



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**CITOTOXICIDAD DE LOS IRRIGANTES EN LOS  
TEJIDOS PERIAPICALES.**

**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:

JAHIEL LÓPEZ MARTÍNEZ

TUTORA: Esp. MARÍA DEL ROSARIO LAZO GARCÍA

ASESOR: Esp. CARLOS TINAJERO MORALES



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.

## AGRADECIMIENTOS.

Gracias Poncho por todo el apoyo que me brindas día con día, por toda la paciencia que me tienes, que en todos los momentos difíciles de esta carrera siempre estuviste ahí para darme aliento y amor para seguir adelante y sobre todo gracias por esos dos angelitos Renata y Ana, que son mi motor para continuar. Sabes cuánto TE AMO, y siempre lo haré.

Gracias Jesús, porque siempre que necesitaba paciente para lo que fuera, ahí estabas dispuesto a que te hiciera de todo, las limpiezas, las resinas, las cirugías, que fueron muchas, y porque nunca me dijiste “no”. Gracias por esos dos chaparrines que también los quiero mucho y que me encanta cuidar y que me presumen la boca tan limpia que siempre tienen.

Gracias a mi mamá que aunque está lejos me da palabras de aliento y me apoyó en lo que pudo, que me habla todos los días para levantarme y desearme suerte, porque sin tus llamadas diarias no me levantaría. Gracias también porque me acompañabas a la escuela en lugar de irte a vacacionar. Gracias mil gracias. Gracias por ser la abuela amorosa y consentidora que eres. Tú sabes cuánto te amo mami. Gracias también a Vic, que aunque poco le tocó mi estrés, también me da consejos para hacer mejor las cosas.

Gracias a mi papá que, cuando lo necesitaba también en lo que podía me apoyaba, que en los primeros años de mi carrera siempre se preocupaba para que llegara a tiempo y me hacía mi desayuno.

Gracias a los dos porque sin ustedes yo no sería la persona que ahora soy, gracias por darme la vida. Gracias por todo.

Gracias Betsabé, que siempre que vienes, jamás me dices “no” y estuviste dispuesta a ir a donde yo estuviera, claro si era a CU más, para aprovechar y poder comer todo lo que hay afuera. Gracias por esos dos

sobrinos loquitos que solo esperan para venir para que yo les revise todo. Gracias por querer tanto a mis princesas y por cuidarlas.

Gracias Tere que te convertiste en mi segunda mamá, que también te tocaron mis noches de desvelo, mis malos humores, mis frustraciones, mis enojos, porque en todo lo que necesito también ahí estas siempre al pie del cañón, porque siempre caigo me ayudas a levantarme. Siempre que necesité un hombro, tú me lo dabas sin decir nada, solo con ese abrazo me calmaba. Sobre todo gracias por la paciencia y el amor de abuela que les das a mis peques porque eres la abuela más consentidora que ellas pudieron tener.

Gracias Sr. Carlos por su apoyo en lo que necesito, por las lecciones de anatomía cuando las necesite.

Gracias Abuelita Julia que nos dejaste y aunque fue duro yo sé que allá donde estás, estás orgullosa de mi. Siempre serás mi gran angelito.

Gracias Abuelita Beatriz, que siempre tienes las palabras necesarias que necesito escuchar para estar en paz.

Gracias Mike, Mata, Gina, Andy, Tania son mi familia y siempre lo serán.

Gracias, mil gracias a todos, que sin su apoyo yo no estaría hoy aquí cumpliendo este gran sueño y la culminación de mi carrera.

A todos mis maestros a lo largo de la carrera, gracias, que sin sus enseñanzas no sería la persona capaz de haber llegado a culminar esta etapa de mi vida, y darme la confianza para seguir preparándome y ser una persona íntegra, ética y profesional. De todos me llevo lo mejor que me pudieron haber enseñado, Odontología.

Gracias a toda mi familia que creyó en mí.

## Índice.

Objetivos.	7
1. Introducción.	8
2. Antecedentes.	10
2.1. Historia.	10
2.2. Biocompatibilidad y citotoxicidad.	12
2.2.1. Biocompatibilidad.	12
2.2.2. Citotoxicidad.	14
2.2.3. Pruebas de citotoxicidad de los materiales dentales y endodóncicos.	15
a. Estudios de citotoxicidad <i>in vitro</i> .	16
i. Análisis de detección en cultivos celulares directos.	16
ii. Métodos de prueba barrera.	16
iii. Pruebas de difusión en agar.	16
iv. Pruebas de difusión en filtro.	16
v. Pruebas de barrera de la dentina.	16
b. Estudios <i>in vivo</i> de reacciones no específicas.	17
c. Estudios <i>in vivo</i> específicos.	17
d. Estudios clínicos controlados en humanos.	17
3. Irrigación y aspiración.	19
3.1. Técnicas y dispositivos de irrigación.	20
3.2. Técnicas de irrigación y aspiración manual.	21
3.2.1. Irrigación con jeringas y agujas.	21
3.2.1.1. Tipos de agujas utilizadas para irrigación.	21
3.3. Técnica manual dinámica de irrigación.	23
3.4. Técnicas de irrigación asistida por maquinas.	23
3.5. Irrigación sónica.	25
3.6. Irrigación ultrasónica.	26
3.7. Irrigación con presiones alternadas.	27

4. Generalidades de los Irrigantes.	30
4.1. Clasificación de los irrigantes.	32
4.1.1. Hipoclorito de sodio.	33
4.1.1.1. Complicaciones en el uso de hipoclorito de sodio.	35
a. Manchas o decoloración en la ropa del paciente o del operador.	35
b. Daños en el ojo del paciente o del operador.	36
c. Reaccion alérgica.	36
d. Inyección accidental de solución de hipoclorito de sodio en los tejidos periapicales.	36
4.1.1.2. Causas de la inyección accidental de hipoclorito de sodio hacia los tejidos periapicales.	36
4.1.1.3. Complicaciones de la inyección accidental de solución de hipoclorito de sodio a los tejidos periapicales.	38
4.1.1.4. Citotoxicidad.	44
4.1.2 Detergentes sintéticos.	45
4.1.3 Agentes quelantes.	47
4.1.3.1 Ácido Etilen diamino tetracético EDTA.	48
4.1.3.2 Asociaciones del EDTA.	49
4.1.3.2.1 Asociación con detergentes.	50
4.1.3.2.2 Asociación de EDTA en vehículo cremoso.	51
4.1.3.2.3 Citotoxicidad.	54
4.1.3.3 Ácido cítrico.	55
4.1.3.4 Asociaciones del Ácido Cítrico.	56
4.1.3.5 Citotoxicidad.	57
4.1.4 Gluconato de Clorhexidina.	57
4.1.4.1 Citotoxicidad.	59
4.1.5 Hidróxido de calcio.	60

4.1.5.1	Citotoxicidad.	61
4.1.6	Peróxido de hidrógeno.	61
4.1.6.1	Complicaciones con el uso de peróxido de hidrogeno.	62
5.	Estudios de los efectos citotóxicos de los irrigantes.	64
6.	Conclusiones.	68
	Fuentes de información.	69

## Objetivos.

Describir los métodos internacionales de estandarización de las pruebas de biocompatibilidad de los irrigantes utilizados en Endodoncia.

Conocer los diferentes irrigantes utilizados en endodoncia para la limpieza y conformación del sistema de conductos.

Conocer los diferentes dispositivos auxiliares en la irrigación del sistema de conductos y saber si reducen los riesgos de extrusión de los irrigantes hacia los tejidos periapicales.

Conocer los síntomas clínicos después de la extrusión de los irrigantes hacia los tejidos periapicales y sus efectos citotóxicos.



## **Citotoxicidad de los irrigantes en los tejidos periapicales.**

### **1. Introducción.**

Estamos viviendo en la era de la medicina basada en evidencia. Todos los nuevos conceptos y técnicas para ser utilizados en la clínica idealmente deben ser evaluados en ensayos controlados y ensayos clínicos. Esto, sin embargo, plantea un problema en la investigación endodóntica. Un resultado favorable del tratamiento de conductos se define como la reducción de una lesión radiográfica y la ausencia de síntomas clínicos del diente afectado después de un periodo de observación de mínimo 1 año. Sabemos que todos los materiales utilizados en el ámbito médico, deben ser biocompatibles, y hay normas internacionales que los rigen.<sup>1</sup>

Este trabajo revisa de manera general, las diferentes sustancias irrigadoras utilizadas en la práctica endodóntica, pasando brevemente por la historia general de los agentes químicos utilizados a través de los años hasta la actualidad y la citotoxicidad que pueden tener en los tejidos periapicales.

La exposición a los agentes citotóxicos de los tejidos vivos pueden resultar: lesión celular crónica, hiperplasia, irritación, degeneración o incluso necrosis celular.

Hay un gran número de métodos para la medición de la citotoxicidad de los materiales dentales. La necesidad que los materiales dentales sean biocompatibles ha generado un requisito para los ensayos de citotoxicidad y caracterizar los efectos potencialmente nocivos de un material a los tejidos antes de su uso clínico.

Cuando alguna sustancia utilizada se vuelve citotóxica para los tejidos, puede ser por alguna o varias razones como son: 1) utilizarla cuando ya está caducada; 2) no saber el manejo óptimo de las sustancias; 3) infiltrar

accidentalmente estas sustancias en los tejidos periapicales en poca o gran cantidad, 4) tener una deficiente técnica de irrigación.

La eliminación de restos vitales y necróticos del tejido pulpar y los microorganismos del sistema de conductos radiculares es esencial para el éxito de la terapia del sistema de conductos. Aunque esto podría lograrse mediante el trabajo quimiomecánico, es imposible para dar forma y limpiar el sistema de conductos por completo, debido a la naturaleza de la anatomía del conducto radicular.<sup>2</sup>

Así, en la endodoncia contemporánea se utilizan combinaciones de irrigantes como el hipoclorito de sodio (NaOCl) con el ácido etilen diamino tetracético (EDTA) o clorhexidina. Se utilizan a menudo como enjuagues al inicio y final para complementar las deficiencias que se asocian con el uso de un único irrigante. Estos irrigantes deben ser llevados en contacto directo con toda la superficie de las paredes del conducto para una acción eficaz sobre todo en la porción apical del sistema de conductos radiculares.<sup>2</sup>

A lo largo de la historia de la endodoncia, se han hecho esfuerzos para desarrollar sistemas de irrigación y agitación más eficaces para la irrigación del conducto radicular.<sup>2</sup>

## 2. Antecedentes.

### 2.1.Historia.

A través de la historia de la Endodoncia, se sabe que al principio el tratamiento endodóncico era casi totalmente químico, ya que se carecía de instrumentos seguros para hacer el vaciado radicular. Esto se lograba con sustancias químicas que ayudaban a disolver el contenido orgánico de los conductos radiculares sin la preocupación por los tejidos periapicales. <sup>3</sup>

En el siglo XVIII se utilizaban ácidos fuertes como el clorhídrico o arsénico, que era altamente tóxico. <sup>3</sup>

El tratamiento se realizaba en varias sesiones haciendo cambios de sustancias en cada una de ellas con el fin de que los conductos estuvieran lo más limpio posible hasta constatar que estos ya no tenían olor o exudado en su interior. <sup>3</sup>

En 1890, Miller demostró el papel desempeñado por las bacterias en la patología pulpar, por lo que se centró en buscar medicaciones para los sistemas de conductos eficaces para eliminarlas. <sup>4</sup>

Walkhoff en 1891, introdujo el paramonoclorofenol, Miller y Gysi en 1898, las pastas momificantes basadas en paraformaldehído; y Buckley en 1904 el tricresolformol.<sup>4</sup>

En 1915, 1916 y 1917 Dakin y Dakin & Dunham, realizaron investigaciones que gracias a ellas comenzaron a ser utilizados compuestos de cloro en Medicina, Cirugía y Odontología ya que su bajo costo lo hacía más popular. <sup>4</sup>

Entre 1928 y 1936, Hess, Grove, Callahan, Coolidge, Fish y muchos otros pusieron como primordial la necesidad de limpiar y conformar los conductos radiculares como etapa básica del tratamiento endodóncico. <sup>5</sup>

Coolidge en 1932 entre otros, mostró la necesidad de un mayor respeto por los tejidos periapicales, de acuerdo con principios biológicos surgiendo la “era biológica”. Con el avance de la tecnología y la metalurgia surgieron instrumentos de mejor corte dentinario para desgastar más eficazmente la dentina y tener conductos más limpios, además la utilización de agentes químicos agresivos se volvió poco frecuente y se inclinaron por el uso de suero fisiológico debido a la ausencia de irritación en los tejidos periapicales.<sup>3</sup>

