



DETERMINACIÓN IN VITRO DEL ALCANCE DE LA IRRIGACION
APICAL CON AGUJAS 27 G EN PBM ESTANDARIZADAS A
DIFERENTES LONGITUDES DE IRRIGACION

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Integrantes: Fernando Aguirre Halabi
Eduardo Márquez Rivera
Marcelo Tapia Garay

Docente guía: Dr. Carlos Marchant P.

Valparaíso – Chile

2017

Índice

Introducción	1
Marco Teórico	2
1.- Irrigación en Endodoncia	2
1.1 Dinámica de Fluidos	2
1.2 Irrigación	2
1.3 Hipoclorito de sodio	3
1.4 Importancia de la biomecánica de la irrigación para el éxito del tratamiento endodóntico	5
1.5 Relación entre el diámetro de la aguja a utilizar y la conicidad de la MAF	5
1.6 Jeringas Monoject para irrigación en endodoncia	6
1.7 Importancia del diámetro de la aguja	6
1.8 Influencia del diseño de la aguja para la biomecánica de la irrigación	7
1.9 Tipos de flujo dentro del conducto radicular	7
2.- Efecto Vapor Lock	8
3.- Accidente endodóntico: extrusión de hipoclorito de sodio	8
4.- Medios de Contraste Imagenológicos	10
4.1 Contrastes Iodados	10
4.2 Medios de Contraste en Endodoncia	11
5.- Tomografía Computarizada de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography)	13
5.1 Funcionamiento del CBTC	14
5.2 Procesamiento de imágenes	14
5.3 Tipos de CBTC	15
5.4 Sistema I-CAT	15
5.5 Ventajas del CBTC	15
5.6 Limitaciones del CBTC	16
5.7 CBTC en la Endodoncia	16
Objetivos e Hipótesis	20
1.- Objetivo General	20
2.- Objetivos Específicos	20

3.- Hipótesis	20
Materiales y Métodos	21
1.- Diseño de estudio	21
2.- Universo/Muestra	21
3.- Variables	22
Definiciones conceptuales y operacionales	22
4.- Muestra	23
5.- Procedimiento Metodológico	23
Resultados	27
Discusión	32
Conclusión	37
Resumen	38
Bibliografía	39
Anexos	46
Anexo nº1: Consentimiento Informado para pacientes	46
Anexo nº2: Protocolo de Bioseguridad	49
Anexo nº3: Carta de Aprobación Comité de Ética Científica Universidad de Valparaíso	56

Dedicatoria

A nuestros padres, a quienes no sólo debemos la oportunidad de emprender este desafío, sino también han sido nuestro ejemplo de esfuerzo y perseverancia para lograr los objetivos propuestos durante todos estos años.

A nuestras familias, por haber sido parte de este largo proceso universitario y quienes han sido un pilar fundamental, entregándonos los valores que nos convierten en las personas que somos hoy día.

A nuestros amigos, quienes fueron fundamentales para poder soportar aquellos malos momentos que en más de una ocasión nublaron nuestros anhelos, pero que siempre estuvieron ahí para levantarnos, ya sea con una palabra o un vacile.

Finalmente, a todas aquellas personas que aportaron de una u otra forma en nuestro crecimiento durante esta carrera y que durante algún momento de ella formaron parte de nuestras vidas.

Agradecimientos

Al Presidente del Colegio de Cirujanos Dentistas de la región de Valparaíso y nuestro docente guía, Dr. Carlos Marchant Pizarro, que fue el faro que iluminó el camino cuando este barco estuvo a la deriva. Agradecemos su apoyo incondicional, paciencia, entrega y consejos en todo momento.

Al Director de Escuela de Ingeniería Civil Biomédica, Profesor Pablo Roncagliolo B. por realizar el procesamiento de las imágenes con la mejor disposición y entrega. Su ayuda y compromiso con nuestra investigación fue clave para poder ejecutarla.

Al Dr. Ramón Naranjo por su desinteresada ayuda para la ejecución del experimento al darnos acceso a su clínica imagenológica. Agradecemos su buena disposición, su humor y sus consejos de vida en cada visita.

A la Profesora Patricia Carreño, quién nos facilitó el acceso al laboratorio de Química de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso, guiándonos también en el manejo de las ciencias básicas aplicadas a nuestro proyecto.

A la Dra. Verónica Chamy Picó del departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso por facilitarnos el medio de contraste radiológico.

Al Kinesiólogo Sebastián Espinoza, profesor de la cátedra de salud pública de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, quien jamás cerró sus puertas ante las diversas dudas que se nos presentaron en el análisis estadístico, guiándonos en la obtención de resultados correctos (aunque jugara Chile)

Introducción

El principal objetivo del tratamiento endodóntico es la prevención o tratamiento de la periodontitis apical mediante el control y eliminación de la infección microbiana del sistema de conductos radiculares. ⁽¹⁾

La meta es tratar de eliminar los restos pulpares necróticos para minimizar la cantidad de irritantes que podrían estar presentes dentro del sistema de conductos radiculares; por lo tanto, la limpieza y desinfección de estos es esencial para lograr éxito endodóntico. ⁽²⁾

Es imposible limpiar y conformar los conductos radiculares en su totalidad por la complejidad anatómica que estos presentan ⁽³⁾; aún con el uso actual de la instrumentación rotatoria, los instrumentos actúan sólo a nivel central del conducto radicular dejando aletas e istmos sin tocar después de la completa preparación de los mismos. ⁽⁴⁾

Se ha demostrado que al instrumentar mecánicamente un conducto radicular, se deja un 35% de las paredes del mismo sin tratar, por lo que existen agentes irrigantes dirigidos a trabajar en ese espacio no tratado. ⁽⁵⁾ Estas áreas pueden albergar detritus, bacterias organizadas en biofilms o sus mismos productos de desecho, los cuales pueden impedir una buena adaptación del material de obturación y resultar posteriormente en inflamación perirradicular. ⁽⁶⁾

Para lograr el objetivo de la terapia endodóntica se debe implementar técnicas de irrigación. Para ello, se debe preparar el conducto de tal forma que se logre facilitar la penetración de la solución irrigante sin forzar los tejidos periapicales. ⁽⁷⁾

Usando soluciones de hipoclorito de sodio como irrigante se corre el riesgo de tener accidentes durante el tratamiento. Uno de ellos es la extrusión de éste a los tejidos circundantes. Una encuesta reciente indicó que casi la mitad los endodoncistas que respondieron (42%) en los Estados Unidos habían experimentado al menos un accidente de NaOCl durante su carrera práctica. ⁽⁸⁾

El vínculo entre la cantidad y la concentración del irrigante extruido, el efecto sobre los tejidos periapicales y el desarrollo de signos y síntomas adversos no han sido establecido por completo. ⁽⁹⁾

Es por esto que se hace necesario estudiar el comportamiento del fluido dentro del conducto para lograr la mayor eficacia en el resultado final con el instrumental que es más utilizado en endodoncia, minimizando así los riesgos en las acciones clínicas, y de esta forma saber ¿cuál es la penetración mínima necesaria de la aguja monoject Endo 27G para alcanzar la irrigación del tercio apical dentario sin producir extrusión?

Marco Teórico

1.- Irrigación en Endodoncia

1.1 Dinámica de Fluidos

Experimentalmente medir la resistencia al flujo implica un método específico según sea el tipo de fluido. Para medir la resistencia al flujo de algún líquido implica medir su viscosidad y considerar el espacio capilar por donde se desplaza. La ley básica de flujos líquidos y de corriente es denominada “Ley de Ohm” llamada así en honor a su descubridor, el físico alemán George Simon Ohm, quien la expresó en una ecuación donde F = flujo, ΔP = diferencia de Presión, R = Resistencia⁽¹⁰⁾

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

Por dicha ley, sabemos que la Resistencia está dada por los factores viscosidad, longitud y radio del conducto, los cuales se expresan en la siguiente fórmula⁽¹⁰⁾:

$$R = \frac{8ul}{\pi r^4}$$

Según lo expresado en la Ley de Ohm para determinación de flujo y resistencia de un fluido, se establece que el radio de un capilar está elevado a la cuarta potencia, por lo que el radio dentro de un conducto aumenta 16 veces el flujo de este, así como su disminución a la mitad ofrecerá 16 veces mayor resistencia. Esto queda expresado en la siguiente ecuación.⁽¹⁰⁾

$$F = \frac{\Delta P \cdot \pi r^4}{8ul}$$

1.2 Irrigación

Con la compleja anatomía de los conductos radiculares, la preparación mecánica no es suficiente para una adecuada limpieza, por eso se usan adicionalmente soluciones irrigantes como un complemento de esta actividad.⁽¹¹⁾

La irrigación del conducto es el lavado fisicoquímico del mismo, con el fin de promover el desbridamiento, lubricación, desinfección, disolución tisular, remoción de colágeno y deshidratación dentinaria. Para ello se utilizan agentes químicos activos, denominados agentes irrigantes.⁽¹²⁾ Uno de los factores a los que se puede atribuir el fracaso de tratamientos endodónticos es la incorrecta biomecánica en la irrigación, lo cual involucra el tipo de irrigante a utilizar, los medios con los cuales se libera, la forma,

y el espacio del conducto que se está trabajando, lo cual se obtiene en la preparación biomecánica, viéndose mayormente alterado en dientes curvos y conductos estrechos.⁽¹³⁾

Los irrigantes más conocidos y que más se han usado en endodoncia son el hipoclorito de sodio (NaOCl), el ácido etilendiaminatetracético (EDTA) y la clorhexidina (CHX) Según Teixeira, De Vasconcelos, Cecchin y Jaju, las sustancias químicas más eficaces para irrigar, son hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones, usado de manera aislada o alternado con ácido etilendiaminotetraacético al 17%.⁽¹²⁾

1.3 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es una sal formada por la unión de dos compuestos químicos principales, que son el ácido hipocloroso (HOCl) y el hidróxido de sodio (NaOH). Es un compuesto hipertónico y alcalino, con un pH mayor a 11.⁽¹³⁾

MEDIAS DE VALORES DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLUCIONES DE HIPOCLORITO DE SODIO				
Propiedades	Sustancias			
	NaOCl- 0,5%	NaOCl- 1%	NaOCl- 2,5%	NaOCl- 5%
Densidad (g/cm ³)	1	1,04	1,06	1,09
Tensión superficial (dinas/cm)	74,3	75	75,7	73,8
pH	11,98	12,6	12,65	12,89
Viscosidad (centiPoise)	0,956	0,986	1,073	1,11
Conductividad (miliSiemens)	26	65,5	88	127,5
Capacidad de humectación	2 h 20 min	1 h 27 min	1 h 23 min	18 min

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del hipoclorito de sodio.

Tiene acción antibacteriana, actúa como solvente de matriz orgánica, oxida e hidroliza proteínas y remueve tanto líquido intracelular como iones de magnesio y carbonato.⁽¹⁴⁾ El hipoclorito tiene capacidad de destruir hongos, esporas y virus y tiene baja toxicidad si se emplea a bajas concentraciones. Su concentración varía entre el 1 y el 5,25%

En los últimos 70 años, el hipoclorito de sodio ha sido considerado en el área

endodóntica como el irrigante más cercano a lo ideal, ya que reúne excelentes propiedades químicas como son la disolución de tejido orgánico y efecto bactericida sobre microorganismos patógenos. El NaOCl al ser una sustancia acuosa permite la suspensión de restos dentinarios y su consecuente remoción del conducto radicular. Esta propiedad lubricante contribuye a reducir la cantidad de detritos en los espacios de los instrumentos por lo tanto su estrés es disminuido y el riesgo de fractura se reduce.⁽¹⁴⁾

Se ha evaluado la efectividad del NaOCl contra las bacterias asociadas a las infecciones persistentes encontrando que todas las concentraciones de NaOCl disminuyen el conteo de cepas bacterianas, es decir se ha comprobado su eficacia contra muchos de los microorganismos encontrados dentro del sistema de conductos radiculares.⁽¹⁵⁾ El efecto antibacteriano del NaOCl induce la oxidación irreversible de los grupos sulfhidrilos de las enzimas bacterianas esenciales, resultando en enlaces disulfuro, con una consecuente disrupción de las funciones metabólicas de la bacteria. El NaOCl puede también tener efectos perjudiciales sobre el ADN bacteriano, que implica la formación de derivados clorados de bases de nucleótidos y adicionalmente, ha sido reportado que interrumpe actividades asociadas con la membrana bacteriana.⁽¹⁶⁾

El hipoclorito de sodio también tiene una alta capacidad solvente de tejidos orgánicos gracias a su actividad proteolítica. Según un estudio realizado por Andersen M. y cols. en el cual se midió la disolución de tejido pulpar de terceros molares recién extraídos a distintas concentraciones de NaOCl, se demostró que el tiempo de degradación de tejido es inversamente proporcional a la concentración, siendo la concentración óptima de NaOCl a 5,25% y logrando una disolución total de tejido pulpar a los 10 minutos.⁽¹⁷⁾

El Hipoclorito al 5,25% es la mejor opción para irrigación de los conductos radiculares, ya que muestra mayor efectividad en la eliminación de microorganismos y disolución de tejidos en menor tiempo. Sin embargo, así como tiene excelentes propiedades que satisfacen la mayoría de los requerimientos del irrigante ideal, es altamente irritante sobre todo cuando se encuentra en altas concentraciones.⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾ El hipoclorito de sodio es citotóxico para los tejidos periapicales, lo cual genera complicaciones en caso accidentes como la extrusión apical, siendo muy importante el buen manejo de las concentraciones, mecanismo de liberación y también de preparación del sistema de conductos.

Debido a la importancia de lograr el contacto directo y por tiempo adecuado del NaOCl con las paredes del conducto radicular, pero teniendo en cuenta los riesgos que implica su uso, se han estudiado técnicas para la biomecánica de irrigantes que permitan un transporte efectivo del irrigante dentro del conducto sin sobrepasar los límites apicales.⁽²⁰⁾

Aunque el hipoclorito de sodio se usa como único irrigante en la mayoría de conductos, se sabe que no remueve completamente la parte inorgánica del barrillo dentinario y en conductos estrechos, no humedece bien las paredes del canal.⁽²¹⁾ Por

lo tanto, se propone alternar el hipoclorito con agentes quelantes que amplían la luz del conducto y facilitan la penetración del mismo. El más usado es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).⁽²²⁾

1.4 Importancia de la biomecánica de la irrigación para el éxito del tratamiento endodóntico

La preparación mecánica ejercida sobre las paredes del conducto genera gran cantidad remanentes tisulares, microorganismos aislados o biofilm. Sin embargo, no habrá una remoción efectiva, a menos que exista un flujo favorable del irrigante, para llevarlos hacia la entrada del conducto.⁽²²⁾

El medio para liberar el irrigante en el conducto radicular tradicionalmente han sido las jeringas y agujas, y debido a que el mecanismo de acción del NaOCl es contacto dependiente, es necesario aproximar su liberación hasta la longitud de trabajo. En este sentido el diseño y diámetro de la aguja tienen una gran importancia y están íntimamente relacionadas a la configuración en cuanto al diámetro y conicidad del conducto donde van a ser introducidas.⁽²³⁾

Se ha demostrado que al instrumentar mecánicamente⁽²⁴⁾ un conducto radicular, se deja un 35% de las paredes del mismo sin tratar, por lo que el irrigante está dirigido a trabajar en ese espacio no tratado.⁽²⁵⁾ Sin embargo, estudios realizados con microscopía electrónica, donde se compara el desbridamiento mecánico y químico, se observan marcadas diferencias entre el tercio coronal, medio y apical resultando menor en este último. Esto se puede asociar a la dificultad de llevar el agente irrigante hasta el tercio apical sin correr el riesgo de que este sea extruido al periápice, haciendo que la desbridación del tercio apical sea un reto en muchos casos.⁽²⁵⁾

Dentro de los sistemas de irrigación el uso de jeringas y agujas se mantiene como el método más comúnmente utilizado.⁽²²⁾ La penetración del irrigante está determinada por distintas variables, entre las cuales se encuentran el diámetro de la aguja de irrigación y el diámetro del conducto radicular determinado por la MAF⁽²⁶⁾, ya que estos influyen directamente en la proximidad de la punta de la aguja a la porción apical del conducto, jugando un papel muy importante en la remoción del detritus del conducto radicular.

