

**La apertura cameral conservadora
y su impacto en la terapia endodóntica
(Revisión Bibliográfica)**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS
ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

**La apertura cameral conservadora y su impacto en la terapia
endodóntica**

(Revisión de la Literatura)

Autor: Lisseth A. Morales Jofre

Tutor: Diana V. Dorta T.

Bárbula, Octubre 2019



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS
ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

**La apertura cameral conservadora y su impacto en la terapia
endodóntica**

(Revisión de la Literatura)

**Trabajo adscrito a la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
UNIMPA, dentro de la línea de investigación Rehabilitación del Sistema
Estomatognático, Temática Rehabilitación Anatomofuncional,
Subtemática Técnicas de Restauración y Rehabilitación en Odontología
(Endodoncia)**

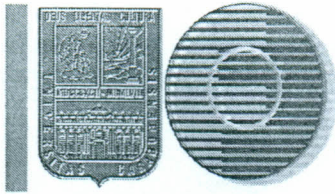
Tutor: Diana V. Dorta T.

Autor: Lisseth A. Morales Jofre

CI: 12.606.219

CI: 14.465.086

Bárbula, Octubre 2019



ACTA DE DISCUSION TRABAJO DE ESPECIALIZACION

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127,128,137,138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado Designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Odontología, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo de Especialización titulado:


"LA APERTURA CAMERAL CONSERVADORA Y SU IMPACTO EN LA TERAPIA ENDODONTICA"

Presentado para optar al grado de **ESPECIALISTA en ENDODONCIA** por el (la) aspirante:

MORALES J., LISSETH A.
C.I. V- 14.465.086

Habiendo examinado el Trabajo presentado, decidimos que el mismo está **APROBADO**.

En Valencia, a los siete días del mes de Noviembre del año dos mil diecinueve.


Prof. **FARIAS FRANCISCO**
C.I.: 3637804
Fecha: 07/11/19


23/10/2019 /Vg.




Prof. **DORTA DIANA**

C.I. 12606219

Fecha: 07.11.19


Prof. **CARPAVIRE YOMINSIMAR**
C.I.: V-11.116.417
Fecha: 07-11-2019

DEDICATORIA

A mis hijos Alejandra y Marcelo, por ser fuente inagotable de inspiración y

a mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi hija Alejandra y mi hijo Marcelo, quienes me impulsan cada día a lograr cada meta propuesta.

A mis padres y hermanas por apoyarme incansablemente y recordarme cada día que el trabajo duro recompensa a los que persisten.

A mi querida Profesora Diana Dorta, quien además de docente, guía y ejemplo a seguir se convirtió en una amiga invaluable.

A mis profesores Liliana Jimenez, Francisco Farías, Patricia Fernández y Marieta Álvarez por su dedicación y empeño en formar profesionales con calidad y calidez.

A Andreina Curiel, por ser amiga incondicional desde el primer día.

A mis compañeras de la IX Cohorte por formar un equipo que siempre elevó al resto a través del compañerismo y la amistad.

A todos, gracias!



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS
ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

La apertura cameral conservadora y su impacto en la terapia endodóntica (Revisión Bibliográfica)

Línea de investigación: Rehabilitación del Sistema Estomatognático.

Temática: Rehabilitación anatomofuncional.

Subtemática: Técnicas de Restauración y rehabilitación en Od. (Endodoncia)

Fecha: Octubre, 2019.

Autor: Lisseth A. Morales Jofre

Tutor: Diana V. Dorta Tortolero

RESUMEN

La apertura y la ubicación de los conductos radiculares es el primer paso mecánico del tratamiento endodóntico. Los conceptos de aperturas mínimamente invasivas son ideas relativamente nuevas que representan un nuevo paradigma clínico. Este tipo de aperturas, consisten en la realización un pequeño orificio en la superficie oclusal y/o incisal del diente que permita al operador, encontrar el acceso al Sistema de conductos radiculares (SCR). Es imperativo el uso del Microscopio Operatorio, óptima iluminación e imágenes obtenidas por Tomografía Computarizada de Haz cónico para la ejecución de la Endodoncia Mínimamente Invasiva. La aplicación de estos principios significaría la conservación de mayor cantidad de tejido dental sano y su consecuente protección frente a la fractura dental. Sin embargo, las fases subsiguientes del tratamiento endodóntico se ven influenciadas por la realización de accesos camerales contraídos que se traducen en posibles dificultades en la preparación biomecánica, la irrigación y obturación del SCR. El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto de las aperturas camerales conservadoras en la terapia endodóntica. Se desarrollará una investigación descriptiva con diseño documental, bajo la modalidad de monografía, basada en fuentes como artículos de revistas científicas especializadas y libros de texto especializados. Conclusión: Las necesidades individuales de cada unidad dental dictarán la localización y tamaño de la cavidad de acceso. La meta principal es elaborar el acceso del menor tamaño posible que estratégicamente logre la remoción y preservación de dentina y la correcta preparación biomecánica, irrigación y obturación del SCR.

Palabras Clave: Endodoncia Mínimamente Invasiva, Aperturas camerales conservadoras, Fractura dental, Tratamiento endodóntico conservador.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS
ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

The conservative cameral opening and its impact on endodontic therapy (Review)

Research line: Stomatognathic System Rehabilitation

Theme: Anatomofunctional rehabilitation.

Sub-subject: Restoration and rehabilitation techniques in Od. (Endodontics)

Date: October, 2019

Author: Lisseth A. Morales Jofre

Tutor: Diana V. Dorta Tortolero

ABSTRACT

The opening and location of root canals is the first mechanical step of endodontic treatment. The concepts of minimally invasive access are relatively new ideas that represent a new clinical paradigm. This type of openings, consist in the realization of a small hole in the occlusal and / or incisal surface of the tooth that allows the operator to find access to the Root Canal System (SCR). It is imperative to use the Operating Microscope, optimal illumination and images obtained by Conical Beam Computed Tomography for the performance of the Minimally Invasive Endodontics. The application of these principles would mean the conservation of a greater amount of healthy dental tissue and its consequent protection against dental fracture. However, subsequent phases of endodontic treatment are influenced by the performance of contracted cameral accesses that result in possible difficulties in the biomechanical preparation, irrigation and filling of the SCR. The objective of this research was to analyze the impact of conservative cameral openings on endodontic therapy. A descriptive investigation with documentary design will be developed, under the modality of monography, based on sources such as articles from specialized scientific journals and specialized textbooks. Conclusion: The individual needs of each dental unit will dictate the location and size of the access cavity. The main goal is to develop the smallest possible access that strategically achieves the removal and preservation of dentin and the correct biomechanical preparation, irrigation and filling of the SCR.

Keywords: Minimally Invasive Endodontics, Conservative Cameral Openings, Dental Fracture, Conservative Endodontic Treatment.

ÍNDICE GENERAL

Acta de Aprobación.....	iii
Constancia de culminación del tutor de contenido.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
1. ENDODONCIA MINIMAMENTE INVASIVA.....	8
1.1 Evolución del diseño de aperturas camerales.....	9
1.2 Tipos de Aperturas camerales Conservadoras.....	14
1.3 Recursos indispensables para la elaboración de aperturas camerales conservadoras	18
1.4 Principios Básicos para la elaboración de aperturas camerales conservadoras	27
2. IMPORTANCIA DE LA DENTINA REMANENTE.....	29
2.1 Composición química e Histológica de la dentina.....	29
2.2 La dentina Pericervical y el Soffit. Importancia de su preservación	
3. LA FRACTURA EN EL DIENTE ENDODONTICAMENTE TRATADO...33	
3.1 Estabilidad estructural del diente endodónticamente tratado.....	34

3.2 Tipos de fracturas y fisuras y su relación con las aperturas camerales conservadoras.....	35
4. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA CONSERVADORA A TRAVÉS DE UN ACC.....	40
4.1 Errores y accidentes derivados a la ejecución de preparaciones en dientes con aperturas camerales conservadoras.....	47
5. EL PROCESO DE DESINFECCIÓN DURANTE UN TRATAMIENTO EMI. Limitaciones de las técnicas convencionales de irrigación y desinfección en dientes con aperturas conservadoras.....	49
6. LA OBTURACIÓN DE SISTEMAS DE CONDUCTOS EN DIENTES CON APERTURAS CAMERALES CONSERVADORAS.....	53
III. DISCUSIÓN.....	56
CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

Fig. 1. Ley de Centralidad.....	11
Fig. 2. Ley Concéntrica.....	11
Fig. 3. Ley cambio del color.....	12
Fig. 4: Apertura Cameral Tradicional y Apertura Cameral Contraída.....	15
Fig. 5: A Convencional y Apertura “Truss”.....	16
Fig. 6: Acceso Cameral Tradicional, Acceso Cameral Contraído o Ninja, Acceso Cameral Truss	16
Fig. 7: Magnificación del MO.....	19
Fig. 8: Escala de magnificación.....	20
Fig 9: Desde la planificación hasta la obturación final.....	21
Fig. 10: Planificación virtual de una Cavidad Mínimamente Invasiva.....	25
Fig. 11: Diseño del modelo de guía.....	26
Fig. 12: Guía colocada en la posición correcta.....	26
Fig. 13: Acceso cameral.....	26
Fig. 14: El efecto ferrule.....	31
Fig. 15: Preservación del Soffit.....	33

Fig. 16: Ejemplos de fracturas verticales.....	36
Fig. 17: Biofilm en fisura y los túbulos dentinarios.....	37
Fig. 18: Radio de la curvatura y ángulo de la curvatura.....	42
Fig. 19: Representación volumétrica 3D de Tomografía computarizada.....	45
Fig. 20: Sistema SAF.....	46
Fig. 21: Modo de acción del Sistema GentleWave.....	51
Fig. 22: Lima XP-Endo.....	52
Tabla 1. Errores y accidentes.....	48

INTRODUCCIÓN

El acceso a la cámara pulpar y al Sistema de conductos radiculares (SCR) constituye uno de los pasos más críticos en el tratamiento endodóntico. Como ninguna otra área en la Odontología, la endodoncia se lleva a cabo con grandes limitantes de visibilidad. Esto, aunado a las variadas complejidades anatómicas presentes en las unidades dentales y a las diferentes condiciones patológicas, hace de la preparación de un acceso ideal un aspecto crucial en el tratamiento endodóntico no quirúrgico. ¹

La apertura y la ubicación del o los conductos radiculares es el primer paso mecánico del tratamiento endodóntico, y su importancia es subestimada con frecuencia, hasta que, algo sale mal. ² Es necesario considerar que el sistema de conductos radiculares suele ser bastante complejo y requiere estudios meticulosos antes de cualquier intervención terapéutica.^{3,4} Cualquier negligencia, deficiente planificación y falta de familiaridad con la anatomía interna de una unidad dental puede significar un fracaso en el resultado de un tratamiento endodóntico. Es por ello que, cada paciente debe ser juiciosamente analizado y estudiado tomando en cuentas sus características anatómicas, étnicas y genéticas. ⁵

En términos generales, el objetivo de una cavidad de acceso endodóntico bien diseñada es crear un camino recto y sin obstáculos hacia el SCR, mientras

que se conserva la mayor cantidad de tejido dental sano. ¹ Otro aspecto a tomar en cuenta es el referente a la rehabilitación estética, estructural y funcional del diente endodonciado que puede ser compleja, en algunos casos.⁶

Con excepción de muy pocas modificaciones, el diseño tradicional las cavidades de acceso para el tratamiento endodóntico en los diferentes dientes, ha permanecido prácticamente invariable por décadas. Estos promueven la remoción controlada de estructura dental para lograr el acceso adecuado a la entrada de los conductos radiculares. En este sentido, Miles Markley, uno de los principales pioneros de la Odontología Minimamente Invasiva afirmaba, tal como lo hizo en uno de sus múltiples estudios publicado en el año 1951, que la pérdida de al menos una parte de un diente humano debería ser considerado una “Lesión seria” y que el Odontólogo debería tener como objetivo la preservación de la estructura sana y natural de un diente. ⁷

Años mas tarde, el Dr. Herb Schilder 1974, realizó una descripción precisa de los principios que un tratamiento endodóntico, en cuanto a apertura cameral, preparación y obturación, debe cumplir para garantizar el logro de los objetivos biológicos y el éxito a largo plazo. ⁸

La tendencia a aproximaciones mas biológicas continuaba en aumento, tanto asi que en el año 1999 se celebra, en Los Estados Unidos de América, el Primer Congreso Mundial de Odontología Minimamente Invasiva, y desde ese entonces esta disciplina comienza a ganar cada vez mas campo en la Odontología. Y la Endodoncia no escapa de esta tendencia general. ⁹

En estudios publicados en el 2010 Clark y Khalemi proponen cambios en la configuración de cavidades con el objeto de minimizar la remoción de tejido dental. ¹⁰ Estas propuestas más conservadoras enfatizan la importancia de preservar la mayor cantidad de estructura remanente, incluyendo la dentina pericervical permitiendo al diente sometido a tratamiento endodóntico tener mayor resistencia ante las fuerza funcionales. ¹¹

Por su parte, La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) en su boletín publicado en el 2012 manifiesta que los avances tecnológicos en magnificación mejorarán el porcentaje de éxitos de la terapia endodóntica. Su posición acerca del uso del Microscopio operatorio refleja la importancia de su uso en la ejecución de nuevas técnicas menos invasivas. ¹²

Investigaciones recientes reportan que la susceptibilidad a la fractura de los dientes endodónticamente tratados, se asocia principalmente a la pérdida de tejido de la estructura dental asociada al acceso cameral como parte de la terapia endodóntica. De esta manera, la estructura dental remanente parece jugar un papel importante en el pronóstico del diente que ha sido sometido a tratamiento endodóntico. Como consecuencia, nuevas propuestas han surgido en cuanto Accesos camerales Conservadores (ACC) o Conservative access cavity (CAC), inspirados en los conceptos de la Odontología Minimamente Invasiva (OMI), que han sido diseñadas y desarrolladas para minimizar la remoción innecesaria de piso cameral y de dentina pericervical.

