²⁶



Es una molécula bisguanida catiónica sintética, formada por dos anillos simétricos de 4-clorofenil y dos grupos bisguánidos unidos por un anillo central de hexametileno; además es hidrofóbica y lipídica cargada positivamente capaz de interactuar con fosfolípidos y lipopolisacáridos en la membrana celular, aumentando la permeabilidad de la membrana bacteriana provocando la salida de los componentes intracelulares. A bajas concentraciones posee capacidad bacteriostática (provocando la salida de potasio y fósforo) y a altas concentraciones es bactericida (por la coagulación del citoplasma, causadas probablemente por la reticulación de las proteínas).^{26, 27, 28, 5, 14, 18}

Propiedades de interés en endodoncia. Ciertas propiedades de esta sustancia nos hacen pensar que tiene buen potencial para lograr los objetivos de la irrigación en endodoncia, como son:^{4, 18, 5, 14, 27, 26, 29}

- La clorhexidina es un agente antimicrobiano de amplio espectro contra las bacterias gram-negativas y gram positivas. Tiene un componente catiónico que se une a las membranas celulares cargadas negativamente produciendo la lisis celular.²⁷
- Sustantividad. Esta propiedad se refiere a que su efecto antimicrobiano se mantiene por 48-72 horas después de haber sido aplicado.
- Ausencia relativa de toxicidad
- Alta afinidad con la hidroxiapatita⁵

Se han realizado distintos estudios y se ha encontrado que la clorhexidina en un porcentaje al 2% tiene mayor sustentividad que la de 0.12%, además de que se acerca a la actividad antimicrobiana del hipoclorito al 5.25%, pero con menor toxicidad. En algunos estudios se menciona que es más efectiva frente al *Enterococcus faecalis* que el hipoclorito de sodio.^{18, 4} Al ser usada al 0.2% se recomienda su uso como último irrigante después de hipoclorito o EDTA.²



Debido a estas propiedades, la clorhexidina en gel y en concentración del 2%, se ha indicado como medicación intraconducto en combinación con el hidróxido de calcio.⁴

Desventajas. A pesar de sus características que son de gran ayuda para lograr la muerte bacteriana y ser una excelente opción en caso de que algún paciente sea alérgico al hipoclorito, cuenta con algunas desventajas como:

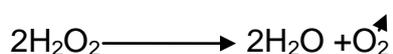
- No es capaz de disolver tejido. ^{5, 26}
- En solución acuosa se contamina fácilmente. ¹⁴
- Puede producirse un oscurecimiento del diente. ¹⁸
- Irritación de tejidos.

Un estudio realizado por *Souza y cols.* probaron que la clorhexidina como curación temporal en casos de biopulpectomías producían una reacción inflamatoria crónica de los tejidos periapicales. ³ Otros estudios realizados por *Soares y cols.* demostraron que la clorhexidina al 1% podía ser más agresiva que el hipoclorito de sodio al mismo porcentaje y producía irritación en el tejido. ¹⁶

4.1.3 Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno o comúnmente llamado agua oxigenada, es una solución acuosa empleada como irrigante para endodoncia en una concentración al 3% (10 volúmenes), durante mucho tiempo ha sido utilizada casi siempre en conjunción con el hipoclorito de sodio (en distintas concentraciones), para poder obtener la producción de oxígeno naciente. ^{5, 2, 14, 3, 19}

Características químicas. Es parte de un grupo específico de agentes oxidantes que actúan a través de la liberación de oxígeno naciente. ^{12, 5}





El peróxido de hidrógeno dependiendo de su concentración tiene múltiples aplicaciones, que van desde funcionar como antiséptico locales hasta combustible de cohetes espaciales.^{12,19}

Debido a su componente ácido es estable en medio ácido, es cáustico y puede utilizarse en un proceso de neutralización de forma alternada con hipoclorito de sodio (alcalinos) para poder formar oxígeno naciente, esta reacción es muy fugaz y se agota casi de manera instantánea. Por esta razón se han creado peróxidos sólidos como el Gly Oxide que tienen un comportamiento diferente.^{12,19}

Propiedades útiles en endodoncia. Las formas diluidas al 3 y 6% de concentración, al entrar en contacto con los catalizadores orgánicos que se encuentran en los tejidos provocan catálisis, gracias a esto se produce oxígeno en estado naciente, lo que forma burbujas dentro del conducto radicular que ayuda a la eliminación mecánica de los restos hísticos y provoca un efecto antibacteriano sobre los anaerobios.^{12, 2, 19}

Desventajas. El peróxido de hidrógenos al igual que el resto d los peróxidos, tienden a descomponerse cuando se exponen a la luz, aire y calor, tiene una elevada tensión superficial.¹²

Tiene un efecto de corta duración, casi fugaz e inmediatamente se inactivan, a través de la ebullición y formación de espuma.¹²

4.1.4 Peróxido de urea

Características químicas. Es un compuesto de peróxido de hidrógeno y urea, blanco, de aspecto cristalino, bastante soluble en la mayor parte de los solventes ordinarios; la solución en glicerina es más estable que la acuosa. Produce la liberación de oxígeno.¹⁹

La glicerina es un alcohol suave, barato, sin efecto tóxico, aséptico y ligeramente soluble.⁴



Propiedades útiles en endodoncia. Algunas de las presentaciones en que se puede encontrar, es en forma de base de glicerol anhidra (Gly-oxide), o combinado con EDTA y una base de Carbowax o propileno glicol (RC-Prep).^{2,19, 8}

El RC-Prep (desarrollado en 1969 por Stewart y cols.)(Fig.23) considerado mayormente un quelante (por contener EDTA) facilita la lubricación, ensanchamiento y limpieza de los conductos, aunque como desventaja puede inactivar el hipoclorito.^{19, 9, 4}



Fig. 23 Presentación comercial Del RC-Prep.

<http://www.antonsl.es/img/productos/18-880.jpg>

Técnica. La técnica para utilizar estas sustancias consiste en aplicar el producto en crema con ayuda de limas y una jeringa plástica dentro de la cámara pulpar y en las porciones más apicales del conducto radicular, hasta que el instrumento una vez que sea retirado, se pueda observar revestido de crema, posteriormente se gotea una solución de hipoclorito de sodio y se comienza la instrumentación, momento en el que inicia la efervescencia, cuando la reacción disminuye se vuelve a gotear hipoclorito de forma que el efecto de efervescencia debe producirse durante toda la instrumentación y el proceso se repite las veces necesarias.^{19,18}

4.1.5 Gly-Oxide

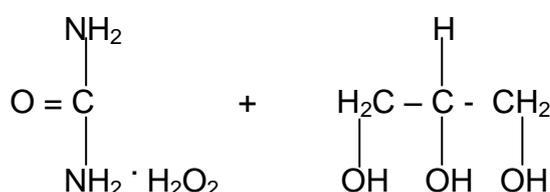
Esta sustancia oxidante es la solución del peróxido de urea o de carbamida al 10%, en glicerina anhidra (Fig. 24).^{5, 12, 19}

Antecedentes. Esta solución irrigante fue introducida en la por Stewart y cols. en 1961.¹² Lo estudiaron y lo encontraron efectivo como



lubricante de los conductos radiculares y como una gran ayuda para la preparación de los conductos estrechos.¹⁹

Características químicas. Es un oxidante cremoso compuesto de peróxido de urea vehiculado en glicerina anhidra (propanotriol), este último un polialcohol emoliente (lubricante y protector de mucosas).¹²



Propiedades útiles en endodoncia. Tiene una mayor acción germicida que el H₂O₂, en contacto con hipoclorito de sodio libera burbujas finas de oxígeno útiles para la limpieza del sistema de conductos radiculares y es un buen lubricante que proporciona la posibilidad de trabajar sin tanto riesgo de fractura debido a que reduce las fuerzas de torsión de los instrumentos y con esa propiedad también reduce la posibilidad de perforar conductos curvos.^{5, 2, 4}

Desventajas. Los peróxidos tienden a descomponerse cuando se exponen a la luz, aire y calor; a la reacción con hipoclorito de sodio se deben tener los mismos cuidados que con el agua oxigenada.^{12,3}

4.1.6 Detergentes.

Son agentes químicos semejantes al jabón con la capacidad de formar un puente de enlace entre el agua y los lípidos, cuentan con una baja tensión superficial y leve poder bactericida. Se clasifican en aniónicos (jabones), catiónicos (compuestos de amonio cuaternario) y detergentes moleculares.^{14, 1}



Fig. 24
Presentación comercial Gly-oxide.
<http://www.kxlan.co.uk/jamie/gsk/images/products/Gly-Oxide-sm.jpg>



Como presentan baja tensión superficial pueden penetrar en los túbulos dentinarios, laterales, colaterales, secundarios y accesorios dentro del sistema de conductos radiculares, de forma que se combinan con todos los residuos manteniéndolos en suspensión y los atraen hacia la superficie, eliminándolos con ayuda de la aspiración.¹

Estas sustancias participan en la lubricación, humedecimiento, formación de espuma, emulsificación, dispersión, extensión, solubilización y reduciendo la tensión superficial.¹

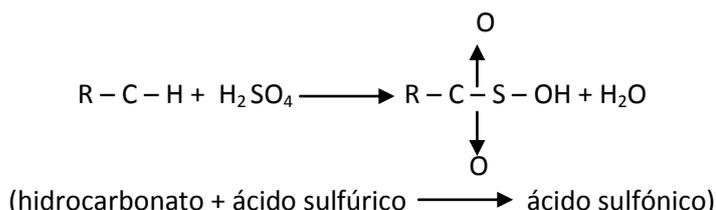
Los detergentes aniónicos y catiónicos, por requerir previa disociación, se presentan en forma líquida, y por lo tanto, se destinan a las maniobras de irrigación-aspiración.¹²

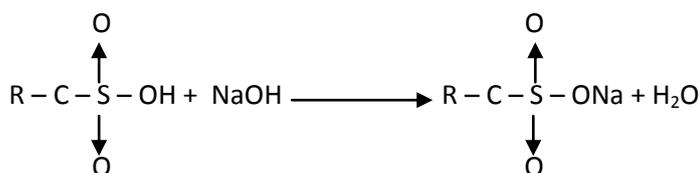
Los detergentes moleculares deben ser considerados en la eventualidad de ser incorporados a las formas cremosas.¹²

* Detergentes Sintéticos Aniónicos.