En consecuencia, la profundidad de la colocación de la aguja es un factor importante en la reducción del conteo de bacterias durante la irrigación.⁽²⁷⁾

1.5 Relación entre el diámetro de la aguja a utilizar y la conicidad de la MAF

La posición de la aguja en relación con la parte más apical de la preparación, descrita como profundidad o penetración, ha sido evaluada en una serie de estudios *in vitro* y *ex vivo*.

Se afirma que la posición de la aguja cerca de la longitud de trabajo (LT) podría mejorar el desbridamiento y el reemplazo del irrigante dentro del conducto. Como se

ha mencionado anteriormente, la penetración de la aguja, va a estar determinada por el diámetro del conducto y en consecuencia, por el diámetro que se le dé a éste por medio de la instrumentación mediante la “Master Apical File” (MAF), que será la última lima que se ocupe en la conformación del conducto.⁽²⁸⁾

1.6 Jeringas Monoject para irrigación en endodoncia

La jeringa se utiliza para llevar el agente irrigante hasta la preparación del conducto radicular, pudiendo penetrar el conducto en sus 3 tercios dependiendo de la longitud a la que se calibra su aguja. Se presentan estériles y selladas para mantener la asepsia en el campo operatorio, por lo que deben abrirse al momento de utilizarlas. Con ellas se puede irrigar hipoclorito, suero, clorhexidina o EDTA. Los tipos de aguja pueden clasificarse como de composición abierta o cerrada. Las de tipo abierta son aquellas que producen su descarga de forma frontalápice, mientras que las de tipo cerrada tienen descarga lateral.⁽²⁹⁾

La Jeringa de irrigación endodóntica Monoject lleva una aguja de punta roma y salida lateral para una mejor irrigación del conducto radicular. La aguja que posee la jeringa Monoject se puede curvar para facilitar el acceso, o para delimitar de forma correcta la longitud a la que se quiere trabajar, disminuyendo así el riesgo de extrusión apical. Tiene una capacidad de 3mL y el diámetro de su aguja se mide en Gauge (G) disponibles con agujas 27G o 23G.⁽²⁹⁾

1.7 Importancia del diámetro de la aguja

El conocimiento exacto del diámetro externo de la punta de la aguja es crucial para la selección del tamaño apropiado de esta misma durante el tratamiento del conducto radicular. Frecuentemente la medida utilizada para los diámetros de las agujas de uso médico es el “gauge”, el cual puede ser definido como una medida estándar de grosor o tamaño, de una cuerda, fibra o tubo.⁽³⁰⁾

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones de las agujas de acero inoxidable universalmente aceptadas, definidas por las especificaciones ISO 9626 2001.⁽³¹⁾

Medida en Gauges (G)	Medida en milímetros (mm)
21	0.8
23	0.6
25	0.5
27	0.4
30	0.3

Tabla 2. Correlación entre medida en Gauges (g) y medida en milímetros de agujas.

En ella se puede destacar que el tamaño de las agujas con la medida “gauge”

es inversamente proporcional a las medidas en milímetros, indicando por ejemplo que una aguja de 21 gauge tiene un diámetro externo de 0.8 mm, mientras que una aguja de 30 gauge tiene un diámetro externo de 0.3 mm. Dicha información es confusa ya que esta medida no es directamente comparable con el tamaño de los instrumentos utilizados para los procedimientos endodónticos.⁽²²⁾

El diámetro más usado en la irrigación de conductos es de 27 gauges, que corresponde a una medida de 0.40 mm. Esto es debido a que el diámetro de los forámenes de todos los dientes es entre 0.35 - 0.40mm.⁽²⁸⁾

1.8 Influencia del diseño de la aguja para la biomecánica de la irrigación

En un estudio realizado donde el objetivo era evaluar el efecto del diseño de la punta de la aguja de la jeringa en el fluido del irrigante dentro del conducto, utilizando un modelo llamado "Computational Fluid Dynamics" (CFD), las agujas con el extremo abierto fueron más efectivas que las de extremo cerrado. Dentro del grupo de las agujas de extremo abierto, la de ventana lateral demostró tener mejor eficiencia en el reemplazo del irrigante comparándolo con los otros dos tipos de agujas, esto fue atribuido a la turbulencia ejercida dentro del conducto.⁽³³⁾

En el grupo de las agujas de extremo cerrado, la de doble ventana fue la más efectiva en el reemplazo de irrigante dentro del conducto. La de múltiples ventanillas, fue la menos efectiva y casi no hubo contacto del irrigante con el extremo apical, por lo cual fue la que ejerció menor presión Apical.⁽⁵⁾

1.9 Tipos de flujo dentro del conducto radicular

El flujo en el conducto radicular se puede clasificar como turbulento o laminar, lo cual puede predecirse en el número de Reynolds. El número de Reynolds $R_e = u \cdot d / \nu$ (u es velocidad media, d es profundidad de flujo y ν es viscosidad cinemática) se usa para la caracterización del flujo. Valores de R_e bajo 1000 indican flujo laminar y sobre 3000 flujo turbulento. El rango intermedio corresponde a flujo en transición.⁽³³⁾

El tipo de aguja tiene un efecto sobre el patrón de flujo básico desarrollado en el conducto durante la irrigación de la jeringa, mientras que otros parámetros como la inserción de la aguja, la profundidad, el tamaño del conducto radicular y la conicidad tienen una influencia limitada.⁽³⁶⁾

Todas las agujas crean un flujo en su salida, siendo el tipo de flujo influenciado por la posición exacta de la aguja dentro del conducto, la orientación del flujo de salida y también la intensidad. En el caso de agujas de extremos abiertos la fuerza de irrigación es muy intensa y se extiende a lo largo del conducto radicular hacia el ápice dentro de una distancia que dependerá de la geometría del conducto, la profundidad de inserción de la aguja, y velocidad del flujo. En el caso de agujas de extremo cerrado (salida lateral o doble ventilación) el chorro se forma cerca del lado próximo a la salida de la aguja y el irrigante sigue una dirección apical con una pequeña divergencia, se

forma una trayectoria más curva alrededor de la punta y luego retorna hacia el orificio coronal.⁽³⁴⁾

2.- Efecto Vapor Lock

Al irrigar en microcanales de sistema cerrado en endodoncia, se produce un efecto de atrapamiento de aire que bloquea el avance de un líquido, fenómeno físico bien reconocido y denominado como efecto Vapor lock.⁽³⁰⁾

La capacidad de un líquido para penetrar esta burbuja de aire que bloquea en sistemas con extremo cerrado, dependerá del ángulo de contacto del líquido y la profundidad donde la aguja esté en el canal. Este ángulo de contacto, a su vez, va a ser determinado por la tensión superficial que posea el irrigante.⁽³⁰⁾

El atrapamiento de esta burbuja en el canal puede impedir el contacto del irrigante con las paredes del conducto, y por lo tanto de la desinfección. Senia et. al demostró que la acción del hipoclorito de sodio no se extendía más allá de 3 mm desde la longitud de trabajo, incluso después de que el tercio apical fue ampliado a una MAF 30. Esto se puede atribuir a que el hipoclorito reacciona con el material orgánico rápidamente y genera microburbujas de gas, y favoreciendo a la formación del vapor lock.⁽³⁰⁾

En el año 1983, Chow realizó un estudio y propone la teoría de burbuja. Esta explica que la presión positiva usada para la irrigación formaba a nivel del tercio apical una gran burbuja de aire semejante a un tampón que impide la correcta desinfección del conducto.⁽³⁵⁾

Entonces se desarrolla el principio de la presión negativa, que consiste en que el irrigante es inyectado y succionado del conducto radicular, garantizando así el flujo constante en el tercio apical. En el estudio se utilizó un sistema artificial con canales radiculares estandarizados diseñado para evaluar la eficacia en la mecánica de la irrigación del conducto radicular, observando que había poco desplazamiento de las partículas más allá de la zona de descarga en la punta de la aguja. En los resultados de este estudio, se puede concluir que el grado de eficacia de irrigación está definido en función de la profundidad de inserción de la aguja y el calibre de la aguja, siendo más eficaces en los diámetros de aguja pequeño que los grandes.^(35 36)

3.- Accidente endodóntico: extrusión de hipoclorito de sodio

La extrusión de material intracanal puede estar en forma de materiales de relleno, tejido de pulpa necrótica, bacterias o irrigantes.⁽³⁷⁾

En términos generales, la extrusión de materiales de limpieza, medicación o relleno más allá del extremo apical en los tejidos circundantes puede provocar una cicatrización retardada o incluso fracaso del tratamiento debido a una reacción de cuerpo extraño.⁽³⁸⁾

La extrusión de residuos puede desempeñar un papel importante en el aumento

de la respuesta inflamatoria en el área perirradicular ⁽³⁹⁾ ⁽⁴⁰⁾ que también podría retrasar la curación de la lesión periapical ⁽⁴¹⁾ ⁽⁴²⁾ .Así, la reducción de la cantidad de residuos extruidos durante el tratamiento endodóntico se propone como un método de prevención de y dolor post-tratamiento y flare- up inter-citas. ⁽⁴³⁾ ⁽⁴⁴⁾

Una de las complicaciones más significativas relacionadas que ocurre como consecuencia de la extrusión apical durante los procedimientos en el conducto radicular es la reagudización del proceso inflamatorio inter-citas y dolor postoperatorio que es un suceso indeseable tanto para el paciente y el médico. ⁽⁴⁵⁾

Siqueira⁽⁴⁶⁾ ha llamado la atención sobre el hecho de que existe algún tipo de equilibrio entre agresión microbiana y defensa del huésped en lesiones perirradiculares crónicas asintomáticas. El autor enfatizó que en el caso de que los microorganismos sean extruidos en la preparación quimiomecánica, el equilibrio se interrumpirá con los tejidos perirradiculares siendo desafiado por más irritantes y una reacción aguda será la respuesta del organismo para mantener la homeostasis. ⁽⁴⁵⁾

Los efectos mecánicos son ejercidos por el flujo del irrigante y pueden lograrse incluso cuando se utilizan irrigantes inertes (por ejemplo, solución salina). Los efectos químicos sólo se ejercen mediante soluciones químicamente activas. ⁽⁴⁶⁾

Se ha demostrado que el hipoclorito de sodio es extremadamente cáustico cuando está en contacto con tejido vital in vitro⁽¹⁹⁾ , incluso a concentraciones inferiores al 0,1%. ⁽⁹⁾ Por lo tanto, su uso debe ser restringido dentro de los confines del sistema del canal de la raíz.

Cuando se pone en contacto con tejidos vitales, el NaOCl puede causar hemólisis, ulceración cutánea, lesión celular marcada en células endoteliales y fibroblastos e inhibición de la migración de neutrófilos. ⁽¹⁹⁾

Casi todos reportaron secuelas similares; el paciente presentaba dolor intenso inmediato, edema progresivo y hemorragia profusa, tanto intersticial como a través del diente. ⁽¹⁹⁾ La inflamación dolorosa inicial puede propagarse a los tejidos adyacentes. Además, puede llegar a la zona periorbital, el labio superior, la mejilla y puede ser acompañado por profuso sangrado intersticial con hemorragia de la piel y la mucosa. Si el irrigante se ha filtrado en el seno maxilar, el paciente puede reportar un sabor a cloro e irritación de la garganta. Finalmente, la necrosis y la infección secundaria pueden ser evidentes. ⁽¹¹⁾ La mayoría de los pacientes tenían resolución completa en pocas semanas, pero algunos tenían parestesia a largo plazo. ⁽⁴⁷⁾

La relación entre la cantidad y concentración del irrigante extruido, con el efecto sobre los tejidos periapicales y el desarrollo de signos y síntomas adversos no han sido establecido por completo. ⁽¹¹⁾

Aunque la extrusión accidental de un irrigante durante la irrigación del conducto radicular ha sido considerada como un accidente clínico raro⁽⁴⁸⁾, se ha descrito en un gran número de casos que documentan el posterior daño tisular y la sintomatología

pronunciada usando hipoclorito de sodio.⁽⁴⁹⁾

La mayoría de las complicaciones asociadas con una extrusión accidental de hipoclorito de sodio se refieren a la inyección de líquido con agujas de irrigación en el canal. Se pueden implementar varias medidas para evitar esta situación.⁽⁵⁰⁾ Para empezar, se debe evitar la irrigación con NaOCl en la región apical si las longitudes de trabajo no se han medido previamente. Una vez que se han determinado todas las longitudes de trabajo, se recomienda colocar unos toques de goma de colocación sobre las agujas de irrigación, preferiblemente con salida lateral, para evitar la presión y la inyección accidental. Además, el operador debe asegurarse de que la irrigación sea realizada bajo presión baja y constante para evitar la fuga de la solución al perápice.⁽⁵¹⁾

4.- Medios de Contraste Imagenológicos

Los medios de contraste se definen como “aquella sustancia o combinación de sustancias que, introducidas en el organismo por cualquier vía, permiten resaltar y opacificar estructuras anatómicas normales y patológicas”.⁽⁵²⁾ Estos tienen como finalidad aumentar las diferencias observadas entre tejidos y las diferentes técnicas imagenológicas, tales como resonancia magnética, tomografía computarizada y radiografía convencional.^{(53) (54)} Además pueden ser ocupados para ver la perfusión de diferentes tejidos. Estos medios pueden ser clasificados bajo diferentes criterios que son vía de administración e imagen generada.

Según su vía de administración se clasifican en oral, rectal, vaginal, endovenoso, intraarterial, intraarticular e intracanalicular.

Según la imagen dada se clasifican en positivos, neutros y negativos. Los positivos son aquellos atenúan en mayor porcentaje los rayos-X en comparación a los tejidos blandos viéndose radiopacos, esto a su vez se subclasifican en medios hidrosolubles y no hidrosolubles. Los medios negativos en cambio atenúan de menor forma los rayos X en comparación a los tejidos blandos, viéndose radiolúcidos. Estos no se encuentran en el mercado. Los medios neutros son ocupados para distender tubo digestivo.⁽⁵³⁾

Dentro de la subclasificación de los medios positivos, en el grupo de los hidrosolubles se encuentran los medios en base a compuestos iodados, y en el grupo de los no hidrosolubles se encuentran los medios en base a sales de bario.⁽⁵⁴⁾

4.1 Contrastes Iodados

Los medios de contraste iodados son compuestos que basan su funcionamiento en el átomo de yodo, el que gracias a su alto peso molecular es capaz de absorber los rayos X. Fueron ocupados por primera vez en 1927, pero no fue hasta 1953 en que su uso fue masificado debido a la síntesis de su estructura en un anillo bencénico triodurado. Se utilizan en angiografías, tomografías computarizadas y radiografías convencionales.⁽⁵³⁾

Los compuestos iodados pueden ser divididos según su disociación en el agua en iónicos y no iónicos. También se agrupan según la osmolaridad que poseen respecto al plasma sanguíneo en hiperosmolares, hiposmolares e isotónicos, siendo estos los más actuales. Por último, según su estructura química en base a cuantos anillos bencénicos tengan en diméricos y monoméricos. Esto da como resultado cuatro clases de compuesto: Iónico monomérico de alta osmolaridad, iónico dimérico de baja osmolaridad, no iónico monomérico de baja osmolaridad y no iónico dimérico isosmolar.⁽⁵⁵⁾

A continuación se presenta una tabla que sintetiza la clasificación de los medios de contraste iodados :⁽⁵²⁾

CLASIFICACIÓN	ÁTOMOS DE YODO	OSMOLARIDAD (mOsm/kg)	PRINCIPIO ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL
Iónicos monoméricos	3	Alta (1710)	Ioxitalamato de meglumina	Telebrix®
Iónicos diméricos	6	Baja (600)	Ioxaglato de meglumina	Hexabrix®
No iónicos monoméricos	3	Baja	Iopamidol Iohexol Ioversol Iobitridol	Iopamiron® Omnipaque® Optiray® Xenetix®
No iónicos diméricos	6	Isoosmolar (290)	Iodixanol	Visipaque®

Tabla 3. Clasificación de medios de contraste iodados.

4.2 Medios de Contraste en Endodoncia

En la historia la de endodoncia han surgido diferentes métodos para estudiar la anatomía interna y el sistema de conductos dentarios. En la literatura se encuentra desde la introducción de metal colado a presión en los conductos, uso de tinción de conductos con diafanización dentaria, introducción de vulcanita o siliconas, desgates y cortes seriados ⁽⁵⁶⁾, sin embargo, cada uno de los métodos presentan imprecisiones y artefactos en la medición. Estas complicaciones comprenden desde la dificultad de introducción del medio en el pequeño sistema de conductos, daño a la estructura dentaria en la misma etapa o al retiro, difusión excesiva en los tubulillos dentarios impidiendo la visualización, pobre riqueza de detalles, incompatibilidad para aplicación realizar estudio in vivo, entre otros inconvenientes.