Con este enfoque se pretende evitar la excesiva remoción de tejido dentinario de los dientes sometidos a tratamiento endodóntico.¹³

Considerando que la dentina proveerá la base sólida que requiere la restauración que recibirá el diente al ser finalizado el tratamiento endodóntico, la fuerza estructural dependerá de la integridad y calidad de la estructura dental remanente, así que uno de los principales aspectos a tomar en cuenta, en este sentido, es la cantidad de dentina sana que soportará y retendrá a la restauración definitiva.¹⁴ Es por ello que las nuevas técnicas de apertura centran sus diseños en la conservación de dentina pericervical y parte del techo de la cámara pulpar, es decir, el Soffit.¹⁵

Son muchos los autores dedicados a la investigación en este campo. En su mayoría, han destacado el rol que ejerce el acceso cameral en el riesgo de posibles fracturas en un diente endodónticamente tratado. Tal es el caso de Reeh 1989, Krishen 2006 y Al-Omiri, 2010 quienes afirman que la pérdida de tejido dental en un diente tratado endodónticamente debilita subsecuentemente su estructura y lo predispone a sufrir fracturas.¹⁶⁻¹⁸ Del mismo modo, Krishan y cols. en el 2014, también relacionan el impacto de las cavidades conservadoras con la resistencia a la fractura del diente endodónticamente tratado.¹⁹ Por otro lado, las investigaciones realizadas acerca del pronóstico del diente endodóntico y su relación con la elaboración de aperturas conservadoras de Moore y Rover, tal como lo citan Özyürek y sus

colaboradores en el 2018, han ampliado la perspectiva acerca de este tema.

20

Es necesario acotar que la fractura de un diente endodonciado genera frustración tanto en el paciente como en el Clínico. Se estima que de 4.6% al 5.7% de los dientes tratados endodónticamente, son extraídos entre los 4 y 5 años posteriores al tratamiento endodóntico con fracturas coronales, representando el 47% de las extracciones post endodónticas.²¹

Destacan además las investigaciones realizadas por Carlos Bóveda, venezolano, abocado a esta línea de investigación quien resalta la importancia del uso de la Tomografía computarizada de Haz cónico (CBCT, por sus siglas en Inglés) para la consecución de procedimientos mas conservadores que ayuden a mejorar el pronóstico del diente endodonciado. El mismo refiere que la irrigación y desinfección de un diente con preparación de conductos minimamente invasivos pudiera generar ciertas desventajas tales como el atascamiento de la aguja de irrigación, generación del vapor lock y otras complicaciones asociadas a la presión de irrigación sónica o ultrasónica a nivel apical. En cuanto a la preparación biomecánica del cuerpo de la raíz la meta principal de la endodoncia minimamente invasiva es evitar el debilitamiento de esta, mientras se evitan perforaciones iatrogénicas que pudiesen estar relacionados con una apertura contraída. De igual forma persigue evitar la deformación del tercio apical y del foramen propiamente dicho.²²

Se dispone de pocos estudios que demuestren la relación real del diámetro apical final, posterior a la instrumentación de los conductos y la mejoría radiográfica de las lesiones apicales.²³ Una revisión sistemática de la literatura que examinó el diámetro apical final de las preparaciones biomecánicas concluyó que en los dientes que presentaban radiolucidez se lograba mayor disminución del tamaño de las imágenes cuando el ensanchamiento apical era mayor.²⁴

Investigadores recomiendan el uso de técnicas más modernas como parte de la endodoncia mínimamente invasiva.²⁵ Es decir, técnicas que favorezcan la fácil colocación del material de obturación a lo largo de todo el conducto y a través de los ACC con la mínima aplicación de fuerzas para evitar la aparición de fracturas.²⁶

De las razones expuestas, surge la necesidad de profundizar en conocimiento, los cuales se desprenden de los ensayos clínicos más actuales y de las investigaciones disponibles en la literatura científica acerca de la naturaleza, aplicabilidad y efectos en las fases posteriores del tratamiento, que cada uno de los diseños de apertura de acceso endodóntico pudieran presentar.

Esta revisión espera constituir un aporte teórico que permita dar luces acerca del paradigma que representa la realización de aperturas mínimamente invasivas y su real impacto en las fases posteriores del tratamiento endodóntico. Y, permitirá a su vez, concientizar al especialista, al odontólogo general y al

estudiante de pre y postgrado acerca de los recursos necesarios para llevar a cabo aperturas de este tipo y su viabilidad dentro de las condiciones socio económicas del paciente y las inherentes al propio servicio asistencial. De igual forma constituirá un aporte científico sobre este tema que es novedoso y de reciente aparición, estimulando a la producción de investigaciones en torno a este punto.

Por todo lo anteriormente expuesto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar las aperturas camerales conservadoras y su impacto en la terapia endodóntica.

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, este estudio se enmarca en una investigación de tipo descriptiva con un diseño documental, en la que a través de una reflexión analítica, ordenada y crítica se llegará a conclusiones confiables acerca de esta temática.^{27,28}

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Endodoncia mínimamente invasiva (EMI)

La Odontología Mínimamente Invasiva (OMI) está basada en el respeto sistemático por el tejido original. Este concepto puede traducirse como; el correcto diagnóstico, la ejecución de tratamientos encaminados a prevenir y detener la enfermedad, la restauración de las lesiones con la menor cantidad de remoción de tejido posible, el uso de materiales perdurables y la prevención de la recurrencia de la enfermedad. Este concepto incluye a todas las áreas de la Odontología.^{9,29} Este enfoque más conservador, además minimiza el ciclo restauración/re-restauración, de manera que el paciente recibe sus beneficios a lo largo de toda su vida.³⁰

Cuando consideramos la adaptación de estos conceptos a la terapia endodóntica se deben abarcar un amplio rango de variables que incluye el diagnóstico pulpar y periapical, el establecimiento del plan de tratamiento que puede variar de la decisión de no tratar a la de realizar una cavidad de acceso diseñada con este propósito (considerando las particularidades anatómicas de cada unidad dental y la remoción mínima de tejido original), el ensanchamiento y preparación bió-químico-mecánica que mantenga la mayor cantidad de dentina sana en los conductos, así como una correcta obturación del SCR y a nivel coronal.³¹

1.1 Evolución del diseño de aperturas camerales

La cavidad de acceso cameral es considerada un paso principal en el tratamiento endodóntico.³² Toda unidad dentaria representa un reto durante la apertura cameral, aún cuando no esté restaurado o tenga una posición normal dentro del arco dental.² Una cavidad de acceso adecuada puede ayudar a prevenir complicaciones iatrogénicas en los procedimientos del tratamiento endodóntico.²²

El diseño de cavidades de acceso tradicionales están adheridas al axioma restaurador de “Extensión por prevención”, que manifiesta la necesidad de crear un acceso en línea recta. Este incluye la completa remoción del techo de la cámara pulpar y el preensanchado del orificio del conducto radicular para facilitar la subsecuente instrumentación del sistema de conductos hasta el tercio apical.⁹

En la preparación de una apertura cameral tradicional, se lleva a cabo una remoción controlada de tejido dentinario con la finalidad de prevenir complicaciones que pudiesen ocurrir durante o luego de la realización del tratamiento endodóntico. La pérdida de Dentina y de estructuras anatómicas tales como cúspides, rebordes marginales y el techo de la cámara pulpar pueden tener como resultado una fractura dental posterior a la restauración final del diente tratado.³³

Una preparación tradicional ideal deberá permitir la remoción de todo el contenido de la pulpa cameral, la visibilidad del piso cameral y la entrada de

los conductos radiculares, facilitar la introducción de instrumentos en los conductos creando una línea recta de acceso (forma de conveniencia), mientras se previene la remoción excesiva de tejido dental y su consecuente pérdida de resistencia.³⁴

Los estudios conducidos por Krasner y Rankow, a partir de la observación de 500 dientes extraídos, proveen las siguientes leyes para realizar una apertura convencional:

- 1- Ley de la centralidad: La pulpa cameral siempre está localizada en el centro del diente y a nivel de la unión cemento esmalte. (Fig.1)
- 2- Ley Concéntrica: Las paredes de la cámara pulpar son siempre concéntricas a la superficie externa del diente a nivel de la unión cemento esmalte (Fig.2)
- 3- Ley de la Unión Cemento esmalte: La unión Cemento Esmalte es la guía más consistente y repetible para localizar la pulpa cameral.
- 4- 1° Ley de la Simetría: Establece que a excepción de los molares maxilares, la entrada de los conductos se encuentran equidistantemente en una línea imaginaria trazada en sentido mesiodistal, en el piso de la cámara pulpar.
- 5- 2° Ley de la Simetría: Afirma que a excepción de los molares maxilares la entrada de los conductos descansan en una línea perpendicular trazada en sentido mesiodistal a través del centro del piso de la cámara pulpar.

- 6- Ley del cambio de color: Formula que, el piso de la cámara pulpar siempre es más oscuro que las paredes de la misma.
- 7- 1° Ley de localización de conductos: La entrada de los conductos se localiza en la unión de las paredes con el piso de la cámara pulpar.
- 8- 2° Ley de localización de los conductos: La entrada de los conductos se localiza siempre en el ángulo formado por la unión del piso y las paredes.
- 9- 3° Ley de localización de los conductos: Los conductos siempre se localizan al final de cada línea de fusión y desarrollo de las raíces. ^{1,2}



Fig. 1. Fotografía de un molar inferior que ejemplifica la Ley de Centralidad de Krasner y Rankow. Tomado de: Jain,2018.



Fig. 2. Fotografía de un corte a Nivel del Unión cemento-esmalte de un 1° Molar superior, que ejemplifica la Ley Concéntrica de Krasner y Rankow. Tomado de: Jain,2018.

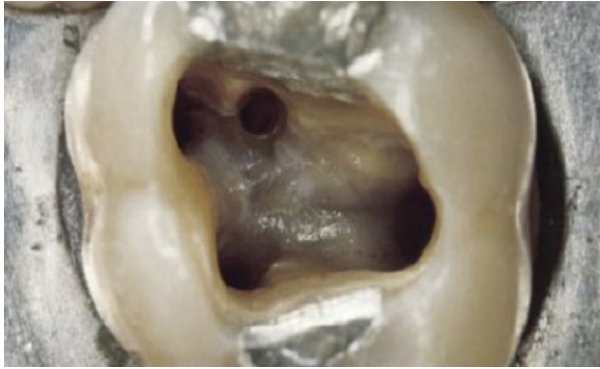


Fig. 3. Fotografía de un 1° Molar superior, que ejemplifica la Ley cambio del color de Krasner y Rankow. Tomado de: Ashwini,2016.

Existen 3 objetivos principales, que consensuadamente han de perseguirse al realizar una apertura cameral tradicional, que son: la conservación de estructura dental, la eliminación total del techo de la cámara pulpar y la creación de un acceso en línea recta hasta el tercio apical de la raíz a través del conducto. Estos conceptos que permanecieron vigentes e invariables por décadas de práctica clínica, han sido reevaluados, gracias a la aparición de nuevos avances tecnológicos en Endodoncia, tales como los instrumentos super flexibles confeccionados en base a aleaciones de Niquel-Titánio (Ni-Ti) y el microscopio operatorio y la Tomografía Computarizada de Haz Cónico o Cone Beam, con la finalidad de mejorar las condiciones de las aperturas camerales con un enfoque conservador, que persigue preservar la mayor cantidad de tejido coronal posible. Aún así, sigue siendo importante lograr la completa remoción de tejido pulpar remanente o de tejido necrótico, de toda la cámara pulpar. Una falla en este proceso podría causar cambios de coloración del diente a futuro, además de servir de posible fuente de nutrición para los microorganismos residuales. ²

En cualquiera de los casos, antes de realizar cualquier acceso cavitario es necesaria la remoción de restauraciones defectuosas y lesiones cariosas para evitar el riesgo de recontaminación de sistema endodóntico durante y después del tratamiento.²⁵

Los conceptos de aperturas mínimamente invasivas son ideas relativamente nuevas y no se dispone, según algunos autores de suficiente evidencia científica que soporte o rechace este enfoque. Sin embargo, y de manera anecdótica, ha crecido cierta preocupación entre los clínicos de la endodoncia acerca de la supervivencia a largo plazo de las unidades dentarias sometidas a tratamiento endodóntico convencional.³⁵ Esto implica que la Endodoncia moderna considera que un artefacto, es decir todo Objeto formado y creado para un fin determinado (coronas, restauraciones, etc.), tiene menor valor biológico que el tejido saludable.²⁶