Un ejemplo de este tipo de detergente es el Tergentol (lauril-dietilenglicol-éter sulfato de sodio al 0.125g).¹⁸

Características químicas. Considerados como jabones sintéticos, son compuestos aniónicos que no presentan las desventajas de sus equivalentes naturales. Los más importantes son los alquilsulfatos y alquilarisulfonatos, obtenidos por la sulfuración de hidrocarbonatos y posterior saponificación de sulfonas:¹²





(Ácido sulfónico + hidróxido de sodio \longrightarrow detergente aniónico)

El mismo puede obtenerse cuando se utiliza el hidróxido de potasio (KHO) en el proceso de saponificación.¹²

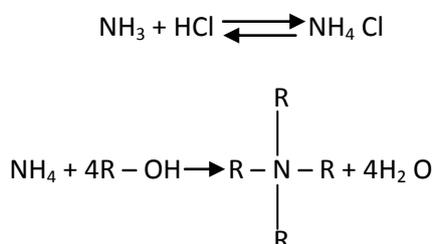
La molécula del detergente aniónico es, el ejemplo de los jabones, compuesta por una cadena hidrocarbónica hidrófoba y un grupo polar hidrófilo cargado negativamente.¹²

Propiedades útiles en endodoncia. No coagula proteínas, tiene elevada tensoactividad por lo que se pueden difundir por el sistema de conductos radiculares y canalículos dentinarios donde ocurren los fenómenos de humectación, adsorción y emulsificación en la interfase sólido-líquido. Antisépticos frágiles, son relativamente atóxicos a los tejidos.¹²

Desventajas. Esta contraindicado en caso de necrosis por no tener poder bactericida.¹

* Detergentes sintéticos catiónicos.

Representados por los compuestos de amonio cuaternario, resultantes de la sustitución del hidrógeno por radicales hidrocarbonados monovalentes después de haber acidificado el amoniaco. Su formula:¹²



Son utilizados a concentraciones del 0.1-1%. Como el Salvidont o Salvizol (acetato de dequalinio), el Cetavlon o cetramida



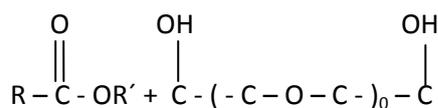
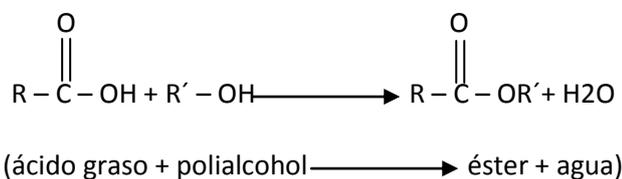
(cetiltrimetilamonio), Zephiran (cloruro de benzalconio), Bradasol, Radiol (bromuro de cetiltrimetilamonio) y Tetrasil- Procosol (cloruro de diclorobenzalconio).^{14, 19}

Características químicas. Poseen dos grupos metílicos, un grupo corto de metilbenzílico y una cadena hidrocarbonada larga lipofílica. Su molécula está compuesta por una cadena hidrófoba y un grupo polar hidrofílico cargado positivamente; el nombre químico del Salvizol es N1-decametilen-bis-4-aminoquinaldinio.^{12, 8}

Desventajas. Aunque son antisépticos, pueden ser tóxicos a los tejidos y existe la posibilidad de depósito de residuos en el conducto radicular debido a que el diente es el sustrato y como tal, se encuentra cargado negativamente.^{12,3}

* Detergentes moleculares

Características químicas. Son agentes tensoactivos no iónicos y usados también como vehículos, forman una serie de compuestos llamados polisorbatos o tweens. Son resultado de la reacción entre un ácido graso y un polialcohol posteriormente combinados en un medio polietilenglicol:¹²



(éster + polietilenglicol = polisorbatos o tweens)



Específicamente cuando el ácido graso fuese el ácido oleico ($C_{16}H_{34}O_2$), el polialcohol o sorbitol ($C_6H_{14}O_6$), resulta el éster oleato de sorbitol que, en un medio de polietilenglicol ($n=20$), origina el polisorbato 80 o tween 80, líquido oleoso, estable, de coloración ámbar.¹²

Propiedades útiles en endodoncia. Es soluble en agua y alcohol, prácticamente atóxico incluso cuando se ingiere, se presta como vehículo del peróxido de urea, formando con éste una crema empleada como auxiliar de la instrumentación de acuerdo a la fórmula de Paiva y Antoniazzi (1973):¹²

Endo PTC	}	Peróxido de urea.....	10%
		Tween 80.....	15%
		Carbowax.....	75%

4.1.7 Dióxido de clorina

Actualmente se usa para el procesamiento de alimentos, el tratamiento de las aguas, atención veterinaria, desinfección superficial y el tratamiento de las mangueras dentales.⁵



Fig. 25

Presentación de dióxido de clorina.

<http://www.dentist.net/images/profresh.jpg>

Antecedentes. Sus propiedades desinfectantes han sido reconocidas desde principios de los años 1900, y fue registrado en la EPA en una forma líquida para el uso como desinfectante y antiséptico en 1967.⁵

Propiedades útiles en endodoncia. Tiene propiedades oxidantes potentes que le permiten destruir las bacterias por la ruptura de la pared



celular. Esta actividad antibacteriana fuerte le hace ser un irrigante endodóntico potencialmente útil.⁵

Además puede erradicar el *E. faecalis* en 30 minutos. En una alta concentración, puede eliminar totalmente el *E. faecalis* de los túbulos infectados.⁵

Desventajas. Se necesitan estudios adicionales para establecer la toxicidad del dióxido de clorina, sus efectos sobre la dentina y la concentración inhibitoria mínima.⁵

4.2 Quelantes.

El termino quelar deriva del griego “khele” que significa garra, y se refiere a similitud con que actúa esta sustancia y los cangrejos al momento de usar sus pinzas para atrapar su comida.¹

Los quelantes o queladores son sustancias ácidas que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos (cationes) de otro complejo molecular formando ligaduras especiales de covalencia coordinada.^{12, 1, 2}

En conductos muy estrechos y restrictivos el uso de queladores (especialmente viscosos que son más eficaces), es importante durante el agrandamiento cervical inicial, puesto que emulsionan el tejido, ablandan la dentina, minimizan los bloqueos y mantienen los residuos en suspensión, para que puedan ser aspirados después de la preparación.⁹

Se conocen muchas sustancias con acción quelante (ácido acetilsalicílico, tetraciclinas, adrenalina, cortisona, eugenol, etc.); de los que destaca la afinidad selectiva del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) y sus sales que forman quelatos estables de calcio y justifican su aplicación en endodoncia.¹²

4.2.1 EDTA

El agente quelante más utilizado es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) (Fig. 26). Su uso está indicado a la concentración del 17% y cuenta con un pH neutro de 7.3, la irrigación con esta solución está indicada durante y al finalizar la conformación del conducto radicular debido a que aumenta la permeabilidad dentinaria.^{5, 16}



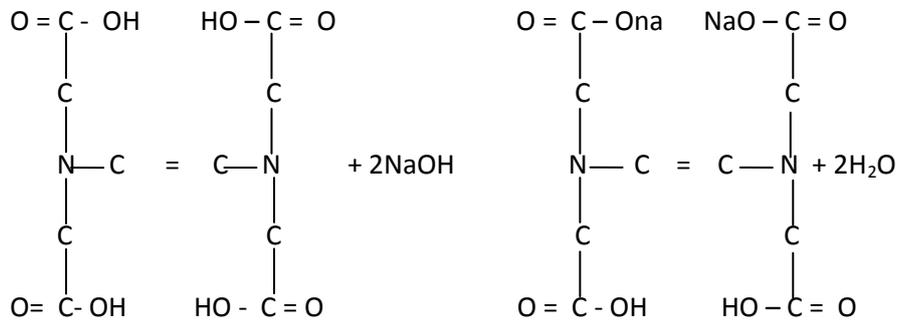
Fig. 26 Presentación comercial de EDTA. <http://vista-dental.com/images/products/edta.jpg>