La radiografía convencional es el medio más utilizado en la situación clínica para el estudio de la cavidad pulpar, no obstante por si sola ofrece una imagen plana y limitada en la cual la magnitud de los conductos no se ve claramente expresada. Sin embargo, es ampliamente documentado que la visualización a través de ella se puede ver mejorada ocupando medios de contraste radiológicos.^{(57) (58) (59)}

El primero en ocupar algún tipo de contraste radiológico en la historia de la odontología fue Edmund Kells quien en el año 1899 al estar realizando una endodoncia, introdujo un cable de plomo en el conducto radicular de un incisivo central de un paciente con el objetivo de ver donde terminaba este y poder obturarlo. En los

años 1969 y 1973, Barker con el objetivo de estudiar la anatomía radicular de diferentes dientes, desarrolló un método de estudio que consistía en inyectar y condensar en el conducto un elastómero radiopaco que posteriormente era radiografiado. Este es considerado el experimento precursor en el uso de medios de contraste radiológicos en endodoncia. ^(56 59 60) Sin embargo esta metodología tenía sus desventajas, ya que el utilizar un elastómero impregnado con plomo, las partículas se depositaban en el conducto haciendo difícil su remoción, sumado a la toxicidad que posee este metal.⁽⁵⁹⁾ Debido a esto, otros autores empezaron a experimentar con el uso de medios de contraste iodados basándose en que estos tienen la ventaja de ser solubles en el agua, permitiendo así su fácil remoción del sistema radicular, evitando alterar la anatomía interna del diente.

Lowman y cols. en el mismo año que Barker, estudiaron la incidencia radiográfica de canales accesorios en el tercio coronal y medio de conductos radiculares de molares, ocupando el contraste iodado diatrizoato de meglumina (Hypaque 90%) en conjunto con azul de metileno y una aspiradora.⁽⁶¹⁾ Hession en el año 1977 hizo contraste radiográfico ocupando iotalamato de sodio.⁽⁶²⁾ Este mismo medio fue ocupado por Thomas y cols. el año 1993 para estudiar el sistema de conductos de primeros molares permanentes a distintas edades, ocupando también una aspiradora para rellenar la raíz.⁽⁶³⁾ Estos estudios in vitro se han encargado de contrastar el sistema radicular ocupando una aspiradora por el foramen para rellenar el conducto en su totalidad, haciendo imposible su aplicación in vivo.

Shaerer y cols. (1996) examinaron 60 dientes con el fin de comparar una radiografía sin medio de contraste y una radiografía con medio de contraste (Iohexol-Omnipaque®) respecto a la observación objetiva del mismo diente diafanizado en cuanto a su anatomía radicular observable, encontrando como resultado que la validez del diagnóstico aumentaba al ocupar medio de contraste. Estos mismos autores sugieren que la mejora del diagnóstico se basa en una mejor visualización y realce de los bordes de los conductos.⁽⁵⁹⁾ Este estudio fue hecho con irrigación pasiva por lo cual los autores sugieren la aplicación de estos conceptos in vivo.

Uno de los primeros experimentos sobre irrigación con medio de contraste fue hecho por Salzgeber et al. en el cual se evaluó la penetración de los irrigantes en dientes con diagnóstico de pulpitis irreversible y dientes con necrosis pulpar. El medio de contraste utilizado como irrigante fue Hypaque al 50% (diatrizoato de meglumina) debido a su similar viscosidad y tensión superficial con el hipoclorito de sodio al 5,25%. Los resultados indicaron que el irrigante provee una adecuada penetración en el tercio coronal y medio, pero es más deficiente en el apical.⁽⁶⁴⁾

Ram et al. casi en paralelo determina el diámetro apical mínimo en el cual los irrigantes alcanzan el tercio apical del diente, ocupando el mismo medio de contraste. Sus resultados indican que a una preparación apical con lima #40 estos son capaces de limpiar el tercio apical.⁽²⁷⁾ Estudios parecidos se han llevado a cabo para evaluar la penetración del irrigante producto de la instrumentación del conducto en raíces curvas, ocupado medios de contraste e irrigación pasiva.⁽⁶⁵⁾ Sin embargo estos estudios no relacionan la penetración del irrigante con una medida objetiva de la profundidad a la

cual la aguja de irrigación es utilizada, sino que simplemente se ocupan en base a su capacidad de entrar en el conducto y no a una medida estandarizada.

Munoz et al. en el año 2012 compara la penetración del irrigante mediante diferentes métodos de irrigación, ocupando medio de contraste e irrigando a -2mm de longitud de trabajo. Sus resultados muestran que la irrigación convencional tiene la mayor proyección de irrigante dando un promedio de 1,51 mm con diferencia significativa.⁽⁶⁶⁾

En el estudio el Iohexol (Omnipaque) se prefiere por su parecida viscosidad y densidad con el hipoclorito de sodio, con la ventaja de no ser pirogénico, venir en ampolla estéril, no ser tóxico y ser de menor osmolaridad que el Hypaque.

Los medios más utilizados en la literatura corresponden a diatrizoato de meglumina (Hypaque®, Amersham Health Inc, Princeton, NJ, USA) e iohexol (Omnipaque®, GE Healthcare). Existen otros medios que han sido ocupados sin embargo han mostrado inconvenientes, tales como el caso del Ultravist (Iopamidol) el cual es de difícil introducción en el conducto sumado a la falsa percepción de conducto laterales que genera por su perfusión a crack dentinarios. El Omnipaque en concentración 240 mg/ml posee una viscosidad de 3.4 centipoise a 37°, similar al irrigante más utilizado como lo es el hipoclorito de sodio. A su vez la solución de hipoclorito de sodio al 5,25% posee una tensión superficial de 79.1 dynas/cm. El agua destilada tiene una tensión superficial de 75.5 dynas/cm.^(64 67)

Concentration (mgI/mL)	Osmolality* (mOsm/kg water)	Osmolarity (mOsm/L)	Absolute Viscosity (cp)		Specific Gravity 37°C
			20°C	37°C	
140	322	273	2.3	1.5	1.164
180	408	331	3.1	2.0	1.209
240	520	391	5.8	3.4	1.280
300	672	465	11.8	6.3	1.349
350	844	541	20.4	10.4	1.406

Tabla 4. Omnipaque: Información sobre concentración y viscosidad.⁽⁶⁷⁾

5.- Tomografía Computarizada de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography)

El descubrimiento de los rayos X por parte de Wilhelm Röntgen en el año 1895 trae consigo un avance enorme para la odontología⁽⁶⁸⁾ como tal, y en particular a la rama de la endodoncia. La radiografía es de vital apoyo para el diagnóstico correcto, la planificación y soporte de tratamientos y el pronóstico dentario. Sin embargo, esta presenta limitaciones debido a ciertos factores tales como ser una imagen 2D de una estructura tridimensional, presentar superposición de distintas estructuras, el procesamiento que se da a la imagen, materiales de revelado, las características de los equipos y el error humano respecto a la pulcritud de la técnica.

Es a raíz de estas limitaciones que a finales de los años 60' se desarrolla la tomografía computarizada médica (CT), el cual obtenía información en sentido axial a través de un haz de rayos en forma de abanico estrecho, recogido por una única serie de detectores recíprocos. Esto se traducía en mayor tiempo y dosis de radiación al paciente producto de que los cortes se hacían uno por uno, sumado a que la reconstrucción de la imagen era bidimensional. Esto fue mejorado con CT actuales o helicoidales que funcionan en base a de una matriz lineal de múltiples detectores, permitiendo múltiples cortes simultáneos, economizando tiempo y radiación.⁽⁶⁹⁾ A finales de los 90' un grupo de investigadores.^(70 71) trabajando por separado, inventan el tomógrafo computarizado de haz cónico (CBCT) o tomógrafo de volumen digital (DVT).⁽⁷²⁾ Esto permitió una mejora en cuanto a resolución, exposición a la radiación y costo en relación a un scanner médico.

5.1 Funcionamiento del CBTC

El CBTC funciona en base a una entrada o gantry giratorio a la cual la fuente de rayos X y el detector están acopladas. Desde este se dirige un haz de rayos cónicos o piramidales al centro de área de interés el cual es captado por un detector ubicado del lado opuesto del paciente. El CBTC funciona en base a un solo giro de 180-360° grados, rotando sobre la región de interés (ROI), en el cual por cada grado se obtiene de una a dos imágenes. Los rayos capturan un volumen cilíndrico o esférico de datos conocido como el campo de visión (FOV). Durante la exposición a los rayos se obtienen múltiples imágenes de proyección plana del campo de visión. Ya que el FOV se incorpora por completo en la exposición, es que el CBTC hace necesario un solo giro.⁽⁷³⁾

5.2 Procesamiento de imágenes

Para el procesamiento de imagen es necesario un determinado software para recoger los datos y realizar la reconstrucción 3D del elemento en cuestión. Un pixel es una unidad homogénea de color que forma una imagen, de disposición de cuadrada y una medida de 20-60 μm . Cada pixel representa un valor en escala de grises y representa la densidad de los rayos X de la estructura. El conjunto de pixeles va a determinar la formación de imagen en 2D, una imagen plana.

El voxel corresponde a una representación del volumen de un objeto, por lo tanto en la tercera dimensión. Cada cubo va a representar la densidad de la estructura anatómica escaneada. El CBTC genera voxeles isotrópicos, con lados iguales y una medida de 0,16-0,60 mm.

En la imagen de cada corte, el pixel está representando un valor de radiación atenuada que se mide en la escala Hounsfield. Esta escala se mide en unidades Hounsfield (HU) y puede adquirir un valor que va desde -1000 HU, que corresponde al valor de atenuación del aire, hasta 3000 HU. El valor 0 HU en la escala corresponde al valor de atenuación de radiación del agua. Los datos obtenidos de las imágenes son almacenados en un formato estándar llamado digital imaging and communications in medicine (DICOM) el cual permite un libre traspaso de los datos entre fabricantes.⁽⁷⁴⁾

Una vez obtenidos los datos se realiza un proceso llamado windowing en el cual

los 4000 niveles de la escala de Hounsfield son convertidos a la escala de grises de 256 niveles para su visualización.

5.3 Tipos de CBTC

Los CBTC pueden ser clasificados según posicionamiento del paciente, volumen escaneado y su funcionalidad clínica.

- a. *Posicionamiento del paciente:* Dependiendo del tipo de CBTC se puede posicionar al paciente en tres diferentes posiciones. En posición supina, parado y sentado.
- b. *Volumen escaneado:* El tamaño del FOV, o volumen escaneado, depende principalmente del tamaño del detector y su forma, así también de la proyección geométrica del haz y la capacidad de colimar los rayos x. Con esto podemos clasificar en dos tipos de CBTC: los scanner CBTC de gran volumen y los de pequeño volumen. Los CBTC de gran volumen sirven para emplearse a la región maxilofacial en su totalidad ocupando un gran FOV cilíndrico. EL CBTC de pequeño volumen permite tener un pequeño FOV de no más de 3-4 dientes, dando la ventaja de tener mejor resolución y menor radiación. Para el estudio de la endodoncia se aconseja una resolución de 200 μm que es el ancho del ligamento periodontal. Un CBTC de gran volumen no sirve para este propósito debido a que si se desea disminuir el voxel, disminuye también su resolución, por lo cual se aconseja el CBTC de pequeño volumen para endodoncia.⁽⁷⁵⁾
- c. *Aplicación clínica:* Multimodalidad. Las unidades híbridas multimodalidad comprenden la función de un equipo panorámico en conjunto con un CBTC de FOV pequeño a moderado. Su principal ventaja radica en el ahorro de costos.

5.4 Sistema I-CAT

El sistema I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, USA) es un equipo ampliamente utilizado en el mundo. Fue diseñado inicialmente para el área maxilofacial, sin embargo con los nuevos avances se ha podido mejorar el campo de visión hasta 20x25 cm. La imagen tridimensional es capturada con el paciente posicionado sentado, similar a una ortopantomografía. El equipo ocupa un voltaje de hasta 120kV, con un tiempo de escaneo de 10,20 y 40 segundos, permitiendo un tamaño de voxel de 0.2-0.4 mm. Ocupa una escala de grises de 12 bytes y el tiempo de reconstrucción de la imagen es de 1,5 minutos.

El sistema ICAT gracias al tamaño de su campo de visión permite radiografiar una gran cantidad de estructuras, en comparación con otros sistemas, sin disminuir demasiado la resolución de la imagen obtenida.^(76 77 78)

5.5 Ventajas del CBTC

La utilización de CBTC da como principal ventaja dar una representación precisa y en tres dimensiones de las estructuras anatómicas a radiografiar, su relación espacial con estructuras anatómicas vecinas, la posibilidad de segmentar la imagen en sentido axial, sagital y coronal.

El software utilizado en la reconstrucción de imagen, a pesar de que difiere según el fabricante, permite una gran cantidad de opciones para el manejo de la radiografía. Esta se puede seleccionar por zona, segmentar, analizar en los tres planos del espacio al mismo tiempo y por separado, ajuste de escala de grises, brillo y contraste, aumento de imagen, generación de histogramas con densidad radiográfica y medición de estructuras anatómicas gracias a su relación 1:1.^{(66) (70) (78)}

5.6 Limitaciones del CBTC

Radiación emitida: La radiación emitida por un CBTC si bien es mayor en relación a una radiografía convencional, la diferencia es variable. Existe una diferencia entre la cantidad de esta entre los diferentes equipos, incluso en un mismo equipo es variable ya que va a depender del tamaño del campo de visión, la configuración de poder, la magnitud del giro alrededor del cabeza (180-360°). Se ha reportado que la dosis de radiación de un CBTC de FOV pequeño (3D Accuimoto, J Morita, Kyoto, Japan) es el equivalente a dos o tres periapicales.⁽⁶⁷⁾ Debe mencionarse que el CBTC ocupa una dosis mucho menor de radiación en comparación con una tomografía médica.

Resolución espacial: Comparado con una radiografía convencional y digital, el CBCT en este ámbito es menor. La técnica convencional entrega una resolución 10-15 pares de líneas por milímetro, una radiografía digital moderna entrega una resolución de 7-25 pares de líneas por milímetro. La imagen del CBTC entrega una resolución espacial de 2 pares de líneas por milímetro.⁽⁶⁶⁾

Dispersión y endurecimiento del haz: La presencia de estructuras de alta radiopacidad tales como el esmalte, postes y restauraciones metálicas en dientes vecinos puede dar como resultado una alteración en la imagen que puede disminuir el valor diagnóstico. Esta es observada con más frecuencia en los CBTC que ocupan un FOV grande, como lo son los diseñados para el área maxilofacial. Sin embargo, esto puede disminuirse ocupando tomógrafos con pequeño campo de visión ya que la disminución del tamaño del voxel ha sido sugerida.⁽⁶⁶⁾

5.7 CBTC en la Endodoncia

El uso del CBTC en Endodoncia siempre debe ser justificado, procurando trabajar solo en el área de interés y siempre que sea necesario, ya que según el tipo de equipo que se ocupe, la irradiación al paciente puede ser ligeramente mayor, o francamente mayor que una imagen en 2D. Sin embargo se ha reportado su valioso uso en distintos campos:

Morfología dentaria: Para un correcto tratamiento de conducto es vital conocer la anatomía dentaria con la finalidad de hacer una correcta desinfección, conformación y obturación del sistema de conductos. Se ha reportado que la prevalencia de una segunda raíz mesiovestibular en el primer molar superior maxilar es superior a un 70%, dándose en el plano vestibulolingual donde la superposición de estructuras afecta la sensibilidad de la radiografía convencional.^{(73) (79)} Estudios donde han ocupado CBTC para su detección han reportado efectividad cercana al 60%, sin embargo aumentando la resolución

del voxel ocupado, aumentó cercana a un 90%.

