



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN ENTRE ÁCIDO HIPOCLOROSO,
HIPOCLORITO DE SODIO Y CLORHEXIDINA COMO
IRRIGANTES EN ENDODONCIA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

CAROLINA CEBALLOS POLANCO

TUTORA: Esp. ANA ROSA CAMARILLO PALAFOX

ASESOR: Esp. CARLOS TINAJERO MORALES

MÉXICO, D.F.

2012



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.

“Puede el que cree que puede”

APP

Agradecimientos

A mi Alma Máter, la Universidad Nacional Autónoma de México.

A mi tutora, Dra. Ana Camarillo, por el tiempo que dedicó a la revisión de esta tesina, por su apoyo y su amistad.

A los profesores de la Facultad de Odontología por su maravillosa enseñanza, tiempo y dedicación. En especial agradezco a la Dra. Paulina Ramírez, Dr. Juan Alberto Sámano, Dr. Samuel Jiménez, Dr. Carlos Tinajero, Dra. Laura Baires, Dra. Karina Curio y Dra. Dolores Carrasco.

A mi familia, pilar de mi vida:

Mami, infinitas gracias por todo tu cariño, apoyo incondicional, paciencia y ejemplo.

Papi, gracias por darme todas las facilidades necesarias para cumplir este sueño.

Jairo, gracias por ser un hermano ejemplar, por tanta risa y aventura, por tu amistad, apoyo y consejos.

Marce, mi chíquis, gracias por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas sin importar la distancia.

A mis amigas y amigos, energía de mi vida. Mil gracias por todo su cariño, por celebrar cada uno de mis triunfos y por sus palabras de aliento. En especial agradezco a mis amigas de toda la vida, Eileen, Cynthia y Mariana; a mi mejor amigo, mi gordito; a Karlita, que me acompañó a lo largo de toda la carrera; a mis amigos de Padierna, en especial a Miguel.



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introducción..... | 7 |
| 2. Propósito | 9 |
| 3. Objetivos | 10 |
| 4. Capítulo I. Irrigación del sistema de conductos radiculares | 11 |
| 4.1 La importancia de la irrigación durante el tratamiento endodóncico..... | 14 |
| 4.2 Objetivos de una solución de irrigación ideal..... | 16 |
| 4.3 Requisitos de la solución ideal..... | 16 |
| 4.4 Técnica de irrigación en Endodoncia..... | 17 |
| 4.5 Nuevas técnicas de irrigación y/o desinfección en Endodoncia..... | 22 |
| 4.5.1 Sistema Endoactivador de DENTSPLY, Tulsa Dental Specialties..... | 22 |
| 4.5.2 Irrigación ultrasónica..... | 23 |
| 4.5.3 EndoVac (Discus, Culver City, CA, USA)..... | 25 |
| 4.5.4 Láser de diodo..... | 26 |
| 4.5.5 Gas ozono..... | 27 |
| 5. Capítulo II. Soluciones de irrigación..... | 30 |
| 5.1 Ácido Hipocloroso..... | 31 |
| 5.1.1 Composición química..... | 32 |
| 5.1.2 Ácido Hipocloroso como irrigante en Endodoncia..... | 32 |
| 5.1.3 Ventajas..... | 34 |
| 5.1.4 Desventajas..... | 35 |
| 5.1.5 Mecanismo de acción..... | 35 |
| 5.2 Hipoclorito de Sodio..... | 36 |
| 5.2.1 Definición..... | 37 |
| 5.2.2 Composición química..... | 37 |



| | | |
|-------|--|----|
| 5.2.3 | Hipoclorito de Sodio como irrigante en Endodoncia..... | 37 |
| 5.2.4 | Ventajas..... | 38 |
| 5.2.5 | Desventajas..... | 38 |
| 5.2.6 | Mecanismo de acción..... | 39 |
| 5.2.7 | Concentraciones del Hipoclorito de Sodio..... | 40 |
| 5.2.8 | Consideraciones del Hipoclorito de Sodio..... | 41 |
| 5.3 | Clorhexidina..... | 43 |
| 5.3.1 | Composición química..... | 44 |
| 5.3.2 | Clorhexidina como irrigante en Endodoncia..... | 44 |
| 5.3.3 | Ventajas..... | 44 |
| 5.3.4 | Desventajas..... | 45 |
| 5.3.5 | Mecanismo de acción..... | 46 |
| 5.3.6 | Concentraciones y presentaciones de la Clorhexidina..... | 46 |
| 6. | Capítulo III. Comparación entre el Ácido Hipocloroso (HOCl), Hipoclorito de Sodio (NaOCl) y Clorhexidina (CHX)..... | 48 |
| 7. | Capítulo IV. Microbiología en Endodoncia..... | 52 |
| 7.1 | Microbiota relacionada con la patología endodóncica en dientes vital..... | 58 |
| 7.2 | Microbiota relacionada con la afección endodóncica de dientes con necrosis pulpar..... | 59 |
| 7.3 | <i>Enterococcus faecalis</i> | 62 |
| 7.3.1 | Factores de virulencia..... | 63 |
| 7.4 | <i>Candida albicans</i> | 65 |
| 7.4.1 | Factores de virulencia..... | 66 |
| 8. | Conclusiones..... | 68 |
| 9. | Referencias Bibliográficas..... | 71 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 1. Irrigación del sistema de conductos radiculares..... | 15 |
| Fig. 2. Puntas NaviTip..... | 19 |
| Fig. 3. Puntas NaviTip FX..... | 19 |
| Fig. 4. Punta NaviTip Sideport..... | 20 |
| Fig. 5. Punta Endo-Eze Irrigator..... | 20 |
| Fig. 6. Capillary Tips..... | 21 |
| Fig. 7. Eyector Dual..... | 21 |
| Fig. 8. Sistema Endoactivador..... | 23 |
| Fig. 9. Agitación hidrodinámica de la solución de irrigación..... | 23 |
| Fig. 10. Irrigación Ultrasónica..... | 25 |
| Fig. 11. Sistema Endovac..... | 26 |
| Fig. 12. Microcánula..... | 26 |
| Fig. 13. Láser de diodo..... | 27 |
| Fig. 14. Gas Ozono..... | 29 |
| Fig. 15. Sterilox..... | 34 |
| Fig. 16. Cloralex..... | 42 |
| Fig. 17. Consepsis (Ultradent)..... | 47 |
| Fig. 18. <i>Enterococcus faecalis</i> | 63 |
| Fig. 19. <i>Candida albicans</i> | 66 |



1. Introducción

Dentro del tratamiento del sistema de conductos radiculares, la eliminación de microorganismos que causan patologías pulpares y periapicales, sigue siendo un problema que requiere más estudio, investigación y dominio por parte de los especialistas.

La Endodoncia es la especialidad en odontología que más avances ha registrado en cuanto a la disposición de nuevos instrumentos y materiales de uso. Sin embargo, aún no se logra la total remoción de microorganismos que se encuentran dentro del sistema de conductos radiculares; por tal motivo, debemos considerar a la irrigación como el auxiliar decisivo para la desinfección y conformación de los conductos radiculares.

Para la limpieza y desinfección de los conductos radiculares se utilizaban ácidos fuertes como el clorhídrico y sustancias tóxicas como el arsénico; con el paso del tiempo, han sido sustituidos por soluciones de irrigación de mayor biocompatibilidad y efectividad dentro de la terapia endodóncica, mejorando cada vez los resultados.

Entre las soluciones de irrigación más importantes encontramos al hipoclorito de sodio, el más utilizado por los especialistas, la clorhexidina y el ácido hipocloroso. Estas tres soluciones de irrigación constituyen el pilar de esta recopilación bibliográfica.

Actualmente no existe una solución de irrigación ideal, por tanto, para alcanzar el éxito del tratamiento endodóncico, se requiere tener los conocimientos necesarios para seleccionar y utilizar correctamente cada una de las soluciones de irrigación existentes en el mercado, en conjunto con el trabajo biomecánico y la obturación tridimensional.



Cada paciente es diferente y por lo mismo requiere un tratamiento que se adapte a sus necesidades específicas. El especialista debe saber cuando utilizar o no una solución de irrigación, su manipulación, los riesgos o efectos existentes y la ventaja o desventaja de combinar algunas soluciones, ya que en algunos casos, el resultado puede ser favorable o, por el contrario, se puede disminuir la eficacia del tratamiento y/o generar daños irreversibles en el paciente.

Numerosos microorganismos habitan en la cavidad bucal. En Endodoncia, dos de los microorganismos que juegan un papel preponderante son *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* ya que, han sido identificados como una causa frecuente de infección del sistema de conductos radiculares en dientes con fracaso en el tratamiento endodóncico.

En consecuencia, la limpieza rigurosa y la correcta conformación del sistema de conductos radiculares, es la fase más crítica e importante del tratamiento endodóncico. El hecho de eliminar la mayor cantidad de microorganismos dentro del sistema de conductos, garantiza el éxito del tratamiento.



2. Propósito

A lo largo de la carrera de odontología, la especialidad que más ha ganado mi interés es Endodoncia.

Lograr día a día más y mejor conocimiento en esta área y en temas tan importantes como las soluciones de irrigación, me ha llevado a concentrarme en este campo de la odontología.

Esta recopilación bibliográfica, además de permitirme cerrar un ciclo, es relevante para mí por dos motivos: primero, me permite adquirir mayor aprendizaje y confianza, mismos que se verán reflejados en el servicio que podré brindarle a mis futuros pacientes y, segundo, la utilidad que esta tesina puede representar para alumnos y compañeros interesados en este mismo tema.



3. Objetivos

El objetivo general de esta recopilación bibliográfica está orientado a comparar el ácido hipocloroso, la clorhexidina y el hipoclorito de sodio como irrigantes en Endodoncia.

Los objetivos específicos que se derivan del anterior objetivo son:

1. Enfatizar la importancia de la irrigación como parte del tratamiento de los conductos radiculares.
2. Determinar la efectividad de cada una de las soluciones de irrigación antes mencionadas.
3. Señalar las ventajas y desventajas que brindan las soluciones de irrigación.
4. Indicar los mecanismos de acción que ejercen las soluciones de irrigación dentro de los conductos radiculares.
5. Mencionar las diferentes concentraciones que recomienda la literatura.
6. Ampliar el conocimiento sobre la Microbiología en Endodoncia.



4. Capítulo I. Irrigación del sistema de conductos radiculares

La etiopatogénesis de las infecciones endodóncicas y la importancia de los microorganismos involucrados en los cambios pulpo-periapicales han sido ampliamente estudiados. Es muy importante que los especialistas conozcan a profundidad la estrecha relación que existe entre la presencia de microorganismos y los procesos patológicos endodóncicos, con la finalidad de obtener medios efectivos que aseguren su control y eliminación, para realizar un buen tratamiento y conseguir el éxito.^{1, 2}

El principal problema en el tratamiento endodóncico es la total eliminación de los minúsculos fragmentos de tejido vital y necrótico remanente dentro del sistema de conductos radiculares. Un elemento básico de la cirugía es que, antes de que una herida esté lista para la quimioterapia, debe haberse eliminado cualquier material necrótico. Muchos odontólogos no le han dado la importancia a esta regla básica y se han fiado más de la farmacoterapia que de la limpieza e irrigación profunda en el sistema de conductos radiculares.³

El tratamiento del sistema de conductos radiculares consiste en la eliminación completa de la pulpa que ha sufrido un daño irreversible y de todo el tejido remanente, limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos radiculares, de manera que se pueda conservar el diente como una unidad funcional dentro del arco dental.⁴

En 1958, Ingle señala que el éxito en el tratamiento del sistema de conductos radiculares está en el cumplimiento de la llamada *Tríada Endodóncica*, compuesta por tres principios básicos: asepsia, preparación biomecánica y sellado apical.⁴



Shilder, ha denominado limpieza y conformación, a la eliminación de todo el sustrato orgánico del sistema de conductos radiculares, así como a la elaboración de una forma determinada dentro de cada conducto para la recepción de una obturación hermética y tridimensional en todo el espacio de éstos, destacando la necesidad del desbridamiento, que consiste en retirar del sistema de conductos radiculares los irritantes existentes.⁴

El proceso de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, es una fase del tratamiento endodóncico en la que el empleo de soluciones de irrigación intraconducto como auxiliares es primordial; constituye una piedra angular importante para alcanzar el éxito del tratamiento endodóncico.

1

Es poco realista asumir que un instrumento aerodinámico lineal puede extenderse en las intrincadas, delicadas y complejas paredes del conducto radicular para desbridar eficazmente todo su contenido, por lo tanto, las soluciones de irrigación intraconducto son complementos necesarios.⁵

Las soluciones de irrigación favorecen la remoción de microorganismos, toxinas, barrido dentinario, tejido residual vital y necrótico; brindan lubricación durante la instrumentación para facilitar su paso y capacidad de corte; ciertos irrigantes pueden causar una acción de blanqueamiento y otros poseen cierta capacidad de ayuda al franqueo de los conductos estrechos y calcificados.^{5,6}

Hasta la fecha, ninguna de las soluciones de irrigación que existen posee todas las propiedades de una solución ideal.³ Se han propuesto distintas soluciones de irrigación de acuerdo a los mecanismos de acción dentro del sistema de conductos radiculares y, en general, a sus ventajas y desventajas.