Antecedentes. Fue descubierto por Nygaard Ostby en 1957 y lo uso para endodoncia en una solución acuosa al 17% con los siguientes componentes: ^{5,2, 12, 30}

Etilendiaminotetracetato disódico	17g
Agua destilada	100ml
Hidróxido de sodio (5N)	9.25 ml

Características Químicas. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es un ácido orgánico tetracarboxílico derivado del etano por aminación de sus dos grupos metilo y posterior diacetilación de cada uno de los grupos amino.³⁰

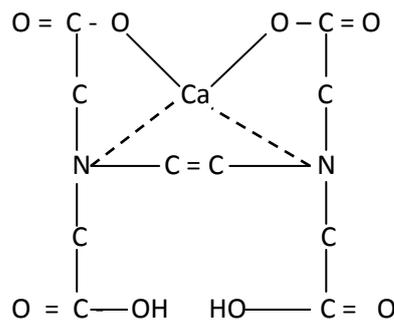
Esta sustancia es muy poco soluble en agua por lo tanto, su poder quelante es reducido por la imposibilidad de una efectiva disociación iónica. Para aumentar su actividad quelante es necesario realizar la elevación de su solubilidad, por lo que ha sido convertido en una sal disódica: el etilendiaminotetracetato disódico.



En orden decreciente, el EDTA presenta selectividad a los metales pesados (cromo, fierro, cobre, zinc), a los álcalis-terrosos (calcio, magnesio) y por fin a los álcalis (sodio, potasio). Esto explica la razón del por qué su acción es interrumpida por el hipoclorito de sodio.

La gran afinidad al calcio, vuelve al etilendiaminotetracetato disódico un excelente descalcificador, útil en la preparación de conductos radiculares. La sal disódica del EDTA presenta un PS= 0.4 mol/L y en solución, después de la titulación con hidróxido de sodio, se convierte en sal trisódica con un PS= 0.6 mol/L (600 veces más soluble que el EDTA).

Cuando a la solución se le agrega 0.84g de bromuro de acetiltrimetilamonio (Cetavlon), se origina el EDTAC.¹²



Fue combinado con peróxido de urea en un medio que es polímero glicólico emoliente hidrosoluble por Stewart y cols. (1969): endo prep (RC Prep Pemier).¹²

- Peróxido de urea 10%
- EDTA 15%
- Carbowax 75%



Propiedades útiles en endodoncia. Ayuda a la remoción del barro dentinario (smear layer), reblandece la dentina desmineralizándola de 20-30 micrones si es utilizada durante 5 minutos, tiene acción antimicrobiana y produce un grado moderado de irritación, tiene actividad autolimitante, aumenta la permeabilidad dentinaria lo que permite la mejor penetración del medicamento intraconducto y contribuye a la adaptación de los materiales de obturación. ^{18,5, 16, 2, 31}

Desventajas. El EDTA posee una alta tensión superficial, además se inactiva en presencia de hipocloritos y por su uso en forma inadecuada se pueden provocar perforaciones iatrogénicas. ^{12, 18}

4.2.2 MTAD.



Fig. 27 Presentación comercial de MTAD.

<http://www.biopuremtad.com/>

El protocolo para el uso clínico con del MTAD es de 20 minutos con NaOCl al 1.3% seguido por 5 minuto de MTAD. Los efectos de solubilización del MTAD en pulpa y dentina son algo similares a los del EDTA. ^{32,4}

Antecedentes. Esta solución fue introducida en el 2003 por Torabinejad and Johnson en la universidad de Loma Linda. ³²

Características químicas. Es una mezcla de 3% de isómero de tetraciclina (doxiciclina), un 4.25% de ácido cítrico y un 0.5% de detergente tween 80. El uso de la doxiciclina es para aumentar la solubilidad del producto. ^{32,4, 33}



Propiedades útiles en endodoncia. Esta solución tiene algunas propiedades importantes que la hacen muy útil para la irrigación de los conductos radiculares como son:

Actividad antimicrobiana; esto se debe a la alta afinidad de unión de la doxiciclina con la dentina (Beltz y cols. J Endod, 2003), en estudios realizados por Torabinejad y cols. se ha observado que el MTAD es tan eficaz como el NaOCl al 5.25% y significativamente más eficaz que el EDTA al grado en que puede destruir el *E. faecalis* en 2-5 minutos.^{31, 5,32}

Entre las características de ayuda para la limpieza de los conductos radiculares se encuentra la capacidad de remover el barrillo dentinario (smear layer) sin efectos nocivos a la dentina, con ayuda del hipoclorito de sodio al 1.3%, promueve una mejor adhesión a la dentina de algunos materiales para su posterior restauración y es menos citotóxico que la mayoría de los irrigantes.^{5,32}

Este irrigante nuevo puede ayudar a aumentar el índice del éxito de la terapia endodóntica en los conductos radiculares infectados.^{5,32}

Desventajas. Tiene un costo elevado y ya preparado tiene una corta vida útil. Además un estudio realizado descubrió que la reacción de oxidación entre el hipoclorito y el MTAD reduce la eficacia bactericida de la doxiciclina contenida en el MTAD, lo cual puede ser prevenido al usar ácido ascórbico al 10%.³³

4.2.3 Ácido cítrico.

Se encuentra en el organismo dentro de las mitocondrias y su efecto es proporcional a su concentración.¹⁴

Antecedentes. Jenkins & Dawes en 1963 se dieron cuenta que tenía un pH bajo y que actuaba como agente quelante en la dentina.¹⁸



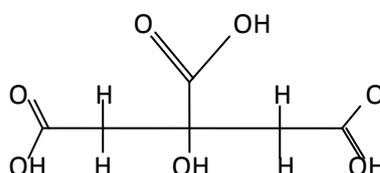
Fig. 28 Presentación de ácido cítrico.

http://vamas.com.mx/tienda/index.php?cPath=1_2



En 1979 Wayman y colaboradores lo utilizaron como irrigante del conducto radicular.¹⁸

Características Químicas. El ácido cítrico (ácido 2- hidroxí-1,2,2-propanotricarboxílico) es un ácido débil. Además es considerado un ácido tricarboxílico (C₆H₈O₇) y su capacidad desmineralizante es proporcionada por estos grupos carboxílicos que pierden protones ante la presencia de iones metálicos, formando sales de citrato de calcio.¹⁸



Propiedades útiles en endodoncia. Es eficiente para la dilución de la hidroxiapatita y sus efectos desmineralizantes son muy rápidos, cuando se utiliza en una concentración al 6% le toma 5 segundos remover el barro dentinario y exponer los túbulos dentinarios.^{18, 14}

Cuenta con actividad antimicrobiana frente a bacterias anaeróbicas.¹⁸

Desventajas. Su principal desventaja es que se trata de una de las sustancias más agresivas a la región periapical.¹⁸ Puede alterar la superficie radicular por ello es utilizado en periodoncia para favorecer la re inserción de las fibras periodontales.¹⁴

5. MEDICACIÓN INTRARRADICULAR

5.1 Paramonoclorofenol

Es el antiséptico más usado y se encuentra diluido en agua destilada o alcanfor al 1% o 2% por lo que posee baja tensión superficial.¹⁴

Su acción antiséptica se debe a la liberación de cloro naciente. Actúa como agente antimicrobiano inespecífico con un pequeño potencial



antiinflamatorio; causa irritación por los primeros dos días a nivel histológico y mantiene su acción bactericida frente a los muchos microorganismos durante cuatro días, con alcanfor permite que la acción del medicamento sea más duradera disminuyendo la velocidad de liberación del Paramonoclorofenol (más de 2 semanas).^{18, 14}

El Paramonoclorofenol (Fig. 29) es irritante y citotóxico, ya que sus efectos deletéreos son potenciadores ante la presencia de alcanfor, estas soluciones pueden llegar a provocar necrosis de los tejidos periapicales sin aliviar el dolor.^{18, 2}

Su principal uso es en casos de exposición pulpar en dientes temporales.²



Fig. 29 Presentación de paramonoclorofenol.
<http://www.clubsalud.com.ve/productos/84-paramonoclorofenol-10ml-ez>

5.2 Haluros

Son medicamentos derivados básicamente del yodo (yoduros) y del cloro (cloruros). Poseen una actividad bactericida importante, diez veces mayor que los demás, con un grado muy bajo de citotoxicidad. Son capaces de desarrollar antigenicidad, estimulando la respuesta inmune específica y se presentan en soluciones acuosas o en forma de tintura con etanol al 50%. Cuando son utilizados como medicamento intraconducto pueden pigmentar la corona.^{18, 14}