Patología periapical: Lofthag-Hansen et al. compararon la precisión diagnóstica del CBTC y dos distintas técnicas radiográficas encontrando que el primero encontró un 38% más de lesiones periapicales.⁽⁸⁰⁾ Stavropoulos and Wenzel reportando mejores resultados del CBTC en relación a la radiografía digital y convencional, en detectar defectos óseos.⁽⁸¹⁾

Fractura radicular: Se ha reportado una eficacia mayor del CBTC en diagnóstica fracturas horizontales y verticales, en relación a radiografía convencional donde la presencia de postes radiculares y gutapercha puede dificultar su visualización.^{(73) (82)}

Reabsorción radicular: Estudios muestran que el CBTC presenta una mayor sensibilidad a detectar prematuramente reabsorciones radiculares en relación a la radiografía convencional, pero esta diferencia no es tan grande.⁽⁷³⁾ Sin embargo, ajustando la resolución del voxel aparentemente mejoraría. Se ha visto eficaz en diagnosticar reabsorción radicular de incisivos laterales por caninos maxilares.^{(83) (84)}

Planificación de Cirugía endodóntica y evaluación postoperatoria: Un CBTC permite observar la relación espacial entre la cortical ósea, estructuras anatómicas nobles, ápice dentario y lesión periapical. Esta relación es posible medirla para una correcta planificación en el tratamiento.⁽⁸²⁾ Además es posible controlar el postoperatorio chequeando integridad de obturación radicular en el tiempo.

6.- Software Python

La programación es la herramienta de la informática que mediante el diseño de un algoritmo permiten crear un programa que siga un comportamiento específico. Un algoritmo es una secuencia no ambigua, finita y ordenada que ha de seguirse para resolver un problema. Este algoritmo puede expresarse como lenguaje de programación, el cual a su vez va formar parte de un código de fuente. Un programa generalmente traduce e implementa uno o más algoritmos.⁽⁸⁵⁾

La programación de computadoras trabaja en base a la forma de scripting. Un script es una pieza de código de computador diseñado para hacer una o más tareas específicas. Este script puede ser escrito para leer archivos, construir modelo, ejecutarlos, analizarlos, y crear gráficos de salida.⁽⁸⁶⁾ Esto se hace a través de un intérprete que conecta el lenguaje de programación con el código binario.

Python (Python Software Foundations) es uno de los lenguajes de programación más usados en todo el mundo. Este sistema fue creado en los años 80 y permite experimentar con el lenguaje de programación, probar funciones y escribir programas descartables, haciéndolo de una forma fácil. Su semántica directa y su sintaxis limpia lo convierten en un primer idioma fácilmente accesible, es expresivo y bien adaptado a la programación orientada a objetos, así como a otros paradigmas modernos; las

numerosas bibliotecas disponibles y los toolkits de terceros amplían la funcionalidad del lenguaje central.⁽⁸⁷⁾ Los múltiples paquetes de este programa permiten hacer análisis estadísticos de grandes bases de datos como a la vez hacer optimización de parámetros y creación gráficos.

En comparación con otras plataformas como Awk o Perl permite aplicarse a mayores problemas, puede chequear más errores en comparación a las bibliotecas estándar en C, además de hacer programas más cortos que JAVA o C++ debido a que sus datos permiten expresar operaciones complejas en una sola instrucción.⁽⁸⁵⁾ Es de libre acceso, en contraste, con Matlab, permitiendo a la vez una rápida extensión. Además existen complementos científicos basados en este como lo es sciply (Scientific Python).⁽⁸⁸⁾

El intérprete python y la biblioteca estándar están en libre disposición en forma binaria y código fuente para la principales plataformas. Además python es más versátil ya que está disponible para los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Unix.⁽⁸⁵⁾

6.1 Software Python para procesamiento de imagen

La ventaja de utilizar scripts para documentar el modelado y el análisis de datos se reconoce en muchos campos.⁽⁸⁶⁾ Todas las investigaciones contemporáneas en biología molecular, bioquímica, imageneología y otras biociencias utilizan el programa informático python.⁽⁸⁷⁾ Python ha sido usado en programas de hidrología subterránea⁽⁸⁶⁾ por tener una sintaxis simple pero a la vez poderosa. También áreas que se ha usado en la neurobiología para la composición de modelos neuronales.⁽⁸⁹⁾ En imageneología este programa ha sido ocupado para procesar imágenes en distintas técnicas como son microscopía, tomografía y microtomografía, PET-CT e incluso radiografías 2D.

Python lo que hace es generar una matriz numérica con los datos a una imagen 2D, gracias al módulo NumPy que es una herramienta científica desarrollada en SciPy, la cual se basa su funcionamiento en otorgar una orientación a la imagen en los tres espacios dimensionales, representado por un valor numérico. Así el conjunto de imágenes 2D forman una imagen 3D al ser reconstruidas por un algoritmo. Este programa permite las siguientes características:⁽⁹⁰⁾

Filtración de imagen: Capacidad para disminuir el ruido que se pudiese generar en una imagen, producto de la toma de una tomografía.

Extracción geométrica de la imagen: Capacidad de detectar la presencia ciertas formas u extracción de pixeles de ciertos objetos.

Segmentación de la imagen: Capacidad de al detectar los objetos separarlos. Esto se puede obtener al haber una variación de contrastes entre regiones de la imagen a través de un determinado algoritmo.

Medición de imagen: Capacidad de medir objetos o zonas dentro de la misma imagen a través de un determinado algoritmo de lectura.

Modelado de resultados: Con los resultados obteniéndose posible crear gráficos, histogramas y reconstrucciones 3D.

Objetivos e Hipótesis

1.- Objetivo General

Determinar mediante imagenología y medios de contraste, la profundidad de penetración mínima necesaria de una aguja monoject Endo 27G para que el agente irrigante alcance el tercio apical del conducto, sin generar extrusión.

2.- Objetivos Específicos

-Establecer la profundidad mínima a la cual la aguja permite llevar el medio de contraste a longitud de trabajo.

-Describir la proyección del medio de contraste a distintas profundidades de aguja.

-Cuantificar el porcentaje del área radicular alcanzada por el medio de contraste a diferentes profundidades.

-Identificar la presencia de extrusión del medio de contraste luego de la irrigación del conducto y relacionarlo con la penetración de la aguja en el conducto.

3.- Hipótesis

La calibración a longitud de trabajo -2 mm de una aguja Monoject Endo 27G permite una irrigación de tercio apical, sin generar extrusión.

Materiales y Métodos

1.- Diseño de estudio

En esta investigación el diseño fue de tipo experimental in vitro a doble ciego (operador y estadístico), donde las variables a manipular fueron la profundidad de penetración de la aguja y la presencia de extrusión del medio de contraste.

Se eligió este tipo de estudio ya que la variable dependiente a evaluar es considerada un accidente dentro del procedimiento clínico por lo cual sería una falta a la ética someter a pacientes a un estudio que mida dicho evento.

2.- Universo/Muestra

Todos los dientes fueron extraídos a pacientes mayores de 18 años con capacidad de tomar decisiones de forma autónoma y con indicación de exodoncia, independiente de la condición sistémica (patologías previas) de los sujetos, que fueron atendidos en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y acudieron voluntariamente a sus dependencias. Con respecto a la selección de pacientes, ésta estuvo regulada por el Manual Operacional de Clínicas Odontológicas de la Universidad de Valparaíso, el cual en su punto 2 establece los tipos de pacientes que ingresan a la Unidad, que son, a modo de resumen: consulta espontánea, autogestionados, convenios, iniciativa de extensión y SEMDA. Todos estos pacientes deben ser evaluados en la Unidad Clínica de Examen y Tratamiento (UCEOT), donde profesionales determinan las necesidades de tratamiento de los mismos y los derivan a las diferentes clínicas de la Unidad. Luego de eso, los pacientes siguen siendo examinados por profesores y estudiantes y son derivados dentro de las clínicas de la Unidad, según las necesidades emergentes que se pueden encontrar en la red de derivación interna.

La recolección fue realizada entre el periodo de Junio a Julio de 2017 por los alumnos que estaban cursando los ramos de Cirugía II y Cirugía III, los cuales no participaron del equipo de investigación siendo solo un apoyo para el reclutamiento. Para determinar la muestra se elaboró un Consentimiento Informado a cada paciente dando conocimiento de que fue utilizado en un estudio. Además, se dieron criterios de inclusión/exclusión con la finalidad de estandarizar los objetos de estudio.

Criterios de inclusión: Dientes permanentes unirradicado con raíz recta y ápice completamente formado, tanto maxilares como mandibulares. Su anatomía interna debía corresponder a un conducto único y recto, en individuos mayores de 18 años con capacidad de tomar decisiones de forma autónoma y con indicación de exodoncia, independiente de la condición sistémica (patologías previas) de los sujetos.

Criterios de exclusión: Longitud corono-radicular menor a 15 mm, reabsorción radicular interna, dientes apicectomizados, conducto atrésico o calcificado, dientes con tratamiento de endodoncia previo, dientes cuya Lima Apical Inicial sea superior a #30 y conductos con curva severa según la clasificación de Schneider (1971).

3.- Variables

Variable	Tipo de variable	Dependencia	Unidad de medición
Proyección del medio de contraste	Cuantitativa continua	Dependiente	Milímetros
Penetración de la aguja	Cuantitativa discreta	Independiente	Milímetros
Extrusión apical	Cualitativa nominal	Dependiente	Si (0) / No (1)
Llenado de tercio apical	Cuantitativa continua	Dependiente	Porcentaje

Tabla 5. Clasificación de variables en estudio.

Definiciones conceptuales y operacionales

3.1 Penetración de la aguja:

- Definición Conceptual: Medida que alcanza la aguja de irrigación dentro del conducto principal.
- Definición operacional: Medición en milímetros del nivel que se alcanza en el conducto principal.

3.2 Proyección del medio de contraste:

- Definición Conceptual: Distancia máxima que logra alcanzar el irrigante desde la punta de la aguja según la mecánica del fluido.
- Definición operacional: Proyección del medio de contraste: diferencia en milímetros entre la penetración máxima del medio de contraste y la longitud de penetración de la aguja.

3.3 Extrusión apical:

- Definición Conceptual: Salida de materiales de relleno, tejido de pulpa necrótica, bacterias o irrigantes desde el conducto hacia el periápice.⁽³⁸⁾
- Definición Operacional: Cambio de coloración detectado al microscopio óptico en el papel tornasol

3.4 Llenado tercio apical

- Definición Conceptual: Extensión del tercio apical del conducto ocupado por irrigante expresado en porcentaje.
- Definición Operacional: Longitud del tercio apical ocupado en la imagen

radiográfica por radiopacidad del medio de contraste expresada en porcentaje.

4.- Muestra

Cálculo tamaño muestral:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times S^2}{d^2}$$

Donde:

$Z_{\alpha} = 1,645$

$Z_{\beta} = 1,282$

$S = 0,43$

$d^2 = 0,25$

$n = 13$

Los datos iniciales fueron obtenidos del estudio de Munoz y Camacho-Cuadra de 2012 donde se encontró una desviación estándar de 0,43 milímetros entre la posición de la aguja y la proyección del irrigante. ⁽⁶⁶⁾ Aplicando la fórmula de contraste de hipótesis para dos medias, ocupando un nivel de significancia de 95% y una potencia de 90%, tratando de abarcar el tercio apical a 0,5 mm en vez de a 1 milímetro de él ($1-0,5=0,5$), obtenemos como resultado un $n=13$ dientes por grupo de experimentación.

Variabilidad esperada según bibliografía: 0,43

5.- Procedimiento Metodológico

Se ocupó una muestra de 52 dientes maxilares que cumplieron con los criterios. En una primera instancia, cada diente fue desinfectado y decoronado parcialmente con discos de acero a baja velocidad con un corte transversal al eje mayor del diente a nivel de la cámara pulpar, con el objetivo de obtener una longitud de trabajo constante de la siguiente forma: con una lima K #08 (Dentsply Maillefer) se exploró cada conducto comprobando la anatomía interna, introduciéndola hasta que la punta sea visible en el foramen apical. Esta posición fue medida, luego se le restó 0,5 mm, para posteriormente cortar el diente hasta obtener una longitud de trabajo de 14,5 milímetros, dando un total de 15 mm de longitud para cada diente decoronado. En caso de pérdida de longitud de trabajo por corte excesivo, se restableció con protocolo restaurador adhesivo.

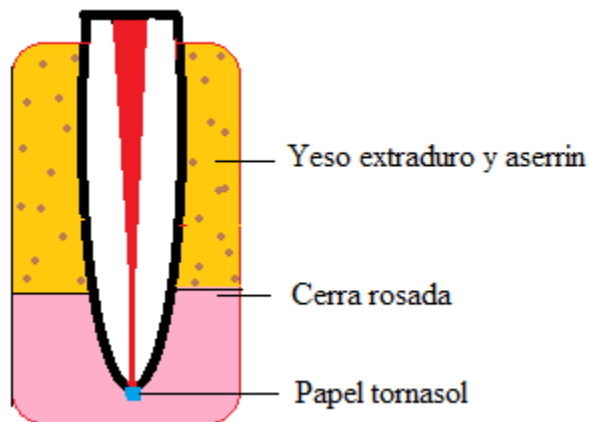
Posteriormente se sellaron los ápices de las raíces con cera, para proceder a hacer la preparación biomecánica de estas. Se ocuparon limas K-File (Dentsply

Maillefer) utilizando la técnica de fuerzas balanceadas de Roanne, hasta llegar a una MAF (master apical file) #40. Se irrigó con 3 ml de hipoclorito entre cada lima, a través de una aguja monoject Endo 27G posicionándola apicalmente en el conducto hasta un nivel donde se encuentre resistencia, para luego retirarla 1 milímetro, con el objetivo de que la punta quedara holgada evitando la obliteración del canal. Finalmente en el tercio apical se irrigó a LT-1 mm. Se hizo recapitulación con lima K #15 a LT en conjunto con la irrigación. Se utilizó microsucción a nivel coronal para favorecer el retorno del irrigante. Como último paso se irrigó con 1 ml de EDTA por un minuto y 3 ml de suero por un minuto. Finalmente se secó el conducto con conos de papel n° 40.

Los dientes ya preparados fueron agrupados en tres matrices, dos de 17 dientes y una de 18 dientes, asignando como identificación a las dos primeras las letras B y C, y la última la letra A. Así mismo dentro de cada matriz se fijó la posición de los dientes, siendo en la B y C del 1 al 17, y en la A del 1 al 18. Estas posiciones se establecieron por sorteo y fue esta codificación la que se ocupó para realizar el experimento y base de datos.

Una vez sorteadas las posiciones, se realizó el montaje individual de cada diente con un trozo cuadrado de papel tornasol de 2x2 mm en su foramen apical, encofrado en sus 5 mm del tercio apical en papel adhesivo y sellado con cera rosada. Posteriormente, se dispuso de los dientes en hileras según la matriz que correspondiera (A, B o C) sobre una estructura de cera rosada cubriendo hasta los 5 mm apicales, y luego yeso extraduro con aserrín en los siguientes 10 mm coronales. De esta forma se obtuvo 3 matrices estables para el proceso de irrigación experimental, cada una con una hilera de dientes ya preparados.

Figura 1. Esquema de cuerpos de prueba



Las tres matrices se dispusieron verticalmente, siendo primero la matriz A, sobre ésta la matriz B y luego la matriz C. Previo al experimento con irrigación, se efectuó un registro imagenológico con CONE-BEAM en una posición estandarizada.

Para proceder a ordenar los 52 dientes, un operador se encargó de dividirlos en

4 grupos determinados por las longitudes a las que se calibró las agujas. Cada uno de los grupos se identificó con una letra, siendo estas A, B, C y D y se le asignó un símbolo. Luego se sorteó la distribución de los dientes en las tres matrices, logrando ordenar los 4 grupos al azar. El resultado de la distribución fue registrado en un mapa con el símbolo del grupo correspondiente.

Grupo	Símbolo	Lt
A	○	-1 mm
B	□	-2 mm
C	×	-3 mm
D	△	-4 mm

Figura 2. Identificación de grupos

A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18
	○	×	○	△	□	○	○	△	△	×	×	□	□	○	×	△	□	×
B	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	
	△	×	○	△	□	×	○	○	□	□	△	○	□	×	□	△	×	
C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	
	△	○	□	×	×	×	△	○	□	×	□	△	□	○	△	○	△	

Figura 3. Mapa de aleatorización de grupos en las matrices A, B y C según simbología

Para efectuar la irrigación se ocupó medio de contraste Iohexol (Omnipaque® 300 mg/ml concentración de Iodo, GE Healthcare) el cual en el laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso se preparó una disolución para dejarlo en la concentración de 112 mg/ml de Iodo, la cual posee la misma viscosidad que el hipoclorito al 5,25%. Para ello, se diluyó la solución con 300 mg/ml y mediante un viscosímetro de Oswald y se comparó su viscosidad con la del hipoclorito a 20°C hasta igualarla.