Tabla 1. Soluciones de irrigación

Hipoclorito de sodio NaOCl (compuesto halogenado)

Ácido hipocloroso HOCl (compuesto halogenado)

-6% de NaOCl + agente de humectación + modificadores de superficie + agentes alcalinos. (Chlor-Extra (Vista Dental Products, Racine, WI))

Clorhexidina (Bisguanida catiónica)

Clorhexidina al 2% + modificadores de superficie. (CHX-Plus (Vista Dental Products, Racine, WI))

0.2% clorhexidina + 0.2% tensoactivo (cetrimida). (Cetrexidin (GABA Vebas, San Giuliano Milanese (Mi), Italia))

EDTA (ácido etilendiaminotetraacético)

a) Soluciones líquidas

- EDTA al 17% + 8 mg de tensoactivo (cetrimida). (REDTA)

- EDTA al 15% + 0.75 gr de brometo de cetiltrimetilamonio (cetavlon). (EDTAC)

- EDTA al 17% + lauril dietileno éter sulfato de sodio (tergentol). (EDTAT)

- Ácido etilen glicol-bis tetraacético. (EGTA)

- Aminoquinaldino-diacetato al 5% + propilenglicol. (Salvizol)

- Oxiacetato al 5.3% + oxiacetato de aminio al 4.6% + tensoactivo (cetrimida). (Decal)

- EDTA 17% + tensoactivo neutro (Tween, 80). (SmearClean (SybronEndo, Orange, CA))

b) Pastas de tipo viscoso

- EDTA al 15% + peróxido de urea y glicol al 10%. (RC-Prep)

Alcohol (desecante)

Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$)

Isómero de tetraciclina (doxiciclina) + ácido cítrico + tensoactivo neutro (Tween, 80). (MTAD (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN))



Doxiciclina + ácido cítrico + prolipropilenglicol. (Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggiò (Mi), Italia))

Peróxido de carbamida + glicerol. (Gly-Oxide)

EDTA + clorhexidina + detergente. (QMiX (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA))

Peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

Peróxido de urea

Solución fisiológica

Solución salina

Agua bidestilada

Tabla 1. Soluciones de irrigación más utilizadas durante el tratamiento endodóncico y algunas marcas comerciales. ^{5, 7, 8, 9, 10, 11}

4.1 La importancia de la irrigación durante el tratamiento endodóncico

Desde 1963, Lasala define a la irrigación del sistema de conductos radiculares como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar y en los conductos radiculares.

¹² La Asociación Americana de Endodoncia define irrigación como el lavado mediante una corriente de fluido. ¹³

Con la instrumentación por sí sola, no se llega a ciertas variaciones en la anatomía de los conductos, tales como la presencia de conductos en C, S, elípticos, conductos accesorios y laterales, los cuales no son evidentes a simple vista y en donde se alojan dichos residuos; por lo tanto, es necesaria la irrigación para localizar y permeabilizar los conductos radiculares, durante la instrumentación y al terminar la preparación biomecánica. ¹⁴

La irrigación es un paso en la terapia endodóncica tan importante como lo son la correcta instrumentación y obturación. La solución de irrigación escogida, debe permitir la neutralización e inactivación de toxinas bacterianas mediante un completo desbridamiento y desinfección del espacio del conducto radicular, lo cual es fundamental para el éxito del tratamiento, al igual que una completa obturación de éste.¹⁴

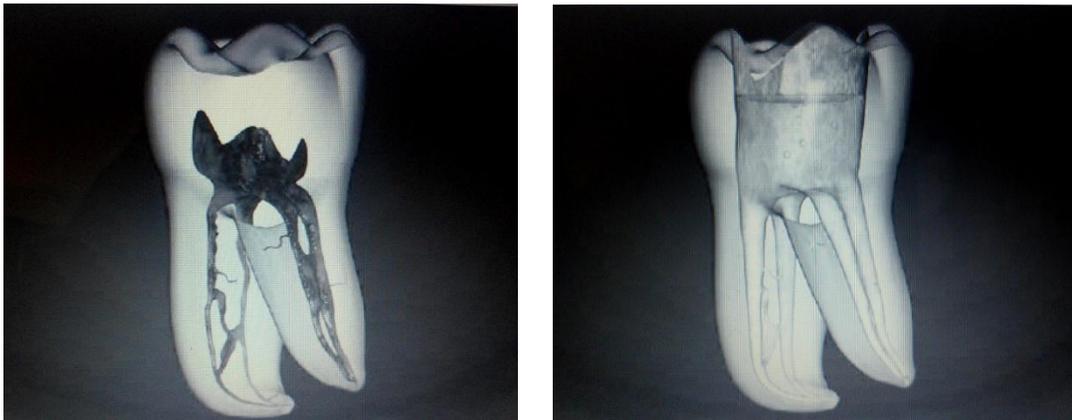


Fig. 1. Irrigación del sistema de conductos radiculares.

Halladas en: Ruddle CJ. Hydrodynamic Disinfection Tsunami Endodontics. Dentistry Today 2007. Pp. 1-9.

La irrigación siempre debe preceder a la exploración y a la determinación de la longitud de trabajo. Al introducir un instrumento dentro del conducto radicular se puede provocar que el tejido residual vital o necrótico salga hacia el agujero apical, provocando complicaciones como inflamación o infección periapical; por esta razón, antes de la instrumentación y en intervalos frecuentes deberá irrigarse y lavarse con soluciones de irrigación que permitan disolver material orgánico.¹⁵

Las soluciones de irrigación también pueden inflamar los tejidos periapicales, por tanto, se debe evitar la salida de las soluciones por el agujero apical.¹⁶



4.2 Objetivos de una solución de irrigación ideal

1. Disolución del tejido. Las soluciones de irrigación favorecen la remoción de tejido residual vital y necrótico del sistema de conductos radiculares.^{5, 6}
2. Acción antibacteriana. Las soluciones de irrigación destruyen y neutralizan los componentes y productos de los diferentes microorganismos patógenos dentro del sistema de conductos radiculares.^{5, 6}
3. Quelación. Ciertas soluciones de irrigación favorecen la limpieza de las paredes de los conductos radiculares eliminando barrido dentinario, debido a que éste puede bloquear la entrada de los túbulos dentinarios y de los conductos accesorios. Las soluciones de irrigación con esta propiedad también ayudan en el franqueo de los conductos estrechos y calcificados, por la sustitución de los iones de Ca y la formación de sales solubles.^{5, 6}
4. Lubricación. Las soluciones de irrigación ayudan en el paso sin obstáculos de los instrumentos y favorecen su capacidad de corte dentro del sistema de conductos radiculares.^{5, 6}
5. Otros. Ciertas soluciones de irrigación pueden causar una acción de blanqueamiento debido a la liberación de oxígeno.⁵

4.3 Requisitos de la solución ideal

1. Solvente de tejidos o desechos. Capacidad para disolver los tejidos pulpares vitales y necróticos, tanto en la luz de los conductos principales, como en todas las infructuosidades del sistema de conductos radiculares y, de forma especial, en los conductos accesorios que se abren al periodonto y que difícilmente son tocados por los instrumentos rotatorios y manuales.⁶



2. Baja tensión superficial. Esto alienta su flujo hacia zonas inaccesibles y conserva la humedad de las paredes de la dentina. ⁶
3. Baja toxicidad. La solución de irrigación no debe provocar reacciones en los tejidos periapicales. Si alcanza el periápice, puede interferir en los mecanismos inflamatorios implicados en la reparación que se desea obtener posterior al tratamiento endodóncico. ⁶
4. Lubricante. Ayuda a que los instrumentos se deslicen con facilidad dentro y fuera del conducto. ^{5, 6}
5. Desinfección. Destruye y elimina microorganismos, sus componentes y cualquier sustancia de naturaleza antigénica. ⁶
6. Otros elementos. Fácil disponibilidad, bajo costo, fácil almacenaje y vida útil adecuada. ^{5, 6}

4.4 Técnica de irrigación en Endodoncia

La técnica de irrigación consiste en introducir soluciones de irrigación en jeringas de plástico desechables de 2,5-5 ml. Posteriormente, se realiza una elección apropiada de la aguja que se conecta a la jeringa mediante un mecanismo de rosca, evitando que se desprenda o derrame la solución de irrigación al presionar el émbolo. ¹⁷

Las agujas dentro de los conductos radiculares deben mantenerse de modo pasivo, sin que su extremo quede aprisionado en las paredes del conducto radicular, para permitir el reflujo de la solución irrigadora. ¹⁷

Nunca se deben inyectar con exceso de presión las soluciones de irrigación dentro del conducto radicular, ya que pueden proyectarse hacia los tejidos periapicales provocando secuelas adversas. Se deben introducir las soluciones de irrigación suavemente dentro del conducto radicular, llenando por completo la cámara pulpar y los conductos radiculares. ¹⁵



En conductos radiculares relativamente amplios, en dientes jóvenes con forámenes apicales anchos, o cuando no existe constricción apical, es necesario introducir la punta de la aguja con topes de hule que señalen una separación de 4 o 5 mm de distancia del foramen apical. Es muy importante tener cuidado especial para prevenir la reabsorción o la preparación excesiva del conducto radicular.^{1, 15}

Aunque las agujas de mayor calibre permiten que la solución de irrigación fluya con más rapidez, el diámetro más amplio de la aguja puede ser un problema para la limpieza de las áreas más estrechas del sistema de conductos radiculares.¹

Los conductos radiculares no instrumentados son demasiado estrechos para que los desinfectantes cumplan su función de modo adecuado, inclusive utilizando agujas de irrigación muy finas. Por lo tanto, la limpieza efectiva del conducto radicular debe incluir la agitación intermitente del contenido del conducto con un instrumento pequeño evitando la acumulación de detritos y burbujas en el extremo apical del conducto radicular.¹

Un sistema de succión con una punta de aspiración estrecha puede constituir un complemento valioso para eliminar las soluciones de irrigación y los detritos flotantes.¹

Entre los dispositivos propuestos para realizar una irrigación adecuada están:

Las puntas NaviTip (Fig. 2.) son las cánulas de aplicación más sofisticadas para empleo en odontología. Son lo suficientemente rígidas para evitar doblarse y, a la par, blandas y flexibles para navegar a través de conductos curvos. Cuentan con un extremo redondeado para una inserción suave y un cuello angulado para una mejor visibilidad. Están disponibles dos calibres: 29

(colores pastel) y 30 (colores normales) en diámetros de 0.17 mm (blanca), 0.21 mm (amarillo), 0.25 mm (azul) y 0.27 mm (verde).¹⁸



Fig. 2. Puntas NaviTip.

Hallada en: Ultradent Products, Inc. Hallado en:

<http://www.ultradent.com/es/Pages/UltracentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>

Las puntas NaviTip FX (Fig. 3.) mejoran la limpieza de las paredes del conducto radicular usando el extremo con fibras mientras se aplica la solución de irrigación. También se utilizan para la eliminación total de residuos de hidróxido de calcio en el conducto antes de continuar con el tratamiento endodóncico. Están disponibles en un calibre 30 con un diámetro de 0.30 mm.¹⁸



Fig. 3. Puntas NaviTip FX.

Hallada en: Ultradent Products, Inc. Hallado en:

<http://www.ultradent.com/es/Pages/UltracentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>

La NaviTip Sideport (Fig. 4.) es una punta suave y flexible que se adapta de forma óptima a cualquier curvatura apical. Presenta dos puertos de irrigación justo detrás del extremo cerrado y romo de la cánula. Esta punta no presiona el líquido a través del ápice. Posee un diámetro superfino de 0.28 mm.¹⁸

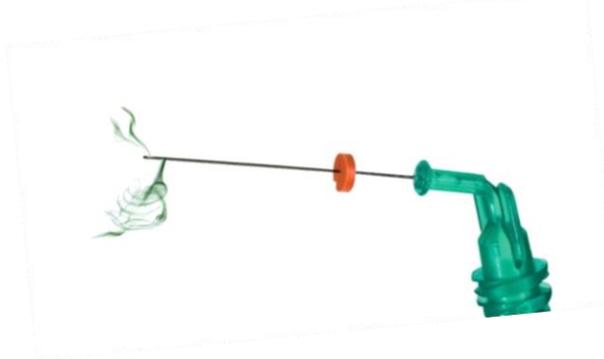


Fig. 4. Punta NaviTip Sideport.

Hallada en: Ultradent Products, Inc. Hallado en:

<http://www.ultradent.com/es/Pages/UltracentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>

La Endo-Eze Irrigator (Fig. 5.) es una aguja metálica fina y roma de calibre 27 con un diámetro de 0.40 mm. La punta cuenta con una abertura a un lado para irrigación lateral, evitando la extrusión de fluidos a través del ápice.¹⁸



Fig. 5. Punta Endo-Eze Irrigator.