5.3 Yoduros

La solución de yodo yoduro de potasio esta conformada por un 2% de yodo y 4% de yoduro de potasio disueltos en un vehículo de agua destilada, cuando se utiliza como vehículo el alcohol se conoce entonces como tintura de yodo al 2% (empleada como desinfectante del campo operatorio). Los yoduros poseen una mayor acción antimicrobiana y una menor citotoxicidad comparados con el hipoclorito, siendo incluso más efectivos que la clorhexidina.^{14, 18}

El yodo yoduro de potasio es un antimicrobiano eficaz con baja toxicidad al tejido. Una de sus presentaciones más conocidas es el IKI (yodo yoduro de potasio al 2%) que puede penetrar a una profundidad mayor de 1,000 micrómetros de dentina en 5 minutos, lo que indica que es eficaz como desinfectante y como antimicrobiano (capaz de remover el *Enterococcus faecalis* del conducto radicular.⁵

El uso de estas soluciones al 2% fue recomendada por Spangberg y cols. al igual que Safavi y cols.³

5.4 Hidróxido de Calcio.

Se presenta como un polvo de color blanco y se utiliza en forma de pasta con base de agua y a temperatura corporal menos del 0.2% del hidróxido de calcio se disocia en iones de calcio (Ca^{++}) y iones de hidroxilo (OH^-), siendo en una proporción de 54.11% y 45.89% respectivamente, lo que aumenta el pH en los tejidos vitales.^{9, 6, 2}

Antecedentes. Su uso fue introducido en 1920 por el alemán Bernhard W. Hermann en un producto que llamo Calxyl, aunque fue difundido 25 años después.^{6, 2}

Características químicas. Se encuentra formado por una base fuerte (pH 12.6) poco soluble en agua (1,2 g/L), lo que es una ventaja ya que al entrar en contacto con los tejidos del organismo se solubiliza



lentamente; la base es obtenida de la calcinación del carbonato de calcio hasta ser transformado en óxido de calcio (cal viva) que con la hidratación se transforma en hidróxido de calcio, este es un compuesto inestables que al combinarse con el gas carbónico del aire genera el carbonato de calcio, que presenta características de un óxido ácido débil. ^{6,2, 34}

Hidróxido de calcio	
Obtención	
$\text{CaCO}_{3(s)}$	$\longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_{2(g)}$
$\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}$	$\longrightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)}$
$\text{Ca(OH)}_{2(s)} + \text{CO}_{2(g)}$	$\longrightarrow \text{CaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}$

Propiedades útiles en endodoncia. Inhibe el desarrollo bacteriano en los conductos. Debe su actividad antimicrobiana al pH alcalino que alcanza debido a la liberación de iones hidroxilo y a que hidroliza la fracción lipídica de los LPS de la pared celular bacteriana.²

Puede ayudar a disolver los restos de tejido necrótico, así como las bacterias y sus subproductos, ayuda al sellado apical del conducto radicular y promueve la reparación de las lesiones periapicales. La aplicación intrarradicular entre sesiones no tiene efectos analgésicos. Se ha recomendado su uso en dientes con tejido pulpar necrótico y con contaminación bacteriana.^{4, 6, 2, 34}

Probablemente cuenta con pocos beneficios en casos de pulpa vital, aunque gracias a muchos estudios se ha descubierto que tiene un excelente comportamiento con estímulo al cierre biológico (al contacto con el tejido se forma una zona necrótica y calcificaciones vistas como precipitación rápida de cristales por neutralización y su rápido crecimiento en barrera).^{4, 6, 2}



Puede aplicarse en forma de polvo seco; polvo con solución salina, anestésico, agua o glicerina (su uso no se recomienda debido a que puede disminuir la efectividad del hidróxido de calcio) en forma de pasta o una pasta que se suministra comercialmente en una jeringa. Para aplicarlo se utiliza un léntulo espiral, debido a que resulta menos efectiva su aplicación con ayuda de una lima o con técnica de inyección y al final es conveniente introducir una punta de gutapercha del calibre del último instrumento utilizado para evitar que queden espacios entre el hidróxido de calcio y la dentina.^{4, 2, 9}

Para que el material funcione óptimamente debe entrar en una consistencia densa y penetrar a gran profundidad, por eso es importante haber preparado un acceso adecuado, en línea recta con ayuda de fresas Gates e instrumentado el conducto mínimo con una lima calibre 25.⁴

Desventajas. Su retiro de la zona apical es complicado, su efecto antiséptico es lento por lo que se requiere de una semana mínimo para lograr desinfectar los conductos radiculares y promueve la unión de las bacterias al colágeno, lo que incrementa la invasión dentro de los tubulos dentinarios.^{4, 9, 35}

5.5 CFC

Las interacciones con el hidróxido de calcio fueron propuestas para aumentar su propiedad antibacteriana; dentro de éstas podríamos citar su asociación con la ciprofloxacina (medicamento que actúa contra bacterias gram-positivas y gram-negativas aerobias como *Pseudomonas*, *Enterobacterias* y *Estafilococos* entre otros) y el metronidazol (indicado para infecciones por bacterias anaerobias estrictas) formando el CFC.¹⁸

La ciprofloxacina por vía sistémica debe usarse asociada a otro medicamento con acción sobre microorganismos anaeróbicos, como el metronidazol; este último presenta buena acción frente al *E. faecalis*.



El CFC no altera el proceso de reparación.¹⁸

Sin embargo el empleo de antibióticos esta contraindicado debido a que puede sensibilizar al paciente, desarrollar alergias, promover la selección de los microorganismos, facilitar el desarrollo de hongos y solo tiene acción sobre un grupo específico de microorganismos.¹⁸

Por lo tanto si se requiere descontaminar el conducto radicular se deben emplear preferentemente agentes antisépticos y antimicrobianos.¹⁸

5.6 Esteroides

Los antiinflamatorios esteroideos son derivados sintéticos de las hormonas producidas por la glándula suprarrenal, usados por si solos o en forma asociada y ayudan a disminuir el dolor.¹⁸

Los corticoesteroides usados en endodoncia son la hidrocortisona, dexametasona y la prednisolona, ayudan a mitigar el dolor postoperatorio al suprimir la inflamación, lo que puede ayudar en casos de pulpitis irreversible y de periodontitis apical aguda. Algunas pruebas realizadas para reducir el dolor postoperatorio leve, parecen indicar que carecen de eficacia, sobre todo cuando el dolor es más intenso.^{4, 18}

6. ASOCIACIONES DE SOLUCIONES ANTISÉPTICAS APLICADAS EN LA TERAPIA ENDODÓNCICA.

En endodoncia debemos recordar que para poder tener un mayor porcentaje de éxito se debe realizar una limpieza lo más meticulosamente posible con ayuda de soluciones irrigantes con alguna propiedad desinfectante o antiséptica, que nos ayudara a eliminar la mayor cantidad



de bacterias y con ayuda de otro tipo de sustancias se logre eliminar completamente sustancias orgánicas e inorgánicas del conducto radicular.

Nos referimos a sustancias antisépticas a todas aquellas que son capaces de detener la multiplicación y desarrollo bacteriano.¹⁵

Es por eso que hoy en día se han tratado de reunir las mejores propiedades ofrecidas por las soluciones irrigadoras, y se han estudiado varias asociaciones, lo que se justifica porque aún no existe una sustancia que sola, pueda ofrecernos las mejores condiciones bacteriológicas del conducto radicular de un diente despulpado e infectado, para su obturación.¹

Algunos autores han estudiado las asociaciones para lograr un tratamiento del sistema de conducto radiculares exitoso y para tratar de evitar el uso indebido o el abuso de las soluciones químicas por lo que a continuación se describirá lo que ellos recomiendan.

Entre las asociaciones recomendadas por el autor Mario Roberto Leonardo¹ se encuentran:

- * Asociación detergente aniónico/ hipoclorito de sodio.
- * Asociación de detergentes con Quelantes.
- * Asociación de detergentes con furacín.
- * Asociación de detergentes con hidróxido de calcio.

Según el autor C. Estrela⁶, las asociaciones y/o mezclas más efectivas para realizar el tratamiento de los conductos radiculares son:

- Detergente aniónico + Hipoclorito de sodio
- Detergente aniónico + Nitrofurazona (Tergentol/Furacin)
- Detergente aniónico + Hidróxido de Calcio (Irrigocal y Tergidrox)
- Detergente aniónico + EDTA
- Hipoclorito alternado con peróxido de hidrógeno (reacción de Grossman).
- Hipoclorito de sodio + ácido cítrico (Loel)



- Detergente catiónico + EDTA =EDTAC
- Peróxido de urea + EDTA + Carbowax (Rc Prep) neutralizado con hipoclorito de sodio al 5% (stewart el al.)
- Peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax neutralizado con hipoclorito de sodio (solución Dakin).

Nageswar R.⁵ en su libro recomienda una combinación de sustancias irrigantes contemplando la condición que se presente en el paciente.