Los milímetros correspondientes a cada longitud fueron fijados con tope de goma adherido a la aguja y a cada aguja se le marcó el símbolo correspondiente a su grupo de calibración. Se irrigó 1 ml de la disolución por cada diente, utilizando una aguja Monoject Endo 27 G.

Un tercer operador efectuó la irrigación sin saber cuál símbolo corresponde a cada grupo. Como las diferencias de calibración de las agujas son muy pequeñas (1, 2, 3 y 4 milímetros) es imposible para el operador diferenciar a qué longitud se está irrigando (ciego operador).

Una vez irrigados los 52 dientes se realizó una segunda prueba imagenológica con el CONE-BEAM para obtener la imagen contrastada, la cual fue analizada computacionalmente, arrojando los resultados del experimento.

Posterior a esto, se realizó el desmontaje de los 52 dientes, registrando la

presencia o ausencia de cambio de coloración en el papel tornasol montado en los forámenes apicales, mediante método visual.

Instrumento de Medición

Antes de irrigar, y una vez irrigado se procedió a escanear las matrices con un tomógrafo Cone Beam, obteniéndose las imágenes que fueron reconstruidas digitalmente mediante el programa ICATVision. Las imágenes obtenidas en formato DICOM posteriormente fueron procesadas mediante el programa Python (Python Software Foundations).⁽⁸⁵⁾ La imagen fue tomada y convertida en una matriz numérica mediante la herramienta NumPy, en una imagen 2D la que se reconstruyó en 3D mediante un algoritmo dado por el programa. De los datos procesados se cuantificó el llenado del tercio apical con medio de contraste, a través de las diferencias en la escala de grises del voxel. Se determinó la distancia entre el ápice y volumen irrigado mediante clicks sobre imágenes, previo análisis visual, entregando el programa una cuantificación de esta distancia. Esta medida fue contrastada con la medida de profundidad de aguja en el diente correspondiente, obteniendo la proyección del irrigante en el conducto. Este procedimiento fue realizado por un investigador del estudio previamente calibrado, que no tuvo conocimiento sobre la correlación entre el cuerpo de prueba y la longitud a la cual fue irrigado (ciego operador).

Posteriormente, se procedió al análisis visual del papel tornasol, el cual mediante microscopio óptico se evidenció si hubo cambio de pH, indicando una extrusión del medio de contraste. Este procedimiento fue realizado por un investigador del estudio que no tuvo conocimiento sobre la correlación entre la calibración a la que fue irrigado el cuerpo de prueba y presencia o ausencia de extrusión apical (ciego operador). Los resultados se anotaron en una tabla de incidencia simple.

Análisis Estadístico

Los datos recolectados fueron ingresados de forma automática por el software python en el programa Microsoft Excel 2010 obteniendo una base de datos. Luego esta fue complementada con los datos obtenidos al microscopio. Con esta base se calculó valores de tendencia central mediante estadística descriptiva. Luego se aplicó test de Barlett para determinar homogeneidad de datos, Shapiro Wilk para evaluar normalidad de los mismos, y prueba ANOVA de una vía para analizar diferencias estadísticamente significativas. Luego se ocupó análisis post hoc prueba de Tukey y prueba de Scheffe evidenciar en que grupos se dieron las diferencias. Se calculó regresión logística de Oswell-Lemeshow para buscar causalidad entre variables. Además se calculó coeficiente de correlación de Pearson para ver asociación entre estas. El investigador que realiza este análisis no tiene conocimiento de cual dato corresponde a cada grupo (ciego estadístico).

Resultados

Inicialmente la muestra contaba con un total de 65 dientes, los cuales fueron radiografiados y seleccionados 57 según los criterios de inclusión y exclusión. Al realizar la PBM de los cuerpos de prueba, 5 dientes fueron eliminados por tratamiento incorrecto (trefinación con lima 40). Al evaluar los dientes luego de la irrigación se encontraron 11 casos de extrusión en el grupo de LT-1, 5 casos en LT-2 y 1 caso en LT-3. No se observaron casos de extrusión en el grupo de LT-4.

En la tabla 1 se observa una media de 1,515 con una desviación estándar de +- 0,748.

Penetración	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Percentil 50
LT-1	1.180266	.5099208	.4320389	1.50042
LT-2	1.376601	.6129456	.44526	1.233421
LT-3	1.398357	.9501857	.6795015	1.344978
LT-4	2.105955	.5560312	.264028	2.225359
Total	1.515295	.7487949	.4941579	1.502329

Tabla 6. Tabla dinámica de las variables Proyección- Penetración

A la prueba de normalidad Shapiro Wilk se determinó que los datos cumplen con el parámetro de normalidad (p valor=0.58). Sometiendo los datos de proyección de cada grupo a la prueba estadística ANOVA de 1 Vía se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0,006).

Al someter los datos de los grupos extruidos y no extruidos a ANOVA de una vía se obtienen diferencias estadísticamente significativas para cada grupo (grupo no extruido p -valor=0.00; grupo extruido p -valor=0.0006). El análisis post hoc del grupo de los no extruidos se obtiene que el grupo LT-4 presenta diferencias estadísticamente significativas en relación a los demás grupos de irrigación. En el grupo de los extruidos se detectan diferencias significativas entre el grupo LT-1 con el grupo LT-3 (Test de Scheffe; p -valor= 0.001).

Extrusión	Penetración	Contraste	P-valor
Negativa	L-1 v/s LT-2	0.803804	0.341
	L-1 v/s LT-3	0.918342	0.209
	L-1 v/s LT-4	1.90241	0.001
	L-2 v/s LT-3	0.114538	0.976
	L-2 v/s LT-4	1.0986	0.001
	L-3 v/s LT-4	0.984066	0.002

Extrusión Positiva	Penetración	Contraste	P-valor
	L-1 v/s LT-2	0.60955	0.056
	L-1 v/s LT-3	1.56108	0.001
	L-2 v/s LT-3	0.95153	0.054

Tabla 7. Test de Scheffe para las variables Penetración- Proyección de acuerdo a la extrusión +/-.

Existe una relación directa entre la profundidad de irrigación y el porcentaje del tercio apical alcanzado por el irrigante, con una fuerte asociación (test de Pearson: $r = -0,79$, $p.\text{valor} = 0,00$). Los resultados se muestran en el grafico 3:

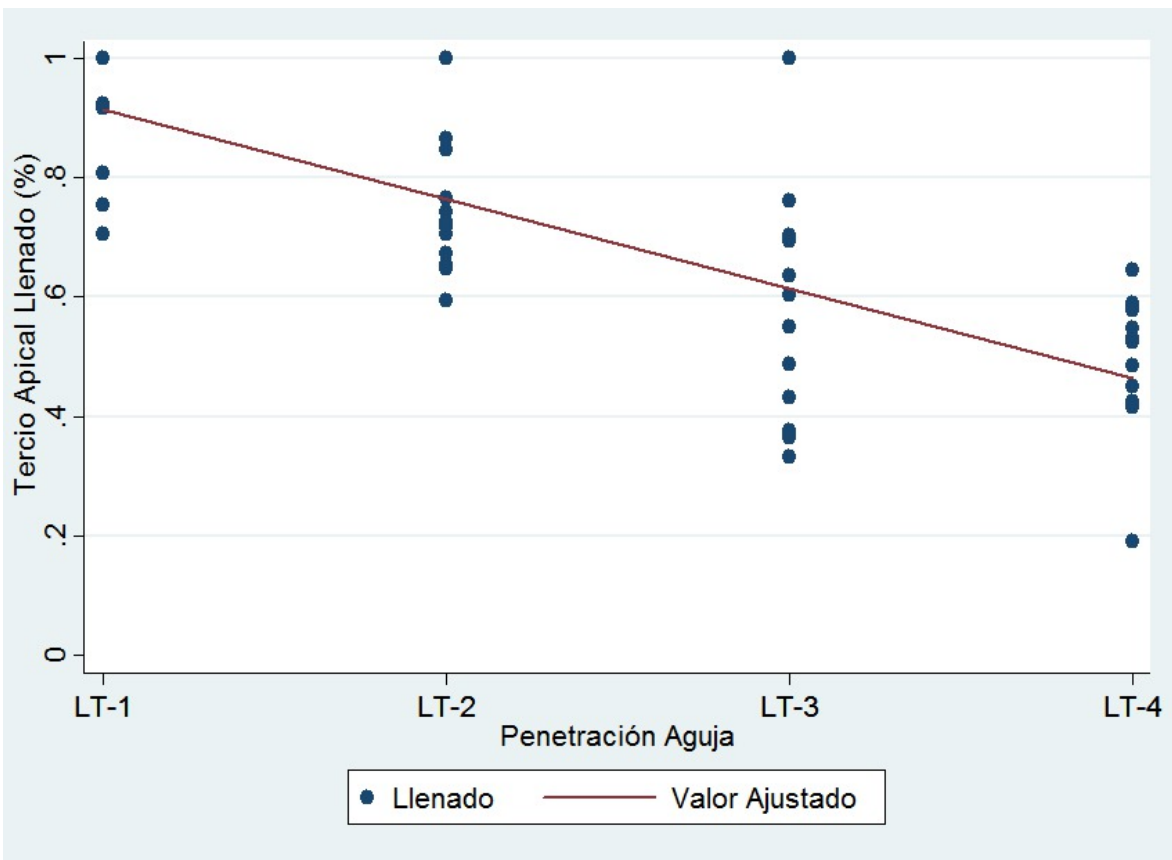


Figura 4. Test de Pearson para las variables Penetración de la aguja- Tercio apical alcanzado por el irrigante:

En la tabla 3 se observan los grupos de penetración de la aguja agrupados por la variable extrusión. El promedio de proyección del grupo que no sufrió extrusión es menor que el grupo que si la evidenció (1,417 vs 1,7 respectivamente). En el grupo de LT-4 el medio de contraste no extruyó.

Extrusión Negativa		
Grupo	Proyección (mm)	Llenado (%)
LT-1	0.20	73.01
	0.13	3.5
	0.20	73.01
	0.66	4.8
LT-2	1.01	68.71
	0.27	5.61
	1.02	68.89
	0.26	8.16
LT-3	1.12	50.39
	0.68	13.94
	1.04	48.62
	0.61	27.66
LT-4	2.11	49.90
	0.56	11.51
	2.23	53.09
	0.26	23.06
Total Promedio	1.42	55.84
Total Desv E.	0.78	14.0
Total CV	1.36	58.0
Total Mediana	0.55	25.06

Extrusión Positiva		
Grupo	Proyección (mm)	Llenado (%)
LT-1	1.36	96.80
	0.29	6.21
	1.50	100.00
	0.21	6.42
LT-2	1.97	88.83
	0.54	11.51
	1.83	86.66
	0.28	12.95
LT-3	2.92	88.05
	0.84	16.90
	2.92	88.05
	0.29	19.19
Total Promedio	1.70	93.61
Total Desv E.	0.66	9.36
Total CV	1.51	100.00
Total Mediana	0.39	10.00

Tabla 8 y 9. Tabla dinámica de los diferentes grupos penetración según extrusión +/- y su relación con las variables Proyección-

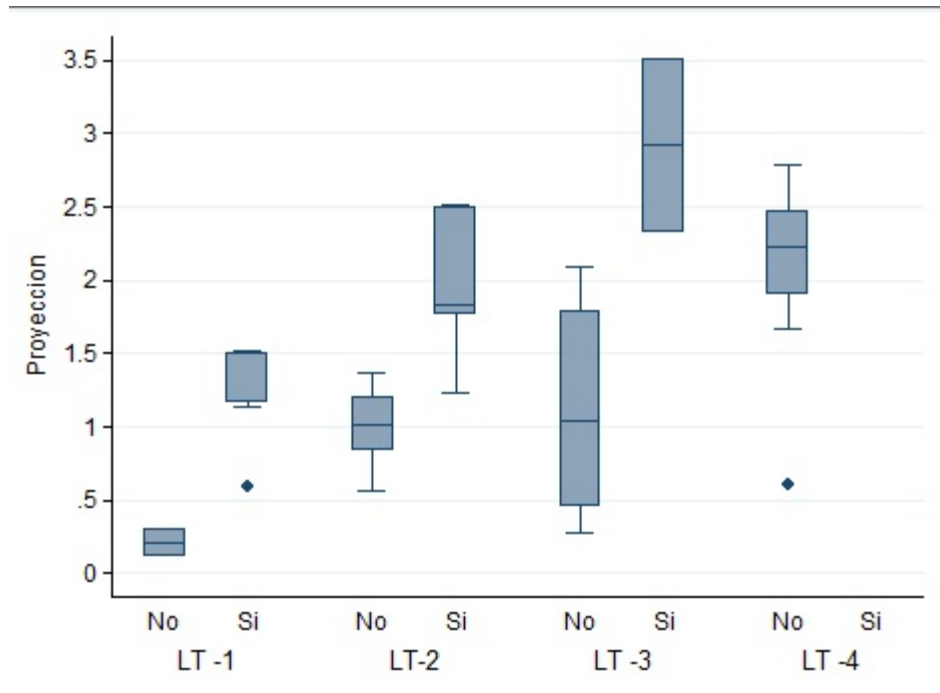


Figura 5. Caja y Bigotes de penetración y proyección según grupo extruido +/-.

El grafico 1 muestra las medianas y su variabilidad de la proyección en relación a cada LT. En los casos donde hubo extrusión, la proyección fue mayor que los casos donde el medio de contraste no ocurrió comparándolos intragrupo.

Aplicando un modelo de regresión logística tomando como variables la penetración de la aguja y la extrusión se obtienen resultados estadísticamente significativos (prueba chi2: 0,0008). Tomado como comparación LT-1, el grupo de LT-2 tiene un odd ratio 0,113 ($p=0,023$) y el grupo de LT-3 un odd ratio de 0,033 ($p=0,002$). El grupo de LT-4 se obtiene valor 1 al no haber observaciones registradas.

Numero de observaciones 39

Prob>chi2	.0008
Pseudo R2	.2635

Penetración	Odds Ratio	Error estándar	P valor	Intervalo de confianza 95%
LT-2	.1136364	.1087536	.023	.0174137 .7415560
LT-3	.0330579	.0359377	.002	.0039257 .2783737

Tabla 10. Regresión logística de Oswell Lemeshow para las variables Extrusión-Penetración

Al analizar los datos a través de la curva ROC (grafico 2) se infiere que el modelo experimental sirve para predecir el 80,9% de los casos de extrusión.

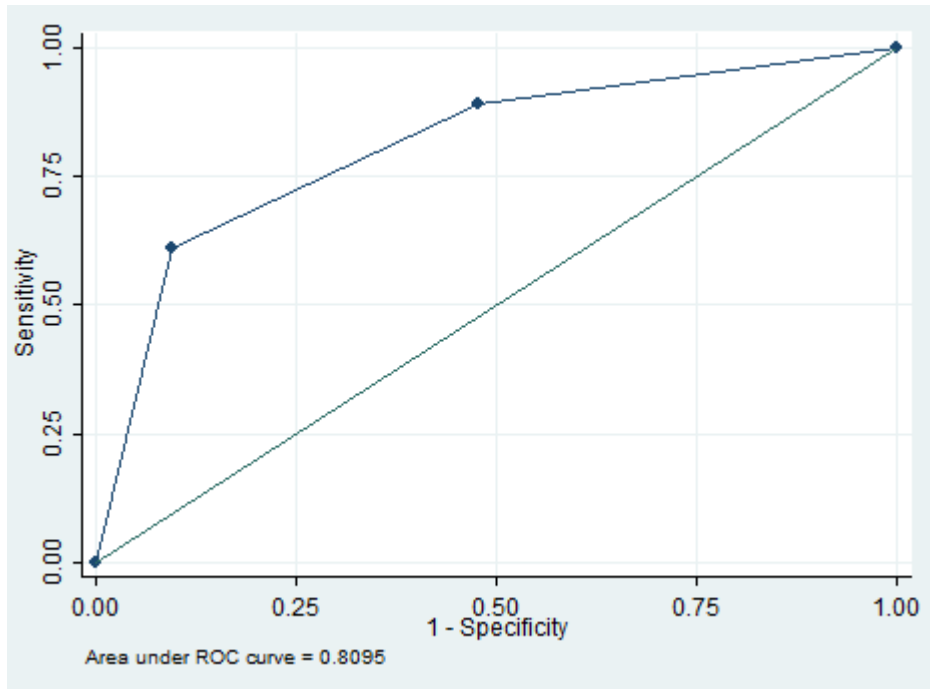


Figura 6. Curva ROC

A partir de la curva ROC, el modelo predice a medida que disminuye la penetración de la aguja en el conducto el rango de probabilidad de extrusión disminuye.