Hallada en: Ultradent Products, Inc. Hallado en:

<http://www.ultradent.com/es/Pages/UltracentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>

Las Capillary Tips (Fig. 6.) son puntas muy finas, totalmente de plástico, de 25 mm de longitud (violeta con un diámetro de 0.35 mm, turquesa con un diámetro 0.48 mm), se recomiendan para aspirar el excedente de solución de irrigación dentro de los conductos radiculares.¹⁸



Fig. 6. Capillary Tips.

Halladas en: Ultradent Products, Inc. Hallado en:

<http://www.ultradent.com/es/Pages/UltradentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>

Se recomienda el uso del Ejector Dual (Fig. 7.) durante el tratamiento endodóncico, es un dispositivo que extrae la saliva del interior de la boca del paciente, las soluciones de irrigación y los desechos orgánicos del interior del órgano dentario al mismo tiempo.



Fig. 7. Ejector Dual.

Cortesía de: Ceballos Polanco C.



4.5 Nuevas técnicas de irrigación y/o desinfección en Endodoncia

En la actualidad se han introducido nuevos dispositivos de irrigación y/o desinfección en Endodoncia, entre ellos, el Sistema Endoactivador, irrigación ultrasónica, EndoVac, láser de diodo y gas de ozono, entre otros. ¹⁹

Estos nuevos sistemas usan presión, vacío, oscilación y/o una combinación con succión. ¹⁹

4.5.1 Sistema Endoactivador de DENTSPLY, Tulsa Dental Specialties

Es un dispositivo de irrigación sónico que se adapta a tres velocidades diferentes, generando una agitación hidrodinámica de la solución de irrigación dentro del sistema de conductos radiculares. Mejora la fluidez, penetración y circulación, desorganizando biopelículas, barrido dentinario y favorece el desbridamiento de conductos accesorios. ^{20, 21}

Es una pieza de mano ergonómica, sin cables y con batería, (Fig. 8.) que utiliza de manera segura una punta flexible de polímero no cortante (contiene tres puntas de diferente tamaño). En forma rápida y vigorosa, agita las soluciones de irrigación durante el tratamiento endodóncico. (Fig. 9.) ^{20, 21}



Fig. 8. Sistema Endoactivador.

Hallada en: <http://www.inrodent.com/tienda/images/EndoActivator.jpg>

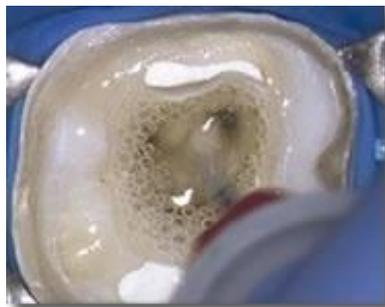


Fig. 9. Agitación hidrodinámica de la solución de irrigación dentro del sistema de conductos radiculares.

Halladas en: http://www.endoactivator.com/images/gfk_hm_root_canal.jpg

4.5.2 Irrigación ultrasónica

Los dispositivos ultrasónicos fueron introducidos por primera vez en Endodoncia por Richman (1957). Favorecen la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares generando un desbridamiento mecánico con frecuencias ultrasónicas de 25-30 kHz (Fig. 10).²²

Se conocen dos tipos de irrigación ultrasónica en la literatura: la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y la irrigación ultrasónica que se combina con la instrumentación, denominada irrigación ultrasónica simultánea (IU).²²



La irrigación ultrasónica pasiva fue descrita por Weller y cols. (1980). El término "pasivo" no describe adecuadamente el proceso ya que en realidad es activo pero cuando se introdujo el término por primera vez, se refirió a la acción no cortante de la punta ultrasónica.²²

La irrigación ultrasónica pasiva se basa en la transmisión de energía acústica de una punta oscilante a una solución de irrigación dentro del conducto radicular. La energía se transmite por medio de ondas de ultrasonido e induce la transmisión acústica y la cavitación de la irrigación.²²

A medida que el conducto radicular se conforma, la irrigación penetra de manera más fácil abarcando el tercio apical y los conductos accesorios, generando una limpieza más efectiva al remover barrido dentinario, microorganismos (biopelículas) y tejido orgánico del conducto radicular.²²

A diferencia de la irrigación ultrasónica pasiva, durante la irrigación ultrasónica se utiliza una lima que, además de realizar el trabajo biomecánico, irriga de forma simultánea los conductos radiculares. La lima se encuentra en contacto con la pared del conducto radicular de manera constante al realizar el trabajo biomecánico, provocando una reducción en la transmisión acústica y la cavitación de la irrigación, dando como resultado, una disminución en la limpieza de los conductos radiculares.²²

Debido a la cavitación, la irrigación ultrasónica puede producir cortes no controlados en la dentina con la lima, generando posibles perforaciones apicales o formas irregulares en las paredes de los conductos radiculares.²²

Se ha podido demostrar que la instrumentación ultrasónica simultánea es menos eficaz en comparación con la irrigación ultrasónica pasiva.²²



Fig. 10. Irrigación Ultrasónica.

Hallada en: <http://img.webme.com/pic/e/endodontic/irrisafe.jpg>

4.5.3 EndoVac (Discus, Culver City, CA, USA)

Este sistema fue diseñado para evitar los riesgos de extrusión de las soluciones de irrigación. Consta de una punta de irrigación/evacuación unida al sistema de succión de la unidad dental y a una jeringa que contiene la solución de irrigación; la microcánula y la macrocánula son de gran importancia y se colocan a un pequeño dispositivo del sistema.²³ (Fig. 11.)

La presión negativa arrastra la solución de irrigación colocada en la cámara pulpar hacia la punta de la microcánula colocada dentro del conducto radicular. El componente más importante del sistema es la microcánula (Fig. 12.), posee un diámetro externo de 0.32 mm y una terminación sellada de manera esférica que es utilizada como guía, tiene 12 micro orificios colocados radialmente en los últimos 0.7 mm con la finalidad de arrastrar la solución de irrigación en los últimos 2 mm de la longitud de trabajo.²³

El efecto de succión apical de la solución de irrigación hacia y a través de las paredes de los conductos, crea un efecto de turbulencia que arrastra a las micro partículas fuera del sistema de conductos radiculares.²³



Fig. 11. Sistema Endovac.

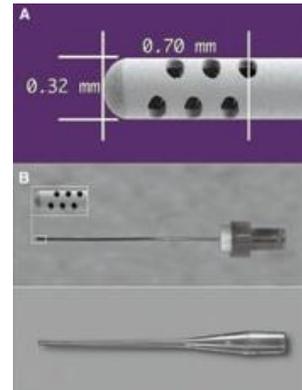


Fig. 12. Microcánula.

Halladas en: http://www.philipsoralhealthcare.com/en_us/media/images/endo/Irrigation_Group_330x190.jpg y
http://www.Endodoncia-sae.com.ar/images/f_art01_03.jpg

4.5.4 Láser de diodo

El láser de diodo (Fig. 13.) tiene numerosas aplicaciones en odontología y de acuerdo a su potencia, puede clasificarse en dos grandes grupos:

1. Baja potencia, de 1-100 mW emitiendo en la región del espectro infrarrojo 632, 670 y 830 nm. La principal función de este tipo de láser es la bioestimulación de los tejidos generando una acción analgésica-antiinflamatoria.²⁴
2. Alta potencia son aquellos láseres con potencias de 1-15 W o más, con una longitud de onda entre 810 y 980 nm. Las aplicaciones de este tipo de láser se relacionan con su efecto bactericida, con indicaciones específicas en Periodoncia y Endodoncia.²⁴

En el tratamiento endodóncico se puede utilizar diferentes sistemas de desinfección y el láser de diodo es uno de ellos. Se debe de tener precaución con su uso a fin de prevenir el posible daño térmico generado por el láser sobre el periodonto. ²⁴

Kreisler y cols., obtuvieron una reducción bacteriana del 99,86% utilizando conjuntamente hipoclorito de sodio y láser de diodo a 3 W de potencia durante 60 segundos. A pesar de estos datos, su conclusión es que el láser de diodo no puede sustituir al hipoclorito de sodio, pero ayuda a obtener mejores resultados. ²⁴

SoloStocks



Fig. 13. Láser de diodo.

Hallada en: <http://www.solostocks.com/img/laser-diodo-7w-6062665z0.jpg>

4.5.5 Gas ozono

El ozono es un compuesto natural formado por tres átomos de oxígeno. Se encuentra en la naturaleza en forma de gas en la capa más baja de la atmósfera que es llamada tropósfera. ²⁵

En cualquier fase, gaseosa o acuosa, es un desinfectante útil con una amplia gama de actividades. El ozono se puede implementar tanto en áreas médicas como odontológicas debido a su poder desinfectante,



desodorizante, bactericida, astringente, cicatrizante y oxigenante.²⁵ Ha demostrado ser un agente antimicrobiano de gran alcance y confiable contra las bacterias, hongos, protozoos y virus.²⁶

En Endodoncia el gas ozono (Fig. 14.) a altas concentraciones, en conjunto con hipoclorito de sodio después de 2.5 minutos, logra la disminución de gran cantidad de microorganismos dentro del sistema de conductos radiculares, pero no logra la eliminación total de ciertos microorganismos como es el caso de *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*.²⁶

Los resultados obtenidos en diferentes estudios señalan que la efectividad en contra de microorganismos patógenos, en el sistema de conductos radiculares es inconsistente. Existe muy poca información acerca de la concentración y tiempo que se requieren para obtener buenos resultados.^{26,}
27

El ozono bien utilizado en cantidades precisas y con las técnicas adecuadas, sugiere ser una excelente alternativa para acompañar tratamientos importantes en odontología.²⁵



Fig. 14. Gas Ozono.

Hallada en: http://www.Endodoncia-sae.com.ar/images/f_art01_05.jpg



5. Capítulo II. Soluciones de irrigación

En el proceso de limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares es imprescindible que se englobe a los conductos laterales, secundarios, interconductos, delta apicales y toda la gama de ramificaciones existente.²⁸ En éstas áreas de mayor estrangulamiento, el instrumento endodóncico no logra realizar la limpieza adecuada, por tanto, la limpieza y desinfección es una tarea reservada a las soluciones de irrigación.^{17, 28}

Haciendo una breve retrospectiva de la historia de la Endodoncia, en un inicio, el tratamiento endodóncico era eminentemente químico, no existía instrumental seguro y con buen poder de corte para realizar la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares de forma adecuada. En esa época se utilizaban ácidos fuertes, como el clorhídrico y sustancias tóxicas como el arsénico, entre otros, con el fin de lograr la limpieza de los conductos radiculares.²⁸

En la actualidad, están a disposición instrumentos endodóncicos con mayor poder de corte, cada vez más flexibles y seguros, sin embargo, aún no consiguen entrar y promover la limpieza de todo el sistema de conductos radiculares. Por este motivo, la selección de la solución de irrigación es tan importante como la selección de la técnica de instrumentación o de los instrumentos que serán utilizados para la preparación químico-quirúrgica del sistema de conductos radiculares.²⁸

La selección y el correcto uso de las soluciones de irrigación dentro del sistema de conductos radiculares, son de suma importancia para alcanzar el éxito del tratamiento endodóncico.²⁸



5.1 Ácido Hipocloroso

El ácido hipocloroso (HOCl) resulta de la unión del oxiácido de cloro con agua (H₂O). Varios de los oxiácidos que existen tienden a explotar, no son muy comunes ni útiles, a excepción del ClO₂ y Cl₂O que tienen amplio uso como agentes blanqueadores comerciales.²⁹

El Cl₂O es un gas amarillo rojizo a temperatura ambiente, se descompone en Cl₂ y O₂ cuando se calienta; cuando se disuelve en agua, forma una solución amarillo naranja que contiene HOCl.²⁹

El ácido hipocloroso es un ión no dissociado del cloro, dependiente del oxígeno, altamente inestable y reactivo, sufre descomposición por la acción de la luz, del aire y del calor liberando cloro libre y, secundariamente oxígeno naciente; es el responsable de la acción bactericida de los compuestos derivados del cloro, no es corrosivo ni cáustico y es conocido como un potente desinfectante.³⁰

Químicamente puede ser obtenido por diferentes métodos (hidrólisis de gas de cloro, electrolisis de solución de sal y acidificación de hipoclorito) desafortunadamente, la mayoría de los procedimientos generan soluciones altamente inestables, con moderada actividad microbicida, un bajo porcentaje de ácido hipocloroso libre y, en usos prolongados, los tejidos se vuelven intolerantes ante la solución.³⁰

En Colombia en 1992, se logró obtener la molécula de ácido hipocloroso con una estabilidad superior a un año, permitiendo el desarrollo e investigación profunda del compuesto. Se logró la primera formulación farmacéutica en el mundo a base de ácido hipocloroso, certificada con el registro INVIMA número 2004M-0003037.³⁰



Esta formulación farmacéutica está indicada como solución antiséptica para el tratamiento y cuidado de heridas en patologías de miembros inferiores tales como, las úlceras venosas, arteriales, traumas venosos, pie diabético, para el lavado y cuidado de heridas abiertas y quemaduras de segundo y tercer grado.³⁰