Condición.	Irrigante.
- Exposición de la pulpa vital	NaOCl + H ₂ O ₂
- Pulpa necrótica	NaOCl + CHX/ H ₂ O ₂
- Conducto infectado, presencia de exudado	NaOCl + H ₂ O ₂
- Absceso peiodontal para establecer drenaje	Água caliente/ solución salina y después NaOCl
- Conductos dejados abiertos para el drenaje	H ₂ O ₂ + NaOCl
- Ápice abierto/ perforación apical	H ₂ O ₂ + CHX
- Conductos curvos	Gly-oxide + NaOCl
- Conducto calcificado/esclerótico	EDTA + NaOCl
- Casos de reintervención (retratamiento)	CHX + NaOCl
- Enjuague final para remover la capa de desecho dentinario	EDTA + NaOCl

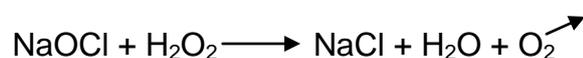
Como se puede observar algunas de las asociaciones son comúnmente usadas por los autores por lo que a continuación se describirán algunas de las asociaciones más frecuentes.



6.1 Asociación de Peróxido de Hidrógeno e Hipoclorito de sodio.

Una de las asociaciones más comunes y estudiadas es la del Peróxido de hidrógeno en asociación con hipoclorito de sodio.

Dado el componente ácido del peróxido de hidrogeno, pueden utilizarse con combinación alternada con los hipocloritos alcalinos o agua de cal, donde la neutralización química favorece la formación y liberación



de oxígeno naciente: ^{12,3}

(hipoclorito de sodio + agua oxigenada = cloruro d sodio +
agua + oxígeno naciente).

Este principio fundamenta el proceso de irrigación alternada de cloruro de sodio y agua oxigenada propuesto por Grossman (1943) y es, en verdad, inspirado en la técnica de Kirk (1893), utilizando bióxido de



sodio.

Cuando se propicia la reacción hipoclorito de sodio y agua oxigenada, llamada reacción de Grossman, se da una liberación de oxígeno naciente indeseada por dos aspectos:

- a) Sus reactivos en estado líquido permiten la formación de macroesferas de difícil tránsito por el conducto radicular, y a veces, con tendencia a migración en sentido apical.
- b) Por tratarse de un proceso de neutralización química, ocurre de modo instantáneo o fugaz y rápidamente se agota.



Ha sido controversial el uso del hipoclorito de sodio en asociación con peróxido de hidrógeno, por lo que han surgido dos corrientes los que apoyan su uso y los que no.

Los defensores del uso combinado de estas soluciones afirman que una interacción entre los dos produce: ⁵

- Una efervescencia transitoria y enérgica, que puede forzar mecánicamente los restos fuera del conducto.
- Oxígeno naciente como subproducto de su interacción, que es tóxico para los anaerobios.
- Provoca cierta cantidad de blanqueamiento.

Weine recomienda su uso debido a su baja toxicidad, además de que su uso es útil para conductos que se han dejado abiertos para el drenaje, puesto que la efervescencia puede ayudar a desalojar las partículas de alimentos. ⁵

Por el lado contrario los opositores afirman además de las reacciones indeseadas ya mencionadas, que las burbujas que se producen, evitan el contacto adecuado de la solución con los restos formados dentro del conducto radicular. ⁵

Desde el punto de vista biológico, el comportamiento de esta reacción se considera agresivo e irritante para el tejido conectivo periodontal, puesto que puede propiciar la salida del material orgánico hacia el periápice o si el H₂O₂ se deja sin neutralizar puede producir burbujas de gas que ocasionan un dolor continuo al paciente y puede producir un enfisema, en otros estudio se ha observado que la eficacia del hipoclorito de sodio disminuye con la interacción con al peróxido de hidrógeno, por lo que como no ofrece ninguna ventaja con respecto a otras soluciones ha caído en desuso. ^{3, 5, 14}



6.2 Asociación de Detergente aniónico e Hipoclorito de sodio

Se ha demostrado que el uso de agentes tensioactivos en asociación con soluciones antisépticas puede aumentar su actividad.¹

En 1965 Fischer concluyó que el uso de un pH alcalino en un detergente ayuda a aumentar la eliminación del material proteico y de secreciones. Por lo que al analizar las características del hipoclorito de sodio y de este tipo de detergentes, se dieron cuenta que eran compatibles debido a que el hipoclorito presenta un pH alcalino, no es irritante en casos de necropulpectomía, libera oxígeno y cloro naciente al entrar en contacto con los tejidos orgánicos (que son los mejores antisépticos conocidos), disuelve los tejidos, saponifica los ácidos grasos y neutraliza los desechos tóxicos; por su parte el detergente aniónico analizado demostró que podía servir como vehículo del hipoclorito de sodio, porque al mejorar su alcalinidad mejora su poder detergente, además no es irritante, son eficaces fungicidas y bactericidas en especial contra gram positivas y son químicamente inactivos.¹

El detergente utilizado en asociación con hipoclorito de sodio al 4-6% en algunos estudios es el Laurildietilenglicol éter sulfato de sodio al 0.125% (Tergentol), para la preparación de la asociación se sustituye el agua destilada del hipoclorito por detergente y la formula de asociación es la siguiente: ¹

Carbonato de sodio monohidratado	140g
Cloruro de calcio	200g
Detergente aniónico	1000ml

(se debe usar ligeramente tibio)

En conductos radiculares de dientes despulpados e infectados después de máximo dos preparaciones biomecánicas, la asociación antes mencionada fue utilizada y se obtuvieron pruebas bacteriológicas negativas en el 93.7% de los casos.¹



Barbin estudio el efecto de la adición de laurildietilenglicol éter sulfato de sodio a hipoclorito de sodio (a varias concentraciones) sobre la velocidad de disolución de la pulpa bovina y notó que al adicionar un tensioactivo se redujo la velocidad de disolución pulpar y en esos casos se elevó ligeramente la tensión superficial interrumpiendo el proceso de saponificación de grasas y reduciendo el porcentual de cloro remanente.⁶

Técnica. La solución debe ser llevada al conducto radicular a una temperatura entre 40 y 50°C, por medio de jeringa tipo Luer y con una aguja delgada de punta roma. La irrigación debe ir acompañada de aspiración constante para ayudar a desalojar los residuos mantenidos en suspensión; al introducir la aguja dentro del conducto radicular se debe tener cuidado de no encajar la aguja, si no que debe permitir el reflujo de la sustancia irrigadora al momento de realizar presión suave en el émbolo y todo el tiempo se deben realizar movimientos de vaivén a la aguja, esto para aumentar la agitación mecánica del líquido en el interior del conducto, permitiendo que la solución tenga un mayor contacto con los residuos y poder obtener una mejor limpieza. La irrigación deberá realizarse durante toda la instrumentación.¹

6.3 Asociación de Detergentes con quelantes

Ostby recomendó el uso del EDTA en asociación con detergente catiónico como el Cevtalon al 0.1% (Bromuro dietiltrimetilamonio), debido a que aumenta el poder bactericida y ayuda a bajar la tensión superficial del EDTA en un 50%, provocando una mayor difusión del producto a lo largo del conducto radicular, con lo que se da más rápidamente el efecto de quelación, actualmente esta asociación se presenta en el producto llamado REDTA.^{1, 6}

El REDTA produce una mejor limpieza de las paredes dentinarias debido a que elimina la capa residual, la limpieza es tal que al observar



las paredes dentinarias en un microscopio electrónico no se observan restos orgánicos después de la instrumentación.¹

Su fórmula es la siguiente:¹

Ácido etilendiaminotetraacético disódico	17ml
Cevtalon	0.84 ml.
Hidróxido de sodio	9.25 ml
Agua destilada	1000 ml

Técnica. La solución irrigante se lleva al conducto radicular por medio de una jeringa de plástico y una aguja de calibre delgado y punta roma, dentro del conducto radicular se inyecta una pequeña cantidad de solución y se deja actuar por 2-3 minutos, tiempo durante el cual se debe agitar por medio de un instrumento que pueda ser utilizado en ese caso, la solución después de este tiempo debe ser aspirada y es sustituida por una nueva cantidad de REDTA y se repite la operación durante 10 minutos aproximadamente, después de haberlo realizado se comienza la instrumentación y con cada cambio de instrumento se debe renovar la solución para poder tener un mayor efecto desmineralizante y humectante.¹

El uso de este producto se recomienda solo para lograr tener acceso con los instrumentos en conductos estrechos o calcificados, por lo que una vez logrado el objetivo se recomienda continuar el trabajo biomecánico con las soluciones indicadas para cada caso.¹

Se recomienda que al finalizar el trabajo de limpieza se use EDTA al 14.3% para eliminar la capa residual (smear layer); esto se logra aplicándolo de forma tópica y realizando agitación por un periodo máximo de tres minutos dentro del conducto radicular, de forma que solo actuara de manera superficial y suficiente, ya realizado lo anterior se debe finalizar con una irrigación de suero fisiológico para lograr la neutralización del EDTA y evitar que siga su efecto desmineralizante y con ello la posibilidad de que existan infiltraciones.¹



Asociación de EDTA con vehículo cremoso.