El acceso cameral con fines endodónticos podría influenciar la cantidad de sustancia dental residual. En consecuencia, e inspirados en los principios de la Odontología Mínimamente Invasiva, se ha propuesto la aplicación de Cavidades de acceso endodóntico Conservador (CEC) para maximizar la preservación de mayor cantidad de tejido dental.³⁶

En el año 2010, David Clark and John Khademi publican su estudio titulado "Acceso endodóntico moderno de Molares y conservación directa de dentina" en el que a través de una serie de casos proponen novedosos diseños de

Accesos Camerales Conservadores (ACC), basándose en los Principios de la EMI. ¹⁰

Existen muchas limitaciones a la hora de cumplir con los parámetros enunciados para realizar una apertura cameral conservadora. En un diente que requiera de tratamiento endodóntico, la cavidad de acceso estará determinada por la lesión cariosa y las restauraciones perdidas o deficientes. Sería contraproducente que el clínico deje intacta estructura dental enferma con la finalidad de configurar un diseño estricto de cavidad mínimamente Invasiva. ⁵

1.2 Tipos de Aperturas camerales Conservadoras

1.2.1 Cavidades de Acceso Ninja

Ya han sido descritas las características de una Cavidad de Acceso Conservadora. Algunos autores han enfatizado estos conceptos, creando modalidades de cavidades de acceso ultra conservadoras, denominadas “Ninja” o “Cavidad de acceso Ninja”. ³⁶

Una Cavidad de acceso Ninja o Cavidad de Acceso Contraída, consiste en un pequeño orificio en la superficie oclusal y/o incisal del diente que permita al operador, encontrar el acceso a todos los conductos radiculares. ^{5,37}

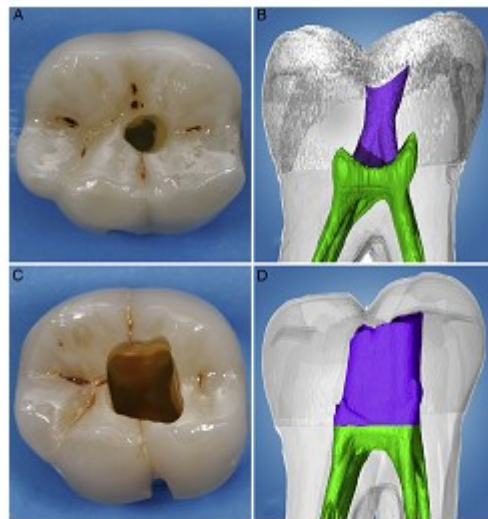


Fig. 4: Fotografías y vistas sagitales de reconstrucción Tomográfica de molares inferiores mostrando diferentes tipos de acceso cameral (A y B) Apertura Cameral Tradicional (C y D) Apertura Cameral Contraída. Tomado de: Marchesan, 2018.

1.2.2 Cavidades de Acceso Truss

Por otra parte, las Cavidades de accesos Truss, también llamada “Diseño de orificio directo” (Orifice-directed design), se basan en accesos directos desde la superficie oclusal a cada conducto, evitando la remoción de todo el techo de la cámara pulpar.³⁸ En estas se preparan cavidades separadas para acceder al sistema de canales; una mesial y otra distal en los molares inferiores y en los molares superiores, a través de una cavidad para acceder a los conductos mesio-vestibular y disto-vestibular y un segundo orificio para el conducto palatino.³⁹ Estas últimas preservan una sección de dentina que conecta las porciones vestibulares y la lingual o palatina, respectivamente. El objetivo principal de este diseño de cavidades es la preservación estratégica de dentina, en este caso conservando un puente entre las dos cavidades preparadas.³⁸



Fig. 5: Representación esquemática: A) Diseño de apertura Convencional, B) Diseño de apertura “Tuss” en un molar inferior. Tomado de: Neelakantan, 2018.

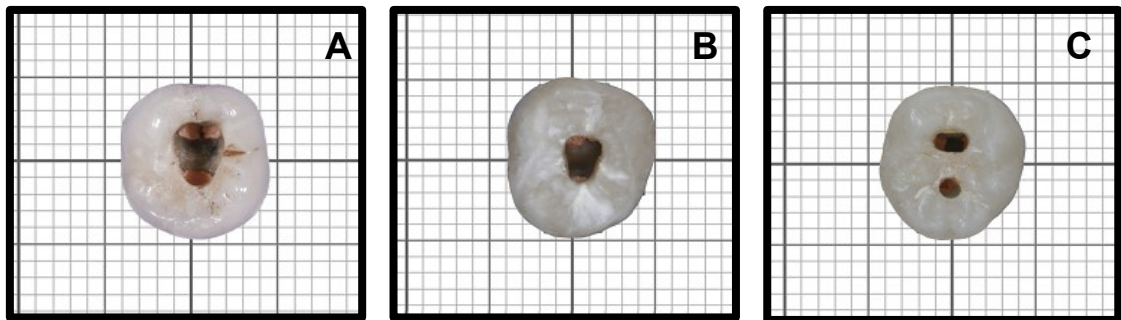


Fig. 6: Fotografías que muestran los diferentes tipos de Acceso Cameral en Molares inferiores intactos. A) Acceso Cameral Tradicional, B) Acceso Cameral Contraído o Ninja C) Acceso Cameral Truss o de Orificio Directo. Tomado de: Corsentino, 2018.

1.2.3 Endolight

La EMI incluye además la opción de realizar una pulpotomía como un procedimiento definitivo, pero solo si el diagnóstico pulpar puede ser determinado de manera más exacta de la que puede hacerse en la actualidad. Existen muchos pacientes que podrían verse beneficiados con la aplicación de esta técnica. Especialmente aquellos con imposibilidades económicas.²⁶

Estudios clínicos recientes realizados en casos con vitalidad pulpar han inspirado el desarrollo de nuevas técnicas con enfoques biológicos, que tienen dos principales ventajas, primero; preservar el tejido pulpar para mantener las funciones fisiológicas y protectoras del mismo, y segundo persiguen remover menor cantidad de tejido duro, lo que resulta en un menor debilitamiento de la estructura dental. Considerando el complejo Pulpodentinario como un binomio bioactivo. ⁴⁰

Ha sido sugerido que en los casos con Pulpitis Irreversible en los que los cambios morfológicos indican que la inflamación e incluso la necrosis ocurre solo en la cámara pulpar, mientras que la pulpa radicular permanece viable, la pulpa contenida en los conductos podría mantenerse mediante un procedimiento de Pulpotomía, en aras de prevenir una pulpectomía. Este enfoque menos invasivo, llamado por algunos autores Endolight, presenta algunas ventajas, tales como la inducción de la respuesta biológica de la pulpa conservada con la finalidad de prevenir la periodontitis apical y mejorar el índice de éxito del tratamiento endodóntico en pulpa vital, conservar mayor cantidad de estructura dental y por tanto incrementar el tiempo de supervivencia del diente y preservar su estado funcional por más tiempo, entre otros. En estos casos, solo será removida la pulpa inflamada. ⁴¹

Esta técnica ha demostrado ser exitosa según diversos estudios clínicos. ^{42,43}

Wolters y colaboradores sugieren una nueva clasificación diagnóstica que

divide en diferentes etapas la Pulpitis, usando síntomas asociados e implementando estrategias de tratamiento ultraconservadoras. ⁴¹

1.3 Recursos indispensables para la elaboración de aperturas camerales conservadoras

1.3.1 Iluminación, Magnificación y los límites del ojo humano

Bürklein y Schäfer aseguran que a mejor resolución espacial o agudeza visual es menor la distancia entre 2 puntos separados o líneas que pueden seguir apreciándose como separadas. La resolución promedio del ojo humano es de 0,2 mm. Sin embargo, durante el tratamiento endodóntico se requiere una mayor resolución de la que puede poseer el ojo humano sin ayuda de recursos ópticos de magnificación, ya que además es llevada a cabo en un espacio de trabajo naturalmente oscuro y confinado. ²⁵ El Microscopio operatorio (MO) fue introducido a principios de los años Noventa y, en el año 2012, la AAE publica en su boletín que el MO debe ser empleado como instrumento de Asistencia durante la preparación de acceso para evitar la destrucción innecesaria de tejido mineralizado. ¹² El empleo de mayor magnificación ha demostrado aumentar significativamente el éxito de la terapia endodóntica. Ambos, el Microscopio operatorio y el Endoscope (Instrumento de magnificación, usado principalmente en procedimientos artroscópicos que muestra imágenes en dos dimensiones) proveen una excelente magnificación para realizar

procedimientos endodónticos quirúrgicos y no quirúrgicos, con comprobados resultados en el pronóstico del diente endodonciado. ⁴⁴

Con el uso del MO la resolución puede ser aumentada a 6 μm . Es por ello que la magnificación es una condición irrefutable para la implementación de procedimientos endodónticos mínimamente invasivos. ²⁵

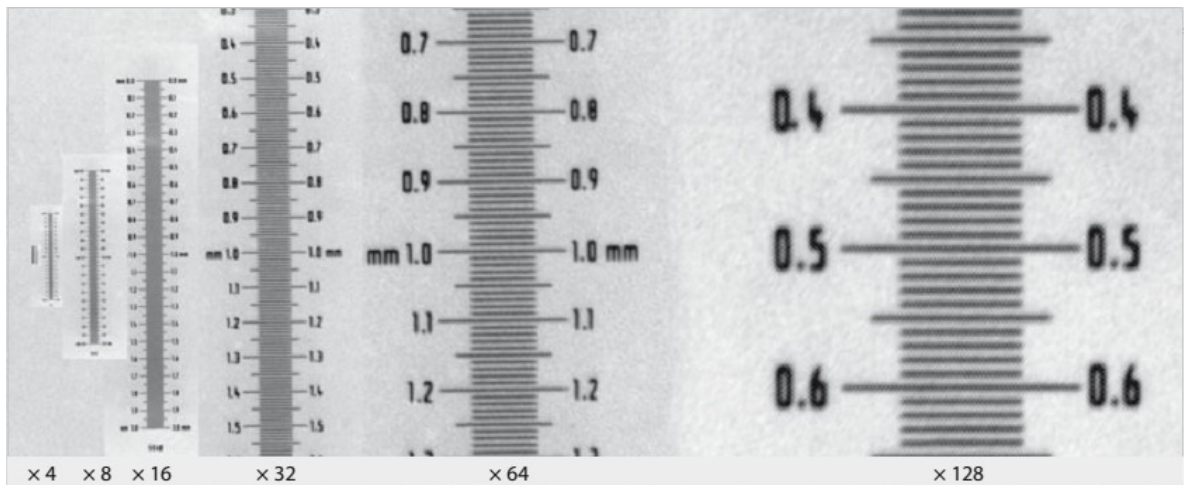


Fig. 7: Capacidad de magnificación del MO. Aumento gradual de una escala en Milímetros. Tomado de Kim, 2018.

Además, con el uso del microscopio podemos lograr imágenes virtualmente libres de sombra, permitiendo una excelente calidad de imagen para el operador y para la documentación de cada caso. ⁴⁵

Autores como Jhonson, afirman que, sin una magnificación e iluminación correctas, tal como la que ofrece el Microscopio Operatorio, cualquier intento de ejecutar aperturas conservadoras, incrementa considerablemente el riesgo

de perforaciones, desviaciones y abordaje correcto de las estructuras anatómicas que con una preparación de acceso tradicional. ²

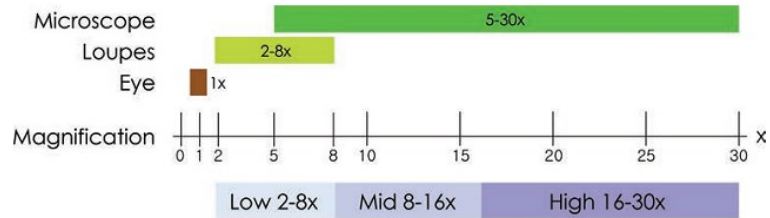


Fig. 8: Escala de magnificación. Tomado de Kim, 2018.

1.3.2 Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCHC)

El valor de imágenes sagitales, coronales y axiales obtenidas a partir de un campo visual limitado (field-of-view FOV), representa un salto cuántico en la evolución del diagnóstico y tratamiento en Endodoncia. ^{29,46} Las imágenes por TCHC constituyen una herramienta de medición accesible y confiable que puede ser usada en todos los planos espaciales para explorar la anatomía del SCR. ⁴⁷

La principal etiología del mantenimiento de la enfermedad postratamiento es la infección intrarradicular. Y la razón más frecuente de que ésta aparezca es una falla en la localización, desbridaje, desinfección y obturación de todos los conductos del SRC. ⁴⁸ En un estudio de cohorte retrospectivo realizado por Karabucak en el 2016, se concluye que la incidencia de conductos no tratados en dientes endodonciados fue de 23,04% con valores de 41,3% en el

cuadrante superior derecho y 46.5% en el superior izquierdo, trayendo como consecuencia la persistencia de la enfermedad periapical. ⁴⁹

La más poderosa de las aplicaciones de la TCHC es la habilidad de proveer información acerca del número y localización de los conductos de una unidad dentaria incluso antes del inicio del tratamiento, representando de esa manera un recurso invaluable para la planificación en EMI. ^{22,50}

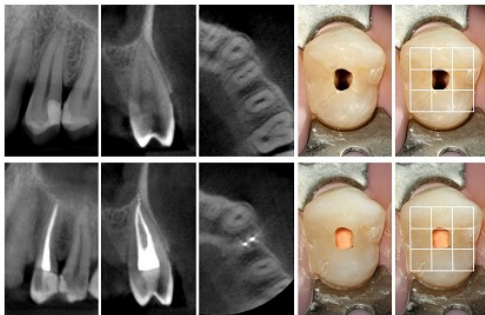


Fig 9: Secuencia que muestra la secuencia Radiográfica y Tomográfica desde la planificación hasta la obturación final. Tomado de: Bóveda, 2015.