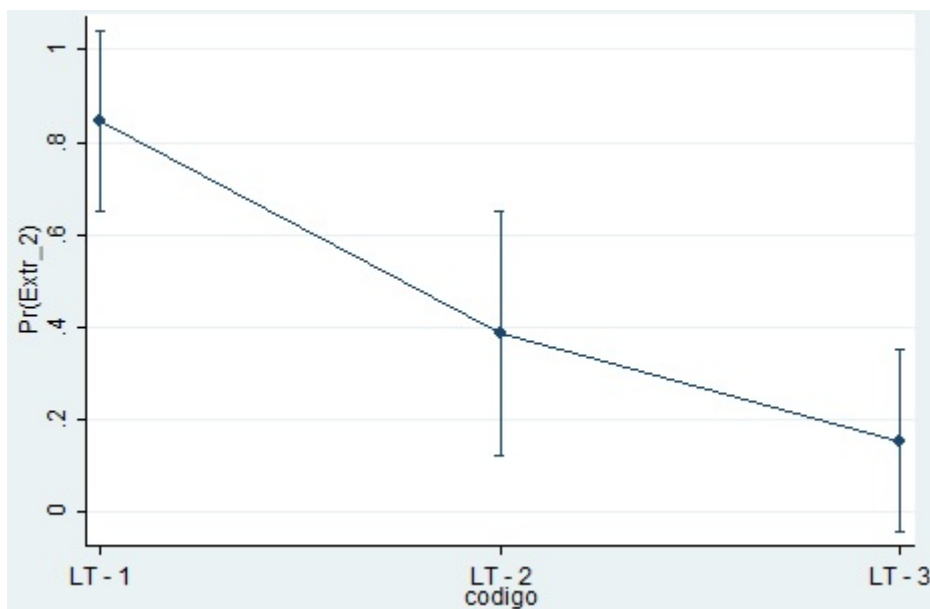


Figura 7. Probabilidad de extrusión por grupo de penetración de la aguja.

Discusión

El modelo de irrigación escogido para este trabajo posibilita detectar la proyección y extrusión del medio de contraste, permitiendo relacionarlo con una determinada penetración de aguja en el conducto de un diente preparado. En la literatura se describen diferentes modelos para estudiar la irrigación⁽⁹¹⁾, sin embargo estos carecen de las condiciones reales necesarias para su estudio debido a ciertos factores tales como el material donde el medio es irrigado, ocupar sistemas abiertos que no reproducen una situación clínica real, utilización de polímeros polivinílicos inestables dimensionalmente que carecen de sellado real en el ápice, impidiendo crear un sistema cerrado de trabajo⁽⁹²⁾, y el manejo de líquidos de irrigación con características físicas diferentes al hipoclorito de sodio, entre otros.

La utilización de dientes recién extraídos posibilita reproducir lo más cercano posible una condición clínica real en relación a la energía superficial de un conducto. Con respecto a la simulación de tejido periapical, se utilizó una configuración de montaje *in vitro* similar a investigaciones anteriores⁽⁹³⁾. Esto consistió en un diente humano extraído con la raíz sumergida en cera y yeso, simulando de esta forma los tejidos periapicales y creando un sistema cerrado de trabajo que ha sido avalado en el literatura.^(58, 65, 91) Sin embargo, una de las limitaciones en común tanto para otras investigaciones *in vitro* estudiadas como para la nuestra.^(93,94) es que no se sabe si la resistencia ejercida por los materiales es mayor, menor o igual que la ejercida por los tejidos periapicales *in vivo*. No obstante, el montaje dentro del mismo experimento es estandarizado de manera que todas las muestras fueron afectadas por igual. Por otra parte la elaboración de un medio de contraste con similar viscosidad al hipoclorito de sodio permite equiparar sus características físicas, eliminando errores atribuibles al instrumento.

Los modelos sometidos a la medición de la irrigación mediante radiografías poseen limitaciones inherentes a estas por ser una imagen en 2D, sin embargo la utilización de una tomografía tipo Cone Beam permite obtener una imagen en tres dimensiones, por lo cual se consigue una mejor visualización sin superposición de estructuras, y por ende, obtener una mejor medición de los datos.^(72, 76)

Los resultados del experimento muestran una media de la variable proyección de aproximadamente 1,5 mm más allá de la punta de la aguja. Esta media es similar a la encontrada por Munoz et al (2012),⁽⁶⁶⁾ resultado superior a los encontrados por Salzgeber y cols. (1977) quienes reportaron una proyección de 1 mm de distancia en experimentación *in vivo*.⁽⁶⁴⁾ Sin embargo, estos estudios que reportaron la proyección del irrigante carecen de datos relacionados con la presión y tiempo de irrigación. Estos déficit si fueron considerados en nuestro estudio al hacer realizar la irrigación de 1 ml en 20 segundos, dando una razón de irrigación de 50 $\mu\text{L}/\text{segundo}$, teniendo en cuenta que Chang et al. (2001) reportaron que una tasa de inyección superior a 200 $\mu\text{L}/\text{segundo}$ estaba relacionado con una mayor probabilidad de extruir irrigante por el ápice.⁽⁹²⁾

A través del análisis de los resultados, se encuentra que hay una relación inversamente proporcional entre la penetración de la aguja y la proyección del irrigante;

a penetración de aguja a LT-1 y LT-2 existe una menor proyección del medio de contraste en comparación a la observada a LT-4. Este comportamiento es explicado mediante el estudio de E.E Zukoski (1966), en el cual se determina el movimiento del agua dentro de un sistema cerrado y su relación con las burbujas que se forman (vapor lock). En primera instancia, el fluido va a avanzar de acuerdo a sus propiedades de viscosidad, densidad y ángulo de contacto, sumado a la energía gravitacional presente en el sistema. A medida que avanza y el radio del conducto disminuye empieza a haber una mayor resistencia que se opone al paso del líquido, determinando que a menor radio del conducto la velocidad de propagación disminuya. En la última etapa la burbuja formada por la descarga del irrigante iguala la fuerza de avance del líquido y se detienen, siendo esta la proyección final dentro del conducto.⁽⁹⁵⁾

Si bien existe una mayor proyección a LT-4, no significa que el irrigante ocupe mayormente el tercio apical, siendo ésta la longitud que en promedio llena en menor porcentaje el conducto y LT-1 la que obtuvo el mayor. Si se relaciona la penetración de la aguja con el llenado, en cambio, se observa una fuerte asociación, lo que se traduce en que a LT-1 el medio de contraste abarca mayor porcentaje de conducto que las otras longitudes de irrigación a pesar de que la proyección sea menor, ya que la punta de la aguja se encuentra a menor distancia del ápice, resultando ser un factor más determinante.

A través de la regresión logística de Oswell-Lemeshow se determina que el factor principal que incide en la extrusión del medio de contraste es la penetración de la aguja. Este comportamiento es explicado a través de la ubicación de las burbujas que se generan dentro del conducto. E.E Zukoski (1966) evidencia la presencia del efecto vapor lock con la burbuja en íntima relación con el total de la pared evitando el paso del líquido: en estos casos el medio no habría extrusión. La burbuja además puede no contactar el 100% de la superficie del conducto, permitiendo así el flujo del irrigante hacia zonas más apicales.⁽⁹⁵⁾ Esta es la posición probable para los casos donde la extrusión fue positiva.

Analizando los casos donde hubo extrusión, LT-1 fue el grupo donde hubo mayor cantidad de casos, seguido por LT-2. Según Boutsoukis et al. (2013), a medida que la aguja se encuentra más cerca del ápice se produce un aumento en la presión que ejerce el líquido con un aumento en la probabilidad de extrusión: los resultados se condicen con esta aseveración sumada al factor de la burbuja que no oblitera el conducto.^(96, 97)

El diámetro del conducto asegura un ancho mayor al de la aguja monoject 27G (0.4 mm vs 0,3 mm), es decir, la obliteración al momento de realizar la descarga del medio no es un factor a considerar, sumado al hecho que la punta tiene descarga lateral que disminuye la probabilidad de extrusión.⁽³³⁾

En relación a la extrusión en el grupo de LT-3, hubo solo 1 caso positivo con un índice de proyección mayor al resto. En la figura 8 se observa el medio de contraste ocupando parcialmente el tercio apical y una radiopacidad correspondiente al papel pH que ha sido humectado por el irrigante. Se descarta la presencia de conductos laterales. Resultados parecidos encontraron Vera et al (2012)⁽⁹⁸⁾ donde al irrigar el conducto se genera un menisco que separa el fluido dejando dos zonas, con una

solución que consta de medio de contraste combinado con hipoclorito de sodio, el cual no alcanza a llegar al ápice. A pesar de que su estudio fue trabajado in vivo, las condiciones de preparación del conducto con MAF 40, usar un sistema cerrado de trabajo, jeringa monoject 27G y un medio de contraste con características físicas parecidas al hipoclorito hacen que sus resultados sean comparables con este estudio.

Cabe destacar que en comparación con LT-4 el llenado de LT-3 en promedio es parecido, ya que el primero proyecta más irrigante. Según este experimento, la longitud más segura para irrigar sería LT-4 ya que no obtuvo ningún caso positivo de extrusión. Para llevar el irrigante hacia apical sin el riesgo de accidente se debe usar un instrumento manual o cono de gutapercha, sistema Endovac o ultrasonido, con el fin de activar el irrigante en condiciones clínicas y aprovechar las mejoras que trae en relación a la limpieza que permite alcanzar ⁽⁹⁷⁾.

Otro factor a considerar es la variación que existe entre las limas para realizar las PBM. Sabemos que las limas utilizadas en el experimento son #40 con un taper de 0,2 y una tolerancia de $\pm 0,02$ mm (Especificación ADA N°20) por lo que el diámetro puede variar $\pm 0,02$ mm entre una lima #40 y otra, lo cual es propio de la fabricación y no puede manejarse a nivel clínico ni experimental.

En base a esto podemos determinar cuántas veces puede llegar a variar el diámetro de preparación del conducto al trabajar con dos limas diferentes, pero del mismo número tomando como referencias el diámetro mínimo y diámetro máximo que se podría lograr con la tolerancia antes mencionada. Al observar los datos en la tabla, vemos que el diámetro entre dos limas #40 puede llegar a aumentar desde 1,083 hasta 1,105 veces en los 5 milímetros más apicales de preparación (D5-D0).

Si consideramos que en el experimento se realizaron 52 PBM y se utilizó 13 limas #40 diferentes, existe una alta variedad en los diámetros de los conductos preparados que no puede ser objetivada. Esta variedad a pesar de ser micromilimétrica, influye de manera directa al comparar la dinámica de flujos en dos conductos que fueron preparados con distintas limas pero del mismo número, ya que según la Ley de Ohm si el diámetro de un conducto aumenta el doble el flujo aumenta 16 veces, pudiendo llegar a lograr importantes diferencias en la resistencia.

La variabilidad que genera la tolerancia del instrumento en la preparación del conducto, puede ser una de las variables que expliquen porque la extrusión no se presentó en todas las muestras pertenecientes a este grupo, pudiendo encontrar una diferencia desde 0 hasta 1,46 veces en el flujo que se genera al descargar irrigante en D1 en dientes preparados con limas distintas, pero igual número.

Al comparar el grupo Lt-2. En este caso ocurre el mismo fenómeno, existiendo una variabilidad de 0 a 1,43 veces en el flujo que se genera al liberar irrigante en D2.

Si sumamos la variabilidad anatómica propia del sistema de conductos ya sea



Figura 8. Diente extruido irrigado a LT-3

en diámetro o presencia de canales accesorios y/o laterales, podemos deducir que si bien los resultados muestran que la presencia de extrusión está estrechamente relacionada a la penetración de la aguja, podría relacionarse a otros factores como la tolerancia entre conductos preparados, ofreciendo un rango variable de resistencia para una misma lima y sin olvidar también la resistencia ejercida por los tejidos periodontales que debe ser superada.

Una de las limitaciones de nuestro estudio se da al momento de extrapolar resultados a lo que ocurre in vivo, ya que nuestro experimento se realizó in vitro. La reacción adversa de la extrusión de hipoclorito y las secuelas relacionadas, hacen poco ética la realización de estudios clínicos aleatorios controlados a menos que se empleen irrigantes químicamente inertes.⁽⁹⁹⁾ Además, según los casos ex vivos analizados mediante revisión sistemática hay una falta de estudios clínicos enfocados en extrusión de irrigantes durante la irrigación del conducto.⁽¹⁰⁰⁾ Los estudios ex vivo no son concluyentes debido a los principales problemas metodológicos, siendo una de estas las principales limitaciones junto a la amplia variabilidad en el protocolos empleados.

Además el modelo de estudio no evalúa la extrusión de hipoclorito durante todo el tratamiento, ya que sólo midió la extrusión posterior a un episodio de irrigación. Según Hulsmann et al (2009) ⁽¹⁰¹⁾ la extrusión de irrigante clínicamente puede ir ocurriendo en pequeñas cantidades durante la instrumentación del conducto, independiente del tipo de instrumento y de la técnica de preparación, y no se limita solo al momento de irrigación. De todos modos, no se ha relacionado con las secuelas extremas o efectos adversos descritos en informes de casos como accidentes de extrusión.

A esto le sumamos que en la literatura se ha evaluado los efectos adversos del hipoclorito de sodio y su toxicidad en función de distintas concentraciones ^(97, 98) pero hace falta estudios que relacionen estos efectos con la cantidad de irrigante extruido, pudiendo establecer en qué grado los efectos adversos son o no dependientes del volumen, y cuáles son las cantidades mínimas que podrían generar signos y síntomas.

Considerando que nuestro estudio detecta la presencia de extrusión pero no su volumen, se sugiere futuras investigaciones donde la extrusión se utilice como variable cuantitativa, pudiendo determinar si los volúmenes de hipoclorito extruido tienen significancia desde el punto de vista clínico y en qué medida el volumen es atribuible a los efectos adversos descritos en la literatura.

Otra limitación del modelo de estudio que no estuvo relacionada al diseño sino a una limitación técnica fue la incapacidad de obtener una buena resolución de imagen con el Tomógrafo Cone Beam, por lo cual el procesamiento de imagen y su medición fue necesaria realizarla por un operador calibrado, en contraste a la automatización que se planteaba en un principio, la cual elimina el sesgo de medición. Se sugiere ocupar elemento más radiolúcido para encofrar cuerpos de prueba y utilizar microtomógrafo para endodoncia para mejor resolución.⁽⁷⁵⁾

Finalmente se sugiere aumentar el tamaño muestral con la finalidad de evidenciar diferencias estadísticamente significativas en casos donde no fue posible

detectarlas.

Conclusión

Se rechaza la hipótesis de la investigación, ya que se encuentra que a LT-2 el medio no alcanza a llegar a la totalidad del conducto, y cuando lo hace se extruye en el 38% de los casos.

En promedio LT-1 es la longitud en la que se llega a abarcar el tercio apical, pero lo hace presentando extrusión en el 84,6% de los casos, por lo que no se puede recomendar una LT específica, sino más bien complementar la irrigación con activación de instrumento, ya sea una lima o un cono de gutapercha, sistema Endovac o ultrasonido, entre otros.

A medida que la penetración de la aguja disminuye también lo hace la posibilidad de extruir, siendo la penetración la variable que explica este suceso.

A medida que la penetración de la aguja disminuye, su proyección aumenta.

A medida que la penetración de la aguja disminuye, disminuye el llenado del conducto.

Si bien nuestro estudio logra determinar la importancia e influencia de las variables estudiadas en la prevención de accidentes endodónticos, no es totalmente representativo ya que hay ciertos factores propios de un modelo experimental *in vitro* que no pueden extrapolarse a un tratamiento clínico, como la presión de los tejidos periapicales o la reacción del hipoclorito de sodio con el material orgánico que favorece la formación del Vapor Lock.