En 1961 Stewart y col. introdujeron el uso del peróxido de urea en base de glicerina anhidra (Gly oxide) y observaron que se volvía más estable a temperatura ambiente y además contaba con efecto lubricante.¹

Posteriormente se le ocurrió mezclar el peróxido de urea que es bactericida con el EDTA en una base estable, con la intención de ofrecer las ventajas de cada producto en un menor tiempo de trabajo y de forma más completa. Así se desarrollo RCPrep con la siguiente fórmula:¹

EDTA	15%
Peróxido de Urea	10%
Carbowax	como base

El carbowax (polietilenglicol) es de consistencia cremosa, y además de servir como vehículo tiene otras propiedades como que es soluble en agua, se licua a temperatura corporal, es resistente y estable, y además funciona como lubricante.¹

Según Cohen y cols. esta solución al ser utilizada de forma alternada con hipoclorito de sodio a 5% produce una mayor permeabilidad dentinaria a nivel de los tercios medio y apical.¹

Además el Rc-Prep en combinación con el hipoclorito de sodio produce una reacción de efervescencia que se considera es la causa de que aflojen y se eliminen los residuos dentinarios.⁸

Una de la desventajas del uso de este producto es que en trabajos realizados con microscopia electrónica se observó la presencia de residuos de Rc-prep, aún después de una irrigación enérgica con ultrasonido, esto se debe a la consistencia del Carbowax que permite la permanencia de elementos irritantes en contacto con el tejido vivo, de forma que puede irritar los tejidos periapicales.¹

Este tipo de productos aunque pueden dejar residuos son de gran utilidad en conductos que se encuentran calcificados, muy estrechos o



con instrumentos fracturados, debido a que favorece la apertura de un espacio entre el instrumento y las paredes del conducto radicular.¹

Técnica. Se recomienda esta técnica en casos de conductos muy estrechos o que contengan algún instrumento fracturado y consiste en lo siguiente:¹

Primero se debe neutralizar el contenido necrótico pulpar, posteriormente se recubre un instrumento indicado para el caso con Rc-Prep y se lleva al interior del conducto radicular realizando el trabajo biomecánico, durante la instrumentación se debe irrigar con hipoclorito de sodio al 4-6% provocando una reacción de efervescencia no tan intensa que nos indica la reacción química de ambas sustancias.¹

Al finalizar el trabajo biomecánico debemos irrigar y aspirar abundantemente el conducto con hipoclorito de sodio 4-6% para eliminar el exceso de Rc-Prep dentro del conducto radicular.¹

Algunos autores recomiendan después del hipoclorito, una irrigación final con EDTA y con detergente aniónico caliente para eliminar posibles restos del Rc-Prep.¹

6.4 Asociación de Detergentes con Furacín

El Duponol C en solución al 1% es un detergente que no es antiséptico y era utilizado para la irrigación del conducto radicular, fue utilizado por Varela y Paiva en asociación con un germicida, esta solución era indicada para la instrumentación e irrigación de los conductos radiculares. Su fórmula es:¹

Duponol C	0.9g
Furacín, Oto- solução	10cm ³
Agua destilada	100 cm ³

Gorga evaluó la eficacia de dicha solución y la recomendó únicamente para casos de biopulpectomías.¹



Posteriormente Paiva y Álvares sustituyeron el uso del Duponol C por una detergente aniónico (Tergentol) en asociación con Furacín.

Creando la siguiente fórmula: ¹

Tergentol (laurildietilenglicol éter sulfato de sodio)	200ml
Furacín Oto- solução	15 ml

En esta solución el detergente aniónico desempeña una acción de limpieza mecánica de los sustratos y el Furacín tiene propiedades bactericidas. ¹

6.5 Asociación de Hipoclorito de sodio con ácido cítrico.

Loel utilizó una asociación de ácido cítrico e hipoclorito de sodio; su técnica consistía en colocar inicialmente en el conducto radicular una solución de ácido cítrico al 50% y la dejaba actuar por dos minutos y, a continuación, añadía una solución de hipoclorito de sodio al 5%, el contacto de ambas sustancias produce una reacción de efervescencia la cual ayuda a la limpieza del conducto. ⁶

Un estudio realizado respecto a la asociación de estas sustancias mostró que se pueden obtener túbulos dentinarios abiertos y ausencia de capa residual en los tercios cervical y medio y en el tercio apical la limpieza obtenida es escasa, visualizándose una densa capa residual y escasos túbulos dentinarios abiertos (Fig.30).

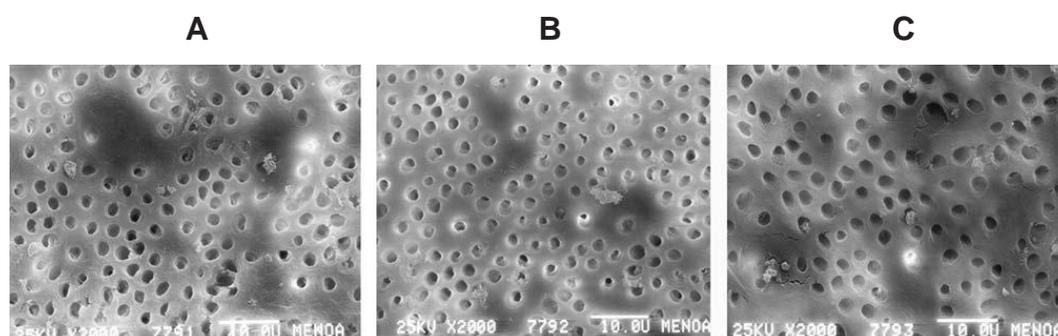


Figura 30. Fotomicrográficas de un espécimen irrigado con hipoclorito de sodio 2,5% - ácido cítrico 10%. A) Tercio cervical. B) Tercio medio. C) Tercio apical. ³⁶



Otro estudio realizado por Wayman et al. demostró resultados de limadura excelentes tras la preparación con ácido cítrico (20%) seguida de hipoclorito de sodio al 2.6%, y una irrigación final con ácido cítrico al 10%. Teniendo en cuenta que después de cada irrigación era necesario recapitular la instrumentación con un instrumento más delgado.⁸

La fuerza aérea de estados unidos puso a prueba el efecto bactericida de ambas sustancias y comunicaron que ambas sustancias tienen la misma eficacia bactericida en un lapso de 5 a 15 minutos.⁸

Baumgartner también concluyó en estudios realizados que la asociación de hipoclorito de sodio con ácido cítrico era más efectiva que el ácido cítrico solo, esto se debe a que el hipoclorito funciona como disolvente de tejidos y tiene un efecto bactericida y el ácido cítrico tiene un efecto quelante, lo que en conjunto ayuda a la remoción de la capa residual y los tejidos orgánicos.¹⁴

6.6 Asociación de Clorhexidina con ácido cítrico.

En un estudio realizado se revisó la asociación de clorhexidina al 2% con ácido cítrico, la idea de esta combinación surgió debido a que la clorhexidina es un efectivo agente bactericida, posee sustantividad, su toxicidad es baja y no posee capacidad de disolver materia orgánica ni inorgánica, por lo tanto no puede disolver la capa residual y se hace necesario el complemento de un químico con efecto quelante. En este caso fue el ácido cítrico al 10%. Al revisar los resultados con ayuda de un microscopio electrónico se observó en el tercio cervical y medio túbulos dentinarios abiertos, con presencia de capa residual irregular sobre la dentina intertubular, en el tercio apical la limpieza fue escasa y con muy pocos túbulos dentinarios abiertos (Fig. 31).³⁶

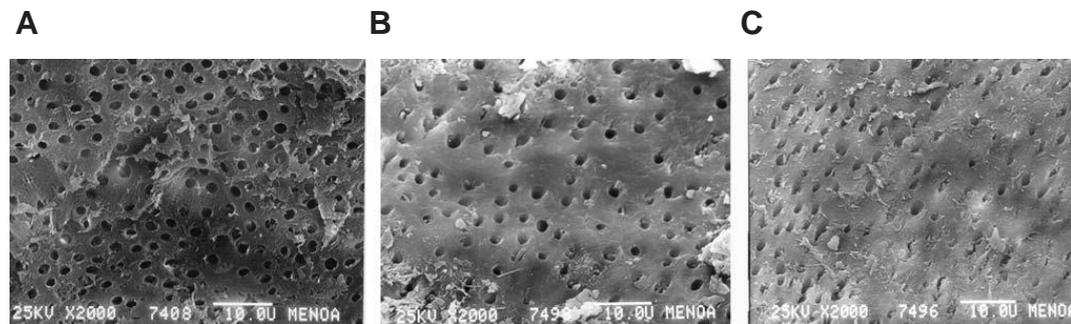


Figura 31. Fotomicrografías de un espécimen irrigado con clorhexidina 2% - ácido cítrico 10%. A) Tercio cervical. B) Tercio medio. C) Tercio apical.³⁶

Técnica. La preparación biomecánica se realizó hasta llegar a una lima apical de calibre 45. Entre cada instrumento se irrigó con 3,6 ml de clorhexidina al 2%, seguido de 2 gotas de ácido cítrico, al finalizar la limpieza con las limas se realizó una irrigación final con ácido cítrico 10% durante 3 minutos y luego se lavó con 7,2 ml de clorhexidina al 2%.³⁶

6.7 Peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax (ENDO-PTC) neutralizado con hipoclorito de sodio (solución Dakin).