1.3.3 Cámaras Intraorales, Impresoras 3D, Guías de acceso. Endodoncia guiada

“Guided endodontics” o la “Endodoncia Guiada” representa un Nuevo enfoque para las preparaciones de acceso apicalmente extendidas, y fue introducida con la finalidad de evitar las algunas complicaciones relacionadas al acceso cameral con fines endodónticos.⁵¹

En líneas generales la ejecución de una apertura cameral guiada, permite;

- 1.- Mejorar la detección y negociación de los conductos radiculares.

2.- Reducir la cantidad de sustancia dental perdida

3. Disminuir la duración del tratamiento.⁵²

Al inicio del año 2000, las técnicas de guía dinámica fueron introducidas con la finalidad de servir de apoyo en la colocación adecuada de implantes dentales. Basados en estos principios, los “accesos guiados dinámicamente” (AGD), fueron aplicados por primera vez por el Dr Charles Maupin. Esta técnica, propuesta en el año 2016, emplea información que brinda el estudio de TCHC para planificar el acceso cameral, mientras la imagen de una cámara relaciona la posición del diente en la arcada con la fresa, en un espacio tridimensional.²³

Una variación de esta técnica es la Endodoncia Guiada Estática (EGE), en la que se confeccionan guías estáticas tridimensionales diseñadas a partir de estudios de TCHC y escaners intraorales, confeccionadas a través de Impresoras 3D. Estas pueden también orientar al clínico durante las aperturas conservadoras así como en casos de cirugía endodóntica.⁵³

La miniaturización del instrumental convencional ha vuelto posible la implementación de este tipo de técnicas, aún en unidades dentarias que presentan conductos estrechos. Se cuenta además con puntas ultrasónicas específicamente diseñadas para ser empleadas durante el acceso cavitario endodóntico, que asisten en el desalojo de depósitos calcificados, pulpolitos, así como las entradas calcificadas de algunos conductos.²

Esta técnica ha demostrado ser precisa y rápida. Aún cuando son necesarios más estudios científicos sobre este tema, los reportes de casos disponibles demuestran altos porcentajes de éxito en la aplicación de esta técnica en la práctica endodóntica. Los instrumentos de 1.5 mm no son útiles cuando se trata de unidades dentarias de menor tamaño, como es el caso de los incisivos mandibulares. A tal efecto, los instrumentos han sido miniaturizados para la realización de tratamientos con Técnicas microendodónticas.^{52,54}

La técnica de AGD provee ventajas significativas sobre las guías impresas tridimensionalmente ya que éstas disminuyen el espacio interoclusal, solo pueden ser utilizadas con piezas de mano de baja velocidad, toman más tiempo, requieren inversión monetaria para su elaboración y no admiten pequeñas modificaciones en el plan de tratamiento que pueden ser necesarias durante el procedimiento y pudieran traer como consecuencia una pérdida innecesaria de estructura dentinaria. Por su parte la AGD no requiere de fresas de tallo largo, es compatible con el uso de alta velocidad y no se requiere del empleo de una impresora 3D.⁵¹

En Marzo 2019, Connert y cols, en su estudio Titulado; "Endodoncia guiada versus preparación de acceso cavitario convencional: Un estudio comparativo de la pérdida de sustancia usando dientes impresos tridimensionalmente", obtienen como resultados que usando la técnica convencional el 41,7% de los conductos fueron encontrados y negociados, mientras que el 91,7% de los

conductos tratados usando la técnica de apertura guiada fueron localizados y apropiadamente negociados.⁵²

Lara y colaboradores reportan un caso en el que aplican la apertura cameral guiada, creando, a partir de imágenes obtenidas a través de Tomografía CBCT y escaneo de la zona, un archivo de estereolitografía 3D y cargado a un software de planificación de Implantes. (Simplant Version 11; Materialise Dental–Technologielaan, Leuven, Belgium. A través de este software se diseñaron 2 guías; la primera para marcar el acceso a través del esmalte, la segunda para crear la guía de acceso endodóntico. Posteriormente se imprimieron tridimensionalmente las guías. El esmalte se removió usando alta velocidad y fresa de diamante hasta que fue expuesta la dentina. Seguidamente, la primera guía fue removida y se posicionó la segunda para lograr el acceso a través de la dentina. Por último se confirmó la permeabilidad de los últimos milímetros de conducto radicular y se confirmaron radiográficamente y con el uso de localizador apical. En el control realizado luego de un año del tratamiento, se evidenció que la unidad dental sometida a tratamiento se encontraba asintomática.¹¹

Por su parte Connert y su equipo de investigación, reportan en el 2018, un caso en el que acceden al sistema de conductos de dos incisivos centrales inferiores con historia de traumatismo dental, con el uso de fresa de diamante miniaturizada de 0.85 mm y con una velocidad rotacional de 10.000 rpm, empleando la Técnica de Endodoncia microguiada, con movimientos de

bombeo hasta ganar el acceso al tercio apical de ambas raíces. El modelo empleado fue exportado a través de un archivo surface-tessellation-language (stl-) y fue reproducido con una impresora 3D (Objet Eden 260 V, Material: MED610, Stratasys Ltd., Minneapolis, MN, USA). En este caso se usaron mangas de soporte, especialmente confeccionadas para ajustar el modelo de guía (steco-system-technik GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany).⁵⁴

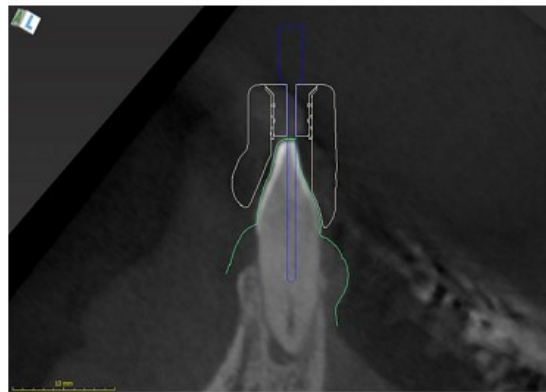


Fig. 10: Planificación virtual de una Cavity Mínimamente Invasiva. La copia virtual de la fresa es colocada de tal manera que se acceda hasta el final de la porción calcificada. Tomado de: Connert, 2018

En estos casos, ha sido demostrado que cualquier alteración de la geometría natural de la cámara o el sistema de conductos puede causar cambios significativos en la futura rigidez y resistencia del diente.(Lang et al.2006).⁵⁴

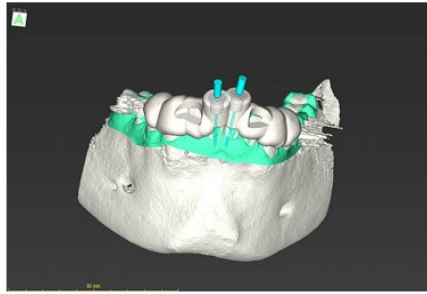


Fig. 11: Diseño del modelo de guía.
Tomado de Connert, 2018

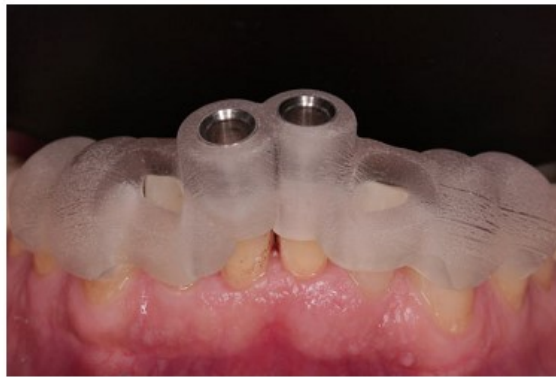


Fig. 12: Guía colocada en la posición correcta. Tomado de Connert, 2018.



Fig. 13: Realización del acceso cameral.
Tomado de Connert, 2018

Autores como Zitzmann citado por Connert 2018, declaran que aunque la planificación de un tratamiento de Endodoncia Microguiada parece ser un proceso que consume mucho tiempo, el tiempo operatorio se minimiza. Los costos adicionales de los exámenes de TCHC y la confección de guías podrían justificarse con la reducción de errores iatrogénicos, tales como la perforación

aumentando así la posibilidad de conservar la unidad dentaria. En otro caso, el costo de un implante podría ser mayor en caso de una falla en el tratamiento que conlleve a una extracción dental.⁵⁴

Existen algunas desventajas asociadas a esta técnica. Su uso en unidades dentarias posteriores podría no ser posible debido a la necesidad de usar una guía junto con la fresa, o las relativas a la posibilidad de crear fracturas o microcracks en la dentina y que solo es aplicable, hasta ahora en dientes con raíces rectas o en las porciones rectas, de tenerlas, de raíces curvas y posible aumento de la temperatura dental y periodontal durante el procedimiento.^{52,54}

El uso combinado de las imágenes por Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT) y el escaneo intraoral de un área en particular, permite elaborar guías de apertura y acceso cameral y radicular, que son extremadamente útiles y ampliamente recomendados cuando se trata de conductos calcificados, sobre todo en los casos mas complejos. . En los casos en los que se observen cambios que sugieran alteraciones periapicales y/o síntomas asociados, es recomendable una intervención endodóntica. En estos casos, las calcificaciones pulpares representan un reto adicional asociado a altos índices de fracaso.^{11,55,56}

1.4 Principios para realizar aperturas camerales conservadoras

No existen reglas exactas para la preparación de una Apertura cameral

conservadora; el objetivo es el de preservar tanta estructura dental como sea posible, permitiendo a su vez localizar los conductos radiculares.²⁰

Un aspecto importante que hay que estudiar en cada caso en particular es la determinación de los límites de la extensión de la ACC, ya que al realizar este tipo de diseños de apertura, podría ejercerse un efecto negativo en las fases subsiguientes del tratamiento y hacer su ejecución más compleja (especialmente en segundos y terceros molares). Por lo que es necesario crear un balance entre ambos aspectos.³¹

Una cavidad de acceso endodóntico que ha sido inadecuadamente preparada puede hacer que la localización, negociación, desbridaje, desinfección y obturación del sistema de conductos radiculares una tarea muy retadora.⁵⁶

Deberá hacerse una correcta selección de casos, basada en varios factores tales como condiciones de la pulpa (diagnóstico), nivel de dificultad (presencia de calcificaciones, curvaturas, etc.) y accesibilidad de los conductos, además de los recursos (facilidades y equipos), para determinar si es posible ejecutar una CAC sin comprometer la eficiencia de las fases posteriores del tratamiento.³⁰

Es por eso que, como condición indispensable se deben tener disponibles imágenes por TCHC y Magnificación óptica, tanto para lograr la correcta planificación como ejecución de una ACC.²²

2. IMPORTANCIA DE LA DENTINA REMANENTE

En condiciones generales, las cavidades de acceso endodóntico deberían estar diseñadas de acuerdo a las características de cada diente en particular, y el tratamiento debería ser mínimamente invasivo con la finalidad de preservar la mayor cantidad de tejido sano. En ocasiones la extensión de las cavidades de acceso cameral, no invasivas dependen de la presencia de lesiones cariosas. Por ello es importante que la anatomía del SCR sea correctamente evaluada durante la planificación y ejecución de una ACC.⁵⁸

Estudios clínicos han demostrado que la reducción crítica de dentina, que puede ocurrir durante la preparación del acceso cameral podría disminuir la resistencia a la fractura del diente tratado endodónticamente.⁵⁹

La preservación de la Dentina Pericervical (DPC) puede ser lograda internamente a través de un acceso cameral y una preparación biomecánica conservadora, mientras que la externa debe ser protegida con la preparación conservadora de los márgenes de la corona, de ser necesaria.²³

2.1 Composición química e Histológica de la dentina

La dentina constituye el elemento de mayor volumen en el diente. Está compuesta de 70% materia inorgánica (cristales de Hidroxiapatita), 20% materia orgánica (90% de proteínas colágenas y 10% de proteínas no colágenas) 10% de agua.⁶⁰ La característica más prominente de la dentina

es su configuración tubular que resulta de la deposición de sustancia calcificada alrededor del Odontoblasto. Estas células descansan en la porción más interna de la interfase Dentino-pulpar, quedando su prolongación en toda la extensión de la dentina. El lumen tubular varía de $0.5\text{--}0.9\mu\text{m}$ (Unión Amelodentinaria) a $2\text{--}4\mu\text{m}$ en zonas más cercanas a la pulpa. La densidad de estos túbulos dentinarios varía de 20.000 a $45.000 /\text{mm}^2$.⁶¹ Estudios recientes han demostrado que el diámetro de estos túbulos en la porción radicular varían de $3\text{--}1.7\mu\text{m}$ desde la porción coronal a la apical.⁶²