Grossman, uno de los pilares de la endodoncia moderna, a finales de la década de los treinta, dijo que el hipoclorito sódico se debía usar como solución irrigadora. En 1941 también sugiere el empleo de peróxido de hidrógeno alternado con Hipoclorito de Sodio, obteniendo una mayor limpieza debido al efecto efervescente del peróxido de hidrógeno <sup>4</sup>

En 1957, Ostby introdujo el uso de sustancias quelantes, el ácido etilen diamino tetracético bajo la forma de una sal disódica, con capacidad de formar compuestos no iónicos y solubles con gran número de iones cálcicos. En este mismo año, Richman emplea por primera vez el ultrasonido, adaptándole limas e irrigando permanentemente con Hipoclorito de sodio para evitar el sobrecalentamiento. <sup>5</sup>

En 1958, Piloto rechaza el uso del agua oxigenada, en su opinión no existía limpieza del conducto a través de la irrigación y aspiración; y apostó por el uso únicamente del Hipoclorito de Sodio. En este mismo año Rapela utilizó detergentes sintéticos para llevar antibióticos a las zonas más inaccesibles del sistema de conductos. <sup>6</sup>

En 1961, Stewart y cols., introducen el Gly Oxide compuesto formado por peróxido de urea al 10%, con actividad antimicrobiana y un lubricante glicerinado. <sup>6</sup>

En 1965, Ingle propone la irrigación alternada de Hipoclorito de sodio con agua oxigenada y en la fase final únicamente con Hipoclorito de Sodio para prevenir la formación de gases en el interior del sistema de conductos. <sup>6</sup>

En 1969, Stewart y cols., introducen el Rc- Prep que contiene EDTA 15%, peróxido de urea al 10% y una base de carbowax soluble al agua. <sup>6</sup>

En 1980, Parsons y cols., utilizan la clorhexidina como irrigante en el tratamiento de conductos, gracias a su acción antibacteriana una semana después de haber sido aplicada. <sup>6</sup>

En 1988, Goldman y cols., utilizan el ácido cítrico como irrigante ya que reacciona con los metales, formando un quelato soluble aniónico, que en la remoción de la capa de barrillo es similar al EDTA.<sup>7</sup>

En 1982 Grossman y Meimann experimentaron con varios agentes químicos durante la preparación del sistema de conductos radiculares, comprobando que el Hipoclorito de Sodio al 5% era el más eficaz en la disolución del tejido pulpar. <sup>6</sup>

En la actualidad se utilizan instrumentos mucho más flexibles y seguros pero aún ellos no logran promover la limpieza total del sistema de conductos, por lo cual todavía se utilizan sustancias químicas que ayudan a la limpieza de los mismos. <sup>3</sup>

A través de los años se han realizado continuos esfuerzos y estudios para desarrollar sistemas más efectivos de irrigación en endodoncia. <sup>8</sup>

## 2.2 Biocompatibilidad y Citotoxicidad

### 2.2.1. Biocompatibilidad

La biocompatibilidad se considera como una falta de reacción adversa significativa entre los tejidos orales; se reconoce que hay pocos materiales

que no generan una interacción significativa con los tejidos del huésped. Estas reacciones pueden ayudar a la reparación y respuesta al tratamiento. Una definición actualizada de biocompatibilidad sería la capacidad de un material restaurador para inducir al tejido a tener una respuesta favorable durante su uso clínico previsto.<sup>9</sup>

La biocompatibilidad es un aspecto que por ley, todos los materiales deberán ser evaluados antes de que salgan al mercado.<sup>10</sup>

Los materiales endodóncicos pueden ser categorizados en aquellos que: 1) mantienen la vitalidad pulpar, 2) los que se utilizan para desinfección en la terapia del sistema de conductos radiculares (irrigantes y medicamentos intraconducto) y 3) aquellos que se utilizan en la obturación y sellado de los conductos (selladores y gutapercha). La biocompatibilidad de estos materiales endodóncicos se basa en muchos parámetros como son: genotoxicidad, citotoxicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad, histocompatibilidad y efectos microbianos. Es imposible categorizarlos biológicamente por un método de prueba sino que todas sus propiedades necesitan ser investigadas por varios parámetros estructurados en pruebas *in vitro*, *in vivo* y *ex vivo*.<sup>10</sup>

En 1970, Autian fue el primero en proponer estos parámetros dividiéndolos en:

1. Toxicidad no específica que se realiza en cultivos de células o en animales de laboratorio.
2. Toxicidad específica que se realiza con pruebas de uso.
3. Pruebas clínicas en seres humanos.<sup>11</sup>

Autian se refiere al término “no específico” como el hacer la prueba en sistemas que no reflejen la aplicación del material en una situación clínica mientras que el término “específico” se refiere a la aplicación del material en modelos biológicos que simulan el uso actual del material. Esta secuencia de

parámetros la adopta la ISO en 1984 para la determinación y estandarización de los materiales, en esta secuencia:

1. Estudios primarios.
2. Estudios secundarios.
3. Pruebas de uso. <sup>11</sup>

Cualquier nuevo material desarrollado deberá estar sujeto a estos tres aspectos.

Peters, menciona que existen ciertas normas internacionales como ISO 10993, ISO 10993-5, 10993-12 Y 7405, que se encargan de la estandarización de los materiales médicos en general. <sup>10</sup>

### 2.2.2. Citotoxicidad.

La citotoxicidad es la alteración de las funciones celulares básicas que conlleva a que se produzca un daño biológico en un sistema, órgano o tejido. <sup>10</sup>

El término 'citotoxicidad' se utiliza para describir la cascada de eventos moleculares que interfieren con la síntesis macromolecular, causando daño celular, funcional y estructural. La citotoxicidad es un proceso difícil de comprender ya que hay casi un número infinito de formas de desencadenar una ruptura celular. Se puede decir que es la capacidad de las proteínas celulares a ser reparadas o extender la supervivencia celular, y la disposición genética de las células para activar su muerte. <sup>9</sup>

Las pruebas de citotoxicidad son primordialmente de biocompatibilidad, estas pruebas determinan la lisis celular, inhibición de crecimiento celular y cualquier otro efecto que se pueda causar por la sustancia. Podemos decir que la citotoxicidad solo es un aspecto de la biocompatibilidad. <sup>10</sup>

La citotoxicidad por si sola también tiene varios aspectos, esta depende de las células, el medio de crecimiento y el punto final que se usará para medir la respuesta celular. <sup>10</sup>

Las pruebas de citotoxicidad pueden ser usadas para defender a un nuevo material comparándolo con otros materiales existentes. También pueden ser usadas para evaluar alguna reacción secundaria en un lugar específico. <sup>10</sup>

La importancia clínica de los datos de citotoxicidad dependerá del objetivo del estudio y de los métodos usados. <sup>10</sup>

Las pruebas de genotoxicidad se pueden definir como ensayos *in vitro* e *in vivo* diseñados para detectar compuestos que inducen daño genético como pueden ser daño al ADN, mutación de genes, ruptura de cromosomas, alteración en la capacidad de reparación del ADN o transformación celular. <sup>12</sup>

Soares y cols., en 2012 mencionan que la exposición de los tejidos vivos a los agentes citotóxicos puede resultar en lesión celular crónica, proliferación celular compensatoria, hiperplasia, irritación, degeneración o incluso necrosis; y en los últimos años se ha pensado que incluso el desarrollo de tumores. <sup>12</sup>

Teniendo estas consideraciones, los ensayos de genotoxicidad y citotoxicidad parece que han ganado amplia aceptación como un indicador importante y útil de carcinogenicidad. <sup>12</sup>

### 2.2.3. Pruebas de citotoxicidad de los materiales dentales y endodóncicos.

Como ya se mencionó, todos los materiales dentales y endodóncicos deben pasar por pruebas internacionales estandarizadas. Esta es la cronología que se debe seguir.<sup>9</sup>



- a. **Estudios de citotoxicidad *in vitro***, los métodos de esta prueba incluyen:
- i. **Análisis de detección en cultivos celulares directos**, la finalidad es comprobar la toxicidad de los compuestos individuales de un material dental cuando se coloca directamente sobre las células en un cultivo. Información muy valiosa para los fabricantes, que luego formulan materiales dentales que pueden contener la menor cantidad de compuestos citotóxicos.<sup>9</sup>
  - ii. **Métodos de prueba barrera**, se utilizan para probar la capacidad de un material para disolver dentina y difundirse a través de los túbulos dentinarios.<sup>9</sup>
  - iii. **Las pruebas de difusión en agar**, probablemente, el método de pruebas de citotoxicidad más antiguo, el material de ensayo se incuba sobre una capa de agar que recubre un cultivo celular. Este método se utiliza para probar la citotoxicidad no específica de los componentes de un material.<sup>9</sup>
  - iv. **La prueba de difusión de filtro**, se utiliza con un filtro de acetato de celulosa que modifica la situación de contacto oral donde las células primarias se cultivan en un lado del filtro, y el material de ensayo se coloca en contacto con la superficie opuesta del filtro. Por lo tanto, cualquier sustancia debe difundirse a través de los poros del filtro, con un espesor de 0.45µm, para ejercer algún efecto citotóxico sobre las células.<sup>9</sup>
  - v. **Pruebas de barrera de la dentina**, para definir los factores que afectan la difusión a través de los túbulos dentinarios. Estos incluyen tamaño, densidad, longitud y diámetro de los túbulos, efecto de la temperatura, y medición de los efectos citotóxicos sobre las células pulpares. Ayudando así a identificar los componentes específicos de los materiales dentales que

pueden ser responsables de los efectos sobre la pulpa a través de la dentina. Ésta también puede ayudar a identificar compuestos que reprimen o intensifican el efecto citotóxico de una sustancia, mediante reducción o aumento de la permeabilidad de la dentina. <sup>9</sup>

- b. **Estudios *in vivo* de reacciones no específicas**, de los materiales utilizados en endodoncia son normalmente realizadas cuando el material de prueba es directamente inyectado o implantado en diversos tejidos, tales como el tejido subcutáneo conectivo, músculo o hueso de ratas, conejos, hámsteres, conejillos de indias o hurones. Después de la implantación del material de ensayo se hacen estudios histológicos. <sup>11</sup>
- c. **Estudios *in vivo* específicos**, de toxicidad involucran el uso del material utilizado para la terapia de conductos en animales, predominantemente perros o monos. En tales estudios, los conductos radiculares se llenan hasta la unión cemento-dentina o están demasiado llenas deliberadamente para determinar la reacción del tejido periapical. Debido a consideraciones éticas, estas pruebas se realiza con poca frecuencia en los seres humanos. <sup>11</sup>
- d. **Estudios clínicos controlados en humanos** son necesarios para determinar la biocompatibilidad a largo plazo de los materiales utilizados permanentemente en endodoncia. Hay que destacar que todos los estudios, sólo dan una aproximación estadística de la biocompatibilidad de un material oral o endodóncico. Así, los materiales valorados con una buena biocompatibilidad pueden causar reacciones adversas en un número de pacientes <sup>11</sup>

El método ideal para evaluar la biocompatibilidad es estudiar y hacer pruebas únicamente *in vivo* con seres humanos, lo cual es problemático debido a las consideraciones legales y éticas. Para proteger al ser humano, los ensayos

clínicos sólo puede llevarse a cabo con materiales de prueba y los que han superado con éxito las tres primeras fases. Los materiales deben ser monitoreados durante al menos un año, y se debe lograr una tasa de éxito del 90%. Si el 90% no tienen éxito durante este tiempo, el material de ensayo debe ser retirado del mercado.<sup>9</sup>

Las pruebas *ex vivo*; se refieren a un procedimiento médico en el que un órgano, células o el tejido se toman de un cuerpo vivo para el tratamiento o procedimiento, y luego se regresa al cuerpo vivo.