Resumen

Título: DETERMINACIÓN IN VITRO DEL ALCANCE DE LA IRRIGACIÓN APICAL CON AGUJAS 27 G EN PBM ESTANDARIZADAS A DIFERENTES LONGITUDES DE IRRIGACIÓN

Introducción: Para lograr el control/eliminación de la infección microbiana del sistema de conductos radiculares se deben implementar técnicas de irrigación sin forzar los tejidos periapicales, evitando de esta forma un accidente endodóntico, por lo que surge la necesidad de evidenciar a qué longitud de trabajo se debe irrigar con hipoclorito de sodio y evitar así la extrusión del irrigante, ocupando la mayor parte del tercio apical.

Objetivos: Determinar mediante imagenología y medios de contraste, la profundidad de penetración mínima necesaria de una aguja Monoject Endo 27G para que el agente irrigante alcance el tercio apical del conducto, sin generar extrusión.

Materiales y métodos: Se utilizaron 52 dientes decoronados, trabajados a longitudes iguales y a MAF 40. Ellos fueron aleatorizados, montados en 3 matrices e irrigados con Omnipaque diluído para ser radiografiados por Cone Beam. Se analizaron los valores obtenidos en STATA. Se realizó una Regresión Logística, una prueba ANOVA de 1 factor y correlación de Pearson.

Resultados: El factor principal que incide en la extrusión es la profundidad de la aguja (p-valor=0,02)

Conclusiones: La longitud mínima para alcanzar en mayor medida el tercio apical es LT-1, sin embargo, es la que más genera extrusión, seguida por LT-2.

Bibliografía

1. Orstavik D, PittFard T (eds). Essential endodontology. 2nd ed. Oxford, UK. : Blackwell Munksgaard; 2008. p. 135-96.
2. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 1990;16:498–504.
3. Ferreira RB, Alfredo E, Porto de Arruda M, Silva Sousa YT, SousaNeto MD. Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. Aust Endod J 2004;30:56-8.
4. Peters O. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004;30:559-67.
5. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. Evaluation Of Irrigant Flow In The Root Canal Using Different Needle Type By Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. J Endod. 2010; 36:875-879
6. Nair PN, Henry S, Cano V, et al. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99:231-52.
7. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. J Endod 2009; 35:545–9.
8. Chang YC, Huang FM, Tai KW, Chou MY (2001) The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics 92, 446–50
9. Boutsoukis et al. Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review. International Endodontic Journal 2013; 46, 599–618.
10. D.Halliday. R. Resnick, "Física para estudiantes de ciencias e ingeniería", 2º tomo. Edit.CECSA. México 1968
11. Sena N.T, Gomes F.A, Vianna M.E., Berber V.B., Zaia A.A, Ferraz R., Souza-Filho F.J. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. Int Endod J. 2006; 39: 878–885
12. Teixeira C, Felipe M, Felipe W. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. Int Endod J 2005; 38(5): 285-290.
13. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, Rowell J. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. Australian Dental Journal, 2006 245-251.
14. Boessler C, Peters OA, Zehnder M. Impact of Lubricant Parameters on Rotary Instrument Torque and Force. J Endod. 2007; 33 (3): 280- 283.

15. Senia, E.S.; Marshall, F.J.; and Rosen,S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg* 31:96 Jan 1971.
16. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Habahbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker DB. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2004; 438-446.
17. Siqueira JF, Rôças IN, Paiva SSM, Guimarães-Pinto T, Magalhães KM, Lima KC. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med O*. 2007; 104(1):122-130
18. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8:104-108.
19. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of sodium hypochlorite on vital tissue. *J Endod*. 1985;11:525-8
20. Mehdipour O, Kleier DJ, AVerbach RE. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent*.2007;28(10):544-6.
21. Glassman, Gary. Safety and Efficacy Considerations in Endodontic Irrigation. *Dental Economics*, 2011; 101(1):1-15.
22. Dotto S, Travassos R, de Oliveira E, Machado M, Martins J. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. *Aust Endod J* 2007; 33(2): 62-65
23. Varlan C, Dimitriu B, Vârlan V, Bodnar D, Suciuc I. Current opinions concerning the restoration of endodontically treated teeth: basic principles. *J Med Life* 2009; 2(2): 165-172.
24. Zinelis S, Magnissalis EA, Margelos J, Lambrianidis T. Clinical relevance of standardization of endodontic files dimensions according to the ISO 3630–1 specification. *J Endod*. 2002; 28, 367–70
25. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*. 2001 Apr;34(3):221-30.
26. Usman N, Baumgarther C, Marshall. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod*. 2004; 30:110-112.
27. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med O*. 1977; 44, 306–12
28. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J*. 2005; 38, 97–104

29. Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou X, Wu H, Haapasalo M. Three-Dimensional Numeric Simulation of Root Canal Irrigant Flow with Different Irrigation Needles. *J Endod.* 2010; 36:884-889.
30. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, van der Sluis LWM. Irrigant flow in the root canal: experimental validation of an unsteady computational fluid dynamics model using high-speed imaging. *Int Endod J.* 2010;43:393–403.
31. Morfis, A, Sylaras S, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77:172-6
32. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Vasiliadis L. Clinical relevance of standardization of endodontic irrigation needle dimensions according to the ISO 9626:1991 and 9626:1991/Amd 1:2001 specification. *Int Endod J.* 2007; 40, 700–706
33. Revista canal abierto de la Sociedad de endodoncia de Chile. Edición N°26. Año 2012. Pag 7
34. Zucarelli GV, Morresei M. Flujo en canales abiertos. Departamento de hidrología, Universidad nacional del litoral, Argentina. 2013
35. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigations. 1983
36. Pasricha et al. Pressure Alteration Techniques in Endodontics- A Review of Literature. *Journal of clinical and diagnostic research.*2015 Mar, Vol -9
- 37-. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa Rotary System in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 2007;33, 1101-5.
- 38-. Ng Y-L, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature- Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal* 2008:41, 6-31
39. VandeVisse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod.* 1975;1(7):243–6.
40. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. *J Endod.*1985;11(11):462–4.
41. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol.* 1982;53(6):611–3.
42. McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod.* 1990;16(1):24–7.

43. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J.* 2007;18(1):16–9.
44. Adl A, Sahebi S, Moazami F, Niknam M. Comparison of apical debris extrusion using a conventional and two rotary techniques. *Iran Endod J.* 2009; 4(4):135.
45. Siqueira Jr. JF (2003) Microbial causes of endodontic flare-ups. *International Endodontic Journal* 36, 453-63.
46. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod.* 2012;38:37–40.
47. Donald. The Sodium Hypochlorite Accident: Experience of Diplomates of the American Board of Endodontics. *J Endod* 2008;34:1346 –1350
48. Gatot A, Arbelle J, Leinberman A, Yani-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod.* 1991;17:573-4.
49. Spencer H. R., Ike V., Brennan P. A.. Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics–potential complications and their management. *British Dental Journal* 2013 202; 555–9.
50. Behrents et al. Sodium hypochlorite accident with evaluation by cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* 2012; 45, 492–8.
51. María L et al. Complications following an accidental sodium hypochlorite extrusion: A report of two cases. *J Clin Exp Dent.* 2012 Jul; 4(3): e194–e198.
52. Sartori, P.R., F.; Taborda, N.; Anaya, V.; Caraballo, A.; Saleme, C. , Medios de contraste en imágenes. *Resvista Argentina Radiología*, 2013. 77(1): p. 49-62.2.
53. Christiansen, C., X-ray contrast media--an overview. *Toxicology*, 2005. 209(2): p. 185-7.
54. Thomsen, H.S., *Contrast Media: Safety Issues and ESUR Guidelines*. 1st ed, ed. S.-V.B. Heidelberg. 2006, Germany: Springer.
55. Pasternak, J.J. and E.E. Williamson, *Clinical Pharmacology, Uses, and Adverse Reactions of Iodinated Contrast Agents: A Primer for the Non-radiologist*. *Mayo Clin Proc*, 2012. 87(4): p. 390-402.
56. Barker, B.C., B.C. Lockett, and K.C. Parsons, The demonstration of root canal anatomy. *Aust Dent J*, 1969. 14(1): p. 37-41.
57. Naoum, H.J., et al., Effect of X-ray beam angulation and intraradicular contrast medium on radiographic interpretation of lower first molar root canal anatomy. *Int Endod J*, 2003. 36(1): p. 12-9.
58. Fan, B., et al., Identification of a C-shaped canal system in mandibular second molars-part II: the effect of bone image superimposition and intraradicular contrast medium on radiograph interpretation. *J Endod*, 2008. 34(2): p. 160-5.

59. Shearer, A.C., F. Wasti, and N.H. Wilson, The use of a radiopaque contrast medium in endodontic radiography. *Int Endod J*, 1996. 29(2): p. 95-8.
60. Barker, B.C., et al., Anatomy of root canals. I. Permanent incisors, canines and premolars. *Aust Dent J*, 1973. 18(5): p. 320-7.
61. Lowman, J.V., R.S. Burke, and G.B. Pelleu, Patent accessory canals: incidence in molar furcation region. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1973. 36(4): p. 580-4.
62. Hession, R.W., Endodontic morphology. I. An alternative method of study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1977. 44(3): p. 456-62.
63. Thomas, R.P., A.J. Moule, and R. Bryant, Root canal morphology of maxillary permanent first molar teeth at various ages. *Int Endod J*, 1993. 26(5): p. 257-67.
64. Salzgeber, R.M. and J.D. Brilliant, An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod*, 1977. 3(10): p. 394-8.
65. Bronnec, F., S. Bouillaguet, and P. Machtou, Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals: a digital subtraction radiographic study. *Int Endod J*, 2010. 43(4): p. 275-82.
66. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod*. 2012;38:445–8
67. http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/contrast_media/omnipaque
68. Langland, O.E. and R.P. Langlais, Early pioneers of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995. 80(5): p. 496-511.
69. Patel, S., et al., The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*, 2007. 40(10): p. 818-30.
70. Arai, Y., et al., Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*, 1999. 28(4): p. 245-8.
71. Mozzo, P., et al., A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*, 1998. 8(9): p. 1558-64.
72. Hari K, A.G., Cone-Beam Computed Tomography as a Tool in Endodontic Detection and Diagnosis. *J Indian Acad Oral Med Radiol* 2013. 25(4): p. 311-317.
73. Scarfe, W.C., et al., Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Int J Dent*, 2009. 2009.
74. Zamora, N.P., V.: Cibrián R.M.; Gandía J.L., Funcionamiento de la TC médica y de la TC de haz cónico en odontología. ¿Qué debemos saber? *Revista española de Ortodoncia*, 2011. 41(1): p. 31-37.
75. Cone-beam computed tomography in endodontics. *Endodontics: colleagues for excellence* (www.aae.org/colleagues).

76. Guerrero, M.E., et al., State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig*, 2006. 10(1): p. 1-7.
77. Kau, C.H., et al., Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod*, 2005. 32(4): p. 282-93.
78. <http://www.i-cat.com/products/i-cat-software/>
79. Arai, Y., et al., Practical model "3DX" of limited cone-beam X-ray CT for dental use. *International Congress Series*, 2001. 1230: p. 713-718.
80. Lofthag-Hansen, S., et al., Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007. 103(1): p. 114-9.
81. Stavropoulos, A. and A. Wenzel, Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Investig*, 2007. 11(1): p. 101-6.
82. Meena N, K.R., Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics: A Review. *Dentistry* 2014. 4(7): p. 242.
83. Hechler, S.L., Cone-beam CT: applications in orthodontics. *Dent Clin North Am*, 2008. 52(4): p. 809-23, vii.
84. Walker, L., R. Enciso, and J. Mah, Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005. 128(4): p. 418-23.
85. <http://www.python.org/doc/2.6.2/copyright.html>
86. Bakker M. Python scripting: the return to programming. *Ground Water*. 2014 Nov-Dec;52(6):821-2.
87. Ekmekci B, McAnany CE, Mura C. An Introduction to Programming for Bioscientists: A Python-Based Primer. *PLoS Comput Biol*. 2016 Jun 7;12(6).
88. Jarvis RM1, Broadhurst D, Johnson H, O'Boyle NM, Goodacre R. PYCHEM: a multivariate analysis package for python. *Bioinformatics*. 2006 Oct 15;22(20):2565-6.
89. Cornelis H1, Rodriguez AL, Coop AD, Bower JM. Python as a federation tool for GENESIS 3.0. *PLoS One*. 2012;7(1):e29018.
90. Gouillart E, Nunez-Iglesias J, Van der Walt S. Analyzing microtomography data with Python and the scikit-image library. *Advanced Structural and Chemical Imaging*. 2016 Dec 7;2(1): p1-18
91. Gregorio González C de, Navarrete Marabini N, Estévez LuañaR, Aranguren Cangas J, Torre de la Fuente F de la, Tejedor Bautista B, Cohenca N, Cisneros Cabello R. Penetración real de la irrigación en el interior de sistemas de conductos cerrados. *Rev Esp Endo* 2011;29:85-94
92. Chang JW, Cheung AW, Cheung GS. Effect of root canal dimensions, injection rate,

and needle design on the apical extrusion of an irrigant: an in vitro study. *J. Investig. Clin. Dent.* 2015;6:221–227.

93. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod.* 2011;37:1677–1681

94. İriboz E, Bayraktar K, Türkaydın D, Tarçın B. Comparison of apical extrusion of sodium hypochlorite using 4 different root canal irrigation techniques. *J Endod.* 2015 Mar;41(3):380-4.

95. Zukoski E.E. Influence of viscosity, surface tension, and inclination angle on motion of long bubbles in closed tubes. *J. Fluid Mech.* (1966), vol. 25, part 4, pp. 821-837

96. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, et al. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: Evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010;36:1664–8.

97. Boutsoukis C, Psimma Z. Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. 2013

98. Vera J, Arias A, Romero M. Dynamic Movement of Intracanal Gas Bubbles during Cleaning and Shaping Procedures: The Effect of Maintaining Apical Patency on Their Presence in the Middle and Cervical Thirds of Human Root Canals-An In Vivo Study. *J Endod.* 2012;38(2):200–3

99. Matthias Zehnder. Root Canal Irrigants. *Journal of endodontic* 2003 391-393

100. Spangberg L., Engstrom B., Kaare Langeland. Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. 1973

101. Hulsmann et al. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. 2009

Anexos

Anexo nº1: Consentimiento Informado para pacientes



FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE DIENTES EN LA INVESTIGACIÓN TITULADA "DETERMINACIÓN IN VITRO DEL ALCANCE DE LA IRRIGACION APICAL CON AGUJAS 27 G EN PBM ESTANDARIZADAS A DIFERENTES LONGITUDES DE IRRIGACION "

Este formulario tiene dos partes:

- La hoja informativa
- El certificado de consentimiento
- Consentimiento (para registrar su autorización)

Recibirá una copia de este formulario completo

Parte 1: Hoja informativa

El estudio dirigido por el Dr. Carlos Marchant Pizarro, docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, es una investigación que tiene como propósito perfeccionar los protocolos de irrigación (desinfección química) en tratamientos de endodoncia, estudiando el comportamiento de un fluido con las características del irrigante más usado (hipoclorito de sodio) dentro del conducto radicular ayudando a disminuir riesgos propios del procedimiento y para lograr la mayor eficacia en el resultado final.

Para esta investigación es necesario dientes (s) incisivo (s), canino (s) y/o premolar (es) que serán extraídos por indicación de su dentista. A estos dientes se les hará una previa preparación y serán analizados en el laboratorio de la Universidad de Valparaíso.

Su dentista llenará una ficha con datos como su nombre, RUT, sexo, edad y motivo de la extracción. Se mantendrá confidencialidad de los datos personales, es decir, no se publicará su nombre, RUT, dirección, ni nada que lo identifique.

La donación es completamente anónima y voluntaria. Si decide no donar su diente no afectará sus tratamientos en la escuela de Odontología. Una vez donado el diente no existirá forma de vincularlo a su persona. Su diente se mantendrá custodiado y bajo llave por el Dr. Carlos Marchant Pizarro. Terminada la investigación que dura un año, su diente será eliminado.

Es importante que sepa que la investigación realizada no necesariamente tiene beneficios para usted. Así mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes entregados para esta investigación.

Los resultados de este estudio podrán ser difundidos o publicados sólo en el contexto de los datos obtenidos y sus respectivas conclusiones, resguardando la identidad de los participantes.