De acuerdo a la estructura de los canalículos dentinarios, la dentina peritubular está formada por 40% de dentina hipermineralizada en las proximidades del proceso odontoblástico. La llamada dentina intertubular, por su parte, contiene 50% de fase orgánica y es lo que provee las características elásticas de la dentina. Debido a las variaciones espaciales en la estructura y composición de los diferentes tipos de dientes, las propiedades mecánicas, tales como el módulo de elasticidad varían considerablemente. Mientras que el módulo de elasticidad del esmalte es de $40\text{--}80\text{GPa}$, en la dentina peritubular es de 30GPa y en la intertubular varía de $16\text{--}21\text{GPa}$. Y es aún menor en las áreas más cercanas a la pulpa; $3\text{--}19\text{GPa}$.^{63,64}

2.2. La dentina Pericervical y el Soffit. Importancia de su preservación

La respuesta Biomecánica (Estudio de la estructura y función de un Sistema biológico usando los principios de la Ingeniería Mecánica) del volumen total

del tejido dentinario remanente a las fuerzas funcionales será lo que determine su integridad mecánica. ^{65,66}

Durante la preparación del acceso cavitario las estructuras más valiosas que deben ser conservadas incluyen la DPC, la dentina que se encuentra en el piso cameral y las paredes axiales a la unión amelo-dentinaria. ¹⁰

La dentina pericervical está localizada a 4mm y 6mm por debajo de la cresta ósea. Actúa como el “cuello” del diente. Y es importante por dos razones principales: el efecto Ferrule y el aumento de la Resistencia a la fractura que le brinda al diente. ¹⁵

El efecto Ferrule está compuesto por paredes paralelas de dentina. ^{67,68} Y tanto su efecto como el mantenimiento de las paredes de la cavidad son factores predominantes para el mantenimiento de la restauración y la supervivencia del diente endodóticamente tratado. ⁶⁹

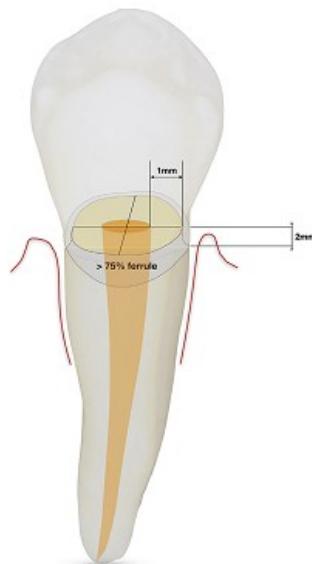


Fig. 14: Representación gráfica del efecto ferrule. Tomado de: Naumann 2017

Por su parte el Soffit es una pequeña pieza de techo cameral alrededor de la porción coronal de la cámara pulpar. Este se comporta como la banda metálica que rodea un barril. Debe ser mantenido para evitar el daño colateral que ocurre con frecuencia en cuanto a la disminución del grosor de las paredes laterales de la cámara. ¹⁵ Arquitectónicamente podría definirse como la parte inferior del techo cameral o la esquina entre techo y la pared. ^{10,22}

Clark y cols, declaran que la manera más segura de evitar el daño de esta dentina es preservar parte del techo (0,5 a 3 mm) alrededor de la cámara pulpar. Esto reduciría la flexión de las cúspides y como consecuencia el índice de fractura del diente. ⁶⁹

En el caso de los Incisivos, se sugiere la conservación del Cíngulo dentinario para mejorar la distribución del stress funcional. Es necesario apuntar que este punto de vista está en completo desacuerdo con los principios de acceso cameral tradicionales. ²²

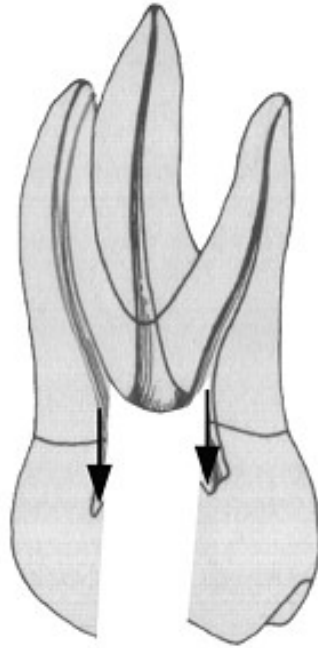


Fig. 15: Vista Bucal que muestra el AAC con la preservación del Soffit (flechas). Tomado de: Clark, 2010.

3. LA FRACTURA EN EL DIENTE ENDODONTICAMENTE TRATADO

Los tratamientos endodónticos no siempre logran el objetivo de retener la dentición natural de manera viable y funcional.⁷¹

La exodoncia de un diente tratado endodónticamente puede tener diversas etiologías. Con la finalidad de simplificar, podemos dividir las en dos grandes grupos; los factores modificables y los no modificables. Los no modificables incluyen la cantidad de estructura sana no afectada por caries y a los procedimientos restauradores, fracturas coronales previas, enfermedad periodontal no controlada, maloclusiones, hábitos parafuncionales, y características anatómicas inherentes al propio diente, y los factores modificables, que en oposición a estos si pueden ser manipulados por el

operador en aras de garantizar mejores resultados, tales como la remoción de dentina coronal y radicular durante la realización de la cavidad de acceso cameral y localización de los conductos, la preparación biomecánica, la obturación del sistema de conductos y la y la restauración final.²³

El tejido natural y original es el material que tiene mayor valor biológico. La OMI se traduce en “preservación de tejido”²⁹. Por ello, la percepción de que la incidencia de fracturas de un diente endodónticamente tratado está intrínsecamente relacionado con la cantidad y calidad de tejido dental remanente es válida, en un sentido genérico, ya que se basa en la preservación de dentina pericervical y del Soffit con fines de prevención de fracasos del tratamiento, relacionadas con la fractura de la unidad dental endodonciada.¹⁸

3.1 Estabilidad estructural del diente endodónticamente tratado

La EMI, también llamada Bio-minimalismo reconoce que la zona de dentina Pericervical (DPC) es crucial para la resistencia de la estructura coronal del diente ante las cargas y actúa minimizando la flexión cuspídea durante la masticación.²⁹

El problema principal en cuanto al tratamiento endodóntico de dientes posteriores a los que se le realizan aperturas camerales tradicionales es que el piso de la cámara pulpar resulta ser al mismo tiempo el piso de la cavidad.

En los molares mandibulares, tanto el esmalte como la dentina localizados en el centro del diente, están sometidos a altas presiones masticatorias. El objetivo de preservar parte del techo de la cámara pulpar con la aplicación de Cavidades de acceso conservadoras, es lograr la distribución de esas fuerzas oclusales antes de que lleguen al piso de la cámara pulpar. Adicionalmente debe preservarse la mayor cantidad de dentina pericervical, lo que ha demostrado ser un factor importante en el tiempo de vida óptimo y funcional del diente tratado endodónticamente.²⁰

La cantidad de tejido dental perdido en la extensión vestíbulo-lingual o vestíbulo-palatina es difícilmente observable con radiografías convencionales por sus características bidimensionales. La pérdida de sustancia a nivel cervical puede incidir negativamente en la resistencia del diente a la fractura cervical. La cara vestibular representa la región de mayor riesgo de fractura, a causa de la incidencia de las fuerzas, según múltiples estudios.^{52,72}

3.2 Tipos de fracturas y fisuras y su relación con las aperturas camerales conservadoras

Las fracturas radiculares pueden ser clasificadas de acuerdo a la dirección en la que ocurran como Horizontales y Verticales. A su vez las fracturas horizontales pueden ser divididas basándose en:

- 1) El número de líneas de fractura (simples o múltiples)

- 2) La localización de la línea de fractura (cervical, media o apical)
- 3) La posición del segmento coronal (desplazado o no desplazado)
- 4) La extensión de la fractura (parcial o total)

De manera similar, las fracturas verticales pueden ser clasificadas en base a:

- 1) La separación de los fragmentos radiculares (completa o incompleta)
- 2) La posición relativa de la fractura con respecto a la cresta alveolar (intraósea y supraósea). ^{73,74}



Fig. 16: Ejemplos de fracturas verticales.
Tomado de: dentagama.com

Un diente fisurado puede ser definido como aquel que presenta una fractura incompleta, que puede progresar hasta afectar la pulpa y el Ligamento Periodontal. Las posibles causas de esta condición incluyen la masticación, contactos prematuros, traumatismos, caries, resorciones, tratamientos odontológicos iatrogénicos y los hábitos parafuncionales. ^{75,76}

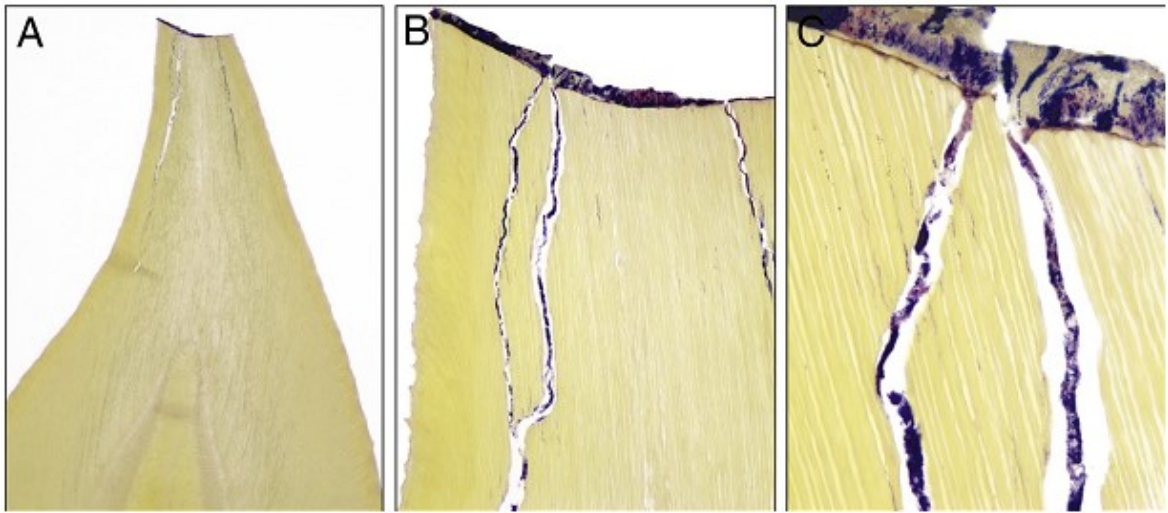


Fig. 17: Fotografía con magnificación de alto poder del corte de un incisivo en el que se muestra la presencia de Biofilm en la fisura y los túbulos dentinarios. Tomado de: Ricucci, 2014.

Las cúspides no funcionales parecen ser más susceptibles a la fractura que las funcionales. Esto puede deberse a que las funcionales son significativamente más grandes en sentido vestibulo-lingual que las no funcionales, además de estar cubiertas por una capa más gruesa de esmalte. Mientras que las cúspides funcionales están protegidas por el diente opuesto, las cúspides no funcionales son más susceptibles a los movimientos laterales en excursiva, por su falta de protección, de ahí la importancia del mantenimiento de las cúspides y puntos de contacto funcionales.⁷⁷

Son muchos los autores que se han dedicado a estudiar la relación entre las fracturas dentales y el Tratamiento endodóntico. Entre los más actuales se encuentra el publicado por Allen y colaboradores en el 2016, en el que concluyen que los dientes preparados con cavidades de acceso cameral

tradicionales mostraban mayores valores de stress comparados con aquellos a los que se les realizó ACC, ambos con y sin restauración coronal. Estos hallazgos se corresponden con los obtenidos por Plotino y colaboradores en su estudio, en el que evaluaron la resistencia a la fractura de 160 dientes con diversos diseños de acceso cavitarios. En este concluyen que a los que se les realizaron aperturas convencionales presentaban menor resistencia a la fractura que los que tuvieron diseños más conservadores. Este estudio, mostró además mayor acumulación de stress en la región pericervical, que es conocida como el área crítica para la transferencia de cargas desde la porción oclusal. Estos hallazgos confirman la premisa generalizada de que la preservación de la DPC incrementa la resistencia del diente a la fractura.^{37, 78}

Sabeti y cols, concluyen en su investigación ex vivo, titulada "Impacto del diseño del acceso cavitario y la conicidad de los conductos en la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente, que la preparación de la cavidad de acceso cameral puede reducir la resistencia a la fractura, sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre las unidades a las que realizaron aperturas tradicionales y aquellas sometidas a aperturas conservadoras, aunque si se demuestra que existen diferencias significativas entre los dientes intactos y aquellos a los que les ha sido realizada algún tipo de apertura cameral.¹³ Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Nogueira y su equipo ese mismo año.⁷⁹

Es similar el resultado obtenido por Corsentino y su equipo de investigadores, en el 2018, quienes concluyen que las unidades dentales intactas dentro de la población estudiada resultaron ser más resistentes a la fractura que aquellas a las que realizaron aperturas del tipo tradicional y conservadoras. Señalan, además que la pérdida del reborde mesial y/o distal si reduce de forma significativa la fortaleza de la estructura dental frente a las fracturas.³⁶

Los reportes indican que las fracturas verticales ocurren con mayor frecuencia en los molares mandibulares que en el resto de las unidades dentales posteriores endodónticamente tratadas.^{20,36,80} Chlup, refiere que se trata de un porcentaje en la resistencia a las cargas de 25% en los molares mandibulares y 35% en los superiores.⁸¹

Según Özyürek, el factor más importante en la disminución de la resistencia de un diente es la pérdida de la integridad de un reborde marginal. Destaca que estudios previos al suyo, publicado en el 2018, afirman que este aspecto mengua en un 46% la resistencia del diente a la fractura.²⁰

Las investigaciones de Plotino, se corresponden con otras realizadas en cuanto al tipo y extensión de la fractura con respecto a los diferentes tipos de acceso cameral, en que se evidenciaron un mayor número de Fracturas restaurables en los dientes intactos que aquellas ocurridas en dientes con aperturas Tradicionales e incluso en los dientes con ACC.³⁷

4. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA CONSERVADORA A TRAVÉS DE UN ACC.