### 3. Irrigación y aspiración.

La irrigación complementada por la aspiración y la inundación, constituyen recursos físicos insuperables para remover los restos necróticos, microorganismos, y virutas dentinarias resultado de la instrumentación. Esto consiste en irrigar las paredes de los conductos radiculares con soluciones químicas, que al mismo tiempo, al ser sometidas a la aspiración promoverán la limpieza del espacio endodóncico; la limpieza no se debe a la naturaleza química de la solución, sino que se da principalmente por la mayor cantidad de solución utilizada. <sup>4</sup>

La irrigación y aspiración, tienen por objetivo principal:

- a. Eliminar restos pulpaes, sangre, virutas dentinarias y restos necrosados que pueden actuar como nichos bacterianos. En el caso de restos necróticos, estos pueden ser migrados al periápice y ocasionar agudizaciones en el periodonto.
- b. Disminuir la microbiota bacteriana, con la ayuda de sustancias antibacterianas para aumentar la desinfección de los conductos.
- c. Humedecer y lubricar para facilitar la acción de los instrumentos.
- d. Remover el barrillo dentinario <sup>4</sup>

La irrigación/ aspiración debe hacerse. <sup>4</sup>

- a. **Antes de la instrumentación:** en casos de dientes despulpados e infectados, donde la solución de irrigación que precede a la instrumentación, neutralizará parcialmente los productos tóxicos y restos orgánicos, antes de removerlos parcialmente. En dientes vitales después de remover la pulpa coronal, la irrigación con soluciones bactericidas en la cámara pulpar, posibilitan la penetración aséptica a los conductos radiculares.

- b. **Durante la instrumentación:** para mantener húmedas las paredes del conducto y facilitar la instrumentación.
- c. **Después de la instrumentación:** para remover detritos orgánicos, principalmente virutas de dentina resultantes del ensanchamiento y limado de los conductos radiculares, para evitar que se acumulen en el conducto o sobre los tejidos periapicales.<sup>4</sup>

### 3.1. Técnicas y dispositivos de irrigación.

Las soluciones irrigantes se deben llevar a la zona más apical del sistema de conductos radiculares y al mismo tiempo aspirar con una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos.<sup>7</sup>

A lo largo de la historia de la endodoncia, se han hecho esfuerzos para desarrollar el sistema de irrigación y agitación más eficaz para el riego del sistema de conductos radiculares. Estos sistemas se pueden dividir en dos categorías:<sup>2</sup>

- Técnicas de irrigación y agitación manual.
- Dispositivos de irrigación y agitación asistida por máquinas.<sup>2</sup>

La anatomía interna de los conductos radiculares dificulta la limpieza, especialmente en el tercio apical de la raíz, donde los túbulos dentinarios están dispuestos en menor número pero también presentan un diámetro menor en comparación con los tercios cervical y medio. Teniendo en cuenta lo anterior para que la irrigación sea lo más efectiva posible, la solución irrigadora debe alcanzar lo más profundamente posible al tercio apical.<sup>3</sup>

## 3.2. Técnicas de irrigación y aspiración manual.

### 3.2.1. Irrigación con jeringas y agujas.

La irrigación convencional con jeringas se ha defendido como un método eficiente de irrigación antes de la llegada de la activación ultrasónica pasiva. La técnica consiste en la dispersión de un irrigante en el sistema de conductos a través de agujas o cánulas de calibres variables, ya sea pasiva o con agitación. Esto último se consigue moviendo la aguja hacia arriba y hacia abajo en el espacio del conducto. Algunas de estas agujas están diseñadas para dispersar el irrigante a través de sus extremos más distales, mientras que otros están diseñados para depositar el irrigante lateralmente. Este último diseño ha sido propuesto para mejorar la activación hidrodinámica del irrigante y reducir la posibilidad de extrusión apical. Es fundamental que la aguja deba permanecer suelta dentro del conducto durante la irrigación, esto permite que el irrigante fluya y causa que más detritos sean desplazados coronalmente, evitando al mismo tiempo la infiltración inadvertida del irrigante a los tejidos periapicales. Una de las ventajas de la irrigación con jeringa es que permite el adecuado control de la profundidad de penetración de la aguja y el volumen del irrigante dentro del conducto. 2, 3, 4, 7, 8.

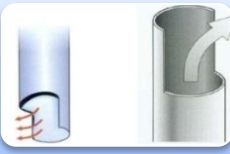
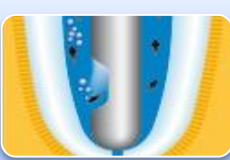


#### 3.2.1.1. Tipos de agujas utilizadas para irrigación.

En el mercado existen diferentes tipos de cánulas para irrigación manual, estas tienen calibres y longitudes diferentes (Fig. 1), esto para poder tener un mejor control de las soluciones y también prevenir la extrusión de las soluciones irrigantes a los tejidos periapicales. Durante la irrigación es necesario precurvar las agujas para que lleguen a la zona apical más profunda. 2, 3, 4, 7, 13,

Las agujas de mayor calibre permiten irrigar y reponer el líquido más rápidamente, una aguja de mayor diámetro no permite limpiar las áreas más

apicales y más estrechas del sistema de conductos radiculares. En todos los casos se debe evitar el enclavamiento o presión excesiva de las agujas en los conductos durante la irrigación sin posibilidad de reflujo, para prevenir la extrusión del irrigante en los espacios periapicales. En dientes con foramen apical abierto o cuando ya no hay constricción apical, se debe tener un cuidado especial para evitar la extrusión.<sup>14</sup>

Otro aspecto es la proximidad de la punta o salida de la aguja en el punto final apical de la preparación del conducto para permitir la proximidad directa del irrigante fresco con las paredes del conducto. Para esto tanto el tamaño de la aguja como el tamaño apical y la conicidad de la preparación desempeñan un papel para permitir el contacto de los irrigantes con zonas del conducto adyacentes.<sup>14</sup>

	<p><b>Agujas Monojet *</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fueron diseñadas para tener una salida lateral y permitir que el irrigante fluya desde su parte final hacia distal.</li> </ul>
	<p><b>Agujas Max I Probe ***</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño cerrado en su punta con una salida lateral o con varios orificios laterales para minimizar la extrusión del irrigante hacia los tejidos periapicales.</li> </ul>
	<p><b>Agujas Endo Eze ***</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son agujas metálicas finas y romas con un extremo antiobturante único. la punta presenta una abertura hacia un lado para irrigación lateral, evitando la extrusión de fluidos a través del apice.</li> <li>• Tiene longitudes de 25 mm calibres 30, 31 y 19mm calibres 18, 19,20,22 estas ultimas pueden utilizarse como canulas de aspiración.</li> </ul>
	<p><b>Agujas Navitip***</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son agujas muy parecidas a las endo eze</li> <li>• Se adaptan mejor a la anatomía de los conductos.</li> <li>• Se presentan en calibres 29 y 30 en longitudes de 17, 21, 25 y 27 mm</li> </ul>

<sup>1</sup>Figura 1 Tipos de agujas para irrigar.

<sup>1</sup> \*Textbook of Endodontics, Nisha Garg, Amit Garg \*\*<https://kerrdental.es>

\*\*\*<https://www.ultradent.com/en-us/Dental-Products-Supplies/TipsSyringes/Endodontic-Tips>

### 3.3. Técnica manual dinámica de irrigación.

Esta consiste en el movimiento suave de un cono de gutapercha bien ajustado hacia arriba y hacia abajo de 2 a 3 mm antes de la longitud real de trabajo dentro de un conducto instrumentado. Esto puede producir un efecto hidrodinámico eficaz y mejorar significativamente el desplazamiento del irrigante en el tercio apical del conducto. Estos movimientos se pueden realizar de igual manera con instrumentos pequeños o con la misma aguja de irrigación. <sup>2, 14</sup>

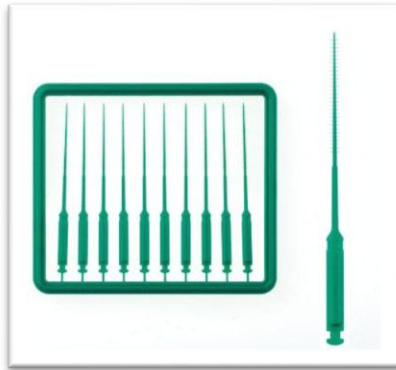
Es difícil para el irrigante llegar a la parte apical del conducto debido al llamado efecto de bloqueo de vapor. Investigaciones de Machtou en 1980 y Caron en 2007, y recientemente confirmado por McGill en 2008, demostraron que la técnica manual dinámica fue significativamente más eficaz que el sistema de irrigación de presiones alternadas RinsEndo (Dürr Dental). <sup>2,14</sup>

### 3.4. Técnicas de irrigación asistida por máquinas.

En la actualidad existen diversos tipos de sistemas auxiliares para irrigación.

**Canal Brush, de Coltene**, (fig. 2) es un micro cepillo endodóncico altamente flexible, está hecho totalmente de polipropileno y se puede utilizar manualmente con una acción rotatoria. Sin embargo, es más eficaz cuando está conectado a una pieza de mano con contra-ángulo a 600 rpm. Un informe reciente de Weise y cols., muestran que el uso del Canal Brush con un irrigante elimina los desechos de manera más efectiva de las extensiones del conducto e irregularidades. <sup>2</sup>





2

Figura 2 Canal Brush, Coltene.

**Quantec-E, de SybronEndo** (fig. 3), es una unidad de suministro de fluido auto-contenido que se adjunta al dispositivo. Utiliza una consola de bombeo, 2 embalses de riego, y la tubería para proporcionar una continua irrigación durante la instrumentación rotatoria. Idealmente, la agitación de irrigación continua durante la instrumentación rotatoria genera un aumento del volumen del irrigante, aumenta el tiempo de contacto de irrigación, y facilita una mayor profundidad de penetración del irrigante en el interior del conducto radicular.<sup>2</sup>



3

Figura 3. Quantec-E Endo System, Sybron Endo.

---

<sup>2</sup> [http://www.coltene.com/index\\_en.php](http://www.coltene.com/index_en.php)

<sup>3</sup> <https://www.dental-research.com>

### 3.5. Irrigación sónica

En 1985, Tronstad fue el primero en reportar el uso de instrumentos sónicos en endodoncia. Esta irrigación es diferente a la ultrasónica, ya que opera a una velocidad o frecuencia más baja de 1 a 6 kHz; genera mayor amplitud hacia atrás o hacia delante del movimiento de la punta, los patrones de oscilación también son diferentes a los de la ultrasónica; además el sónico presenta una oscilación de la lima puramente longitudinal. Este tipo de vibración ha demostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos, ya que produce una amplitud de desplazamiento. <sup>2</sup>

**Endo Activator, Dentsply** (Fig.4), es el dispositivo sónico más reciente. Consta de una pieza de mano portátil y 3 tipos de puntas de polímero desechables de diferentes tamaños. Estas puntas son fuertes y flexibles y no se rompen fácilmente. Son lisas, por lo que no se corta la dentina. Fue reportado que es hábil y capaz de limpiar con eficacia los conductos laterales, retira la capa de barrillo dentinario, y ayuda a desalojar más biofilm dentro de los conductos curvos de molares. <sup>2</sup>



4

Figura 4. Endo Activator, Dentsply.

---

<sup>4</sup> <http://www.tulsadentalspecialties.com/>

### 3.6. Irrigación ultrasónica.

Los dispositivos ultrasónicos ya se utilizaban en periodoncia antes que Richman introdujera el ultrasonido para endodoncia como medio de desbridamiento de conductos en 1957. En 1980, Martin y cols., diseñaron una unidad de ultrasonido que estuvo disponible comercialmente para su uso endodónico. En comparación con la energía sónica, los ultrasonidos producen frecuencias altas, pero amplitudes bajas. Las puntas están diseñadas para oscilar a frecuencias ultrasónicas de 25 a 30 kHz, que son más allá del límite de la percepción auditiva humana. Operan en una vibración transversal, creando un patrón característico de nodos y antinodos a lo largo de su longitud. (Fig. 5) <sup>2, 8</sup>

En la literatura se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica. El primer tipo es la combinación de la instrumentación y de riego simultánea. El segundo tipo, opera sin instrumentación simultánea. <sup>2</sup>

La Irrigación Ultrasónica Pasiva (IUP), introducida por primera vez por Weller y cols., describen un tipo de irrigación en donde no se involucra la instrumentación así como ningún contacto de las paredes dentinarias con la lima o instrumento utilizado. Se define como la activación del irrigante sin preparación simultánea de las paredes del conducto. Se piensa que favorece la eliminación y la disolución del tejido y puede hacerse con un inserto liso que evitará el daño de las paredes. Sin embargo todas las puntas generan calor que se transfiere por las paredes de la dentina y puede llegar a necrosar el hueso circundante si no se utiliza con un refrigerante. <sup>8, 14</sup>



5

Figura 5. Ultrasonido Marca: NSK.