La solución de Dakin es una solución diluida de hipoclorito de sodio con 0.5 g aproximadamente de cloro liberable por 100 ml del producto.¹

Paiva & Antoniazzi en 1973 modificaron la fórmula propuesta por Stewart y cols. (1969), substituyendo en el Rc-Prep el EDTA por el Tween 80 en la crema y en el lugar de usarse el Hipoclorito de sodio al 5%, ellos preconizaban la utilización de la solución de Dakin, donde se provoca una efervescencia que ayuda a la limpieza del conducto.⁶

6.8 Asociación de hipoclorito de sodio con clorhexidina

Algunos estudios realizados por Bettina et al. para estudiar la interacción del hipoclorito de sodio y el Gluconato de clorhexidina, determinaron que la combinación del hipoclorito de sodio y la clorhexidina



al 2% resultaba en la formación de un precipitado llamado PCA (p-cloroanilina) que es una sustancia teratogénica en animales y que además ocluye los túbulos dentinarios. Por lo cual su uso en asociación no es recomendado y continua su estudio, debido a que se desconoce a que concentración podría causar efecto teratogénico en humanos.³⁷

Algunos estudios realizados recomiendan el uso de la clorhexidina al 0.2% y el hipoclorito de sodio a una concentración de 3% como irrigantes de los conductos radiculares debido a que presenta una buena acción antimicrobiana a nivel del tercio apical.³⁸

Kuruvillea y Kamath combinaron el hipoclorito de sodio y la clorhexidina y los emplearon de forma alternada y los resultados fueron que como agentes de irrigación lograban una mayor reducción de la flora microbiana (84.6%) que el empleo individual del hipoclorito de sodio o el Gluconato de clorhexidina por separado.⁸

Se han hecho estudios para poder evitar la formación de PCA (p-cloroanilina), y se han utilizado soluciones irrigantes alternativas como agua salina, peróxido de hidrógeno, EDTA y ácido cítrico entre el hipoclorito de sodio y la irrigación con clorhexidina, los resultados fueron que con ayuda del ácido cítrico se presento una menor formación de PCA, pero no previno la formcaión por completo, por lo que no se recomienda esta asociación para evitar daños bilógicos.³⁷

6.9 Asociación de Glyde oxide con hipoclorito de sodio

La reacción del peróxido de urea con hipoclorito de sodio al 5% produce una reacción de efervescencia, semejante a la producida en la reacción de Grossman con liberación de oxígeno naciente. La adición de EDTA en esta asociación proporciona la acción quelante sobre el calcio de las paredes de los conductos radiculares.⁶

Un estudio in vitro realizado en La Loyola University se comunico que El clorox (NaOCl) en toda su potencia y el Gly-Oxide (peróxido de



urea) utilizados de manera alternada eran 100% efectivo contra *bacteroides melaninogenicus*, considerado un patógeno endodóntico.⁸

6.10 Asociación de EDTA con hipoclorito de sodio.

Pécora estudio las soluciones de Dakin y EDTA, aisladas, alternadas y mezcladas sobre la permeabilidad de la dentina radicular, y concluyó que la solución de Dakin, usada de modo alternado con la solución de EDTA en la porción de 1:1, promovía mayor aumento de la permeabilidad.⁶

Se pueden obtener excelentes resultados combinando la acción del hipoclorito de sodio al 5.25% que actúa disolviendo el tejido orgánico, bacterias, tejido necrótico, y el EDTA al 15% que tiene un efecto de limpieza sobre las paredes del conducto; de esta forma se logra el contacto directo del material obturador con las paredes dentinarias, gracias a esta limpieza también se puede conseguir el paso del NaOCl a los túbulos dentinarios y a conductos laterales no instrumentados, para que ejerza su efecto antibacteriano.^{8, 14, 39}

El US Army Institute of dental Research informo sobre la importancia del uso alternado del EDTA al 15%(formula original de Nygaard-Ostby) y el hipoclorito de sodio al 5.25% para la eliminación de la capa residual. Introdujeron un total de 33 ml de agentes irrigantes en cada conducto, utilizando agujas endodónticas romas.⁸

Algunos autores recomiendan realizar la última irrigación con EDTA aunque otros lo contraindican, sin embargo en estudios realizados se ha observado que tras el uso el EDTA quedan cristales en las paredes del conducto por lo que es importante una última irrigación con hipoclorito de sodio, en conductos infectados se recomienda dejar actuar esta última irrigación durante unos minutos para penetrar en los conductos accesorios abiertos por el quelante y obtener una mayor eficacia antibacteriana.²



Pécora estudio las soluciones de Dakin y EDTA, aisladas, alternadas y mezcladas sobre la permeabilidad de la dentina radicular, y concluyó que la solución de Dakin, usada de modo alternado con la solución de EDTA en la porción de 1:1, promovía mayor aumento de la permeabilidad.⁶

6.11 Asociaciones con Hidróxido de calcio.

El hidróxido de calcio se utiliza mezclado con diversos vehículos. A estas combinaciones se les denomina pastas alcalinas por su elevado pH, utilizándose en el tratamiento de los conductos radiculares como medicación temporal. Sus principales características son:²

- Están compuestas en un mayor porcentaje de hidróxido de calcio pero asociadas a otras sustancias para mejorar sus propiedades físicas o químicas.
- No endurecen
- Se solubilizan o reabsorben en los tejidos vitales
- Pueden ser preparadas por uno mismo.
- En el interior del conducto radicular funcionan como medicación temporal.²

El hidróxido de calcio se utiliza mezclado con tres tipos de vehículos:

1. Acuosos. el más empleado es el agua bidestilada, aunque también se ha utilizado solución salina, solución metilcelulosa, anestésico y otras soluciones. En este tipo de preparación la liberación de iones será rápida, solubilizándose con relativa rapidez en los tejidos y siendo reabsorbido por los macrófagos.
2. Viscosos. Se ha empleado glicerina, pletilenglicol y propilenglicol con el objetivo de disminuir la solubilidad de la pasta y prolongar la liberación iónica.



3. Aceites. Se han usado aceite de oliva, de silicona y diversos ácidos grasos, como el oléico y el linoléico, para retardar aún más la liberación iónica y permitir esta acción durante un periodo de tiempo más prolongado sin necesidad de renovar la medicación.²

En un estudio se observó la disociación del hidróxido de calcio con distintos vehículos y a diferentes grados de temperatura, los resultados obtenidos fueron que al elevar la temperatura en todas las soluciones el pH disminuía, la disociación más fuerte que se observó fue con agua bidestilada y la más baja fue con el anestésico., lo que nos indica que en el agua bidestilada ocurre una mayor liberación de iones OH^- y con esto una mejor actividad del hidróxido de calcio.⁴⁰

Asociación de detergentes con Hidróxido de Calcio

El Tergidrox es la asociación de un detergente aniónico con hidróxido de calcio, su fórmula está constituida por:¹

Laurildietilenglicol éter sulfato de sodio	2.0 mg
Hidróxido de calcio	6.65 mg

Gracias a Nicola Tancredo se lanzó el producto comercial Irrigocal cuya composición es la siguiente:¹

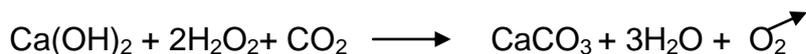
Hidróxido de Calcio	0.16 g%
Laurildietilenglicol	0.023 g%
Agua destilada	100 g

Esta asociación es recomendada para realizar la preparación biomecánica en caso de biopulpectomía cuando no se han tenido todos los cuidados para mantener aséptico el campo de trabajo.¹



Asociación de Hidróxido de calcio y agua oxigenada.

Dado el componente ácido del peróxido de hidrógeno pueden utilizarse en combinación con hidróxido de calcio donde la neutralización química favorece la formación y liberación del oxígeno nascente:



Hidróxido de calcio + agua oxigenada + gas carbónico \longrightarrow
carbonato de calcio + agua + oxígeno nascente.

Asociación de hidróxido de calcio con hipoclorito.

Hasselgren et al. demostraron que el tratamiento preliminar de tejido con hidróxido de calcio mejora el efecto disolvente que ejerce el hipoclorito de sodio. Wadachi utilizando 38 dientes recién extraídos de bovinos demostraron que la combinación de hidróxido e hipoclorito es más efectiva para la disolución de los tejidos blandos en las paredes del conducto.⁸

Cualquiera sea la pasta de hidróxido de calcio con que se relleno el conducto, es necesario hacer una profusa irrigación para lograr su total eliminación antes de obturar definitivamente la pieza dentaria, de forma tal que no haya interferencias en la interfase pared dentinaria/ material de obturación definitivo.¹⁴

Porkaew demostró que no alcanza con solo irrigar el conducto sino que es necesario realizar instrumentación del conducto mediante 2 números superiores de una lima al anteriormente empleado.¹⁴

Asociación de hidróxido de calcio con clorhexidina.