Incluso en la era de Schilder, la meta consistía en la retención de la mayor cantidad de dentina cervical posible, mientras se conseguía un acceso en línea recta hasta la terminación apical. La forma de la curvatura mayor tenía principal relevancia para establecer la apertura cameral, lograr la introducción de la lima de pasaje y ganar un acceso en línea recta.²⁹

Con la introducción del Microscopio Operatorio en la Endodoncia a mediados de los años 90's.⁸², sumado al aumento de la disponibilidad de instrumental rotatorio más flexible confeccionado a base de Níquel-Titanio, la necesidad de realizar cavidades de Acceso y preparaciones biomecánicas tradicionales es cuestionable.²³

Lo que puede considerarse como el tamaño de preparación apical y conicidad del conducto ideales, es controversial. Con el intento de establecer estos parámetros, se han propuesto, durante décadas, diversas técnicas de instrumentación, pero desafortunadamente no hay publicaciones que muestren su efectividad a largo plazo.^{83,84} Se cree que la instrumentación con conicidades mayores podrían mejorar el proceso de irrigación y desinfección y proveer una forma de conveniencia para la obturación de los conductos.⁸⁵ Esta idea, bastante generalizada, está basada en la realización de estudios In Vitro que indican que el aumento en el diámetro apical y de la conicidad del conducto son necesarios para que las sustancias irrigadoras alcancen todos

los tercios durante el tratamiento, sin embargo no se dispone de estudios que demuestren su efectividad in vivo.²³

Los conductos radiculares son a menudo representados como tubos huecos y lisos con más o menos conicidad en su forma. Sin embargo, la realidad es otra, ya que usualmente son asimétricos u ovals en su sección transversal, pueden dividirse, dilacerarse y/o presentar concavidades o convexidades en sus paredes.⁸

Se trata básicamente de un sistema anatómico complejo que debe ser estudiado a través de Imágenes 3D, obtenidas a través de Tomografía Computarizada de Haz cónico de alta definición para poder ejecutar procedimientos mínimamente invasivos. En estas serán determinados el número de raíces y de conductos, curvaturas, longitud y demás características con la finalidad de establecer estrategias personalizadas para acceder y preparar los conductos de la manera más conservadora.²²

Uno de los parámetros que guarda estrecha relación con la apertura cameral es el ángulo de la o las curvaturas que presenta el conducto.¹⁹ La curvatura de los conductos puede ser categorizada de acuerdo a su radio y a su ángulo. El ángulo de la curvatura es el número de grados en el arco formado por las líneas perpendiculares trazadas desde el punto de desviación (donde comienza la curvatura) hasta la intersección del centro de un círculo trazado a ese nivel. Mientras que el radio de la curvatura es la longitud del radio de ese

círculo, medida en milímetros. Este representa cuan abruptamente ocurre la desviación del conducto a partir de una línea recta .⁸⁶

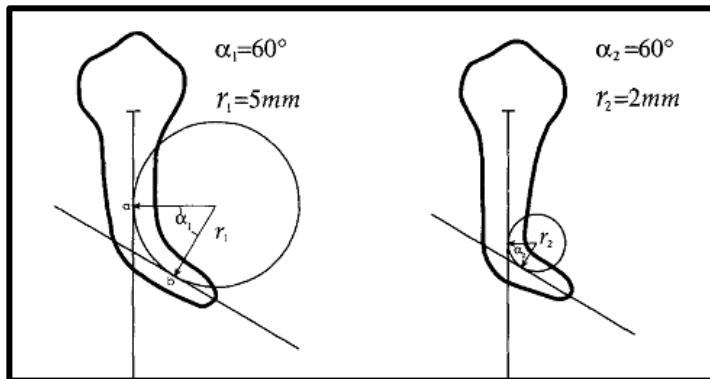


Fig. 18: Radio de la curvatura y ángulo de la curvatura. Tomado de: Pruett, 1997

Ambas determinan la presión que sufren los instrumentos contra las paredes de la dentina y pueden generar transporte del canal original. La localización de esta primera curvatura puede además impactar en la fatiga cíclica de los instrumentos y el punto de flexión máxima.⁸⁷

En el 2017, Alovisei y cols., comparan el acceso de instrumentos a través de Aperturas camerales Tradicionales con el acceso a través de Aperturas camerales contraídas, teniendo como resultado que el ángulo principal de entrada de la lima a los canales fue de $28,1^\circ$ con el acceso cameral tradicional, mientras que el de las limas introducidas a través del ACC fue de $37,6^\circ$. Concluyen que es crucial impulsar el cambio hacia una Filosofía más conservadora, pero es además indispensable asegurar el espacio suficiente para que el acceso genere condiciones óptimas para la instrumentación de los conductos evitando de esta manera las dificultades de preparación a causa de las interferencias coronales y el riesgo de causar transporte del conducto

radicular hacia la curvatura externa. Además de esto la capacidad de corte de la lima podría verse afectada por estas interferencias, haciendo que el instrumento se torne proclive a la fractura. Finalmente recomiendan el uso de Limas de poca conicidad, especialmente en los conductos mesiales de los molares inferiores.⁸⁸

Aunque las ACC logran la conservación de mayor cantidad de dentina, podrían influenciar los parámetros geométricos de preparación biomecánica. En cavidades de acceso contraídas las interferencias a nivel coronal podrían causar que las limas trabajen principalmente en la curvatura externa del conducto, resultando esto en transporte del conducto radicular.⁸⁸ Estudios recientes muestran que el transporte del conducto trae consigo efectos negativos en el pronóstico del tratamiento endodóntico a largo plazo, debido a la excesiva remoción de dentina y al cambio geométrico de la configuración original (más recta o deformada).⁸⁹⁻⁹¹

Otras de las preocupaciones crecientes con respecto a la instrumentación a través de ACC incluyen el compromiso de la calidad de la instrumentación, el desbridaje incompleto del tejido pulpar y/o necrótico, y el aumento del tiempo para realizar los procedimientos. Las limitaciones de los estudios in vitro disponibles incluyen muestras pequeñas, falta de estandarización óptima y de replicación de variables, uso de dientes intactos y falta de un ambiente controlado que replique las situaciones clínicas.^{23,92}

Desafortunadamente, la literatura disponible no sustenta ninguna ventaja adicional o que sugiera estrategias adicionales de preparación biomecánica a las ya conocidas.¹⁸ Un estudio reciente caracterizó la instrumentación de los conductos a través de ACC y de accesos tradicionales con respecto a la proporción de zonas de las paredes del conducto no instrumentadas, el volumen de dentina removida y la resistencia a la fractura. Concluyó que se conservó dentina coronal en incisivos, premolares y molares en los casos con aperturas conservadoras y que esta dentina remanente confería resistencia a la fractura, pero que comprometía la eficacia de la instrumentación en los conductos distales de los molares durante la preparación.¹⁹

Es necesario traer a colación que la principal etiología de la enfermedad posterior al tratamiento endodóntico es la infección intrarradicular persistente.⁴⁹ Y la causa más común de que esto ocurra es una falla en la localización adecuada de los conductos, el desbridaje, la desinfección y a obturación del SCR de un diente. En un estudio de cohorte retrospectivo se demostró que la incidencia de conductos perdidos o no tratados fue de 23.04%, de ellos 41,3% en dientes superiores derechos y 46,5% en los superiores izquierdos.⁵⁰

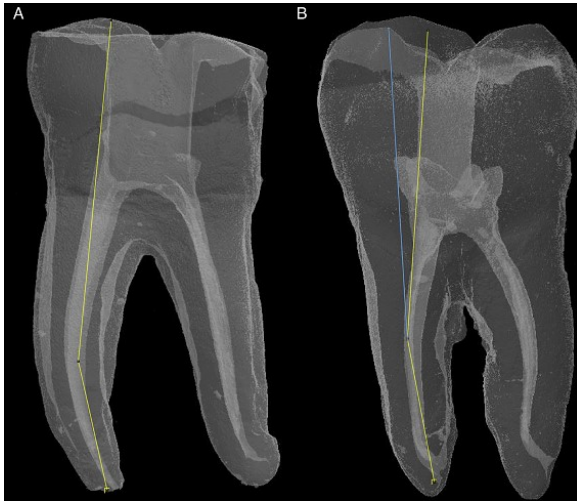


Fig. 19: Representación volumétrica 3D de Tomografía computarizada. A) Ángulo de entrada del instrumento con un Acceso cameral Tradicional, B) Ángulo de acceso en un Molar con ACC. Tomado de: Alovisi, 2017.

Neelakantan en el 2018, publica los resultados de su estudio, en el que junto a sus colaboradores, comparan el desbridamiento pulpar en dientes con Accesos camerales Tradicionales y Dientes Cavidades de Acceso Truss. En este se demuestra que las unidades con Cavidades de acceso tradicional mostraron significativamente menor cantidad de tejido pulpar que los molares con acceso de orificio directo a nivel de la cámara pulpar. No así a nivel de los conductos radiculares, con diferencias entre los tercios de la raíz y ante la presencia de istmos. Estos resultados implican que la eficacia de la instrumentación no fue influenciada por el tipo de cavidades usadas en este estudio. Asumen además que la línea de acceso a los conductos en cavidades de orificio directo es más recta en los molares mandibulares, pero no así en los molares superiores.³⁸

El impacto de las cavidades de acceso cameral contraídas en la instrumentación del SCR, ha sido reportado previamente, como elemento dependiente no solo del tipo de diseño cavitario, sino además el tipo de diente

que está siendo tratado²¹. Por ejemplo, los ACC no muestran ningún impacto significativo en la eficiencia de la preparación biomecánica del conducto comparado con las Cavidades de acceso tradicionales en molares inferiores.⁸⁸⁸⁸ Sin embargo Rover y cols, concluyen en su estudio realizado en el 2017, que los ACC podrían comprometer la eficacia de la instrumentación en los conductos de molares inferiores.⁹⁴

Algunos autores recomiendan el uso de instrumentos de preparación como las Limas Auto ajustables (SAF-Self adjusting File) por sus beneficios en cuanto a la disminución de riesgo de transporte del conducto^{92,95} La SAF, consiste en una malla comprimible de Titanio cubierta por Diamante con una superficie rugosa de $2.8 \mu\text{m} \pm 10\%$. Debido a esta habilidad para comprimirse, se logra adaptar circunferencialmente a las paredes del conducto, removiendo un total de $250 \mu\text{m}$ de dentina durante 4 minutos, usando 5000 vibraciones por minutos en una longitud vertical de 0,4mm.²⁵



Fig. 20: Sistema SAF. Tomado de: redentnova.com

5.1 Errores y accidentes derivados a la ejecución de preparaciones en dientes con aperturas camerales convencionales.

Un acceso cavitario inadecuado puede incrementar la prevalencia de complicaciones iatrogénicas durante los procedimientos endodónticos. ¹³

Entre los aspectos que podrían relacionarse con el grado de dificultad de acceso endodóntico, podemos nombrar: la limitación de apertura bucal, posición del diente en la arcada a la que pertenece, restauraciones amplias y aquellas retenidas con postes intraconducto, rotación e inclinación de la unidad dentaria, retracción de la cámara pulpar, calcificaciones y pulpolitos bien sea en la cámara pulpar o en los conductos, resorciones externa e internas y variaciones anatómicas tales como; taurodontismo, dens invaginatus, entre otros. ²

Entre los errores que pueden ocurrir con más frecuencia durante la preparación del acceso cameral convencional, podemos nombrar: la remoción incompleta de caries o del techo de la cámara pulpar, lesión del piso pulpar, perforaciones, pérdida de algún conducto. ¹

Por otra parte, cuando el diente ha sido previamente tratado o ha sido sometido a un tratamiento endodóntico incompleto, las complicaciones relacionadas con perforaciones preexistentes, bloqueos en el conducto radicular, pérdida normal de patrón anatómico normal del piso de la cámara pulpar, cavitaciones

en el piso y paredes camerales, pueden poner en riesgo el pronóstico de la terapia endodóntica. ²

Tipo de dientes	Sitio común de perforaciones	Razones
Incisivos superiores	Vestibular	Inclinación del diente
Incisivos inferiores	Mesial o distal	Estrecha dimensión mesio-distal e inclinación del diente
Premolares superiores	Mesial o distal	Estrecha dimensión mesio-distal y concavidad mesial el primeros premolares
Premolares inferiores	Vestibular	Inclinación lingual de la corona con en el alveolo; por lo que un acceso perpendicular a la superficie lingual puede perforar esta cara antes de llegar a los conductos
Molares inferiores	Lingual	Inclinación lingual del diente en relación con el plano oclusal
Molares inferiores y superiores con retracción de la cámara pulpar y conductos calcificados	Furca	Fallas en la identificación del piso de la cámara pulpar durante el acceso

Tabla No.1: Sitios comunes de perforación en aperturas camerales tradicionales. Adaptado de: Jain, 2018.