### 3.7. Irrigación con presiones alternadas.

Otra manera de mejorar el acceso de la solución irrigante es la llamada irrigación con presión negativa, en la que el irrigante se aplica en la cámara de acceso y en el conducto radicular; se conecta una aguja muy fina conectada al dispositivo de succión de la unidad dental. El irrigante excesivo de la cavidad se desplaza hacia apical y se elimina por succión.<sup>1, 14</sup>

**Sistema EndoVac, Discus Dental** (Fig. 6), consiste de una punta de irrigación/evacuación unida a una jeringa que contiene el irrigante y al sistema de succión de la unidad dental; es un pequeño dispositivo donde se colocan la microcánula y la macrocánula. La macrocánula es de plástico con una punta abierta. La microcánula está fabricada en acero inoxidable y presenta 12 pequeños orificios colocados lateralmente con una punta cerrada. Las cánulas al ser colocadas en el conducto radicular, la presión negativa arrastra el irrigante colocado en la cámara pulpar hacia la punta de

<sup>5</sup> <http://www.promosadental.com>

la cánula colocada en el ápice del conducto y es retirada a través de los orificios de la microcánula. La microcánula puede ser utilizada a longitud de trabajo en conductos instrumentados a un calibre mínimo #35. Fue diseñado para evitar los riesgos de extrusión de irrigantes hacia los tejidos periapicales. La microcánula, posee una terminación sellada de manera esférica que es utilizada como guía, con 12 micro agujeros colocados radialmente en los últimos 0.7 mm. Los agujeros están diseñados para arrastrar al irrigante en los últimos 2 mm de la longitud de trabajo.<sup>2,14</sup>



Figura 6. Endo Vac SystemM, Discus Dental.

**Sistema RinsEndo, Dürer Dental Co.** (Fig.7), Dispositivo de irrigación de conductos radiculares que se basa en la tecnología de presión-succión. Con este sistema 65 ml de una solución irrigante oscila a una frecuencia de 1,6 Hz, se extrae de una jeringa conectada y se transporta al conducto a través de una cánula adaptada. Durante la fase de succión, la solución utilizada y el aire se extraen del conducto y automáticamente emerge solución fresca. Los ciclos de presión-succión cambian aproximadamente 100 veces por minuto.<sup>2,</sup>

14

---

<sup>6</sup> <http://www.ardental.com>

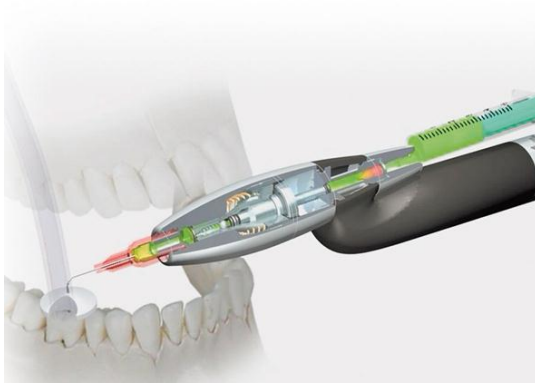


Figura 7. RinsEndo System, Dürr Dental.

---

<sup>7</sup> <http://www.duerrdental.com>

#### 4.Generalidades de los irrigantes.

En Endodoncia todas las sustancias químicas irrigantes que utilizamos deben contar con un mínimo de requisitos para que la limpieza y conformación en el tratamiento del sistema de conductos radiculares sea lo más efectivo. <sup>3</sup>

Machado menciona 7 propiedades básicas que deben tener los irrigantes: <sup>3</sup>

1. **HUMECTACIÓN:** es necesario que consiga dispersarse por toda la superficie. <sup>3</sup>
2. **BAJA TENSIÓN SUPERFICIAL:** en la medida que esta fuerza sea mayor, mayor será la unión de estas moléculas y mayor la dificultad del líquido a mezclarse con otras sustancias. La sangre en el tejido pulpar es un componente líquido con alta tensión superficial que necesita ser removido en su totalidad; por lo tanto esta propiedad está relacionada con las propiedades de penetración y contacto. <sup>3</sup>
3. **TENSOACTIVO:** capacidad de una sustancia para bajar la tensión superficial del sistema de conductos. En la cavidad pulpar existen componentes acuosos y lipídicos que necesitan ser homogeneizados. A mayor tensoactividad mayor será el poder de homogeneización. <sup>3</sup>
4. **POTENCIAL BACTERICIDA:** el sistema de conductos radiculares es un ambiente contaminado, la sustancia escogida debe presentar propiedades bactericidas y no bacteriostáticas con el fin de promover la eliminación de la mayor parte de las bacterias y no solo inactivarlas. <sup>3</sup>
5. **BIOCOMPATIBLE:** uno de los objetivos del tratamiento del sistema de conductos es la reparación de los tejidos periapicales para que el órgano dentario regrese a sus funciones normales. Es necesario que la región periapical del órgano dentario esté libre de cualquier agente irritante. <sup>3</sup>

6. **ACCIÓN LUBRICANTE:** toda acción de los instrumentos en las paredes del conducto lleva a un calentamiento debido a la fricción, y puede ser nocivo para los tejidos periapicales. La necesidad de ser lubricante ayuda a disminuir el calentamiento debido a la fricción. <sup>3</sup>
7. **EFERVESCENCIA:** la liberación de gases en un medio acuoso mantiene en suspensión la materia orgánica removida de los conductos, impidiendo que se deposite en las porciones más apicales.

3

Cohen también menciona que los irrigantes deben tener características que las describe como ideales en el uso endodóncico. <sup>14</sup>

1. Ser germicida y fungicida eficaz.
2. No irritar los tejidos periapicales.
3. Mantenerse estable en solución.
4. Tener efecto antimicrobiano prolongado.
5. Ser activo en presencia de sangre, suero y derivados proteicos del tejido.
6. Tener tensión superficial baja.
7. No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
8. No teñir la estructura dental.
9. Poder inactivarse en un medio de cultivo.
10. No inducir una respuesta inmune celular.
11. Eliminar completamente el barrillo dentinario y desinfectar la dentina subyacente y sus túbulos.
12. No ser antigénico, tóxico, ni carcinógeno para las células tisulares que rodean al diente.
13. No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
14. No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales obturadores.



15. Ser de aplicación práctica.
16. Ser relativamente económico.

Se sabe que ningún irrigante es el “ideal” ya que no hay uno que cuente con todas las características descritas; algunos de ellos cuentan con la mayoría pero a la fecha ninguno cuenta con todas. <sup>14</sup>

En la práctica clínica se utilizan diferentes sustancias químicas en el tratamiento del sistema de conductos para así poder cubrir todas las características antes mencionadas y tener el mejor éxito en la terapia.<sup>14</sup>

#### 4.1. Clasificación de los irrigantes.

Leonardo, clasifica los irrigantes en: <sup>4</sup>

**Compuestos halogenados:** soluciones de hipoclorito de sodio en concentraciones de 0.5% al 5.25%.

**Detergentes sintéticos:** Tween 80

**Quelantes:** soluciones de ácido Etilen diamino tetracético EDTA; Redta.

**Asociaciones:** RC Prep; Endo PTC; Glyde File Prep; Smear Clear.

**Otras soluciones de irrigación:** Agua destilada esterilizada; Agua de hidróxido de calcio; Peróxido de hidrogeno; Suero fisiológico y Solución de ácido cítrico, Solución de Gluconato de Clorhexidina al 2%.

Uno de los puntos importantes que debemos tomar en cuenta en relación a las soluciones irrigantes es al respecto de sus propiedades biológicas. La reparación de los tejidos periapicales depende esencialmente de la eliminación de los microorganismos, utilización de sustancias que sean biológicamente compatibles y el mantenimiento de la integridad de la región periapical. <sup>3</sup>

Aunque la terapia de conductos se limita al interior del conducto radicular, las soluciones o medicamentos utilizados pueden entrar en contacto con los tejidos de la región periapical y, en consecuencia, causar lesiones de diferentes grados de intensidad. <sup>3</sup>

#### 4.1.1. Hipoclorito de sodio.

Fue introducido durante la primera guerra mundial por Dakin en una solución al 0.5% para el lavado de heridas. <sup>14</sup>

El líquido de Dakin es una solución diluida de hipoclorito de sodio con 5 g de cloro libre por cada 100 ml de producto. <sup>4</sup>

Años más tarde, Taylor y Austin demostraron que esa solución tenía acción solvente sobre los tejidos necróticos. <sup>4</sup>

Antoniuzzi, en 1973 evaluó algunas sustancias ocupadas durante la terapia de conductos y concluyó que el líquido de Dakin fue extremadamente eficaz en su acción antimicrobiana. <sup>4</sup>

Hans y cols., en 1978 evaluaron la acción de la dilución del hipoclorito de sodio sobre los tejidos necróticos y concluyeron que la solución al 5.25% fue más eficaz como solvente tisular, que las soluciones diluidas al 0.5%, 1% y 2.5%, y en 1982 Moorer y Weslink lo corroboraron. <sup>4</sup>

Es la sustancia química más utilizada en Endodoncia para la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares. Tiene potente acción antibacteriana contra esporas, hongos y virus superior a otros desinfectantes utilizados en la desinfección del sistema de conductos radiculares. Comercialmente el hipoclorito de sodio se encuentra en concentraciones entre 5.25% y 6%, tiene un pH alcalino entre 11 a 12 y es hipertónico (Fig.8).

Al ser utilizado en medio acuoso, el hipoclorito de sodio se disocia en hidróxido de sodio y ácido hipocloroso que es la parte activa responsable de la inactivación bacteriana por liberación de gas cloro; el ácido hipocloroso también actúa sobre ácidos grasos, transformándolos en jabones solubles. La disociación del ácido hipocloroso lleva a la formación de ácido clorhídrico liberando oxígeno nascente, este provoca efervescencia que arrastra los restos hacia la superficie, por esta misma efervescencia tiene una acción blanqueadora; además rompe la membrana bacteriana, captando agua de su citoplasma, llevándolo a la muerte. <sup>3, 4, 11</sup>

La eficacia antibacteriana también aumenta a concentraciones elevadas. Harrison y cols., encontraron la misma eficacia antibacteriana para soluciones a concentración de 5.25% que a 2.62%; la solución de hipoclorito de sodio no es capaz de eliminar todas las bacterias del interior del conducto por lo que deben complementarse con otros agentes químicos que eliminen la capa residual e incrementen su eficacia antibacteriana. <sup>7</sup>

Clarkson & Mopule, en 1998, hicieron consideraciones sobre la solución de hipoclorito de sodio, sobre su almacenaje y su manipulación: la estabilidad de las soluciones de hipoclorito de sodio se reduce por su exposición a la luz durante la apertura del recipiente, por el aumento de la temperatura y por la concentración; así que debe ser almacenada en un recipiente oscuro y en lugar fresco; se realiza la solución cada vez que se deba utilizar en la terapia de conductos. <sup>4</sup>



8

Figura 8. Hipoclorito de sodio comercial.

#### 4.1.1.1. Complicaciones en el uso de hipoclorito de sodio.

Se ha demostrado que el hipoclorito de sodio tiene efecto tóxico en los tejidos vivos, como: hemólisis, ulceración en la piel o hasta necrosis; esto debido a su pH que causa lesiones sobre todo por oxidación de proteínas. Es un agente no específico cuya función no se limita a disolver los tejidos necróticos si no también es citotóxico a las células excepto las células queratinizadas. También causa inhibición de la migración de neutrófilos y daño celular en células epiteliales y fibroblastos, causa quemaduras químicas y destrucción de hueso y debilidad en los nervios faciales.<sup>15</sup>

Existen accidentes por el mal manejo del hipoclorito de sodio, las principales son:

- a. Manchas o decoloración en la ropa del paciente o del operador,** causadas cuando caen o salpican gotas de esta solución ya que el hipoclorito de sodio es blanqueador casero; se puede evitar protegiendo al paciente.<sup>4, 16</sup>

---

<sup>8</sup> [www.redmart.com](http://www.redmart.com)

**b. Daños en el ojo del paciente o del operador.** Cuando la solución llega al ojo inmediatamente ocasiona dolor intenso, lagrimeo, ardor y eritema así como pérdida de células epiteliales de la córnea. <sup>4, 15</sup>

**c. Reacción alérgica.** Se han reportado pocos casos en este sentido, las reacciones varían desde una sensación de ardor, hasta dolor intenso, sensación quemante, hematoma, inflamación de mejilla o labios, equimosis, y hemorragia vía conducto. <sup>4,15</sup>

**d. Inyección accidental de solución de hipoclorito de sodio en tejidos periapicales.** (Tabla 1 y Tabla 2) Las lesiones en los tejidos vivos causadas por hipoclorito de sodio son debido a su pH de 11 a 12 que causa lesiones por oxidación de proteínas. <sup>4, 15</sup>

4.1.1.2.Causas de la inyección accidental de hipoclorito de sodio hacia los tejidos periapicales.