Se ha sugerido el uso de la clorhexidina como vehículo del hidróxido de calcio debido a que el gluconato de clorhexidina tiene la capacidad de combatir el E. faecalis y C. albicans entre otros microorganismos gram-positivos y gram-negativos y de esta forma al



colocarla como medicación intraconducto junto al hidróxido de calcio se pueda obtener una mejor desinfección del conducto radicular. Para este fin algunos autores recomiendan el uso de la clorhexidina en gel al 2% como vehículo del hidróxido de calcio para que además se obtenga un efecto de desinfección hasta por 30 días.⁴¹

6.15 Asociación de Hipoclorito de sodio y alcohol.

Cunningham y colaboradores señalan que añadiendo alcohol al hipoclorito de sodio se disminuye la tensión superficial de éste incrementa su penetrabilidad. Sin embargo no está claro cuánto ayuda esto a una mayor limpieza del conducto.³

6.16 Asociación de MTAD e Hipoclorito de sodio.

Torabinejad et al. Proponen para la irrigación una mezcla de tetraciclina, ácido cítrico y detergente (tween 80) con la cual se observó una capacidad de retirar la smear layer sin alterar la estructura de los túbulos dentinarios.

El protocolo para su uso es de 20 minutos con hipoclorito de sodio al 1.3% seguido por 5 minutos de MTAD.



CONCLUSIONES

Para realizar el tratamiento de los conductos radiculares y poder conseguir una limpieza meticulosa, hoy en día no existe una sustancia que por si sola, reúna todas las características ideales de un irrigante y que nos permita realizar la limpieza del sistema de conductos en una sola cita, de manera fácil y en corto tiempo, por lo que es útil contar con una gran variedad de productos y es valido asociarlos de manera correcta para cada caso que se nos presente en la practica clínica para así lograr un tratamiento exitoso.

Además es necesario que el empleo de dichas sustancias sea de forma racional y conociendo como es que funcionan, sus ventajas y desventajas para no dañar en ningún momento los tejidos periapicales que nos ayuda a reparar el daño provocado por la infección.

Finalmente cabe mencionar que no nos debemos dejar llevar por lo que diga la publicidad de un producto, si no que debemos basarnos en estudios científicos que comprueben la efectividad de cada producto utilizado.



FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

1. Leonardo M. Leal J. Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares. 2ª ed. Buenos aires: Editorial Medica Panamericana, 1983. Pp.1-19, 246-276
2. Canalda C. Braun E. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. España: Editorial Masson, 2001. Pp.1-2, 29-41, 173-177, 184-193.
3. Mondragón J. Endodoncia. México: Editorial Interamericana Mc Graw-Hill, 1995. Pp.1-4, 109-122
4. Walton E., Torabinejad M. Endodoncia Principios y práctica. 4ª ed. España: Editorial Elsevier Sanders. Pp.38-48,258-286, 419-431.
5. Nageswar R. Endodoncia avanzada. Venezuela: Editorial AMOLCA, 2011. Pp. 133-140.
6. Estrela C. Ciencia Endodóntica. 1ª ed. Brasil: Editorial Artes Médicas Latinoamérica, 2005. Pp. 149-174, 415-527
7. Walton R. Endodoncia: principios y practica. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill, 1997. Pp.297-311
8. Ingle J. Endodoncia. 5ª ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 2004. Pp. 63-93, 505-513, 568-569
9. Cohen S. Burns R. Vías de la pulpa. 8ª ed. Madrid: Editorial Elsevier. Pp. 253-259, 536-540
10. Jaramillo D. Biofilm. Endodoncia actual. 2007; 5: 36-39
11. Bohora A. Hegde V. Kokate S. Comparison of the antibacterial efficiency of neem leafextract and 2% sodium hypochlorite against E. faecalis, C. albicans and mixed culture - An in vitro study. Endodontology 2010; 22(1): 8-12
12. Romani N. Carlik J. Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas. Brasil: Editorial Interamericana Mc Graw Hill, 1994. Pp. 178-202
13. Maisto O. Capurro M. Endodoncia. 3ª ed. Argentina: Editorial Mundi S.A., 1984. Pp. 163-174



14. Basrani E. Endodoncia Integrada. 1ª ed. Colombia: Editorial AMOLCA, 1999. Pp. 129-138, 261-276
15. Grossman L. Practica Endodoncia. 4ª ed. Buenos Aires: Mundi, 1981. Pp 202-214
16. Soares I. Goldberg F. Endodoncia técnica y fundamentos. 1ª ed. Argentina: Editorial Medica panamericana, 2003. Pp.127-140
17. Paredes J, Jiménez F, Mondaca J, Manríquez M. Irrigación por medio de presión apical negativa en endodoncia. Rev. Nal. de Odontología en México. 2009; 2: 20-24
18. Lima E. Endodoncia de la biología a la técnica. Venezuela: Editorial Amolca, 2009. Pp. 253-320.
19. Lasala A. Endodoncia. 4ª ed. México: Editorial Salvat, 1993. Pp. 177-189
20. Lahoud V. Gálvez L. Irrigación endodóntica con el uso de hipoclorito de sodio. Odontol. Sanmarquina. 2006; 9 (1): 28-30
21. Cárdenas A. Sánchez S. Tinajero C. González V. Baires L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. Revista Odontológica Mexicana. 2012; 16 (4): 252-258
22. Clarkson R. Podlich H. Savage N. Moules A. A survey of sodium hypochlorite use by general dental practitioners and endodontists in Australia. Australian Dental Journal 2003; 48(1):20-26
23. Tegginmani V. Chawla V. Kahate M. Jain V. Hypochlorite accident - a case report. Endodontology 2011; 23(2): 87-92
24. Saldaña J. Efectividad antibacteriana del uso alternado de dos soluciones de gluconato de clorhexidina al 0.12% y 2% con hipoclorito de sodio al 5.25% en el tratamiento de conductos radiculares. Universidad nacional mayor de san marcos. Tesis 2008, Lima Perú.



25. Roopashree M. Kala M. Evaluation of the effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal - An in vitro study. *Endodontology*, 2009; 21(2): 24-32
26. Basrani B. Chlorhexidine Gluconate. *Australian Endodontic Journal*, 2005; 3(2): 48-52
27. Mohamadi Z. Iran Y. Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review. *International Dental Journal*. 2008; 58: 247-257
28. Mohammadi Z. Chlorhexidine gluconate, its properties and applications in endodontics. *IEJ*. 2008; 2(4): 113-125
29. Ferraz C. Gomes B. Zaia A. Teixeira F. Souza F. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants *Braz Dent J (2007)* 18(4): 294-298
30. Segura J. Jiménez A. Llamas R. Jiménez A. El ácido etileno diaminotetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. *Endodoncia*. 1997; 15(2): 90-97
31. Nisha N. Kundabala M. D' souza V. Comparative evaluation of demineralization of radicular dentin with 17% EDTA and MTAD at different time intervals - An in-vitro Study. *Endodontology* 2011; 23 (1): 49-57
32. Meenu G. Garg A. Gupta. Haryana. MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112: e70-e76
33. Sridevi N. Hannah R. Balagopal S. Comparison of anti microbial efficacy of degradation product of MTAD whit original Biopure MTAD. *Endodontology* 2007; 19 (2): 14-17
34. Máiquez S. Premoli G. González J. Evaluación del hidróxido de calcio en la prevención del dolor endodóntico intercitas en pulpas necróticas. *Rev Cubana Estomatol* 2001; 38(1):19-24



35. Athanassiadis B. Abbott P. Walsh L. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal Supplement* 2007;52:(1 Suppl):S64-S82
36. Olmos J. Del Carri M. Saguir S. García A. Limpieza de las paredes del conducto usando una combinación de hipoclorito de sodio 2,5% - ácido cítrico 10% y clorhexidina 2% - ácido cítrico 10%. *Endodoncia* 2009; 27: (2):63-67
37. Joshi N. Kundabala M. Shenoy S. Kamath S. D'souza V. Evaluation of antimicrobial efficacy of 0.5% IKI, 3% NaOCl and 0.2% CHX when used alone and in combination as intracanal irrigants against enterococcus faecalis. – an in vitro study. *Endodontology* 2009; 21(2):8-18
38. Mortenson D. Sadilek M. Flake N. Paranjpe A. Heling I. Johnson J. Cohenca N. The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system. *International Endodontic Journal* 2012; 45: 878–882
39. Rodríguez I. Uso de sustancias irrigadoras complementarias en endodoncia para la eliminación de la capa de barro dentinario propuesta de un protocolo de irrigación. Google. Hallado en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/v5n1/5-1-6.pdf>
40. Ayala D. Vargas W. Fernandez A. Solano S. Gutverg D. Lanzagorta M. Estudio de la disociación del hidróxido de calcio mezclado con seis distintos vehículos, a diferentes grados de temperatura. *Endodoncia Actual* 2010; 5(13): 12 – 18
41. Mohammadi Z. Shalavi S. Is Chlorhexidine an Ideal Vehicle for Calcium Hydroxide? A Microbiologic Review. *IEJ Iranian Endodontic Journal* 2012;7(3):115-122