Un sangrado excesivo de la pulpa durante el acceso puede disminuir en gran medida la habilidad para visualizar todos los detalles internos de la preparación. Es importante ser capaces de reconocer si el sangrado es debido a la inflamación pulpar o a una perforación del piso de la cámara pulpar. Esta es una de las muchas razones por las que se debe establecer un diagnóstico pulpar, previo al inicio del tratamiento endodóntico. El volumen de sangre que

se produce durante una perforación es usualmente menor que el producido en una pulpa muy inflamado. ²

Los principios de la realización de ACC están encaminados a evitar los errores y accidentes antes mencionados, y a mejorar por tanto el pronóstico de las unidades dentales tratadas endodónticamente. ⁸

5. EL PROCESO DE DESINFECCIÓN DURANTE UN TRATAMIENTO EMI.

Limitaciones de las técnicas convencionales de irrigación y desinfección en dientes con aperturas conservadoras

La endodoncia Mínimamente Invasiva tiene como objetivo remover o revertir la enfermedad, causando la pérdida mínima de tejido dental y conservando la mayor integridad estructural posible. Bajo los mismos principios de desinfección, el diámetro apical debe ser lo más reducido posible. ²²

Durante la irrigación del SCR en dientes cuyos conductos fueron preparados bajo los principios de EMI podrían ocurrir algunas complicaciones que pueden ser catalogadas como desventajas relacionadas a la Técnica mínimamente invasiva. La preparación hasta diámetros mínimos, podría estar asociada a una penetración limitada de las sustancias irrigadoras, atascamiento de la aguja de irrigación, efecto vapor lock (presencia de burbujas de gas en el tercio apical del conducto radicular que puede bloquear la penetración del irrigante. ⁹⁶ y dificultades asociadas a la presión sónica y ultrasónica a nivel apical. ²²

La remoción de tejido pulpar y de biofilm del SCR parece estar relacionada, además de al diámetro final de preparación apical, a la accesibilidad de las sustancias irrigadoras a las excentricidades anatómicas, así como el volumen, la concentración, el tiempo y la activación de estas sustancias.⁹⁷ Es imperativo tomar en cuenta que las complejidades anatómicas de SCR representan un reto clave en la desinfección en endodoncia.²²

El método de estudio más aceptado para evaluar la eficacia de las estrategias de desinfección e irrigación es el análisis histológico.⁹⁸⁻¹⁰⁰ El tejido pulpar remanente en los conductos y la cámara pulpar, podría servir de fuente de nutrición a las bacterias presentes y resultar en una reinfección del SCR.¹⁰¹

Los métodos disponibles en la actualidad han fallado aparentemente en la remoción de toda la carga biológica contenida en el SCR. Debido a estas la búsqueda de nuevas técnicas que mejoren la eficacia de la irrigación continúa.^{102,103} En los dientes tratados con ACC se sugiere optimizar el proceso de desinfección química con el uso de activación sónica, ultrasónica o láser.⁸

Por otro lado, técnicas nuevas y no invasivas han sido propuestas para la limpieza y desinfección de conductos tratados con EMI e incluso con aquellos no instrumentados, tales como el Sistema GentleWave (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA). Dando una nueva dirección a la realización de preparaciones de conductos y ápices más pequeños, tanto como #25 0 #20.¹⁰⁴



Fig. 21: Modo de acción del Sistema GentleWave. Tomado de: Sonendo.com

El Sistema GentleWave es colocado en la cámara pulpar de los molares. Puede ser empleado para desinfectar conductos preparados con técnicas mínimamente Invasivas. Esta tecnología emplea cavitación hidrodinámica que puede generar un amplio espectro de ondas sonoras que viajan a través de la sustancia irrigadora que se desgasifica y se propaga a través del SCR por entero. ¹⁰⁵⁻¹⁰⁷

El uso del ultrasonido a través de las ranuras entre los conductos Mesiovestibular y Mesiolingual en los molares inferiores puede resultar en una mayor remoción de tejido. Del mismo modo sucede con el espacio entre la luz del conducto y los istmos que se encuentran a lo largo de todos los tercios de la raíz. ^{97,108,109} Estos hallazgos no son nuevos y pudieran estar relacionados a la generación insuficiente de actividad hidrodinámica cuando solo se usa jeringa y aguja. ¹¹⁰

Algunos autores proponen técnicas más avanzadas de activación de las sustancias irrigadoras. Una de ellas consiste en el uso del Laser Erbium:Yttrium Aluminum Garnet (Er:YAG), que ha sido usado en la remoción de caries dentinaria, preparaciones cavitarias y en la remoción de Smear Layer de las paredes de dentina. ^{111,112} La irradiación con laser Er:YAG mejora dramáticamente el efecto bactericida del Hipoclorito de Sodio facilitando su penetración al generar un fenómeno de cavitación activado por laser. ¹¹³⁻¹¹⁴

Otra recomendación es el uso de la Lima SAF, cuya activación continua y simultanea a la preparación se hace con una irrigación ajustable de 10 ml por minuto de sustancia irrigadora que es directamente transportada hacia un agujero en el centro de la lima. ²⁵

Autores como sugieren el uso de la lima XP-endo para la activación de las sustancias irrigadoras en preparaciones mínimamente invasivas haciendo referencia a su impacto en la conservación de la dentina radicular. ¹¹⁵



Fig. 22: Lima XP-Endo.
Tomado de: XP-Endo
Brochure.

6. LA OBTURACIÓN DE SISTEMAS DE CONDUCTOS RADICULARES EN DIENTES CON APERTURAS CAMERALES CONSERVADORAS.

Los tres principales objetivos que deben ser perseguidos en una obturación de conductos radiculares son:

- La eliminación de bacterias residuales y sus subproductos del SCR.
- Prevenir el ingreso de fluidos desde los tejidos periapicales.
- Prevenir la filtración del conducto desde la porción coronal. ^{116,117}

Una obturación de calidad, en un conducto estrecho y completamente limpio y desinfectado, posterior a una instrumentación de conductos y un acceso cameral mínimamente invasivos, es un requisito clave para lograr la aplicación de un procedimiento de EMI. ¹⁰⁴

La Mínima instrumentación ha sido un foco de mucho interés en los últimos años en la endodoncia clínica. El objetivo principal, como ya se dijo es la conservación de la mayor cantidad de tejido dentinario durante la ejecución de la ACC y la preparación biomecánica de los conductos radiculares con diámetros finales mucho más pequeños a los usados convencionalmente, es decir entre .15/04 y .25/04. ^{22,94}

En este sentido uno de los argumentos comunes en contra de esta tendencia se basa en que los conductos con diámetros entre #15 a #25 no pueden ser desinfectados, irrigados ni obturados de forma apropiada. ¹¹⁸

Por otro lado, aunque son necesarios más estudios al respecto, se ha demostrado que el uso de espaciadores y compactadores mayores a #25 pueden incrementar el número de fisuras o fracturas incompletas de la raíz y constituir un foco importante de acumulación de cargas ante las fuerzas tanto funcionales como parafuncionales.¹¹⁹

Desde el punto de vista de la supervivencia del diente, el futuro parece prometedor no solo gracias a la práctica de técnicas bio-minimalistas, sino además por la introducción de nuevos materiales de obturación. Hasta ahora, la preparación de los tercios medio y coronal estaba diseñada para la colocación del espaciador a 4mm de la terminación apical para aplicar las fuerzas hidráulicas necesarias para deformar la gutapercha en la zona apical. Esta técnica necesitaba de la preparación biomecánica hasta mayores conicidad con la consecuente destrucción del patrón anatómico original y sin diferencias significativas en la eliminación de bacterias en el SCR.²⁹

Zhon y colaboradores proponen la técnica de cono único para la obturación de conductos con este tipo de preparaciones MI, además destaca la superioridad de cementos biocerámicos por sus características bacteriostáticas (pH alcalino biocompatibilidad) y su tixotropía, ya que este tipo de cementos gracias a su viscosidad bajo los efectos de la presión que se ejerce durante la compactación, le permite penetrar en los conductos más estrechos y pequeñas ramificaciones. Para este estudio emplearon MTA Fillapex (Angelus, Brazil) que consiste en una combinación de Trióxido Mineral Agregado, Salicilato de

Resina, óxido de Bismuto y Sílice, Gutta Flow Bioseal (Coltene Whaledent, Suiza) compuesto por Polidimetilsiloxano y Guttapercha con partículas de Silicato de Calcio adheridas y GuttaFlow 2 (Coltene Whaledent) que está constituido por Polidimetilsiloxano, platino como catalizador, dióxido de Zirconio y Plata, pero no contiene Silicato de calcio). En este estudio la lima rotatoria de I5/.04 fue el instrumento de mayor diámetro usado. En ellos se obtuvo como resultado que el 25,9% presentaban detritus dentinarios luego de la preparación biomecánica de los conductos con Profile Vortex Blue file (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa), irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5% y activación con el Sistema GentleWave después de la obturación con cementos biocerámicos. ¹⁰⁴.

DISCUSIÓN

La preparación del acceso cavitario es uno de los procedimientos que mayor importancia tiene durante el tratamiento endodóntico y su principal objetivo es el de identificar la entrada de el o los conductos radiculares, para su subsecuente preparación biomecánica y la obturación del SCR. El diseño de un acceso adecuado es, por tanto, imperativo para la calidad del tratamiento.

34

Uno de los principales factores de riesgo para la supervivencia del diente sometido a tratamiento endodóntico es la pérdida de tejido dentinario. La apertura cameral, podría resultar en una pérdida excesiva de tejido dental, su consecuente debilitamiento y capacidad para resistir fuerzas.¹³

Las publicaciones relacionadas con procedimientos de EMI son principalmente de estudios In Vitro, y la mayoría de estos se enfocan en la disminución de la resistencia a la fractura con respecto a la conservación o pérdida de volumen de tejido dentinario, asociada tanto con el acceso cavitario como con la preparación del SCR. Otros se enfocan en determinar el porcentaje de transporte del conducto y la conicidad de la preparación con respecto al alcance de las sustancias irrigadoras. Aunque estos resultados no pueden ser extrapolados a situaciones clínicas, podrían dar luces acerca de la viabilidad de estas técnicas.²³

varios principios fundamentales; lograr una línea recta de acceso a los conductos, establecer una forma de conveniencia y la extensión por prevención en la que la cavidad de acceso debe extenderse con la finalidad de ganar el acceso a los conductos radiculares, con el objeto de prevenir accidentes durante la terapia endodóntica, tales como la fractura de instrumentos.⁵

Sin embargo, algunos autores creen que se sacrifica demasiada estructura dental de esta manera, como es el caso de Krishan, 2014.¹³

La información disponible acerca de la resistencia a la fractura de los molares maxilares endodónticamente tratados es escasa, a diferencia de los que tratan acerca de molares mandibulares, y en ellos se muestra en estudios previos que el impacto de las cavidades de apertura cameral conservadoras varía entre los diferentes tipos de dientes no restaurados.¹³

Es crucial que ocurra un cambio en el manejo de la endodoncia contemporánea hacia un enfoque y una filosofía más conservadoras, pero es además necesario asegurar que las cavidades de acceso sean elaboradas de tal manera que permitan una preparación biomecánica adecuada. Ha sido discutido ampliamente que las cavidades de acceso endodóntico contraídas pueden generar dificultades durante la preparación biomecánica, con interferencias coronales que podrían causar transporte apical a expensas de la curvatura externa.⁸⁸ Estudios recientes demuestran que el transporte apical afecta negativamente el pronóstico a largo plazo debido a la remoción

excesiva de dentina y a la deformación del conducto radicular y su curvatura original. ¹²⁰

Según Corsentino y cols, una Apertura endodóntica Ninja, podría comprometer la remoción completa del tejido pulpar infectado, así como también podría comprometer la preparación biomecánica de los conductos y hacerla menos segura. Destacan además, que las aperturas de tipo “Ninja” o de Orificio directo no incrementan la Resistencia a la fractura en los dientes endodónticamente tratados en comparación con las Aperturas del tipo tradicional y conservador. ³⁶

Una Apertura endodóntica Truss podría comprometer significativamente el adecuado desbridamiento de la cámara pulpar de un diente tratado endodónticamente. Sin embargo Neelakantan afirma que aunque si existe mayor cantidad de tejido orgánico remanente en la cámara en este tipo de acceso cuando se les compara con los que permanecen luego de un acceso cameral convencional, este es apenas comparable con el que persisten en los Istmos y otras particularidades anatómicas de los SCR. ^{38,100}

Algunos autores, como Özyürek y su equipo de investigadores, al someter en su estudio a 100 molares mandibulares a la aplicación de aperturas camerales tradicionales y conservadoras a las que agregaron un cajón cavitario mesial y fueron restaurados usando diferentes tipos de composite, concluyen que; los accesos camerales conservadores no incrementan la resistencia real a la fractura del diente sometido a endodoncia en cavidades

clase II (ocluso-mesiales). Aunque si encontraron diferencias significativas al usar diferentes materiales restauradores en este sentido. Por último aseguran que los resultados de su estudio muestran que los dientes tratados con la ACC, tuvieron fracturas más restaurables que aquellos que fueron sometidos a accesos camerales tradicionales. Este patrón de mayor posibilidad de restauración podría ser atribuido a la preservación del techo de la cámara pulpar.²⁰