Algunos de los factores que pueden contribuir para que esto suceda son: 1) cuando existen conductos radiculares con foramen apical amplio o no está bien formado, 2) reabsorción apical, 3) perforación apical ocasionada por mala instrumentación, 4) conductos accesorios amplios no identificados, en estos casos permiten la salida de gran volumen de la solución hacia la región periapical, adicionalmente a esto, 5) cuando hay mucha presión en la jeringa en el momento de la irrigación y no se deja una salida coronal, resulta en la extrusión de grandes volúmenes de la solución a los tejidos periapicales, 6) cuando la longitud de trabajo no respeta el límite CDC, cuando hay una violación de la constricción apical, cuando no se trabaja a la longitud adecuada. Si esto sucede, la capacidad del hipoclorito de sodio de disolver tejidos ocasionará necrosis de los mismos. <sup>4, 15</sup>

**Interrupción de la constricción apical en la extrusión periapical.** En la práctica clínica, puede haber casos en los que se carece de una adecuada

constricción apical; puede ser porque no se han formado los ápices o puede ser que los ápices se hayan reabsorbido como resultado de una lesión periapical de largo tiempo. Además, la constricción apical puede ser interrumpida iatrogénica o intencionalmente por el operador. Un estudio ha indicado que la transportación apical puede producirse incluso después del uso de una lima # 10. La transportación apical puede estar asociada con la interrupción de la constricción apical debido a las fuerzas alrededor de la curva exterior de la lima. La falta de una constricción apical puede producir un aumento de la extrusión apical durante el tratamiento de conductos. <sup>16</sup>

**El tamaño y tipo de la punta de la aguja, la distancia de la punta de la aguja al ápice.** (Fig. 1) Los irrigantes generalmente se llevan al conducto con agujas de uso endodónico con calibres 30 o 27. La técnica es colocar la aguja en el conducto justo antes de llegar al ápice. La dificultad con esta técnica es que la profundidad de penetración de la aguja depende del tamaño y la morfología de cada conducto. El riego de los irrigantes a la longitud de trabajo a menudo no se logra con esta técnica. Si no se realiza la presión adecuada, la solución no puede alcanzar la longitud de trabajo. Si se usa demasiada presión, se corre el riesgo de forzar los irrigantes más allá de la terminación apical del conducto y puede dar paso a la extrusión excesiva y producir daño en los tejidos, dolor e inflamación. Dentro de las recomendaciones para la irrigación incluyen no forzar la aguja, no colocarla a la longitud de trabajo y el empuje suave del irrigante para evitar la extrusión al periápice. <sup>17</sup>

**El uso de nuevos dispositivos de irrigación.** Recientemente, con su creciente popularidad, la activación ultrasónica pasiva de instrumentos de endodoncia se ha sugerido como un medio para mejorar el desbridamiento, la desinfección, y el sellado del conducto. Sin embargo, si la IUP como un método de irrigación eficaz provoca extrusión apical del irrigante sigue siendo desconocido. <sup>17</sup>

Iriboz y cols., en 2015, realizaron un estudio con el propósito de comparar la extrusión apical de hipoclorito de sodio; este fue llevado con una aguja de calibre 27, sistema EndoVac, SAF, y la irrigación ultrasónica pasiva; durante la instrumentación y la irrigación final de dientes de un conducto único. Los autores llegaron a la conclusión de que la irrigación con presión negativa fue controlada y un método eficaz de irrigación en el tercio apical del sistema de conductos. Los resultados también son consistentes con otras investigaciones, que mostraron que la irrigación con presión positiva puede forzar a los irrigantes a los tejidos periapicales. <sup>17</sup>

#### 4.1.1.3. Complicaciones de la inyección accidental de solución de hipoclorito de sodio a los tejidos periapicales.

En la literatura algunos autores han reportado varios casos de extrusión e infiltración de hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones que van del 5.25% al 1%, hacia los tejidos periapicales; en todos los casos los síntomas que se presentaron fueron muy parecidos variando solamente en la severidad y el tiempo de remisión. (Tablas 1 y 2) <sup>4, 18</sup>

Hülsmann y cols., citan varios casos descritos en la literatura, como el caso reportado por Becker y cols en 1974, donde, durante la irrigación con hipoclorito de sodio accidentalmente se extruye por el ápice de un canino superior, generando reacción inmediata con dolor extremo, después de unos segundos la mejilla y el labio superior mostraron signos de hematoma, equimosis abajo del hueso cigomático derecho y hemorragia profusa por el conducto radicular; se aplicaron al paciente continuamente compresas frías para aliviar el dolor y la sensación de quemazón; se prescribió antibioticoterapia y analgésico, el conducto radicular se dejó abierto para así tener una vía de drenaje, la inflamación aumentó en los siguientes días y el dolor desapareció. Un mes después, el paciente regresó a la normalidad y hasta esa fecha se terminó el tratamiento de conductos. <sup>19</sup>

Citan también el caso descrito por Grob en 1984 de un lateral superior donde se había hecho una perforación iatrogénica, al irrigar se extruye por ésta la solución de hipoclorito de sodio, causando dolor leve espontaneo seguido por inflamación de la mejilla, al cabo de 8 días se había formado un absceso, probablemente porque el material infectado del conducto radicular se esparció a los tejidos periapicales, este caso se trató quirúrgicamente y se encontraron grandes cantidades de exudado purulento y tejido necrótico, 4 años más tarde la paciente reportaba hiperestesia y sensibilidad severa a temperaturas frías. <sup>19</sup>

Reeh & Messer en 1989 describen el caso de extrusión de hipoclorito de sodio en un central superior donde hubo eritema en la zona infraorbital, seguido por fístula y parestesia del ala de la nariz que se prolongó alrededor de 15 meses. <sup>19</sup>

Sabala y Powell en 1989, reportan el caso de un segundo premolar superior, donde se trató al paciente con antibióticos, se terminó el tratamiento esa misma cita para evitar una infección secundaria y se realizó un drenaje quirúrgico, y al cabo de 9 días la sintomatología cedió.

Gatot y cols en 1991, reportaron el caso de un central superior que posterior a la extrusión presentó edema que se extendió del labio hasta el ojo; se le administró penicilina e hidrocortisona intravenosa, y 36 hrs. después la equimosis bajo la órbita derecha era grande y difusa sobre el labio superior, así como necrosis epitelial. Esta situación se trató quirúrgicamente eliminando grandes cantidades de tejido necrótico, se logró la curación al cabo de dos semanas dejando una extensa cicatriz por la mejilla y parestesia del nervio infraorbital. <sup>19</sup>



Sintomatología clínica y terapia después de la extrusión de hipoclorito en los tejidos periapicales	
SINTOMATOLOGÍA	TERAPIA
Dolor severo inmediato	Informar al paciente de lo sucedido y las posibles complicaciones
Edema inmediato de tejidos blandos vecinos.	Para control del dolor: anestesia local o analgesia
Posible extensión del edema sobre la mitad de la cara, labio superior y región infraorbital.	En casos severos referir al hospital
Hemorragia en el conducto radicular	Compresas frías en la zona para reducir la inflamación.
Equimosis	Después de un día: compresas y enjuagues bucales tibios, para estimular la circulación sistémica local.
Sabor a cloro e irritación de la garganta después de la inyección en los senos paranasales	Llamadas diarias de control.
Posible infección secundaria	La antibioticoterapia solo será necesaria en casos de alto riesgo o evidencia de infección secundaria.
Anestesia reversible o posible parestesia	Terminar la terapia de conductos con solución salina o clorhexidina como irrigantes
Necrosis	

Tabla 1. Sintomatología clínica y terapia después de la extrusión de hipoclorito de sodio en los tejidos periapicales.<sup>9</sup>

Los mismos autores describen casos de extrusión en dientes mandibulares; en donde Becking en 1991 describe el caso de un segundo molar inferior y en un segundo premolar inferior donde accidentalmente se extruye hipoclorito de sodio hacia los tejidos periapicales, resultando en ambos casos anestesia del nervio mentoniano, inflamación progresiva de la mandíbula extendiéndose hacia el cuello y necrosis de la mucosa, en ambos casos se prescribió antibióticos y analgésico; en el primer caso después de 5 días la inflamación disminuyó y al cabo de 10 días la parestesia se resolvió, la necrosis de la mucosa se resolvió después de 2 meses; en el segundo caso el dolor y la inflamación se resolvieron al mes y la anestesia se volvió hiperestesia que se resolvió lentamente.<sup>4, 19</sup>

<sup>9</sup> Hülsman & Hahn, Complications during root canal Irrigation- literature review and case reports. Int Endod J, 33,186-193,2000

Se reportaron también dos casos donde la solución de hipoclorito de sodio se depositó en el seno maxilar por medio de la raíz palatina de un primer molar, y de igual manera por medio de la raíz palatina de un segundo molar; el primer caso por Ehrich en 1993, no reportó síntomas aparentes, únicamente sabor a cloro, y en este caso se lavó el seno con suero fisiológico a través de la misma raíz y el agua pasó a la faringe sin tener ninguna complicación ni síntomas. El segundo caso por Kavanagh y Taylor en 1998, reportó que el paciente tenía dolor severo en la mitad de la cara e inflamación, para resolverlo se drenó quirúrgicamente el seno y al cabo de tres semanas desaparecieron los síntomas; quedando solo el primer premolar con sensibilidad y dolor por lo cual se extrajo y con esta decisión se resolvió todo el caso. <sup>19</sup>

---

**Complicaciones maxilares y mandibulares al inyectar solución de hipoclorito de sodio. (Figs. 9 a, b, c, d, e y 10)**

<b>Maxilar</b>	<b>Mandibular</b>
Inflamación de la mejilla	Inflamación de la región mandibular que se extiende hacia el cuello
Dolor intenso inmediato	Necrosis de tejidos blandos
Necrosis de tejidos blandos	Hematoma
Sensación de quemazón	Parestesia del nervio mentoniano
Hematoma	
Equimosis	
Hemorragia por el conducto radicular	
Parestesia	
Inflamación del labio que se extiende a la región del ojo.	

---

Tabla 2. Complicaciones maxilares y mandibulares al inyectar solución de hipoclorito de sodio. <sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Hülsman & Hahn, Complications during root canal Irrigation- literature review and case reports. Int Endod J, 33,186-193,2000



11

Figura 9 a. Síntomas clínicos inmediatos a la extrusión de hipoclorito de sodio.



Figura 9 b. Síntomas a los 3 días después de la extrusión de hipoclorito de sodio.



Figura 9 c. Vista facial a los 10 días de la extrusión de hipoclorito de sodio.



Figura 9 d. Foto intraoral mostrando fistula y absceso relacionado a la extrusión.

---

<sup>11</sup> Figs. 9 a, b, c, d, e. de Sermeño RF, y col. Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Jul 2009; 108(1):e46-9



Figura 9 e. Resolución del caso al mes de la extrusión de hipoclorito de sodio.



12

Figura 10. Equimosis intraoral, extendiéndose a la mejilla provocada por la extrusión de hipoclorito de sodio.

---

<sup>12</sup> Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J.* May 2000; 33(3):186-93.

#### 4.1.1.4.Citotoxicidad.

En 1970, Yarrington estudió la cantidad mínima de hipoclorito de sodio de uso doméstico para causar una quemadura cáustica en el esófago de un perro, encontró que esta era 10 ml durante un período de 5 minutos. Los resultados de este estudio sugieren que aunque el tiempo de contacto con el hipoclorito de sodio sea mínimo, no tiene el mismo efecto desfavorable sobre la superficie de la mucosa como es evidente cuando se introduce intersticialmente. <sup>11</sup>

Pashley y cols., en 1895 demostraron la citotoxicidad del hipoclorito de sodio, utilizando tres modelos biológicos independientes. Encontraron que en una concentración tan baja como 1:1000 v/v en solución salina de hipoclorito de sodio puede causar hemólisis completa de las células rojas de la sangre *in vitro*. Como la solución utilizada en este estudio fue isotónica y por lo tanto excluye un gradiente de presión osmótica, la hemólisis observada y la pérdida de proteína celular se debió a los efectos oxidantes del hipoclorito de sodio en la membrana celular. El hipoclorito de sodio sin diluir y a una dilución 1:10 v/v produjo de moderada a severa irritación en los ojos de conejos, mientras que las inyecciones intradérmicas sin diluir, y a diluciones de 1:2, 1:4, 1:10 v/v causan úlceras en la piel. En 1988, Kozol y cols., demostraron que la solución Dakin es perjudicial para la quimiotaxis de neutrófilos y tóxica para fibroblastos y células endoteliales. <sup>11</sup>

En 2012 Frank M. Kerbl y cols., realizan un estudio *ex vivo* sobre los efectos físicos del hipoclorito de sodio en hueso. En la literatura se reportan los efectos tóxicos del hipoclorito en los tejidos, los cambios sistémicos que pueden ocurrir y el tratamiento que se aplicó en tales casos, pero sobre los cambios físicos e histológicos en el hueso después de la inyección de hipoclorito de sodio se sabe poco ya que nadie ha investigado a fondo. Ellos hacen un estudio en 4 fémures de perro, cortaron 12 secciones de 4 mm.