Los estudios de toxicidad aguda a nivel oral, inhalatorio, dérmico, cutáneo, ocular, intravenoso e intraperitoneal del ácido hipocloroso en animales de laboratorio, establecieron como dosis letal 50 las concentraciones mayores a 5000mg/Kg de peso (DL50 >5000mg/Kg), sin evidenciar signos de toxicidad sistémica en los animales en estudio, durante los tiempos y concentraciones evaluadas.³⁰

5.1.1 Composición química

Es uno de los ácidos hipohalogenados más fuertes y también uno de los más poderosos oxidantes entre los oxiácidos clorados. Su fórmula química es HOCl. Pertenece a un grupo de moléculas conocidas como aganócidos; sustancias antimicrobianas no antibióticas, biológicamente sintetizadas por neutrófilos y macrófagos durante un proceso inmunológico conocido como estallido respiratorio, que ocurre como resultado del proceso de fagocitosis.³⁰

5.1.2 Ácido Hipocloroso como irrigante en Endodoncia

El ácido hipocloroso es una excelente alternativa antimicrobiana para bacterias con capacidad patogénica en la cavidad oral.³⁰

Al evaluar la efectividad antimicrobiana y anti fúngica del ácido hipocloroso empleando la técnica de Kelsey Maurer, en concentraciones de 125, 250,



500, 1000 y 1500 ppm, a diferentes tiempos de acción: 1, 5, 10 y 15 minutos, sobre diferentes cepas bacterianas y *Candida albicans*, se logró inhibición bacteriana a una concentración de 500 ppm durante 1 minuto para *S. sanguis*, *S. mutans*, *E. faecalis*, *E. corrodens*, *C. rectus*, *F. nucleatum*, *E. cloacae*, *K. oxytoca* y *K. pneumoniae*. *C. albicans* se inhibió a una concentración de 500 ppm por 10 minutos, lo que indica bajo poder anti fúngico.³⁰

En condiciones controladas de temperatura, concentración y tiempo de acción, se determinó que a concentraciones iguales o mayores a 900 ppm, luego de 10 minutos de acción, existe una efectividad de 99.9% en gran cantidad de cepas dentro de la cavidad oral.³⁰

La actividad microbicida, a pesar de ser más efectiva para formas bacterianas que para esporas y hongos, muestra efectividad antimicrobiana para microorganismos de alto impacto clínico como *S. aureus*, *S. aureus* *meticilino resistente*, *E. faecium vancomicina-resistente* y esporas de *Bacillus anthracis*.³⁰

En Agosto de 2006, se introdujo al mercado la solución de irrigación Sterilox (Aquatine eC, Sterilox Puricore, Malvern, PA, USA) (Fig. 15.) que contiene un extenso espectro bactericida no tóxico para uso endodóncico; su finalidad es obtener un desbridamiento eficaz dentro del conducto radicular. El componente activo de esta solución de irrigación es el ácido hipocloroso (85-98%).³¹



Fig. 15. Sterilox, solución de irrigación bactericida de baja toxicidad. ³¹

Hallada en: http://www.puricore.com/dental_technology.aspx

El ácido hipocloroso a un pH 7 es ideal para la irrigación del sistema de conductos radiculares. A pesar de obtener una solución de irrigación neutra, el ácido hipocloroso sigue siendo ácido debido a la alteración que sufre por la mezcla. ³¹

La acción bactericida del ácido hipocloroso se debe a su acidez y al cloro gaseoso. A pH menores de 7.5 se favorece la generación de HOCl y a pH mayores tiende a generar un ión hipoclorito, el cual, tiene una actividad reducida debido a su carga eléctrica y no atraviesa fácilmente la membrana celular. ³¹

5.1.3 Ventajas

a) Agente antibacteriano potente y de amplio espectro para microorganismos asociados con caries dental. ^{30, 32} Eficaz en la eliminación de *E. faecalis*. ³¹



- b) Tiene una aceptable capacidad para eliminar barrido dentinario de los conductos radiculares, aunque se recomienda el uso de soluciones quelantes para obtener mejores resultados. ³¹
- c) Baja toxicidad. No posee propiedades cáusticas. ³⁰
- d) Biocompatible. No es agresivo, por tanto, no genera daños ni alteraciones a tejido vitales. ³¹
- e) Disolvente. Eficaz contra el tejido orgánico que se encuentra dentro del sistema de conductos radiculares. ³¹
- f) No corroe el metal. ³⁰
- g) Aroma agradable, sin emanación de vapores irritantes. ³⁰

5.1.4 Desventajas

- a) Es químicamente inestable y reactivo. ³⁰
- b) Tiene bajo poder contra esporas y hongos. ³⁰
- c) Su disponibilidad es escasa. ³⁰
- d) No puede ser almacenado ya que su vida útil es deficiente (inferior a 30 minutos de su fabricación). ³⁰
- e) Sufre descomposición por la acción de la luz, aire y calor. ^{29, 30}
- f) Su proceso de elaboración es complejo. ³⁰

5.1.5 Mecanismo de acción

Como desinfectante bactericida, el ácido hipocloroso penetra fácilmente en la célula bacteriana a través de la membrana citoplasmática, actúa sobre proteínas y ácidos nucleicos de los microorganismos; oxida grupos sulfhidrilos (-SH) y ataca grupos aminos. ³²



5.2 Hipoclorito de Sodio

Desde finales del siglo XVIII, el hipoclorito de sodio comenzó a ser ampliamente utilizado como desinfectante; los pioneros fueron el médico francés Pierre-François Percy y el farmacéutico Antoine Germain Labarraque (1825).²

En 1915, Dakin observó que, al tratar heridas de guerra con hipoclorito de sodio al 2.5% (solución de Labarraque), se obtenía la desinfección, pero la cicatrización de la herida se retrasaba.²

En 1917, Barret recomendó el uso de la solución de Dakin para irrigar el sistema de conductos radiculares, reportando eficiencia de la solución como antiséptico.²

En 1936, Walker presentó por primera vez una técnica de irrigación en el tratamiento endodóncico de dientes con pulpas necróticas, la sustancia química irrigadora era el hipoclorito de sodio al 5%.²

En 1971, Senia y cols. observaron que la limpieza del conducto radicular con hipoclorito de sodio al 5% era eficiente en tercio cervical y medio pero no en el tercio apical; concluyeron que la poca superficie de contacto, el poco volumen de solución y la poca circulación de líquido eran los factores responsables.²

En 1979, Thé realizó un análisis con tejido necrótico y concluyó que el tiempo de contacto, el volumen y la concentración del hipoclorito de sodio son factores determinantes en la disolución tisular.²



Desde ese momento hasta la actualidad, muchos profesionales en el mundo utilizan hipoclorito de sodio; representa la primera opción en irrigación del sistema de conductos radiculares.²

5.2.1 Definición

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncia como *“un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino”*. Presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico, restos orgánicos y es un potente agente antimicrobiano.²

5.2.2 Composición química

El hipoclorito de sodio está formado por átomos de sodio, oxígeno y cloro, su fórmula química es NaOCl. Contiene el cloro en estado de oxidación y por lo tanto es un oxidante fuerte.³³

5.2.3 Hipoclorito de Sodio como irrigante en Endodoncia

La capacidad del NaOCl de disolver tejido vital y necrótico, está bien establecida. La velocidad de disolución tisular depende del tiempo, temperatura, técnica y concentración de la solución activa en contacto con el tejido.³³

El NaOCl es un desinfectante fuerte y de acción rápida, en bajas concentraciones tiene un potencial bajo de irritación tisular (0.5 a 1%). En concentraciones altas (2.5 a 5.25%), es un potente irritante tisular, por lo que estas concentraciones deben evitarse o utilizarse con cuidado extremo, de forma que no invada tejidos periapicales.³³



5.2.4 Ventajas

- a) Baja tensión superficial. Penetra en las irregularidades de los conductos radiculares (túbulos dentinarios, ramificaciones, deltas apicales, istmos, etc.) considerándose una sustancia detergente. ²⁸
- b) Bactericida. Incide sobre el metabolismo bacteriano, sobre todo a nivel de la membrana y ADN, roba agua del citoplasma bacteriano promoviendo la ruptura de sus paredes y en consecuencia su muerte. ²⁸
- c) Acción lubricante. Por el humedecimiento de las paredes del conducto radicular facilita la acción de los instrumentos. ^{5, 6}
- d) PH alcalino. Neutraliza la acidez del medio dejando un ambiente impropio para el desarrollo bacteriano. ¹¹
- e) Disolvente. De acuerdo a las investigaciones de Grossman y Meiman el NaOCl es el disolvente más eficaz del tejido orgánico intraconducto. ¹¹
- f) Deshidratación e hidrólisis de proteínas. Los restos pulpares así como los microorganismos en el conducto radicular, están constituidos por proteínas. Estas sustancias protéicas se deshidratan y solubilizan por la acción del hipoclorito de sodio, que las transforma en materia fácil de eliminar del interior del conducto radicular. ¹¹
- g) Acción detergente. Los álcalis actúan sobre los ácidos grasos transformándolos en jabones solubles y de fácil eliminación, lo que facilita la acción de los instrumentos. ¹¹
- h) Otros. Fácil disponibilidad, bajo costo, fácil almacenaje y vida útil adecuada. ³⁴

5.2.5 Desventajas

- a) Es un agente irritante y citotóxico. A altas concentraciones en tejidos vitales, puede generar hemólisis, inflamación, ulceraciones, necrosis,



- edema, enfisema, dolor severo, hematoma, trismus, hipersensibilidad, anestesia, y abscesos. ^{35, 36}
- b) Es poco eficaz en contra del barrido dentinario. ¹⁰
 - c) Presenta inestabilidad con el tiempo, debido a cambios de temperatura y contacto con aire y luz. ²
 - d) Si existe contacto del hipoclorito de sodio con los ojos del paciente, puede generar ardor, dolor y eritema. ^{35, 36}
 - e) Puede provocar daños en la ropa del paciente. ^{35, 36}
 - f) Tiene un olor y sabor desagradable que puede causar edema faríngeo y quemaduras esofágicas si es tragado. ⁵
 - g) Corroe el metal, ocasionando daños en el instrumental. ²

5.2.6 Mecanismo de acción

Su uso en clínica es generalmente en concentraciones que van desde 0.5% hasta el 5.25%. El proceso químico por el cual el NaOCl realiza su acción antimicrobiana ocurre cuando entra en contacto con las proteínas tisulares, durante este proceso forma nitrógeno, formaldehído y acetaldehído, lo que provoca la disolución de las proteínas. ^{6, 36}

El efecto antimicrobiano del NaOCl se debe a la formación de ácido hipocloroso al entrar en contacto con el tejido orgánico, el cual contiene cloro activo que produce una oxidación irreversible de los grupos sulfhidrilos de las enzimas esenciales bacterianas, alterando las funciones metabólicas de la célula. Por otro lado, sustituye el hidrógeno de las cadenas proteicas citoplasmáticas por el cloro del NaOCl formándose un compuesto que entra en la clasificación de las cloraminas y que tiene un elevado poder bactericida; de este modo se disuelve el tejido necrótico y el NaOCl penetra y limpia mejor las áreas infectadas. ⁶



5.2.7 Concentraciones del Hipoclorito de Sodio

Durante el tratamiento del sistema de conductos radiculares, se han utilizado soluciones de hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones, como la solución de Dakin (0.5% de cloro activo), solución de Milton (1% de cloro activo), Licor de Labarraque (2,5%), soda clorada doblemente concentrada o solución de Grossman (4-6.5%) y la preparación oficial (5.25%).³⁷

El hipoclorito de sodio tiene la capacidad de dañar tejido vital en concentraciones altas como bajas, sin embargo, no hay razones para abandonar su uso, con un aislamiento absoluto y una cuidadosa técnica de irrigación no deben existir consecuencias negativas.²

La concentración aproximada de 5.25% casi no se recomienda en la literatura debido a su alto índice de citotoxicidad. Sin embargo, puede utilizarse para la disolución, clarificación y remoción de microorganismos y toxinas en tratamientos endodóncicos con necrosis pulpar y patología periapical. Esta concentración deberá emplearse con extrema precaución para evitar el contacto de la solución de hipoclorito de sodio con el periápice, generando daño y/o necrosis tisular.¹⁶

La concentración de hipoclorito de sodio que más se recomienda en la literatura es la concentración aproximada de 2.5%. A partir de una concentración aproximada de 5.25% de hipoclorito de sodio se obtiene una concentración aproximada de 2.5% realizando una dilución 1:1, es decir una parte de 5.25% de hipoclorito de sodio diluido en la misma proporción de volumen de agua.²

La técnica de irrigación en este caso, debe ser frecuente y copiosa para mantener una reserva suficiente de hipoclorito de sodio dentro de la cámara



pulpar y los conductos radiculares, de esta forma, se logra eliminar una gran cantidad de microorganismos, compensando el efecto irritante causado por el uso de concentraciones más elevadas. ²