Esta investigación cuenta con la aprobación del comité de ética de investigación en Seres Humanos de la Universidad de Valparaíso CEC-UV, que se encarga de revisar todas las investigaciones que se realizan con seres humanos y velar por que se protejan los derechos de quienes participan en investigación. El CEC-UV es presidido por Doña Eva Madrid cuyo email de contacto es cec.uv@uv.cl, en caso desee realizar alguna consulta.

Si tiene alguna duda posterior a la firma de este documento o desea que su diente no sea utilizado para esta investigación puede hacerlo comunicándose con el Dr. Carlos Marchant Pizarro, Docente de la Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso. Subida Carvallo 211, Playa Ancha, Valparaíso, Teléfono: 032 2508520 - email: carlos.marchant@uv.cl

Parte 2. Certificado de Consentimiento para diente extraído

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

Nombre del Paciente _____

Firma del Paciente _____

Fecha _____
Día/mes/año

Si es analfabeto

He atestado la lectura precisa de este formulario de consentimiento informado al paciente, quien ha tenido la posibilidad de realizar preguntas. Confirmando que el individuo ha dado su consentimiento de manera libre

Nombre del Testigo _____

AND

huella digital del participante

Firma del Testigo _____

Fecha _____
Día/mes/año

Declaración del Profesional

He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y me he preocupado que el paciente comprenda lo siguiente:

1. Para que se utilizará el diente a donar y la ficha
2. Que no se utilizarán datos personales de identificación en esta investigación
3. Que se resguardarán los dientes y las fichas bajo llave y se mantendrá la confidencialidad de los datos personales

Confirmando que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca de los objetivos de la investigación y uso de su diente y ficha. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta. Confirmando que el individuo otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria.

Se entregó una copia de este consentimiento al paciente

Nombre del profesional que toma el Consentimiento _____

Subida Carvallo 211, Valparaíso | Fono: +56 (32) 250 8528 | E-mail: cbi.odo.uv@gmail.com | www.uv.cl

Firma del profesional que toma el Consentimiento _____

Fecha _____
Día/mes/año

Anexo nº2: Protocolo de Bioseguridad

VALORACION DE ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD

1.	En esta investigación se utilizarán cultivos de microorganismos patógenos y/o no patógenos. VER EN MANUAL CONICYT NIVEL DE BIOSEGURIDAD DE VIRUS Y VECTORES VIRALES PÁG. 37-43; BACTERIAS Y HONGOS PÁG. 104-107; FITOPATÓGENOS PÁG. 108-115.	SI	NO x
1a.	<i>Si su respuesta es SI, indique el nombre de cada microorganismo y su nivel de bioseguridad según Manual de CONICYT.</i>		
1b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejarlos y desecharlos.</i>		
1c.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material empleado en los cultivos</i>		
1d.	<i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante este procedimiento.</i>		
1e.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i>		
2.	En esta investigación se realizará manipulación genética de microorganismos. VER EN MANUAL CONICYT NIVEL DE BIOSEGURIDAD DE VIRUS Y VECTORES VIRALES PÁG. 37-43; BACTERIAS Y HONGOS PÁG. 104-107; FITOPATÓGENOS PÁG. 108-115.	SI	NO x
2a.	<i>Si su respuesta es SI, indique el nombre de cada microorganismo y su nivel de bioseguridad según Manual de CONICYT.</i>		
2b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejarlos y desecharlos</i>		
2c.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material empleado en la manipulación genética.</i>		
2d.	<i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i>		
2e.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i>		
3.	En esta investigación se utilizarán cultivos celulares.	SI	NO x
3a.	<i>Si su respuesta es SI, indique tipo y origen de las líneas celulares utilizadas.</i>		
3b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejarlos y desecharlos (medios de cultivo, líneas celulares, etc).</i>		

3c.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material empleado en los cultivos.</i>		
3d.	<i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i>		
3e.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i>		
4.	En esta investigación se realizará manipulación genética de células u organismos.	SI	NO x
4a.	<i>Si su respuesta es SI, indique el procedimiento, tipo de células u organismos y vectores.</i>		
4b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar medios de cultivo, células y organismos.</i>		
4c.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material empleado para la manipulación genética.</i>		
4d.	<i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i>		
4e.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i>		
5.	En esta investigación se utilizarán medicamentos y otras sustancias químicas. Declare toda sustancia química a utilizar en cualquiera de las fases de la investigación.	SI x	NO
5a.	<i>Si su respuesta es SI, indique el nombre de cada sustancia química señalando su potencial riesgo según MANUAL CONICYT PAG 125-135. Señale para cada sustancia la concentración, volumen o masa total a utilizar.</i> 500 ml de iohexol: 140 mg/mL de lodo (medio de contraste iodado no categorizado en el manual CONICYT) 500 ml de Hipoclorito de sodio al 5% (desinfectante no categorizado en el manual CONICYT) 1 litro de Clorhexidina 2% (antiséptico no categorizado en el manual CONICYT)		
5b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar los residuos químicos producidos.</i> Recipientes rotulados indicando el contenido de los productos. Mantener recipientes en sitios ventilados.		

	<p>Mantener recipientes en sitios secos. Evitar contacto con ojos, mucosas y piel.</p> <p>Las sustancias químicas y desechos especiales serán desechados, de acuerdo a los protocolos de la Facultad de Odontología basado en el Decreto N°6 del 2009: Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención en Salud (REAS) del MINSAL, este tipo de residuos son desechados bajo los servicios de una empresa externa llamada “Stericycle”(www.stericycle.cl) debidamente certificada, siendo esta misma la encargada de los desechos de la Facultad de Odontología UV.</p> <p>Los residuos especiales y peligrosos almacenados en una bodega o sala de acopio destinada sólo para esta finalidad en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, este lugar tiene una superficie de 10 m2 y una capacidad de 50 kilos aproximadamente, además de 20 kilos extra. Los residuos peligrosos son congelados y se mantienen hasta su retiro. Los residuos son depositados en contenedores plásticos de 120 litros, son de colores rojo y amarillo, rotulados de acuerdo a normativa vigente.</p> <p>Los residuos cortopunzantes son depositados en un contenedor rotulado y destinado sólo para ello.</p> <p>Los residuos especiales y peligrosos son retirados desde este lugar 1 vez a la semana por el personal de “Stericycle” y los residuos de tipo domiciliario son retirados 2 veces a la semana por el personal de aseo municipal (camión de la basura).</p>
5c.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material empleado con los medicamentos y/o sustancias químicas.</i></p> <p>Las áreas de trabajo serán desinfectadas con clorhexidina al 2% previo y posteriormente los insumos desechables como guantes y mascarillas serán desechados en el recipiente de basura. Los lentes de protección serán reutilizados y desinfectados con clorhexidina al 2%.</p>
5d.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i></p> <p>La investigación se desarrollará en el Laboratorio de Cariología y Patología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, que cuenta con la infraestructura y protocolos de protección del personal adecuados para realizar esta investigación.</p>

	<p><i>El Laboratorio de Cariología y Patología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, cuenta con un adecuado sistema de ventilación mecánico y adecuada cantidad de ventanas para la ventilación del aire, superficies fáciles de higienizar, depósitos debidamente rotulados para líquidos y desechos, extintores, señalizaciones, etc. Todos los procedimientos realizados en este lugar deben ser realizados con tenida clínica, turbante, lentes de protección, mascarillas y guantes de examen. Previo y posterior a cada procedimiento se debe aplicar el lavado de manos clínico.</i></p> <p><i>El docente Dr. Carlos Marchant Pizarro a cargo de la investigación pertenece a la Cátedra de Endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.</i></p>		
5e.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i></p> <p>Los elementos de protección correspondientes a guantes y mascarillas serán desechados en un contenedor rotulado y apropiado dispuesto para ello en el Laboratorio de Cariología y Patología de la Escuela de Odontología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, este recipiente es un contenedor plástico rotulado dispuesto en el piso en su interior tiene una bolsa plástica negra, para facilitar su retiro, destinado para residuos de tipo domiciliario (guantes y mascarillas). Los lentes de protección serán desinfectados con clorhexidina 2%. Las áreas de trabajo serán desinfectadas con clorhexidina al 2% previo a su uso y posteriormente.</p>		
6.	En esta investigación se utilizará material radioactivo.	SI	NO X
6a.	<i>Si su respuesta es SI, indique el nombre de cada material radioactivo señalando su potencial riesgo según MANUAL CONICYT PAG 116.</i>		
6b.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar los residuos radiactivos producidos.</i>		
6c.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material contaminado con radiactividad.</i>		
6d.	<i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i>		
6e.	<i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i>		

7.	En esta investigación se utilizará material cortopunzante o material de vidrio que pueda generar riesgo.	SI x	NO
7a.	<p><i>Si utilizará material cortopunzante: describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar el material utilizado y/o generado.</i></p> <p><i>Las agujas usadas para llevar el medio de contraste (Monoject Endo 27G) vienen previamente esterilizadas. Serán calibradas en distinto milimetraje con topes de goma usados en limas de endodoncia, las cuales serán pasadas apoyándose en una bandeja estéril evitando así el riesgo de un accidente cortopunzante. Se utilizarán medidas de protección, tales como, lentes de protección, mascarilla y guantes.</i></p> <p><i>El desecho de las agujas se realizará de acuerdo, a los protocolos de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, depositándolos en contenedores debidamente indicados y especiales para desechos cortopunzantes, y su transporte hasta este contenedor se realizará con las medidas de protección anteriormente señaladas y pinzas.</i></p> <p><i>El contenedor empleado para depositar los desechos cortopunzantes son cajas de cartón fabricada "Clarmed" (http://www.clarmed.cl) cumplen con el color (amarillo) y rotulación de la norma chilena oficial Nch-2190, están diseñadas para la eliminación de residuos especiales de establecimientos de atención de salud. Tienen un refuerzo de cartón y una bolsa en su interior para evitar el derrame de algún fluido, existen en tamaños S, M y L, en el laboratorio se dispone tamaños M (3 litros) y L (7 Litros). Estás cajas además, son fijadas al muro o sobremesa, mediante un soporte que fabrica la misma empresa.</i></p>		
7b.	<i>Si utilizará material de vidrio: describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar el material quebrado.</i>		
8.	En esta investigación se utilizarán y/o generarán desechos biológicos (muestras de tejidos y/o fluidos biológicos humanos, de animales de experimentación u otros organismos).	SI x	NO
8a.	<p><i>Si su respuesta es SI, indique tipo de muestras utilizadas o desechos generados.</i></p> <p>Se utilizará como muestra dientes humanos y el desecho corresponderá a estos mismos sin el medio de contraste con el que han sido irrigados.</p>		
8b.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos que utilizará para manejar y desechar los residuos biológicos generados.</i></p> <p>Los residuos biológicos generados serán manipulados con guantes estériles por los operadores y ellos serán desechados en el laboratorio de Cariología y Patología de la Escuela de Odontología de la Facultad de Odontología en un contenedor dispuesto para ello.</p>		

	<p>Todos los instrumentos de procedimiento serán utilizados serán sometidos al proceso de esterilización con Autoclave, de acuerdo a los protocolos de esterilización empleados en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y su Unidad de Esterilización.</p> <p>Los desechos biológicos (dientes) serán desechados en un recipiente plástico amarillo (fabricado Clarmed) con tapa y cierre hermético, con manillas para su transporte y una capacidad de 5 litros, se encuentra el piso, este recipiente se encuentra rotulado de acuerdo a la <i>norma chilena oficial Nch-2190</i>. <i>Este recipiente es destinado solo para materiales contaminados (dientes), en su interior es cubierto con una bolsa amarilla (Fabricada por Clarmed) rotulada bajo la misma normativa, destinada para estos materiales contaminados y facilitar el retiro de estos.</i></p> <p><i>Las sustancias químicas y desechos especiales serán desechados, de acuerdo a los protocolos de la Facultad de Odontología basado en el Decreto N°6 de 2009: Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención en Salud (REAS), este tipo de residuos son desechados bajo los servicios de una empresa externa llamada "Stericycle" que se encuentra certificada.</i></p>
8c.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar el material contaminado con residuos biológicos.</i></p> <p>El material que tenga en contacto con los desechos biológicos y sea reutilizable se dispondrá en una solución de detergente enzimático, luego será lavado, secado y así procede empaquetado para su posterior esterilización en sistema de Autoclave, en la Unidad de Esterilización de la Escuela de Odontología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.</p>
8d.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa la infraestructura y los equipos de protección personal que se utilizarán durante el procedimiento.</i></p> <p>Todos los procedimientos experimentales serán realizados por el operador con uniforme clínico, delantal clínico, guantes estériles, mascarilla y lentes de protección. Las áreas de trabajo serán desinfectadas con clorhexidina al 2% previo a su utilización y posteriormente.</p>
8e.	<p><i>Si su respuesta es SI, describa los procedimientos para manejar, desechar o reutilizar los elementos de protección personal contaminados.</i></p> <p>Los elementos de protección personal serán desechados en el caso de los guantes y mascarillas, en las dependencias del laboratorio en el contenedor rotulado y dicho contenedor es dispuesto en el piso de laboratorio y sobre se dispone una bolsa de basura, para facilitar su retiro. Los lentes de protección serán desinfectados con clorhexidina 2%. Los desechos son retirados por el personal de aseo del laboratorio.</p>

	<i>Las áreas de trabajo serán desinfectadas con clorhexidina al 2% previo a su utilización y al finalizar las actividades, se desecharán los guantes utilizados en el procedimiento, y se utilizarán unos nuevos para realizar la desinfección de la zona de trabajo con clorhexidina al 2%. Previo al inicio de las actividades y al finalizar la jornada de trabajo, se deberá realizar el lavado de manos clínico.</i>		
9.	Esta investigación utilizará dispositivos o equipos generadores de agentes físicos tales como temperaturas extremas, presiones extremas, ruido, radiaciones UV, IR, RX.	SI	NO X
9a	Si su respuesta es SI, indique tipo de dispositivos o agentes físicos.		
9b	<i>Si su respuesta es SI, describa las medidas preventivas y equipos de protección personal que utilizará para mitigar los riesgos asociados a estos agentes físicos.</i>		
10.	En esta investigación se contempla el traslado de muestras biológicas o químicas que forman parte de la investigación (no corresponde a residuos para desecho).	SI	NO X
10a	<i>Si su respuesta es SI, describa los medios de traslados y las precauciones que tomará para evitar derrames, pérdidas o fugas durante el transporte que puedan ser de riesgo para el investigador, la comunidad o el medio ambiente.</i>		

Anexo n°3: Carta de Aprobación Comité de Ética Científica Universidad de Valparaíso



Comité Ético-científico
Universidad de Valparaíso

CEC-UV

ACTA DE APROBACIÓN BIOÉTICA CEC149-17

Título del protocolo:	“Determinación in vitro del alcance de la irrigación apical con agujas 27 g en PBM estandarizadas a diferentes longitudes de irrigación”
Protocolo número:	CEC149-17
Fuente de Financiamiento:	No aplica. Tesis de Pregrado Escuela de Odontología.
Condición:	Aprobado.
Fecha de aprobación:	23 de mayo de 2017
Fecha expiración aprobación:	23 de mayo de 2018

El Comité Ético-científico de la Universidad de Valparaíso CEC-UV, revisa el proyecto **“Determinación in vitro del alcance de la irrigación apical con agujas 27 g en PBM estandarizadas a diferentes longitudes de irrigación”**, del Investigador Principal Sr. Carlos Marchant, adscrito a la Facultad de Odontología.

Para su evaluación el Comité de Bioética revisó los siguientes antecedentes:

- Protocolo de Investigación original (Informe Final de Tesis)
- Formulario de postulación del proyecto al CEC-UV
- Consentimiento informado
- Respuesta a observaciones realizadas por el CEC-UV

En la valoración bioética del proyecto, se consideraron los siguientes aspectos: Valor Social y Científico, Validez Científica, Relación Riesgo/Beneficio, selección justa de Sujetos, Consentimiento Informado, respeto por los Sujetos de Investigación y conflictos de interés.

CONCLUSIÓN: En base a los antecedentes evaluados, se acuerda que este proyecto respeta los criterios básicos contemplados en las Pautas Éticas para la Investigación Biomédica en Seres Humanos vigentes (CIOMS, 2002) y Guía de Buenas Prácticas Clínicas, así como la legislación vigente. Este protocolo se encuentra **APROBADO**, para iniciar su ejecución.


Eva Madrid Aris


Presidenta Comité de Ética Científica Universidad de Valparaíso.