Cada uno fue cortado en bloques de 20 mm, les inyectaron 0.5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, figurando que esa es la cantidad que se puede extraer. Sus resultados fueron que el hueso mostraba degradación de la matriz orgánica. El hipoclorito de sodio causó graves cambios en la estructura esponjosa del hueso, dejando cráteres estructurales con aparente desmineralización; mientras que el hueso cortical es mínimamente afectado. El hueso esponjoso después de la inyección de hipoclorito de sodio es menos denso, con una arquitectura que se muestra disuelta y rota. El daño principal es a las células, debido a que son dependientes sobre el medio ambiente fluido específico en el que se encuentran, y el hipoclorito cambia ese medio, causando necrosis celular y apoptosis. La matriz dañada puede convertirse entonces en un medio de infección. El hueso trabecular fue dañado por los efectos tóxicos del hipoclorito de sodio. <sup>15</sup>

#### 4.1.2.Detergentes sintéticos.

Durante la 2ª. Guerra Mundial, los marinos norteamericanos necesitaban grandes cantidades de un agente de limpieza, que actuara satisfactoriamente en el agua de mar (agua dura, por ser rica en sales), a falta de materia prima para fabricar jabón y por los grandes inconvenientes del jabón común, trataron de buscar una solución que tuviera las propiedades detergentes del jabón. <sup>4</sup>

Los detergentes sintéticos son sustancias cuya característica principal es formar un puente de enlace entre el agua y los lípidos. Están compuestas por moléculas bipolares, en el que por un lado tienen afinidad por el agua y por el otro por los lípidos. <sup>4</sup>

Son sustancias parecidas al jabón, que ayudan a bajar la tensión superficial de los líquidos. Realizan la acción de limpieza, penetran más profundo en los túbulos dentinarios, conductos laterales, colaterales, secundarios o accesorios. Se combinan con los residuos orgánicos, barrillo dentinario y

bacterias que se encuentran en el interior del sistema de conductos; los atraen hacia la superficie o los mantienen en suspensión y se remueven gracias a la aspiración. <sup>4</sup>

Los detergentes actúan como lubricantes, humectantes, formación de espuma, emulsificantes, dispersantes, diseminantes, solubilizantes y, como ya se mencionó, reducen la tensión superficial de los sustratos. <sup>4</sup>

Los lípidos, fijan los residuos a la superficie de los tejidos, en capas; los detergentes al reducir la tensión superficial entre el agua y las grasas, mojan y desprenden esa capa formada que finalmente se emulsiona con el agua y el jabón. Este agente presenta varias desventajas; en presencia de soluciones acuosas ácidas o neutras, o en presencia de iones calcio el jabón se precipita y forma grumos grasos insolubles en agua.<sup>4</sup>

Dependiendo de la polaridad de la molécula del detergente ésta se puede clasificar en aniónica, catiónica o neutra. <sup>4</sup>

Los detergentes aniónicos como el lauril-éter sulfato de sodio, presentan óptima compatibilidad con los tejidos periapicales, pero no poseen ningún efecto antiséptico. En cambio los catiónicos, como el Cetavlon, tiene amplia capacidad antiséptica, siendo muy utilizada en los jabones para manos, por lo mismo presentan un grado elevado de agresión para los tejidos periapicales.<sup>4</sup>

La efectividad de los detergentes aumenta con el calentamiento, con la agitación mecánica aumenta la acción detergente, mejorando el contacto del detergente con las paredes del conducto. La concentración también interfiere en la efectividad del detergente; cuanto más concentrado sea con el contacto del agua se revierte en moléculas de detergente, continuando su acción.<sup>4</sup>

Por lo tanto, como en el caso del hipoclorito de sodio, se debe evitar la inyección de estas sustancias, muy cerca de la longitud de trabajo, a fin de evitar embolias en el tercio apical. <sup>4</sup>

#### 4.1.3. Agentes quelantes.

Sustancias ácidas que sustraen iones calcio de la dentina, con lo que la reblandecen y favorecen la limpieza de las paredes y la instrumentación. <sup>7</sup>

Se les denomina quelantes a las sustancias que tienen la propiedad de fijar iones metálicos de un determinado complejo molecular. Presentan en la extremidad de sus moléculas, radicales libres que se unen a los iones metálicos, esas sustancias roban los iones metálicos del complejo molecular que se encuentran entrelazados, fijándolos por una unión coordinada que se le denomina quelación. <sup>4, 8, 14</sup>

La quelación es un fenómeno físico químico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de los que participan, sin constituir una unión química con la sustancia quelante sino una combinación. Este proceso se repite hasta que se agota la acción quelante, y no se realiza por el mecanismo clásico de disolución. <sup>4</sup>

La dentina es un complejo molecular cuya composición de iones calcio ocupan un lugar predominante. La hidroxiapatita, constituye la materia inorgánica de la dentina; por otra parte la dentina también contiene iones metálicos de Cu, Zn y Sr. Aplicando un quelante sobre una superficie dentinaria, esta quedará desprovista de iones calcio, ocasionando mayor facilidad para su desintegración. <sup>4</sup>

No todos los quelantes fijan cualquier ion metálico, hay una cierta especificidad para determinados iones, que pueden ser secuestrados sin que el quelante actúe sobre otros iones presentes en un determinado complejo molecular. <sup>4,13</sup>



#### 4.1.3.1. Ácido etilen diamino tetracético. (EDTA)

Es un agente quelante de iones divalentes que se utiliza en la preparación del sistema de conductos radiculares. Es un ácido orgánico tetracarboxílico derivado del etano por aminación de sus dos grupos metilo y posterior diacetilación de cada uno de sus grupos amino. La principal propiedad química del EDTA es su capacidad para actuar como agente quelante de iones metálicos (Fig. 11).<sup>25</sup>

El EDTA fue introducido como solución irrigadora en 1957 por Nygaard-Otsby, aunque inicialmente el efecto buscado era reblandecer la dentina y favorecer el tratamiento de conductos estrechos y calcificados. Utilizó la sal disódica del EDTA, con alta capacidad de formar compuestos no iónicos y soluble con gran número de iones calcio. La solución sugerida por Otsby fue de EDTA al 15% y con un pH de 7.3.<sup>7, 13</sup>

Años más tarde, se le añadió un detergente con el fin de aumentar la limpieza y el potencial bactericida de la solución de EDTA, a la nueva composición se le conoce como EDTAC. Se produce cuando el EDTA se mezcla con 0.84 g de un compuesto de amonio cuaternario. Esta adición pretende reducir la tensión superficial de la solución irrigadora, lo que facilita la humectación de las paredes del conducto aumentando así la capacidad de los quelantes para penetrar en la dentina.<sup>13</sup>

Otsby, utilizó el principio de un producto de solubilidad constante para explicar la desmineralización del tejido duro dental por el EDTA y su sal de sodio. Se establece un equilibrio entre la solución saturada de sal y el precipitado consolidado, porque los iones del precipitado constantemente entran en solución al mismo tiempo, los iones de la solución se precipitan en forma de sólidos. La concentración de la sal permanece constante, y por lo tanto el producto de las concentraciones de los iones en solución a una temperatura dada permanecen estables.<sup>13</sup>

Sustancias incluso lipofóbicas como la dentina, los componentes minerales de los cuales son principalmente de fosfato y calcio, son solubles en agua. Cuando la sal disódica de EDTA se añade a este equilibrio, los iones de calcio se eliminan de la solución. Esto conduce a la disolución de otros iones a partir de la dentina de manera que el producto de solubilidad se mantiene constante. Por lo tanto, los quelantes causan descalcificación de la dentina.

13

El EDTA en su forma pura tiene una tensión superficial menor que el hipoclorito de sodio, solución salina o agua destilada. Además, el EDTAC tiene un efecto antimicrobiano mayor que el EDTA, aunque también provoca mayores reacciones inflamatorias en los tejidos blandos. <sup>13</sup>



13

Figura 11. EDTA

#### 4.1.3.2. Asociaciones del EDTA.

Actualmente se realizan investigaciones sobre diversas formas de asociación, que puedan reunir las mejores propiedades que las soluciones de irrigación ofrecen. Esto es porque no se tiene todavía una sustancia que por sí sola, por medio de la preparación biomecánica, pueda ofrecernos en

---

<sup>13</sup> <http://eufar.com>

una única sesión, las mejores condiciones bacteriológicas para el tratamiento del sistema de conductos.<sup>4</sup>

#### 4.1.3.2.1. Asociación de quelantes con detergentes.

a. **REDTA.** (Fig. 12) En 1959, Hill aconsejó la asociación del EDTA con un detergente catiónico, derivado del amonio cuaternario el Cetavlon. Además de aumentar el poder bactericida de la solución, el Cetavlon permite que el producto se difunda más y acelera el fenómeno de quelación. Este producto produce la mejor limpieza de las paredes dentinarias, removiendo la capa grasosa superficial, sin que se observe ningún resto orgánico después de la instrumentación, complementada con la irrigación. Su formulación es: <sup>4</sup>

Ácido etilen diamino tetracético. 17ml.

Bromuro dicetiltrimetilamonio (Cetavlon)0.84 ml

Hidróxido de sodio9.25 ml

Agua destilada 100 ml <sup>4</sup>



14

Figura 12. REDTA.

---

<sup>14</sup> www.sdpt.net

#### 4.1.3.2.2. Asociación de EDTA en vehículo cremoso.

Inicialmente los quelantes se usaban como líquidos irrigantes durante el trabajo biomecánico en la preparación del sistema de conductos. En 1961, Stewart y cols., presentan RC-Prep. La eficacia de los preparados EDTA líquidos y de tipo pasta en el ablandamiento de la dentina radicular han sido un punto de controversia, los preparados quelantes se han defendido como complemento para la preparación del conducto radicular, especialmente en conductos radiculares estrechos y calcificados, y para eliminar la capa de barrillo dentinario. Recientemente han ganado popularidad los quelantes de tipo pasta como lubricante durante la preparación del sistema de conductos, para reducir el riesgo de fractura de instrumentos especialmente rotatorios.<sup>13</sup>

- a. **RC-PREP.** (fig. 13) En 1961, Stewart y cols., introducen el peróxido de urea (bactericida) en una base de glicerina anhídrida (Glyoxide), como auxiliar para la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares. El peróxido de urea tiene la ventaja de actuar como lubricante por su base de glicerina.<sup>4</sup>

Con la aplicación clínica de la sal disódica de EDTA, el peróxido de urea y el EDTA asociados pueden ofrecer las ventajas de cada uno de ellos, proporcionando una rápida y completa preparación biomecánica, dando paso al RC-PREP.<sup>4</sup>

Comprobaron que la mejor y más estable asociación fue la que se preparó triturando el polvo de EDTA en peróxido de urea, homogenizado en una base de polietilenglicol (Carbowax). Esta sustancia, de consistencia cremosa, además de servir como vehículo, presenta otras propiedades deseables: es totalmente soluble en agua, sufre licuefacción a temperatura corporal, es más resistente y estable; actúa en el conducto como lubricante para los instrumentos. Su fórmula es:

EDTA15%

Peróxido de urea10%

Carbowax como base. 4, 25



15

Figura 13. RC PREP

- b. **ENDO-PTC.** (fig. 14) En 1973, Paiva y Antoniazzi propusieron el uso de una crema compuesta por asociación de peróxido de urea, Tween 80 (detergente aniónico) y Carbowax, neutralizado con líquido de Dakin, seguido de irrigación y aspiración final con detergente aniónico y Furacin. Paiva en 1974, mostró que esta asociación provocaba retraso en el proceso de cicatrización. <sup>4</sup>

---

<sup>15</sup> [www.endo-tech.com](http://www.endo-tech.com)



16

Figura 14. Endo PTC

- c. **Glyde File.** (fig. 15) Es un agente quelante que contiene EDTA en gel y un agente oxidante, el peróxido de carbamida, mezclados en una base hidrosoluble. Además, usado en combinación con el hipoclorito de sodio, el peróxido de carbamida produce una reacción efervescente que favorece la eliminación de todos los residuos en dirección coronal. Su consistencia en gel que se adhiere a la lima endodóncica y hace que la instrumentación del conducto sea más fácil. El efecto de efervescencia, ayuda a eliminar los restos de pulpa y dentina rápidamente. El resultado es la limpieza de los túbulos dentinarios y de conductos laterales. <sup>4, 21</sup>

---

<sup>16</sup> <http://www.dentaltanaka.com.br>



17

Figura 15. Glyde.