5.2.8 Consideraciones del Hipoclorito de Sodio

El hipoclorito de sodio es una solución con gran inestabilidad, por lo tanto, es importante conocer acerca de su almacenaje y manipulación. ²

La estabilidad de las soluciones se deteriora con el tiempo, por la disminución del pH, la exposición a la luz, calor y contacto con el aire, metales, iones metálicos y materia orgánica. ²

Se recomienda que las soluciones de hipoclorito de sodio se encuentren en recipientes a prueba de luz (vidrio ámbar), y en un lugar fresco. ²

Cuando sea necesario diluirla, debe hacerse de manera rápida debido a que, las soluciones concentradas de hipoclorito de sodio, se deterioran rápidamente. ²

Al comprar el producto el profesional deberá asegurarse de que el recipiente se encuentre herméticamente cerrado y debe observar que la fecha de caducidad sea la correcta. ²

No se recomienda el uso de recipientes metálicos ya que, las soluciones de hipoclorito de sodio reaccionan con los metales. ²

Es muy importante tomar en cuenta que los productos comerciales empleados en México para preparar las diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio, carecen en sus etiquetas de información acerca de la

concentración que contienen pudiendo presentar concentraciones más elevadas a las señaladas en la literatura (5.25%).²

Desafortunadamente, no existe una ley que exija a los fabricantes que en la presentación comercial de su producto se describa la concentración que contiene.²

El producto mexicano más cercano a la concentración de 5.25% es Cloralex (Fig. 16.) con una concentración promedio de 5.38%, valor superior a la concentración idónea que señala la literatura.²



Fig. 16. Cloralex, producto mexicano recomendado en tratamientos endodóncicos ya que, su concentración promedio (5.38%) es la concentración más cercana a la que marca la literatura (5.25%).²

Hallada en: <http://tiempodeexito.com/quimicain/images/oxisales2.jpg>



5.3 Clorhexidina

La clorhexidina, en forma de sal, fue introducida en la década de 1950 en Inglaterra como antiséptico oral en enjuague bucal, crema dental y goma de mascar. Es un agente antimicrobiano de amplio espectro que actúa en contra de bacterias grampositivas y gramnegativas.²⁸

En 1954, Davies y cols., utilizaron la clorhexidina por primera vez en odontología en la antisepsia de los campos operatorios y en la desinfección de los conductos radiculares.²⁸

En 1982, Delany mostró que los conductos tratados con clorhexidina fueron menos susceptibles a reinfección.²⁸

En 1997, White, con la idea de evaluar las propiedades antimicrobianas de diferentes concentraciones, demostró que la actividad antimicrobiana residual en el grupo de dientes tratados al 2% fue significativamente mayor en comparación con el grupo de dientes tratados con clorhexidina al 0.12%.²⁸

Ese mismo año, Marques realizó un estudio y concluyó que la clorhexidina al 1% era capaz de inhibir el crecimiento de diferentes cepas con excepción de *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*; también comparó la capacidad bactericida de la clorhexidina al 2% con hipoclorito de sodio al 5.25%, comprobando que, la clorhexidina al 2% además de tener menos toxicidad, tiene un efecto equivalente al del hipoclorito de sodio al 5.25%.²⁸

En el 2001, Gomes estudió la actividad antimicrobiana in vitro de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y clorhexidina, logrando demostrar que la clorhexidina líquida, independientemente de su concentración y el



hipoclorito de sodio al 5.25% logran la eliminación de *Enterococcus faecalis* en menos de 30 segundos.²⁸

5.3.1 Composición química

La clorhexidina es una bisguanida catiónica sintética que consiste en dos anillos simétricos 4-clorofenol y dos grupos bisguanida conectados por una cadena central de hexametileno.³⁸

Es una base fuerte y dicatiónica, prácticamente insoluble en agua, con dos cargas positivas en cada extremo del puente de hexametileno. La naturaleza dicatiónica de la clorhexidina la hace extremadamente interactiva con los aniones, lo cual es relevante para su eficacia, seguridad y efectos secundarios locales.²⁸

5.3.2 Clorhexidina como irrigante en Endodoncia

Su uso como irrigante endodónico se basa en su alto grado de sustantividad (efecto residual), ausencia relativa de toxicidad y acción antimicrobiana de amplio espectro y larga duración, debido a su unión con la hidroxiapatita.^{1, 5}

5.3.3 Ventajas

- a) Alto poder antimicrobiano. Bacteriostático y/o bactericida, dependiendo de su concentración. Eficaz para el control de la placa bacteriana en la cavidad oral.²⁸
- b) Alta efectividad anti fúngica, en especial, en contra de *C. albicans*.³⁸
- c) Baja citotoxicidad. No genera daños o alteraciones a tejidos vitales.²⁸
- d) Sustantividad. Tiene un efecto que se mantiene por varias horas después de su aplicación (48-72 hrs.).²⁸



- e) No tiene olor y sabor desagradable. ¹⁶
- f) Se utiliza rutinariamente en la terapia periodontal y para la prevención de la caries dental. ⁵
- g) Se almacena a temperatura ambiente, ya que a altas o bajas temperaturas se altera su efectividad. La vida media de la clorhexidina en envases bien cerrados, puede ser de hasta dos años. ³⁸

5.3.4 Desventajas

- a) La clorhexidina tiene poca o nula capacidad para disolver tejido orgánico. Su actividad disminuye en presencia de materia orgánica, secreción purulenta y sangre. ^{5, 28}
- b) A pesar de que la clorhexidina es un antimicrobiano que actúa en contra de bacterias grampositivas y gramnegativas, los resultados obtenidos en contra de las bacterias gramnegativas no son exitosos ya que no logra deshacerse de ellas por completo. La clorhexidina no tiene la capacidad para eliminar a las endotoxinas, componentes estructurales de importancia en las bacterias gramnegativas. Debido a estos resultados, la efectividad de la clorhexidina en infecciones endodóncicas primarias es menor que en tratamientos endodóncicos secundarios. ³⁸
- c) Varios estudios señalan que las biopelículas que se encuentran dentro del sistema de conductos radiculares se mantienen estables después de irrigar con clorhexidina. ¹⁶
- d) En altas concentraciones genera pigmentación dental, lesión de mucosas y resequedad de los tejidos. ³⁸
- e) En la irrigación endodóncica surgió recientemente una preocupación al mezclar NaOCl y clorhexidina dentro del sistema de conductos radiculares. Esta mezcla provoca un precipitado de color naranja marrón, el cual contiene, una fuerte cantidad de paracloroanilina (PCA), potente agente carcinogénico, derivado de la hidrólisis de la clorhexidina. Al



presentarse en la superficie del sistema de conductos radiculares también afecta la calidad de sellado de la obturación.^{7,8}

f) Elevado costo.

5.3.5 Mecanismo de acción

La acción antibacteriana se origina por la adsorción del gluconato de clorhexidina con la pared celular de los microorganismos, provocando la salida de sus componentes intracelulares. Gracias a la adsorción se generan trastornos metabólicos en las bacterias y como consecuencia, su muerte.⁵

La clorhexidina a bajas concentraciones, produce la salida de sustancias con bajo peso molecular, específicamente el potasio y el fósforo, dando como resultado un efecto bacteriostático. En concentraciones altas, la clorhexidina tiene un efecto bactericida debido a la precipitación y/o coagulación del citoplasma, causadas por la reticulación de las proteínas.⁵

5.3.6 Concentraciones y presentaciones de la Clorhexidina

En Periodoncia se recomiendan las soluciones acuosas al 0.2% y al 0.12%. La concentración al 2% es ampliamente utilizada y recomendada en Endodoncia (Fig. 17.).³⁹

Existen en el mercado diferentes formas de aplicación de la clorhexidina como son: los colutorios, barnices, dentífricos, *sprays*, geles y chicles.³⁹



Fig. 17. Consepsis (Ultradent), solución antibacteriana de clorhexidina al 2%.

Hallada en: <http://vkimport.wordpress.com/productos/desinfectantes/consepsis-clorhexidina-al-2/>



6. Capítulo III. Comparación entre Ácido Hipocloroso (HOCl), Hipoclorito de Sodio (NaOCl) y Clorhexidina (CHX)

En la recopilación bibliográfica está demostrado que el hipoclorito de sodio (NaOCl) es el “estándar de oro” como solución de irrigación en Endodoncia, por tanto, la clorhexidina y el ácido hipocloroso, serán comparadas con él. ³¹

- El hipoclorito de sodio tiene una excelente actividad en contra de bacterias Gram + y Gram -. ³⁴
- Tiene una gran capacidad para destruir y/o desorganizar las biopelículas que se encuentran dentro del sistema de conductos radiculares. ³⁴
- Es el disolvente más eficaz del tejido orgánico intraconducto. ³⁴
- Penetra con facilidad en las irregularidades de los conductos radiculares. ²⁸
- Gracias a su acción lubricante y detergente, facilita la acción de los instrumentos dentro de los conductos radiculares. ^{5, 11}
- Tiene una fácil disponibilidad, un bajo costo, es de fácil almacenaje y tiene un vida útil adecuada. ³⁴
- Las dos concentraciones más efectivas del hipoclorito de sodio son al 5.25% y 2.5%. ³⁴
- El hipoclorito de sodio a una concentración de 5.25%, tiene una significativa efectividad para reducir microorganismos en pulpa necrótica y/o lesiones periapicales. ³⁴
- A pesar de ser excelente bactericida y un disolvente muy eficaz no tiene la capacidad para remover el barrido dentinario del sistema de conductos radiculares. Requiere el uso de otras soluciones de irrigación como es el caso de los quelantes. ¹⁰
- Es altamente tóxico y cáustico, por tanto, genera daños a los tejidos vitales provocando dolor intenso, ardor, hematomas, hemólisis, enfisema,



inflamación, anestesia, abscesos, ulceraciones, hipersensibilidad y necrosis.^{34, 35, 36}

- Puede ocasionar daños en los ojos y ropa del paciente.^{34, 35, 36}
- Tiene olor y sabor desagradable.⁵
- Tiene la capacidad de corroer metales. En la literatura se señala que el hipoclorito de sodio a una concentración de 1%, debilita limas de NiTi utilizadas para limpiar y conformar los conductos radiculares, después de 10 ciclos de limpieza.^{2, 34}
- En la literatura se ha registrado pocos casos de reacciones alérgicas generadas por el hipoclorito de sodio.³⁴

La clorhexidina (CHX), por su parte, se ha utilizado ampliamente en la actividad médico-quirúrgica y en odontología para la prevención de caries y enfermedad periodontal. Como solución de irrigación y medicación intraconducto, ha demostrado tener una actividad antimicrobiana eficaz.^{28, 38}

En comparación con el hipoclorito de sodio podemos mencionar lo siguiente:

- La clorhexidina es biocompatible y posee baja toxicidad, por tanto, no genera daños a los tejidos vitales.³⁸
- Tiene una mayor efectividad en contra de los microorganismos que se encuentra en los tratamientos endodóncicos secundarios (Gram +) que en los primarios (Gram -).³⁸
- La clorhexidina al 2% es significativamente más efectiva contra *E. faecalis* que el NaOCl al 5.25%.³⁸
- La clorhexidina al 2% posee alta efectividad anti fúngica, en especial, en contra de *C. albicans*, en comparación con el NaOCl al 5.25%.³⁸
- La clorhexidina es el único desinfectante capaz de eliminar a *A. israelii*.³⁸
- Posee sustentividad, efecto que permite que la clorhexidina se mantenga por varias horas, días y en ocasiones semanas después de su aplicación.

28, 38



- No tiene olor y sabor desagradable. ¹⁶
- La clorhexidina tiene poca o nula capacidad para disolver tejido orgánico. ^{5, 28}
- No tiene la capacidad para destruir o desorganizar las biopelículas que se encuentran dentro del sistema de conductos radiculares. ¹⁶ La literatura señala que el porcentaje de microorganismos eliminados dentro de una biopelícula con NaOCl al 5.25% es de 99.99% y CHX al 2% es de un 60.49%. ³⁴
- En altas concentraciones genera pigmentación dental, lesión de mucosas y resequedad de los tejidos. ³⁸
- Su costo es elevado.