#### 4.1.3.2.3. Citotoxicidad

Koulaouzidou y cols., en 1999, evaluaron los efectos citotóxicos de diferentes concentraciones de EDTA neutro y alcalino utilizando una línea celular de fibroblastos de piel de ratón. Tanto el EDTA neutro como alcalino mostraron de moderada a severa citotoxicidad de forma dependiente a la concentración. Además, se ha demostrado que el EDTA inhibe la capacidad del sustrato de adherencia de los macrófagos, así como la unión de péptido a membranas de macrófagos *in vitro*. Estos resultados sugieren que la extrusión de EDTA a tejidos periapicales durante la preparación del sistema de conductos puede inhibir la función de los macrófagos, y por lo tanto altera la respuesta inflamatoria en lesiones periapicales.<sup>11</sup>

Patterson en 1963, reportó daños mínimos en los tejidos después de la exposición a 0,03% de EDTA. Sin embargo, la inflamación aumentó a medida que la concentración de EDTA aumenta. Por otro lado, Segura y cols., en 1997 informaron que las concentraciones de EDTA menores a las utilizadas en endodoncia disminuyeron la capacidad del sustrato de adherencia de los macrófagos *in vitro* de manera significativa. Por lo tanto, la

---

<sup>17</sup> <https://www.dentsply.co.uk>

extrusión de EDTA a tejidos periapicales durante la preparación del conducto radicular puede inhibir la función de los macrófagos y reducir la reacción inflamatoria periapical. <sup>22</sup>

#### 4.1.3.3. Ácido cítrico.

Ácido orgánico, sólido muy soluble en agua que, cuando se aplica a los tejidos duros, provoca su desmineralización. Se emplea en concentraciones variables entre 10 al 50%, presenta acción removedora de barrillo dentinario y desinfecta en forma proporcional a la concentración utilizada. <sup>23</sup>

Es una de las sustancias químicas más agresivas a la región periapical, por ser un ácido y por su acción desmineralizadora de la dentina. Posee un pH ácido, actúa como agente quelante sobre la dentina. Fue utilizado por Wayman y cols., en 1979 como solución irrigadora del sistema de conductos radiculares (fig.16). <sup>3</sup>

Este ácido es una sustancia irrigante clasificada como un quelante que por su bajo pH reacciona con los iones metálicos de los cristales de hidroxiapatita para producir un quelato metálico que reacciona con las terminaciones del agente quelante al remover los iones de calcio de la dentina formando un anillo. La dentina se reblandece cambiando las características de solubilidad y permeabilidad del tejido especialmente la dentina peritubular rica en hidroxiapatita, incrementando el diámetro de los túbulos dentinarios expuestos. El quelante también tiene gran afinidad por los álcalis ferrosos de la estructura dental, además éste se encuentra naturalmente en el cuerpo, lo cual lo hace biológicamente más aceptable que otros ácidos. <sup>14,</sup>

Se puede pensar que el ácido cítrico posee habilidad antimicrobiana o ayuda a esta, debido a su capacidad de remoción de la capa de barrillo dentinario por medio de descalcificación. Sin embargo, el ácido cítrico no es una



sustancia químicamente activa que posea efecto antimicrobiano como tal, sino que el remover dicha capa hace que los microorganismos sean barridos con ella permitiendo la limpieza del sistema de conductos radiculares. Al reducir el barrillo dentinario se va a reducir la microflora asociada a endotoxinas, aumenta la capacidad de sellado de los materiales de obturación y disminuye el potencial de las bacterias para sobrevivir y reproducirse.<sup>14</sup>



18

Figura 16. Ácido Cítrico.

#### 4.1.3.4. Asociaciones del Ácido Cítrico.

- a. **MTAD.** (Fig. 17) Es una solución de irrigación que sugirió Torabinejad en 2003; está constituida por una mezcla de doxiciclina, ácido cítrico y un detergente aniónico (Tween 80). Este producto sólo está disponible en Estados Unidos. Varios estudios mostraron que como solución irrigante tiene una eficaz acción antibacteriana, siendo poco citotóxico. Remueve el barrillo dentinario cuando se utiliza después de la instrumentación del sistema de conductos radiculares.<sup>4</sup>

---

<sup>18</sup> <http://www.speiko.de>

Constantemente se desarrollan productos químicos y sus combinaciones como irrigantes que incluyen soluciones basadas en antibióticos. Sin embargo, la doxiciclina y otros antibióticos locales no han podido destruir microorganismos organizados en biofilms.<sup>14</sup>



19

Figura 17. MTAD

#### 4.1.3.5. Citotoxicidad.

Chan y cols., investigaron los efectos del ácido cítrico en concentraciones de 0.01%, 0.1% y 1%, en cultivos primarios de fibroblastos pulpares humanos, concluyeron que las muestras condicionadas con ácido cítrico de 0.5% a 1% en un periodo de 2 horas, exhibieron muerte celular de 25% y 48%, ya que 3 horas después tuvo 77% de muerte celular para el ácido cítrico al 1%. Afirman, que los efectos tóxicos del ácido cítrico fueron provocados por la disminución del pH del medio de cultivo.<sup>3 22</sup>

#### 4.1.4. Gluconato de clorhexidina.

La solución de Clorhexidina, en diferentes concentraciones, en forma de sal, acetato o hidrocloreuro, se usa como antiséptico bucal.<sup>4, 14,</sup>

---

<sup>19</sup> <https://www.tulsadentalspecialties.com>

Se utilizó por primera vez en Gran Bretaña en 1954, como antiséptico para heridas en la piel, en Odontología se utilizó por primera vez en 1959, en forma de enjuagues.<sup>3,4, 14,</sup>

Efectivo agente antibacteriano de amplio espectro que actúa en contra de bacterias Gram positivas y Gram negativas, esporas bacterianas, virus lipofílicos levaduras y dermatofitos. Tiene un componente catiónico que se adhiere a la membrana celular provocando lisis celular. Por mucho tiempo ha sido utilizada en la terapia periodontal. Su uso como irrigante se basa en la sustantividad y su efecto antimicrobiano de larga duración que deriva de la adhesión a la hidroxiapatita. Una de las principales desventajas en el uso en endodoncia es que no posee capacidad para disolución de tejidos. Las concentraciones que se utilizan van de 0.012% a 2% (Fig. 18).<sup>14, 23</sup>

Su uso por tiempo prolongado tiene restricciones en razón de sus efectos colaterales que son reversibles, como pigmentación de la lengua, dientes y restauraciones, descamación de la mucosa oral, además de síntomas subjetivos como sabor amargo, sensación de quemadura o ardor e interferencia en la sensación gustativa.<sup>14</sup>

Otra desventaja es la formación de un precipitado de color café anaranjado altamente tóxico llamado para-cloro-anilina cuando se combina con hipoclorito de sodio o cuando permanece en el conducto por más de 14 días o a temperaturas mayores a los 37°; debido a este precipitado pigmenta la dentina remanente. Tiene un pH de 5.5 a 7, es bacteriostático en bajas concentraciones y bactericida en altas concentraciones, se absorbe en el tejido dental y la mucosa que resulta en su liberación gradual prolongada a niveles terapéuticos, esto es la sustantividad.<sup>14, 4, 11</sup>

Su acción es el resultado de la absorción dentro de la pared celular de los microorganismos produciendo filtración de los componentes intracelulares; también daña las barreras de permeabilidad en la pared celular, originando

trastornos metabólicos a las bacterias. La cantidad de absorción de la clorhexidina depende de la concentración utilizada; otra de sus acciones consiste en la precipitación proteica en el citoplasma bacteriano, inactivando sus procesos reproductivos y vitales.<sup>23</sup>

La acción antimicrobiana de la clorhexidina y el hipoclorito de sodio en concentraciones similares se han comparado y ha dado como resultado que las dos soluciones tienen la misma efectividad antibacteriana. Por esto, algunos autores han sugerido que la clorhexidina podría ser un buen sustituto en casos donde el paciente tiene alguna reacción alérgica al hipoclorito de sodio.<sup>4, 11</sup>



20

Figura 18. Clorhexidina.

#### 4.1.4.1. Citotoxicidad.

En 1988, Sánchez y cols., realizaron un estudio citotóxico del efecto de la clorhexidina en fibroblastos de embriones caninos y *Estafilococos aureus*, y mostraron que las concentraciones bactericidas de clorhexidina eran letales para los fibroblastos; mientras que concentraciones no citotóxicas permitieron la sobrevivencia bacteriana significativa.<sup>11</sup>

Agarwal y cols., encontraron que la clorhexidina interrumpe rápidamente la membrana celular de neutrófilos sanguíneos creviculares y periféricos en concentraciones superiores a 0.005% en 5 min, lo que indica que su efecto

---

<sup>20</sup> <http://www.ultradent.gr>

inhibidor sobre la función de los neutrófilos es sobre todo debido a sus propiedades líticas.<sup>11</sup>

Se ha documentado que después de la aplicación tópica de clorhexidina se han dado casos donde se dan síntomas inmediatos de hipersensibilidad o incluso reacciones anafilácticas. Se realizó un estudio de la toxicidad de la clorhexidina en las células gingivales humanas donde se mostró que el efecto tóxico se debe al tiempo de exposición y a la composición del medio donde se expone.<sup>4, 8, 11, 23</sup>

#### 4.1.5. Hidróxido de Calcio.

Se ha utilizado en varios de los procedimientos en endodoncia desde que fue descrito la primera vez por Herman en 1920. Byström y cols., en 1985 mostraron que el hidróxido de calcio en una solución acuosa ha sido el agente antibacterial más efectivo en el sistema de conductos radiculares. Funciona al tener un efecto destructivo en las paredes celulares bacterianas y la estructura de sus proteínas (Fig. 19).<sup>11</sup>

Por su pH alcalino es muy eficaz en la erradicación de bacterias en los conductos. Conocida también como agua de cal, porque queda sobrenadando cuando se mezcla con agua destilada. Leonardo indica que esta solución es mejor utilizarla en casos de pulpitis irreversible debido a que presenta un efecto antibacteriano debido a su pH alcalino y también tiene un efecto hemostático y es totalmente biocompatible con los tejidos periodontales.<sup>8,14</sup>



21

Figura 19. Hidróxido de Calcio.

#### 4.1.5.1.Citotoxicidad.

Martin y Crabb en 1977, introdujeron en la región periapical hidróxido de calcio, el cual parece ser bien tolerado y es reabsorbido posteriormente. Sin embargo, la respuesta periapical al hidróxido de calcio basado en los resultados de estudios anteriores parece ser equívoca. Aunque una respuesta inflamatoria con inhibición de cicatrización ósea se observó 2 semanas después de la implantación de hidróxido de calcio en el hueso de conejillos de indias, se encontró que es uno de los materiales menos irritantes y el hueso nuevo fue reemplazado después de 12 semanas de su colocación. Estos hallazgos fueron sustentados por Spangberg en 1969.<sup>11</sup>

En 1973, Binnie y Rowe, llenaron con hidróxido de calcio y agua destilada, premolares inmaduros en perros y observaron una respuesta inflamatoria mínima en los tejidos periapicales con la continua formación de las raíces.<sup>11</sup>

#### 4.1.6.Peróxido de hidrógeno.

Mejor conocido como agua oxigenada, (fig. 20) es una solución mundialmente utilizada, por sus excelentes propiedades. Cuando entra en

---

<sup>21</sup> <http://www.dentaltix.com/>

contacto con tejido orgánico, principalmente con sangre, produce efervescencia, removiendo mecánicamente los restos tisulares de los conductos.<sup>4,7</sup>

En casos de necrosis, la liberación del oxígeno por el contacto con los restos tisulares, destruirá también los microorganismos anaerobios que se encuentran en gran concentración en estos casos.<sup>4,7</sup>

La acción solvente del agua oxigenada es menor que la del hipoclorito y en consecuencia menos perjudicial para los tejidos periapicales. Se utiliza conjuntamente con la solución de hipoclorito de sodio, sin que se haya podido demostrar que exista una mejoría en la limpieza de los conductos.<sup>4,7</sup>



22

Figura 20. Agua Oxigenada.