El ácido hipocloroso (HOCl) es el componente activo del hipoclorito de sodio sin sus efectos adversos, de esta manera, se podría considerar como un potente antimicrobiano para uso en la cavidad oral. ³⁰ En comparación con el hipoclorito de sodio podemos mencionar lo siguiente:

- Se ha demostrado que el ácido hipocloroso es significativamente más eficaz en la eliminación de *E. faecalis*. ³¹
- Es ligeramente más eficaz para remover el barrido dentinario del sistema de conductos radiculares, aunque, se recomienda el uso de otras soluciones de irrigación como es el caso de los quelantes. ³¹
- A diferencia del hipoclorito de sodio, posee baja toxicidad y no es cáustico. ³⁰
- No corroe los metales. ³⁰
- Es biocompatible y poco agresivo, por lo tanto, no genera daños ni alteraciones a tejidos vitales. ³¹
- Es un disolvente eficaz, ya que, elimina el tejido orgánico que se encuentra dentro del sistema de conductos radiculares. ³¹
- Posee un aroma agradable, sin emanación de vapores irritantes. ³⁰



- Tiene baja efectividad contra esporas y hongos. ³⁰
- Es químicamente inestable y reactivo. ³⁰
- Su disponibilidad es escasa y su proceso de elaboración es complejo. ³⁰
- No puede ser almacenado ya que su vida útil es muy deficiente (inferior a 30 minutos de su fabricación). Sufre descomposición por la acción de la luz, aire y calor. ^{29, 30}



7. Capítulo IV. Microbiología en Endodoncia

La ciencia básica más relacionada con la Endodoncia es la Microbiología. La mayoría de las enfermedades de la pulpa dental y de los tejidos periapicales están asociadas a microorganismos. La cavidad oral constituye un sistema ecológico complejo, hay elementos anatómicos susceptibles a ser colonizados por microorganismos gracias a los mecanismos de adherencia. Ante una invasión microbiana el organismo responde con una combinación de procesos inflamatorios inespecíficos y respuestas inmunitarias específicas.¹

En contacto con determinados nutrientes estos microorganismos se relacionan con la película adquirida a través de una matriz de polisacáridos y conforman un sistema en el que crecen, maduran, se multiplican y forman ácidos como producto del metabolismo de los carbohidratos dando inicio al proceso de la caries dental.⁴⁰

La caries dental se define como una enfermedad infecciosa, de distribución universal, de naturaleza multifactorial y carácter crónico de gran prevalencia en el ser humano; se caracteriza por la destrucción localizada de los tejidos duros dentales y provoca lesiones irreversibles por la acción de los ácidos producidos por los depósitos microbianos adheridos a los dientes.^{40, 41}

La caries dental se considera multifactorial porque el proceso carioso se fundamenta en la interrelación de ciertos factores como lo son: diente, microorganismos, sustrato y tiempo. La etiología de la caries dental se ve influida por el nivel socioeconómico, el estilo de vida y el estado de salud general, que a su vez inciden en los hábitos de higiene oral y en el estado del sistema inmune del hospedero.⁴⁰



La cavidad bucal alberga un gran número de especies del género *Streptococcus*, las cuales son capaces de provocar distintas patologías, por ejemplo, fiebre escarlatina, faringoamigdalitis, erisipela, fiebre reumática, endocarditis bacteriana, entre otras. Tienen forma esférica y están agrupadas en cadenas de longitud variable; son grampositivos, anaerobios facultativos o estrictos, carecen de flagelos de modo que son inmóviles, presentan prolongaciones extracelulares del tipo de las fimbrias y pueden o no tener cápsula. Son catalasa negativos y producen grandes cantidades de ácido láctico.^{40, 41}

Las clasificaciones que se han propuesto para estas bacterias son innumerables. Una de ellas considera la capacidad de estos cocos para lisar los glóbulos rojos; si se siembran en placas que contengan agar sangre y se produce un halo incoloro alrededor de la colonia debido a una hemólisis total de los glóbulos rojos, se trata de estreptococos β -hemolíticos. Si se produce un halo color verdoso debido a la hemólisis parcial, se denominan α -hemolíticos o *viridans* y si no se producen cambios, se denominan γ -hemolíticos. Otra clasificación, según la doctora R. Lancefield, se determina dependiendo de los antígenos polisacáridos de la pared celular. Estas bacterias se ubicaron con letras del alfabeto que van desde la A hasta la G. Posteriormente se agregaron muchos grupos más, hasta llegar a la letra W.⁴⁰

En el grupo de los estreptococos, la especie más prevalente en el mundo es *Streptococcus mutans*, (α γ - hemolítico del grupo *viridans*), se considera el microorganismo cariogénico por excelencia. Está dotado de numerosos factores de cariogenicidad: poder acidógeno, acidófilo, acidúrico, corto efecto post-pH, rápido metabolismo de los azúcares a ácido láctico y otros ácidos orgánicos, inicio de crecimiento a pH 5 y síntesis y movilización de polisacáridos extracelulares e intracelulares.^{40, 41}



A partir de la presencia en la cavidad bucal de un carbohidrato como la sacarosa, que posee la propiedad de descender el pH en menor tiempo, las cepas de *S. mutans* sintetizan mutanos por medio de las enzimas extracelulares glucosiltransferasa (GTF) y fructosiltransferasa (FTF), facilitando la adhesividad de las bacterias entre sí, dando como resultado la formación de la placa cariogénica. Ante un exceso de sacarosa el pH se torna ácido y se comienza el proceso de desmineralización del esmalte (pH 5.5).⁴⁰

En condiciones normales, la integridad de los tejidos duros del diente, actúan como barrera mecánica de defensa impidiendo la invasión microbiana hacia el interior de la pulpa.¹⁷ La pulpa dental es un tejido conjuntivo que se encuentra en el interior de una cámara de dentina y se relaciona con el área periapical a través del agujero apical.⁴¹ El ingreso de microorganismos puede provocar destrucción parcial o completa del órgano dentario, inflamación en la pulpa, necrosis y daño en los tejidos periapicales.¹⁷

Los microorganismos pueden utilizar diversas puertas de entrada hacia la cavidad oral:

- a) Comunicación directa de la cavidad oral con la pulpa. Esta situación puede presentarse por diversas causas como caries dental de gran evolución, fracturas dentales de la corona y/o raíz debido a traumatismos intensos, grietas o fisuras en el esmalte y/o cemento como consecuencia de un traumatismo, atrición patológica, oclusión traumática, abrasión, reabsorción interna-externa y procedimientos odontológicos previos que exponen accidentalmente el tejido pulpar.^{40, 41}
- b) Túbulos dentinarios. La causa más común de infección de la pulpa dental es la comunicación de la dentina cariada a través de los túbulos dentinarios.⁴¹ Miden entre 0.5-1 μ de diámetro en la periferia y hasta 3.5 μ



cerca de la pulpa, un calibre suficiente para permitir el paso de bacterias las cuales miden de 0.3μ a 1μ .¹⁷

- c) Vía periodontal. En las enfermedades periodontales se produce la destrucción del aparato de inserción del diente: cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar. Si el órgano dental presenta uno o varios conductos laterales o la profundidad de la bolsa periodontal alcanza el agujero apical, puede irritarse o contaminarse la pulpa dental.⁴¹
- d) Filtración coronal. Se produce a través de la interfase existente entre el material de restauración y la estructura dentaria restaurada. Las adaptaciones inadecuadas de los márgenes al realizar el tallado en operatoria dental, el mal manejo de los materiales de obturación o la fatiga o alteración de los mismos con el paso del tiempo, dan lugar a estas discrepancias.⁴¹
- e) Contigüidad. La infección de la pulpa dental puede generarse debido a procesos infecciosos en dientes adyacentes. Alteraciones como la osteítis, osteomielitis y presencia de quistes en áreas apicales conducen con frecuencia a la necrosis pulpar.⁴¹
- f) Anacoresis. Es el mecanismo por el cual las bacterias pueden colonizar e infectar la pulpa dental a través del torrente circulatorio. Debe de existir un proceso inflamatorio en el tejido pulpar que incapacite los mecanismos de defensa y brinde las condiciones necesarias para la colonización bacteriana.⁴¹

La gravedad de la infección microbiana de la pulpa y del periápice depende de diversos factores: carácter de la invasión, microbiota, número de microorganismos, endotoxinas, exoenzimas, metabolitos, exotoxinas, tiempo y capacidad defensiva del hospedador.¹⁷



Los métodos moleculares son actualmente los más sensitivos y precisos para detectar e identificar los microorganismos asociados a las infecciones endodóncicas.⁴⁰

En las etapas tempranas de la infección pulpar, durante el tratamiento endodóncico y en conductos radiculares y periápice de dientes con previo tratamiento, se proporciona un hábitat selectivo para el establecimiento de una comunidad polimicrobiana, principalmente en el tercio apical del conducto radicular.⁴⁰

Las infecciones presentes en el sistema de conductos radiculares son mixtas, predominan las bacterias anaerobias gramnegativas. La composición de la población microbiana del conducto radicular incluye cocos gramnegativos y bacilos grampositivos, además de hongos. Entre ellos juegan un papel muy importante *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*.⁴⁰

El estilo de vida bacteriano más común en los ambientes naturales, es aquel en que, las bacterias se adhieren a una superficie formando una estructura conocida como biopelícula, donde encuentran las necesidades fundamentales para su desarrollo.¹

El biofilm, biopelícula o placa dentobacteriana que baña las superficies dentales juega un papel importante en el pronóstico endodóncico, es una comunidad bacteriana protegida por una matriz de exopolisacáridos que se adhiere a una superficie viva o inerte.²³ La Organización Mundial de la Salud la define como una entidad bacteriana proliferante con actividad enzimática que se adhiere firmemente a las superficies dentarias que por su actividad bioquímica y metabólica, ha sido propuesta como el agente etiológico principal en el desarrollo de la caries dental.⁴⁰



La principal ventaja que ofrece la biopelícula a las bacterias sésiles es la de protección ante otros microorganismos competidores, ante sustancias potencialmente tóxicas del medio procedentes del sistema defensivo del hospedador y ante sustancias antibióticas. Además, facilita la captación de nutrientes, la alimentación cruzada, el desarrollo del ambiente con las condiciones apropiadas para el desarrollo.⁴⁰

La formación de la biopelícula está dividida en dos etapas. La primera, involucra adherencia bacteriana a la superficie dentaria y, la segunda, implica la maduración que incluye multiplicación o desarrollo de las bacterias adheridas y la sucesión microbiana.⁴⁰

Existen ciertas señales emitidas de gran importancia dentro de la biopelícula, destacando el fenómeno *quórum sensing*, las bacterias se organizan de forma altamente específica, para lograr un equilibrio entre la necesidad de maximizar el área de superficie para el intercambio de nutrientes y la cohesión, que le permita permanecer unido a la superficie. Este fenómeno depende de la densidad celular, regula la expresión de determinados genes a través de la acumulación de compuestos señalizadores que median la comunicación intercelular. El fenómeno influye en la estructura de la comunidad bacteriana favoreciendo su crecimiento.⁴²

El tratamiento endodóncico consiste esencialmente en desorganizar y eliminar el ecosistema microbiano (biopelícula) asociado a la enfermedad, previniendo la reinfección.¹



7.1 Microbiota relacionada con la patología endodóncica en dientes vitales

La vía de acceso que utilice la microbiota para infectar la pulpa de dientes vitales, determina la composición microbiana de la infección.⁴¹

Tabla 2. Microorganismos en infecciones de pulpa vital

| Vía de acceso | Microbiota más frecuente |
|-----------------------------|--|
| Caries amplia o traumatismo | - Cualquier bacteria oral. - Predominio de <i>Streptococcus</i> del grupo <i>viridans</i> y <i>Lactobacillus</i> spp |
| Túbulos dentinarios | - Bacterias cariogénicas. - Predominio de <i>Streptococcus</i> del grupo <i>viridans</i> , <i>Lactobacillus</i> spp y <i>Actinomyces naeslundii</i> . |
| Vía periodontal | - Bacterias grampositivas. - <i>Peptostreptococcus</i> spp, <i>Streptococcus</i> spp, <i>Propionibacterium</i> spp y <i>Rothia dentocariosa</i> . |
| Contigüidad | - Bacterias causantes del proceso original. |
| Anacoresis | - Bacterias del proceso septicémico. |

Tabla 2. Principales microorganismos relacionados con las infecciones de la pulpa vital.⁴¹

7.2 Microbiota relacionada con la afección endodóncica de dientes con necrosis pulpar

La infección de la pulpa necrótica se puede producir a través de las mismas vías que la de la pulpa vital, sin embargo, en la pulpa necrótica, la extensión de la infección es gradual y la evolución es incontrolable. La infección se produce fácilmente debido a que los mecanismos de defensa se encuentran incompetentes.⁴¹

Tabla 3. Microorganismos en infecciones de pulpa necrótica

| Bacterias anaerobias estrictas | Géneros | Especies |
|---------------------------------------|---|--|
| Bacilos Gram - | <i>Porphyromonas</i> <i>Prevotella</i> <i>Mitsuokella</i> <i>Fusobacterium</i> <i>Selenomonas</i> | <i>P. gingivalis</i> , <i>P. endodontalis</i> <i>P. oris</i> , <i>P. buccae</i> , <i>P. intermedia</i> , <i>P. melaninogenica</i> , <i>P. nigrescens</i> <i>M. dentalis</i> <i>F. nucleatum</i> <i>S. sputigena</i> |
| Bacilos Gram + | <i>Eubacterium</i> | <i>E. lentum</i> |
| Cocos Gram - | <i>Peptostreptococcus</i> | <i>P. micros</i> , <i>P. anaerobius</i> , <i>P. prevotii</i> , <i>P. asaccharolyticus</i> , <i>P. magnus</i> |
| Cocos Gram + | <i>Veillonella</i> | <i>V. parvula</i> |
| Espiroquetas | <i>Treponema</i> | <i>T. denticola</i> |

| Bacterias | Géneros | Especies |
|--------------------------------|---|--|
| anaerobias facultativas | | |
| Bacilos Gram - | <i>Campylobacter</i> | <i>C. rectus</i> |
| | <i>Eikenella</i> | <i>E. corrodens</i> |
| | <i>Capnocytophaga</i> | <i>C. ochracea</i> |
| Bacilos Gram + | <i>Lactobacillus</i> | <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. fermentum</i> |
| | <i>Actinomyces</i> | <i>A. odontolyticus</i> , <i>A. naeslundii</i> , <i>A. israelii</i> , <i>A. meyeri</i> |
| Cocos Gram + | <i>Streptococcus</i> del grupo viridans | <i>S. mitis</i> , <i>S. anginosus</i> , <i>S. oralis</i> , <i>S. intermedius</i> <i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> |
| | <i>Enterococcus</i> | <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> |
| | <i>Staphylococcus</i> | |
| Levadura | <i>Candida</i> | <i>C. albicans</i> |

Tabla 3. Principales microorganismos aislados frecuentemente en pulpa necrótica.
11, 41

Porphyromonas y *Prevotella* son géneros bacterianos que comprenden respectivamente las especies asacarolíticas y sacarolíticas, des membrados del género *Bacteroides*, relacionan su actividad con las señales y los síntomas de las infecciones de los conductos radiculares y periápice.¹¹

El género *Treponema* a nivel de la cavidad oral, abarca microorganismos en forma espiral y con capacidad de locomoción. Son conocidos por el nombre genérico de espiroquetas, pueden ser de tamaño pequeño, mediano o grande. La ausencia o presencia de espiroquetas puede ser un indicativo de absceso endodóncico o periodontal. Su ocurrencia en cantidades considerables en la microbiota de abscesos endodóncicos y su intensa



actividad proteolítica, llevan a suponer que esos microorganismos no son consecuencia de la infección, pero poseen participación en su etiología. ¹¹

El género *Enterococcus* es de suma importancia en la Microbiología endodóncica ya que posee resistencia inherente a los agentes antimicrobianos y otros factores de patogenicidad. Si no se controla, puede establecer un proceso infeccioso de difícil tratamiento. El mayor representante de este género es *E. faecalis* que está relacionado a casos de fracaso en el tratamiento endodóncico. ¹¹

Los microorganismos del género *Candida*, son importantes en Endodoncia, Sen *et al.*, observaron conductos radiculares con pulpa necrótica y lesión periapical en toda su extensión, densa y separadamente invadidos por levaduras. Waltimo *et al.*, constataron elevado dominio de levaduras en muestras de conductos radiculares con infecciones endodóncicas persistentes. Las levaduras, en especial aquellas del género *Candida* pueden tener importancia en los casos de patología endodóncica resistentes al tratamiento convencional. ¹¹

Dentro de la microbiota endodóncica que predomina en dientes con lesiones de caries, pulpa necrótica y evidencia radiográfica de pérdida ósea perirradicular encontramos: *Bacteroides forsythus*, *Haemophilus aphrophilus*, *Corynebacterium matruchotii*, *Porphyromonas gingivalis* y *Treponema denticola*. ¹¹

Muestras recogidas de dientes con periodontitis apical crónica confirman la referida amplitud de la microbiota endodóncica e indican la presencia de una nueva especie del género *Dialister*. ¹¹



7.3 *Enterococcus faecalis*

El género *Enterococcus* vive en cantidades enormes en el lumen de los intestinos humanos, puede estar presente en genitales femeninos y en menor número en la cavidad bucal. Catabolizan una variedad de fuentes energéticas que incluyen carbohidratos, glicerol, lactatos, malatos, citratos, arginina y agmatina.⁴³

Enterococcus faecalis (Fig. 18.) es un coco grampositivo que puede estar aislado, en pares o en cadenas cortas. Es anaerobio facultativo, capaz de crecer en presencia o ausencia de oxígeno.⁴³

Este microorganismo tiene la capacidad de formar biopelículas en condiciones ambientales difíciles, incluso en situaciones escasas de nutrientes. Sobrevive a ambientes extremos incluyendo niveles de pH de gran alcalinidad (9.6) y concentraciones salinas elevadas. Resiste a las sales biliares, detergentes, metales pesados, etanol, ácidos y desecación y sobreviven a temperaturas de 60°C por espacio de 30 minutos.⁴³

Penetra profundamente dentro de los túbulos dentinarios (1000µ en 21 días) haciendo más difícil su completa eliminación dentro de los conductos radiculares.⁴⁴

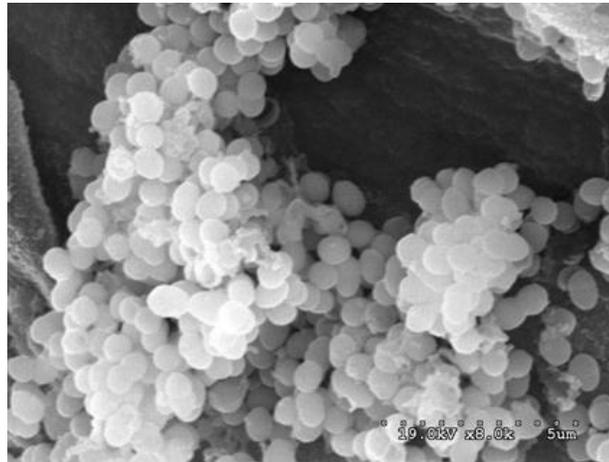


Fig. 18. *Enterococcus faecalis*.

Hallada en: <http://kimberlyklinelab.com/research/images/E-faecalis-biofilm-growing-inside-catheter-tubing-in-mouse.gif>

Actualmente hay 23 subespecies de *Enterococcus* y están divididos en 5 grupos que se basan en su interacción con manitol, sorbitol y arginina.⁴³

Enterococcus faecalis está asociado a la prevalencia de enfermedades periapicales que incluyen infecciones endodóncicas primarias, secundarias e infecciones persistentes.^{43, 45}

7.3.1 Factores de virulencia

E. faecalis ha manifestado su mayor trascendencia clínica en los años más recientes, debido a su inusitada y aún creciente incidencia en las infecciones. Posee gran tolerancia a la acción antibacteriana de detergentes, antisépticos y antibióticos y, sobre todo, posee una sorprendente eficacia para adquirir y compartir material genético asociado a mayor virulencia y/o a multirresistencia.⁴⁶



Aún se desconoce buena parte de los mecanismos de virulencia de estos microorganismos. La mayoría de las investigaciones se han enfocado en una sola molécula, conocida como sustancia de agregación (AS). Es una proteína superficial, cuya presencia incrementa considerablemente la adherencia e internalización enterocócica en los macrófagos. ⁴⁶ En concreto, la AS desempeña las siguientes funciones:

1. Potenciación de la conjugación de plásmidos. Inicia cuando se liberan al medio ciertos péptidos, denominados feromonas, que promueven la aproximación de enterococos, induciendo su conjugación. ⁴⁶
2. Adhesión a los tejidos del hospedero. La adhesión a la superficie de la dentina constituye un paso esencial que determina el potencial patógeno de este microorganismo en el conducto radicular. La dentina contiene colágeno y otras proteínas, por tanto, se sugiere que las proteasas sintetizadas por *E. faecalis*, así como la proteína de unión al colágeno pudieran participar o por lo menos influir en la adhesión bacteriana, permitiendo que la bacteria colonice el conducto radicular. ⁴⁶
3. Promoción de la internalización y la supervivencia en los fagocitos. En las numerosas infecciones endógenas debidas a enterococos, es determinante el papel de los macrófagos, los cuales suelen fungir como vehículos responsables de la translocación del microorganismo. Diversos hallazgos apuntan hacia la AS como la promotora de que los enterococos se adhieran a los fagocitos, penetren en ellos, e inclusive, sobrevivan intracelularmente. ⁴⁶

Otro factor de virulencia es la citolisina de *E. faecalis* que se encarga de destruir células eucariotas y procariotas, así como a los eritrocitos de humano, caballo, vaca y conejo. Actúa como toxina, provocando la ruptura del sistema membranoso de los glóbulos rojos y de diversas células humanas. Es muy probable que también induzca la liberación de mediadores



inflamatorios a partir del tejido dañado o de las células fagocitarias y que, de esa manera, contribuya a la severidad del proceso inflamatorio. ⁴⁶

Al parecer, otro factor de virulencia reside en la gelatinasa, enzima capaz de degradar a la gelatina, caseína, hemoglobina y a ciertos péptidos bioactivos, incluidas las feromonas quimiotácticas de *E. faecalis*, las cuales promueven la llegada de neutrófilos a los tejidos colonizados por el microorganismo; una de las posibles funciones de esta proteasa podría consistir en modificar, junto con las feromonas quimiotácticas, la defensa del hospedero, induciendo la ausencia o la acumulación de leucocitos en los tejidos colonizados. ⁴⁶

7.4 *Candida albicans*

Los hongos son un grupo numeroso de organismos clasificados en el Reino Fungi, incluye desde los conspicuos champiñones hasta muchas formas microscópicas tales como los mohos y las levaduras. Se han descrito 70,000 especies y posiblemente en la actualidad existan 1.5 millones de especies esperando a ser identificadas y descritas. ⁴⁷

Las especies del género *Candida* (Fig. 19.) se caracterizan primariamente por su morfología colonial, asimilación de carbono y su capacidad fermentativa. Crecen bien en un rango de temperatura que, dependiendo de la especie, va de 20 a 38°C y dentro de un rango de pH que fluctúa entre 2.5 a 7.5. ⁴⁷

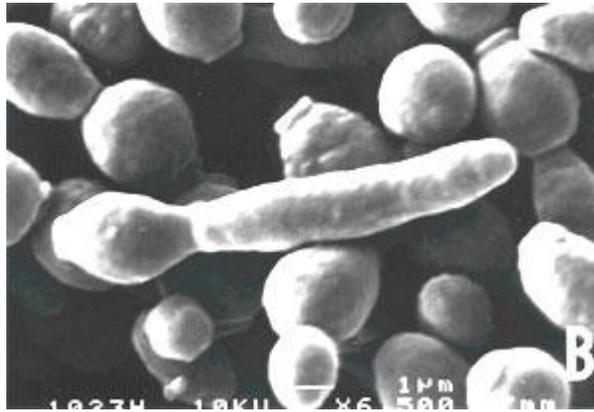


Fig. 19. *Candida albicans*.

Hallada en: http://www.ucm.es/info/otri/complutecno/imagenes/tec_cgil1_1.jpg

C. albicans puede crecer en medios de cultivos simples que contengan una fuente de carbono (glucosa), nitrógeno (sales de amonio) y fosfato; los rangos de temperatura y pH fluctúan entre 20 a 40°C y 2 a 8, respectivamente. *C. albicans* fermenta glucosa, galactosa y maltosa con formación de ácido y gas; de esta manera, el patrón de asimilación y fermentación de azúcares es usado en la diferenciación de especies del género. Puede crecer en una variedad de formas que van desde levadura hasta hifa y pseudohifa. Así, *C. albicans* no es, como usualmente se ha descrito, dimórfica, es más propiamente considerada polimórfica.⁴⁷

7.4.1 Factores de virulencia

La adherencia de *C. albicans* se debe a características químicas y estructurales de la pared. El compuesto químico que permite la unión es una manoproteína y la capa fibrilar que recubre la pared; otras moléculas de adherencia son las adhesinas (lectinas y glicoproteínas de superficie) que interactúan con la fibronectina, la laminina y la fibrina, presentes en la superficie de las mucosas. Esta interacción puede ser influenciada por la



temperatura, el pH, nutrientes, IgA secretoria e hidrofobicidad de la superficie celular.⁴⁷

En *C. albicans*, las levaduras son consideradas responsables de la colonización del epitelio, pero la hifa es considerada como una estructura invasiva. El crecimiento micelial, iniciado por la formación del tubo germinativo, incrementa las propiedades de adherencia de las levaduras.⁴⁷

En la literatura se establece que partículas inertes de gran tamaño, tales como esferas de cloruro de polivinilo, gránulos de almidón y las levaduras, incluyendo a *C. albicans* pueden transmigrar la pared del tracto digestivo y entrar a los vasos sanguíneos o linfáticos mediante la persorción ocasionando candidemia. Se ha demostrado que *C. albicans* puede emitir largos filamentos capaces de invadir tejidos profundos donde se localiza una mayor cantidad de nutrientes; este fenómeno es conocido como tigmotropismo.⁴⁷

C. albicans evade las defensas del hospedero debido a la modulación tanto de los mecanismos de defensa fagocíticos como de la respuesta inmune, mediante las propiedades de su superficie incluyendo hidrofobicidad y por modificaciones en la estructura de su superficie a través del cambio fenotípico. Cuando *C. albicans* es sometida a estrés nutricional, es capaz de adaptarse a diferentes microambientes del hospedero mediante el cambio rápido de su fenotipo o secretando compuestos quelantes de bajo peso molecular conocidos como sideróforos. La actividad enzimática y metabólica de *C. albicans* daña las células del hospedero y consecuentemente puede interrumpir las funciones celulares.⁴⁷



8. Conclusiones

El sistema de conductos radiculares no se limpia ni se conforma sólo con la instrumentación. Aunque la debridación preliminar se logra con instrumentos manuales, estos por sí solos, no son capaces de eliminar todos los residuos tisulares de la cámara pulpar y de los conductos radiculares. Por tanto, es necesario emplear medios químicos para la disolución de los tejidos remanentes.