#### 4.1.6.1. Complicaciones con el uso de peróxido de hidrogeno.

**Efisema.** (Fig. 21) En el ámbito endodóncico, se da como consecuencia del uso de aire comprimido para secar el conducto radicular. Puede ocurrir también cuando se utilizan soluciones irrigantes que desprenden gran cantidad de oxígeno naciente, como las soluciones concentradas de

---

<sup>22</sup> <https://www.revistaestetica.es>

hipoclorito de sodio y agua oxigenada. Al ejercer excesiva presión sobre el émbolo de la jeringa durante la irrigación, llevando esas soluciones a los tejidos periapicales. Cuando se alternan soluciones de hipoclorito de sodio con agua oxigenada es cuando habrá mayor posibilidad de causar un efisema ya que la liberación de oxígeno aumenta al ser las dos soluciones liberadoras de oxígeno. La principal señal de efisema es el aumento inmediato del volumen de los tejidos blandos, próximo al órgano dentario que se está tratando; esto ocasiona malestar al paciente, principalmente en su apariencia. En la mayoría de los casos, el efisema no requiere de tratamiento con antibióticos ni analgésicos, ya que en pocos días el edema se disemina por los tejidos vecinos. Solo en casos que el paciente curse con fiebre se recomienda el uso de antibióticos.<sup>4,19</sup>



Figura 21. Efisema ocasionado durante el tratamiento de conductos. La primera imagen muestra el efisema y la segunda la resolución después de un mes.

---

<sup>23</sup> Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. Int Endod J. May 2000;33(3):186-93.



## 5. Estudios de los efectos citotóxicos de los irrigantes.

En 1995, Yesilsoy y cols., realizaron un estudio *in vivo* en el tejido subcutáneo de conejillos de indias, de entre 350 y 400gr, para ver los efectos tóxicos a largo plazo, implantando hipoclorito de sodio (5.25%, 2.5% y 0.5%), Peridex, gluconato de clorhexidina (0.12%), alcohol (11.6%), Therasol y solución salina.

Los materiales de prueba se inyectaron en el dorso de los animales, dejando aproximadamente de 1.5 a 2 cm. de distancia entre cada material, se emplearon 9 animales en el estudio, que se distribuyeron 3 para cada periodo de observación que fueron 2 horas, 2 días y 2 semanas.

Se sacrificó a los animales, se removió el tejido y se fijó en formalina, se procesaron las muestras se tiñeron con hematoxilina y eosina, para valorar cualitativamente la respuesta inflamatoria que se determinó como ninguna (-), media (+), moderada (++), y severa (+++).

Los resultados mostraron que la mayoría de las soluciones probadas generan de nula a mediana inflamación a las 2 horas; después de 2 días se determina como moderada y a las 2 semanas no hubo evidencia de inflamación; con excepción de las zonas donde se emplearon las concentraciones más altas de hipoclorito de sodio (2.5% y 5.25%), y gluconato de clorhexidina al 0.12% que mostraron la formación de granuloma de cuerpo extraño. Los resultados para alcohol y solución salina fueron negativos a todos los tiempos de observación. <sup>24</sup>

De La Cruz Rocha y cols., realizaron un estudio *in vitro* del efecto citotóxico de 3 agentes quelantes; EDTA, Rc-Prep y Glyde. Se utilizaron fibroblastos de ligamento periodontal humano pertenecientes al grupo de investigación ReGentech S.A. (Bogota, Colombia), los cuales se encontraban criopreservados.

Después de 24 horas, el medio fue cambiado para agregar cada agente quelante a evaluar. Cada agente fue evaluado a un intervalo de 15, 30 y 60 minutos y una cantidad de 10 microlitros.

Posteriormente fueron sometidos a la cuantificación de la absorbancia, por espectrofotometría; se corroboró microscópicamente la formación de cristales de formazán, alrededor de los fibroblastos y su presencia es indicador de integridad de la membrana y de actividad metabólica. Se realizaron tinciones con azul de tripán y su observación microscópica.

Las células que no presentan daño o alteraciones estructurales no se tiñen, las que presentan daño estructural presentan una tinción a nivel citoplasmático y nuclear.

Los resultados de este estudio mostraron que el Glyde a una concentración del 10% es un agente nocivo; se observó muerte celular rápida desde los primeros tiempos de evaluación. Mostrando que indujo daños severos en la membrana celular, produciendo baja viabilidad celular.

Para el EDTA, hubo incremento de muerte celular a través del tiempo, pero con bajas tasas de viabilidad desde el principio. Supera a lo obtenido por el Glyde; pero aun así son muy bajos los valores de viabilidad para determinar que es el más efectivo, y se observó baja formación de cristales. Indujo daño severo en la membrana celular, produciendo baja viabilidad celular.

RC-Prep, por su parte mostró la menor mortalidad celular de los tres materiales en el primer tiempo de evaluación sugiriendo que es el menos dañino en un periodo de 15 minutos; se mostró baja formación de cristales.

El estudio demostró de manera experimental que los agentes quelantes más comunes tienen un efecto citotóxico a nivel de los fibroblastos del ligamento periodontal. El Glyde como quelante presentó una diferencia

estadísticamente significativa en comparación con el EDTA y RC-Prep, mostrando mayor citotoxicidad, independientemente del intervalo de tiempo.

A los 15 minutos, el RC-Prep resultó ser el quelante con mejor comportamiento; aunque el EDTA tiene menor efecto citotóxico a los 30 y 60 min.

La viscosidad de cada uno de los quelantes podría ser una variable incidente en los resultados del estudio, teniendo en cuenta que el EDTA presenta la menor viscosidad en solución acuosa. Variable que también incide en la eliminación del mismo, haciéndose más difícil de eliminar el Glyde y el RC-Prep, presentando una mayor adhesión a las paredes del conducto radicular, manteniendo una actividad prolongada, como el efecto citotóxico sostenido.

25

En 2014, Gupta y cols., realizaron un estudio donde compararon el sistema EndoVac, Canal Brush, Endo Activator, y sistemas ultrasónicos de irrigación pasiva, para saber con cuál éstos sistemas había menor extrusión hacia los tejidos periapicales del irrigante utilizado. Encontraron que el EndoVac tenía los valores más bajos de extrusión de irrigante. La razón es que este sistema se basa en la presión negativa, así que durante la irrigación la presión generada por la punta lleva a la microcanula, que se coloca cerca del ápice, la solución y esta al aspirarla evita que haya un desbordamiento. Con el Canal Brush fue casi igual; se debe a que se basa en una fuerza centrífuga, gira en el mismo sentido y a la misma velocidad y cuando está a una distancia del ápice a 1 mm., crea una menor turbulencia en el tercio apical, causando menor extrusión de la solución irrigadora. El Endo Activator extruyó más solución irrigante comparado con Canal Brush pero significativamente menos que la IUP. Esto es debido a que la punta del Endo Activator estuvo 2 mm por debajo de la longitud de trabajo, mientras que la punta del ultrasonido se mantuvo 1 mm corto de la longitud de trabajo.

Adicional a esto los dispositivos ultrasónicos crean cavitación y microcorrientes y los sónicos solo microcorrientes lo que favorece la extrusión. Los autores concluyen que el uso del sistema Endo Vac minimiza la extrusión de los irrigantes mientras que la IUP incrementa el riesgo de extrusión. <sup>26</sup>

## 6. Conclusiones.

En la terapia de conductos y en la práctica odontológica en general, debemos tener las precauciones adecuadas en todo procedimiento; por ejemplo aislar al paciente evita o reduce la posibilidad de que los irrigantes entren en contacto con los tejidos blandos o que el paciente llegue a deglutir las soluciones. Colocar al paciente lentes de protección evita, en el caso de que el irrigante llegase a gotear, proteger al paciente de que le caigan restos del irrigante a los ojos.

El hipoclorito de sodio a pesar de ser la más efectiva solución irrigadora, con adecuado efecto antimicrobiano y su excelente solvencia tisular, es también el más citotóxico de los irrigantes por lo que su extrusión es la que se acompaña de mayores efectos secundarios adversos.

A pesar de la existencia de nuevos dispositivos de irrigación, con todos existe la posibilidad de extruir los irrigantes hacia los tejidos periapicales, debemos tener en cuenta que aunque sean aparatos novedosos y seguros, un mal manejo de estos puede generar el incidente poniendo en riesgo la integridad física del paciente, la actividad sistémica y celular de las regiones circundantes en donde se pueda dar la extrusión y comprometiendo el tratamiento y su pronóstico.

Debemos seguir siempre las indicaciones de cada fabricante porque no todos los productos son iguales, cada uno tiene sus propias indicaciones de manejo y uso, así también evitaremos riesgos, por el mal manejo de estos.

Es necesario estar en constante capacitación ya que siempre saldrán productos y dispositivos innovadores tendientes a reducir el tiempo de trabajo y brindar un mejor tratamiento al paciente. Al estar capacitados podremos hacer un mejor uso de esta tecnología y productos, y minimizar los accidentes.

## FUENTES DE INFORMACIÓN.

- 1.Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod; May 2006; 32(5):389-98.
- 2.Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. J Endod. Jun 2009; 35 (6):791-804.
- 3.Lima Machado ME. Endodoncia de la biología a la técnica. Sao Paulo. Editorial Amolca; 2009. Pp 253-298.
- 4.Leonardo, Endodoncia. Tratamiento De Conductos Radiculares. Principios Técnicos Y Biológicos, Vol. 1, Ed. Artes Medicas, 2005. Pp. 435-478.
- 5.Ingle, JI, Taintor JF. Endodontics 6. USA. Editorial BC-Decker. 2008. Pp.36-85.
- 6.Estrela, Carlos, Ciencia endodóntica, Artes Médicas, 2005. Pp. 415-538
- 7.Canalda Sahli C, Brau Agudé E. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 2a ed. Barcelona. Masson; 2006. Pp 187-202.
- 8.Vera Rojas, y cols. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. Endodoncia 2012; 30(1):31-44.
- 9.Murray PE, García Godoy C, García Godoy F. How is the biocompatibility of dental biomaterials evaluated?, Med Oral Patol Oral Cir Bucal. May 2007; 1; 12(3):E258-66.
- 10.Peters O. A. Editorial. Int Endod J. April 2013; 46: 195-97.
- 11.Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. Int Endod J. Feb 2003; 36(2):75-85.

12. Marins JS, Sassone LM, Fidel SR, Ribeiro DA. In vitro genotoxicity and cytotoxicity in murine fibroblasts exposed to EDTA, NaOCl, MTAD and citric acid. *Braz Dent J.* 2012; 23(5):527-33.
13. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A.; Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* Dec 2003; 36(12):810-30.
14. Cohen. *Vías de la pulpa.* 10<sup>a</sup> ed. España. Elsevier Masson, 2011, Pp. 245-339.
15. Kerbl FM, DeVilliers P, Litaker M, Eleazer PD. Physical effects of sodium hypochlorite on bone: an ex vivo study. *J Endod.* Mar 2012; 38(3):357-9.
16. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* Jul 2005; 31(7):533-5.
17. İriboz E, Bayraktar K, Türkaydın D, Tarçın B. Comparison of apical extrusion of sodium hypochlorite using 4 different root canal irrigation techniques. *J Endod.* Mar 2015; 41(3):380-4.
18. De Sermeño RF, y col. Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Jul 2009; 108(1):e46-9.
19. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J.* May 2000; 33(3):186-93.
20. J.J. Segura Egea, A. Jiménez Rubio-Manzanares, R. Llamas Cadaval A. Jiménez Planas, *El Ácido Etilen Diamino Tetracético.*, *Endodoncia*, vol. 15, no.2, 1997.
21. [www.Detsply.com.mx](http://www.Detsply.com.mx)

22. Sceiza MF, Daniel RL, Santos EM, Jaeger MM, Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis. J Endod. Dec; 27, 2001 (12):741-3.
23. Soares J, Goldberg F. Endodoncia. Técnicas y Fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana, 2012. Pp. 206-221.
24. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. J Endod. Oct 1995; 21 (10):513-5.
25. De la Cruz Rocha y cols; Comparación del efecto citotóxico de tres agentes quelantes sobre fibroblasto del ligamento periodontal humano. Estudio in vitro; Salud Uninorte 2012, 28 (3): 402-10.
26. Gupta J, Nikhil V, Jha P. Correlation between machines assisted endodontic irrigant agitation and apical extrusion of debris and irrigant: a laboratory study. Scientific World Journal. Oct. 2014 1-6.