La irrigación es un paso de gran importancia durante el tratamiento endodóncico. Consiste en realizar una limpieza o arrastre físico de los tejidos vitales y necróticos que se encuentran dentro de los conductos radiculares, con el fin de evitar su taponamiento y realizar la desinfección. La solución de irrigación ideal debe, por una parte, neutralizar, inactivar y eliminar la mayor cantidad de microorganismos y, por la otra, disolver tejido orgánico y barrido dentinario. Además, debe ser de baja o nula toxicidad, lubricante, de fácil manejo y almacenamiento, entre otras.

En el mercado existe gran variedad de agujas, jeringas y cánulas de succión que facilitan y mejoran el resultado del proceso de irrigación. Actualmente, los nuevos dispositivos de irrigación y/o desinfección en Endodoncia, entre ellos, el Sistema Endoactivador, la irrigación ultrasónica, el sistema EndoVac, el láser de diodo y gas de ozono, favorecen la fluidez y penetración de las soluciones de irrigación, así como la limpieza de los conductos radiculares.

El uso del ultrasonido durante el tratamiento endodóncico, optimiza la limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Hasta la fecha, es uno de los métodos más efectivos para lograr mejores resultados.



El ácido hipocloroso, el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, son las tres soluciones de irrigación estudiadas en esta recopilación bibliográfica.

A pesar de que el hipoclorito de sodio es la solución de irrigación más utilizada por los especialistas y recomendada por la literatura, es importante conocer las características y propiedades de otras soluciones de irrigación. Su elección dependerá del caso clínico y del paciente, con la finalidad de brindarle el mejor servicio y alcanzar el éxito deseado.

La información que existe sobre el hipoclorito de sodio es amplia y, por lo tanto, es fácil conocer sus ventajas y desventajas. Posee alta capacidad como antimicrobiano y disolvente. Sin embargo, por sí solo, no remueve el barrido dentinario. Existe el riesgo de sobrepaso hacia los tejidos periapicales, por la aplicación de una mala técnica de irrigación; además corroe el instrumental endodóncico y es potencialmente tóxico.

La clorhexidina ha demostrado tener excelentes propiedades antibacterianas, en especial, en contra de *E. faecalis* y *C. albicans*, principales microorganismos que se encuentra en los tratamientos endodóncicos secundarios. Su prolongada presencia dentro del conducto radicular favorece la acción antibacteriana tanto en la preparación biomecánica de los conductos radiculares o como medicación intraconducto. Desafortunadamente, la clorhexidina es incapaz de disolver tejido orgánico dentro de los conductos radiculares.

El ácido hipocloroso es un potente antimicrobiano significativamente superior al hipoclorito de sodio. Puede llegar a ser una alternativa para eliminar los microorganismos de los conductos radiculares, sin ocasionar daños adversos a tejidos vitales. Sin embargo, debido a sus desventajas, entre ellas: inestabilidad, escasa disponibilidad, proceso de elaboración complejo y vida



útil deficiente, se pone en duda el uso de esta solución de irrigación. El potencial de esta solución podría ampliarse si existiera mayor investigación e información.

Desde mi punto de vista, no existe una solución de irrigación ideal. Sin embargo, el hipoclorito de sodio tiene más ventajas que las otras dos soluciones, siempre y cuando, se manipule adecuadamente y se combine con algún quelante para obtener la limpieza y desinfección óptima.

La creciente incidencia de las infecciones secundarias en Endodoncia, se atribuye en los últimos años a la presencia de *E. faecalis* y *C. albicans*. La información acerca de estos microorganismos y, en especial, de sus factores de virulencia, es insuficiente. En consecuencia, se dificulta su eliminación y la elección de una solución de irrigación efectiva.



9. Referencias Bibliográficas

1. Cohen S, Hargreaves KM. *Vías de la Pulpa*. 9ª.ed. Madrid: Editorial Elsevier, 2008. Pp. 325-331, 347-356, 590-593.
2. Cárdenas-Bahena A, Sánchez-García S, Tinajero-Morales C, González-Rodríguez VM, Baires-Vázquez L. *Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales*. Rev Odont Mex 2012; 16 (4): 252-258.
3. Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE. *Solución de problemas en Endodoncia. Prevención, Identificación y Tratamiento*. 4ª. ed. Madrid: Editorial Elsevier, 2007. Pp. 143-145, 151.
4. Pérez E, Burguera E, Carvallo M. *Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares*. Acta Odontol. Venez 2003; 41(2). Hallado en:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2003/2/triada_limpieza_conformacion_conductos_radiculares.asp#top.
5. Nageswar R. *Endodoncia Avanzada*. Caracas: Editorial Amolca, 2011. Pp. 133-137.
6. Baumgartner JC, Hutter JW. *Microbiología endodóncica y tratamiento de las infecciones*. 8ª. ed. Editorial Mosby, 2002. Pp. 582-604.
7. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. *Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX*. Int Endod J. 2012; 45: 363-371.
8. Poggio C, Colombo M, Scribante A, Sforza D, Bianchi S. *In vitro antibacterial activity of different endodontic irrigants*. Dent Traumatol. 2012; 28 (3): 205-209.
9. Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. *Antimicrobial Susceptibility of Monoculture Biofilms of a Clinical Isolate of Enterococcus faecalis*. J Endod. 2009; 35 (1): 95-98.



10. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. *Surface Tension Comparison of Four Common Root Canal Irrigants and Two New Irrigants Containing Antibiotic*. J Endod. 2006; 32, (11): 1091-1093.
11. Estrela, C. *Ciencia Endodóntica*. São Paulo: Editorial Artes Médicas Latinoamérica, 2005. Pp. 162-165, 418-424.
12. Lasala, A. *Endodoncia*. 4ª.ed. Barcelona: Editorial Salvat, 1992. Pág. 377.
13. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic terms. Original from the University of California, 2003.
14. Leonardo M, Tanomaru F, Silva L. *In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution*. J Endod. 1999; 25(3): 167-71.
15. Pejoan J. *Irrigación y desinfección en Endodoncia*. Endoroot 2008. Hallado en: <http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=173>
16. Ingle JI, Baklahand LK, Baumgartner JC. *Endodontics* 6. 6ª. ed. Hamilton: Editorial BC Decker, 2008. Pp. 997-1011.
17. Canalda CS, Brau Aguadé E. *Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona: Editorial Masson, 2001. Pp. 29-31, 177, 186.
18. Ultradent Products, Inc. Hallado en: <http://www.ultradent.com/es/Pages/UltradentSearch.aspx?k=puntas%20de%20irrigacion&cs=This%20Site&u=http://www.ultradent.com/es>
19. Valadez de Torres AI. *Nuevas Técnicas y Dispositivos de Desinfección en Endodoncia*. 2010. Hallado en: <http://www.posgradoendodoncia.com/Endodoncia/Art%C3%ADculos/tabid/72/articleType/ArticleView/articleId/10/Nuevas-Tecnicas-y-Dispositivos-de-Desinfeccion-en-Endodoncia.aspx>
20. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. *Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation*. J Endod. 2010; 36 (2): 308-311.
21. Dentsply. Hallado en: <http://www.dentsplymea.com/content/endoactivator>



22. Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. *Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature*. Int Endod J. 2007; 40 (6): 415-426.
23. Paredes-Vieyra J, Gradilla-Martínez I, Mondaca JM, Jiménez-Enríquez FJ, Manríquez-Quintana MI. *Sistema Endovac en Endodoncia por medio de presión apical negativa*. Rev. ADM 2009; 65, (4): 30-34. Hallado en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094e.pdf>
24. Larrea-Oyarbide N, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. *Aplicaciones del láser de diodo en Odontología*. RCOE 2004; 9 (5): 529-534. Hallado en: <http://www.clinicabisheimer.com/folletos/laserdiodo.pdf>
25. Gallego GJ, Muñoz S, Gaviria JD, Serna IC. *Uso del Ozono en diferentes campos de la Odontología*. Rev. CES Odontología 2007; 20 (2): 65-68.
26. Huth KC, Quirling M, Maier S, Kamereck K, AlKhayer M, Paschos E, Welsch U, Miethke T, Brand K, Hickel R. *Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm mode*. Int Endod J. 2009; 42 (1): 3-13.
27. Hems RS, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt DA. *An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of Enterococcus faecalis*. Int Endod J. 2005; 38, (1): 22-29.
28. Lima Machado ME. *Endodoncia de la Biología a la Técnica*. São Paulo: Editorial Amolca, 2009. Pp. 253-257, 263-267.
29. Cotton FA, Wilkinson G. *Química Inorgánica Avanzada*. 4ª. ed. Distrito Federal: Editorial Limusa, 1986. Pp. 672-673.
30. Lafaurie GI, Del Rosario AM, Arboleda S, Escalante A, Castillo DM, Millán LV, Calderón J, Nieves-Ruiz B. *Eficacia desinfectante del ácido hipocloroso sobre cepas con poder patogénico de cavidad oral*. Rev. Colomb. Investig. Odontol. 2009; 1(1): 3-11.
31. Garcia F, Murray PE, Garcia-Godoy F, Namerow KN. *Effect of aqutaine endodontic cleanser on smear layer removal in the root canals of ex vivo human teeth*. J. Appl. Oral Sci. 2010; 18 (4): 403-408.



32. Henao-Riveros SC, Sierra-Parada CR, Gaitán-Álvarez JA. *Actividad bactericida del ácido hipocloroso*. Rev Fac Med. 2003; 51(3): 136-142. Hallado en: [http://www.cloritodesodio.com/files/actividad antibacteriana del acido hipocloroso.pdf](http://www.cloritodesodio.com/files/actividad_antibacteriana_del_acido_hipocloroso.pdf)
33. Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. *Endodoncia Diagnóstico y Tratamiento en la Pulpa Dental*. México, D.F.: Editorial Manual Moderno, 2007. Pp. 109-112, 116-118.
34. Zahed Mohamadi Kanisavaran Yazd I. *Sodium hypochlorite in endodontics: an update review*. Int Endod J. 2008; 58: 329-341.
35. Hülsmann M, Hahn W. *Complications during root canal irrigation – literature review and case reports*. Int Endod J. 2001; 33 (3): 186-193.
36. Hülsmann M, Rodig T, Nordmeyer S. *Complications during root canal irrigation*. Endodon Topics 2007; 16 (1): 27-63.
37. Estrela C, Estrela C, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora J. *Mechanism of action of sodium hypochlorite*. Braz. Dent. J. 2002; 13 (2): 113-117.
38. Zahed Mohamadi Kanisavaran Yazd I. *Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review*. Int Endod J. 2008; 58: 247-257.
39. Marley JT. *Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short term results*. J Endod. 2001; 27 (12): 704-709.
40. Negroni. *Microbiología Estomatológica. Fundamentos y guía práctica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2003. Pp. 219-236, 252-254, 319-324.
41. Liébana-Ureña J. *Microbiología Oral*. 2ª. ed. Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2002. Pp. 325-330, 334, 561, 567, 597-605.
42. Costerton W, Veeh R, Shirliff M, Pasmore M, Post C, Ehrlich G. *The application of biofilm science to the study and control of chronic bacterial infections*. J Clin Invest 2003; 112 (10):1466-1477.



43. Siqueira JF Jr. *Taxonomic Changes of bacteria asociated with endodontics infections*. J Endod. 2003; 29 (10): 619-623.
44. Nakamura VC, Cai S, Candeiro GTM, Ferrari PH, Caldeira CL, Gavini G. *Ex vivo evaluation of the effects of several root canal preparation techniques and irrigation regimens on a mixed microbial infection*. Int Endod J. 2012: 1-8
45. Hongyan L, Xi W, Junqui L, Weilu W, Xiangya H. *Biofilm Formation Capability of Enterococcus faecalis Cells in Starvation Phase and Its Susceptibility to Sodium Hypochlorite*. J Endod. 2010; 36 (4): 630-635.
46. Garza-Velasco R, Hernández-Acosta K, Mejía-Chávez AG. *Los factores de virulencia y la actual importancia clínica de Enterococcus faecalis*. Departamento de Biología, Facultad de Química, UNAM. Hallado en: <http://depa.fquim.unam.mx/bacteriologia/pdfs/ART%20CDC-Enterococcus.pdf>
47. Baires-Varguez L, Cruz-García A, Villa-Tanaka L, Sánchez-García S, Gaitán-Cepeda LA, Sánchez-Vargas LO, Quindós G, Hernández-Rodríguez C. *Comparison of a randomly amplifie polymorphic DNA (RAPD) analysis and ATB ID 32C system for identification of clinical isolates of different Candida species*. Rev Iberoam Micol 2007; 24: 148-151.