En el 2018, Makati y cols, llevan a cabo un estudio clínico que incluyó 60 molares mandibulares extraídos por indicaciones periodontales, y fueron divididos de la siguiente forma: un primer grupo de 30 especímenes a los que se le realizaron aperturas camerales convencionales, con el uso de lupas y fresas de la No. 2 a la 5 y preservando el soffit y la dentina pericervical, y otro grupo con 30 molares a los en los que el acceso fue conservador usando fresas microendodónticas y la asistencia del microscopio operatorio, obteniendo como resultado que la Resistencia a la fractura fue menor en los dientes sometidos a aperturas camerales convencionales que los del grupo con accesos conservadores.¹⁵ Estos resultados guardan concordancia con obtenidos por Krishan en el 2014¹⁰ y Varghese, 2018. Este último incluyó una muestra de 60 incisivos centrales inferiores dividida en 2 grupos, a los que se les realizaron aperturas conservadoras y convencionales.¹²¹

Sin embargo Rover y cols, concluyen en su estudio realizado en el 2017, que los ACC podrían comprometer la eficacia de la instrumentación en los conductos de molares inferiores.⁹⁴

Son pocos los autores dedicados a esclarecer la efectividad de los procedimientos de desinfección en conductos de pequeño calibre. La mayoría coincide en que los métodos disponibles en la actualidad han fallado aparentemente en la remoción de toda la carga biológica contenida en el SCR.^{102,103} por lo que sugieren optimizar el proceso de desinfección química con el uso de activación sónica, ultrasónica o láser.⁸

En lo que respecta a la obturación de conductos preparados biomecánicamente con técnicas EMI y ejecutadas a través de un ACC, hay pocos reportes. Zhong y cols, recomiendan el uso de la Técnica de cono único con cementos biocerámicos. Los investigadores que impulsan este tipo de obturación bajo los principios de la EMI concuerdan con los resultados obtenidos por Piskin en el 2008, quien asevera que el uso de espaciadores y condensadores mayores a #25 incrementan el riesgo de fractura y/o fisura radicular.^{104,119}

Las tendencias actuales apuntan a la evolución de la Endodoncia hacia Técnicas menos invasivas y más conservadoras. Esta tecnología, aunque prometedora, continúa representando un paradigma por su reciente aparición en la discusión científica que hace que no se disponga de resultados de larga data que comprueben su efectividad y superioridad sobre las técnicas

convencionales . Además es un hecho la falta de estudios clínicos que abarquen todas las fases del tratamiento endodóntico en las que se evidencie cómo un procedimiento en la terapia basada en la EMI, afecta o beneficia al siguiente paso y al pronóstico final del diente endodónticamente tratado . Por otro lado, se evidencia la ausencia de ensayos clínicos aleatorizados que le den a estas nuevas tendencias mayor nivel de evidencia para su aplicación en la práctica clínica del día a día. Sin embargo, sus fundamentos resultan estar basados en la lógica por lo que su futuro desarrollo pudiera parecer promisorio.

CONCLUSIONES

- 1) Las necesidades individuales y únicas de cada unidad dental dictarán la localización y tamaño de la cavidad de acceso. La meta principal es elaborar el acceso del menor tamaño posible que estratégicamente logre la remoción y preservación de dentina.
- 2) El uso del Microscopio Operatorio, la Tomografía Computarizada de Haz Cónico y la iluminación correcta son condiciones “sine qua non” para planificar y ejecutar Tratamientos endodónticos basados en la EMI, ya que estos mejorarían considerablemente el contexto clínico, bajo la premisa de “mientras más puedo observar, más puedo tratar”.
- 3) Aunque teóricamente la premisa de la resistencia a la fractura es el fundamento de la aplicación de EMI, su relación no ha sido esclarecida, esta tendencia genera un impacto en la Evolución de la Endodoncia hacia una era mas Biológica.
- 4) La información con respecto a las fracturas relacionadas a los accesos camerales tradicionales es escasa y controversial y depende del tipo de diente y de la conservación de los rebordes marginales
- 5) La aplicación de la EMI y sus últimas tendencias implica un aumento en la inversión para el Clínico y el costo directo de la terapia para el paciente, que basados en el porcentaje actual de fracasos atribuibles

a las fracturas post-endodónticas pudiera no representar un verdadero costo-beneficio.

- 6) Las cavidades mínimamente invasivas restringen la visión y el acceso de instrumentos, y son proclives a cursar con errores de procedimiento durante la preparación biomecánica, incluyendo áreas no tratadas dentro del SCR y la modificación de la geometría original del conducto.
- 7) Aunque las técnicas de irrigación y desinfección propuestas para este tipo preparaciones biomecánicas de pequeño diámetro y menor conicidad han resultado efectivas en estudios In Vitro, es necesario el planteamiento de nuevas técnicas que permitan que las sustancias irrigadoras abarquen y ejerzan su acción desinfectante a lo largo de todo el SCR. Las técnicas de desinfección e irrigación convencionales pudieran ser insuficientes para lograr los objetivos cuando aplicamos una cavidad y una preparación M.I.
- 8) La evolución de biomateriales para elaboración de instrumentos mas flexibles, de materiales de obturación basteriostáticos y tixotrópicos favorecen la aplicación de los principios de EMI. Pero es necesario el desarrollo de técnicas alternativas y la corroboración clínica de su eficacia.
- 9) Por tanto la tendencia, en lo personal es a conservar la mayor cantidad de tejido dental sano, asegurando una correcta preparación biomecánica, desinfección y obturación del SCR

10) Es necesario el impulso de mayor cantidad de estudios Clínicos. No se dispone en la actualidad de ensayos aleatorizados ni de meta-análisis que contribuyan a esclarecer el impacto real de las Aperturas camerales conservadoras en la terapia endodóntica o el pronóstico de la Unidad dental endodónticamente tratada.

REFERENCIAS

- 1) Ashwini B, Prasanna K. Access is Success. *Guident*.2016:39-42.
- 2) Jain P. Complications in endodontics: Prevention and management. 1st ed. Springer: Dubai:Springer; 2018.
- 3) Estrela C, Djalma J, Estrela C, Guedes O, Silva B, Soares C, Sousa M. Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal treatment. *Brazilian Den Jour*. 2017; 28(2): 179-190.
- 4) Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics*. 2005; 10: 3-29.
- 5) Estrela C, Silva J, Decurcio D, Alencar A, Estrela C, Faitaroni L. Monitoring nonsurgical and surgical root canal treatment of teeth with primary and secondary infections. *Braz Dent J*. 2014; 25: 494-501.
- 6) Srinivas P, Ashwini T, Paras M. A Review of Additive Manufacturing in Conservative Dentistry and Endodontics Part 2: Applications in Restorative Dentistry and Endodontics. *Dent Update*. 2019;46(3):248-254.
- 7) Murdoch C, Mclean M. Minimally Invasive Dentistry. *JADA*. 2003;134:87-95.
- 8) Mukherjee P, Patel A, Chandak M, Kashikar R. Minimally invasive endodontics a promising future concept: a review article. *Intl Jour Sc Stud*. 2017;5(1):245-251.

- 9) Christensen G. The advantages of minimally invasive dentistry. *JADA*. 2005;136: 1563-1565.
- 10) Clark D, Khademi J. Modern Molar Endodontic Access and Directed Dentin Conservation. *Dent Clin N Am*. 2010; 54:249–273.
- 11) Lara S, De Freitas C, Machado V, Santa-Rosa C. A New approach for minimally Invasive access to severely calcified anterior teeth using the guided endodontics technique. *J Endod*. Oct 2018;44(10):1578-1582.
- 12) AAE Position Statement. Use of Microscopes and Other Magnification Techniques. *J Endod*. 2012;38(8):1153-1155.
- 13) Sabeti M, Kazem M, Dianat O, Bahrololumi N, Beglou A, Rahimipour K, Dehnavi F. Impact of access cavity design and root canal taper on fracture resistance of endodontically treated teeth: An ex vivo investigation. *J Endod*. 2018; 44(9): 1402-1406.
- 14) Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. *J Prosthet Dent*. May 2003 May;89(5):462-5.
- 15) Makati D, Chinmay N, Dedania M. Evaluation of remaining dentin thickness and fracture resistance of conventional and conservative access and biomechanical preparation in molars using cone-beam computed tomography: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018; 21(3): 324-327.

- 16) Reeh E, Messer H, Douglas W (1989) Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.*1989; 11: 512–516.
- 17) Al-Omiri MK, Mahmoud AA, Rayyan MR, Abu-Hammad O. Fracture resistance of teeth restored with postretained restorations: an overview. *J Endod.* 2010; 9: 1439–1449.
- 18) Kishen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic Topics*:2006;13,57–83.
- 19) Krishan R, Paque F, Ossareh A, et al. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod.* 2014;40: 1160–6.
- 20) Özyürek T, Özlem Ü, Özsezer D, Yılmaz F. The effects of endodontic access cavity preparation design on the fracture strength of endodontically treated teeth: traditional versus conservative preparation. *J Endod.* 2018; 44(5):800-805.
- 21) Krishan R, Paque F, Ossareh A, et al. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod.* 2014;40: 1160–1166.
- 22) Bóveda C, Kishen A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endod topics.* 2015;33:169-186.

- 23) Nadeau B, Jung D, Vora V. Trends towards conservative endodontic treatment. *Oral Health*. 2019; 30-45.
- 24) Aminoshariae A, Kulild J. Master apical file size—smaller or larger: A systematic review of microbial reduction. *Int Endod J*. 2015;48(11):1007-1022.
- 25) Bürklein S, Schäfer E. Minimally invasive endodontics. *Quintessence Int*. 2015;46(2):119-124.
- 26) Gutmann J. Minimally invasive dentistry (Endodontics). *J Conserv Dent*. 2013; 16(4): 282–283.
- 27) Prado G, Cedeño M. *Investigación en Salud*. Mc. Graw Hill: Colombia;1997.
- 28) Alvarez J, Jurgenson G. *Cómo hacer investigación cualitativa, Fundamentos y metodología*. 1° ed. Paidós: México; 2003.
- 29) Trope M, Serota K. Biominimalism-Trends and transitions in Endodontics. *Smile dent J*. 2016;11(3):12-16.
- 30) Ahmed H, Gutmann. Education for prevention: A viable pathway for minimal endodontic treatment intervention. *ENDO (Lond Engl)* 2015;9(4):283–285
- 31) Mathew S, Rajan J. Minimally Invasive Endodontics. *Jour of dent and oral Hyg*. 2014;6(4):36-38.

- 32) Christie WH, Thompson GK. The importance of endodontic access in locating maxillary and mandibular molar canals. *J Can Dent Assoc.* 1994;60: 527–536.
- 33) Cleary P. Five steps for success in endodontics. *Jour of the Irish Assoc.* 2017;63(1):30-37.
- 34) Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br Dent J.* 2007 Aug 11;203(3):133-40
- 35) Gaikwad A, Pandit V. In vitro evaluation of the strength of endodontically treated teeth after preservation of soffit and pericervical dentin. *Ind Jour of Cons and End.* 2016; 1(3):93,96.
- 36) Corsentino G, Pedullá E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M, Ferrari M, Grandini S. Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. *J Endod.* 2018; 44 (9); 1416-1421.
- 37) Plotino G, Grande N, Isufi A, et al. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod* 2017;43:995–1000.
- 38) Neelakantan P, Khan K, Hei Ng G, Yip C, Zhan C. Does the orificedirected dentin conservation access design debride pulp chamber and mesial root canal systems of mandibular molars similar to a traditional access design?. *J Endod.* 2018;44(2):274-279.

- 39) Narayana P. Access cavity preparations. In: Schwartz RS, Canakapalli V, eds. *BestPractices in Endodontics: A Desk Reference*, 1st ed. Chicago, IL: Quintessence; 2015:89–104.
- 40) Tomson P, Lumley P, Smith A, Cooper P. Growth factor release from dentine matrix by pulp capping agents promote pulp tissue repair-associated events. *International. Endod Jour.* 2017; 50: 281-292.
- 41) Wolters W, Duncan H, Tomson P, Karim I, McKenna G, Dorri M, et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. 2017; 50;825-829.
- 42) Taha NA, Ahmad MB, Ghanim A. Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *Intl End J.* 2017;50;117–25.
- 43) Qudeimat MA, Alyahya A, Hasan AA, Barrieshi N. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *Intl End J.* 2017;50: 126–34.
- 44) Carr G, Murgel C. The use of the operating microscope in endodontics. *Den Clin.* 2010;54(2):191-214.
- 45) Kim S, Kratchman S. *Microsurgery in Endodontics*. 1^oed. USA: Wiley Blackwell; 2018.

46) Arora L, Kaur M, Kumar A. Role of magnification in conservative dentistry and endodontics in today's practice- a review of literature. IJMDS. 2016;5(2):1329-1340.

47) Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. J Endod 2010;36: 1187–1190.

48) Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. Br Dent J. 2014 Mar;216(6):305-12.

49) Karabucak B, Bunes A, Chehoud C, Kohli MR, Setzer F. Prevalence of Apical Periodontitis in Endodontically Treated Premolars and Molars with Untreated Canal: A Cone-beam Computed Tomography Study. J Endod. 2016;42(4):538-41.

50) Granados, J. Conservative Endodontic Access – Cone Beam Computed Tomography (CBCT)-Guided Preparation and its Impact on Endodontic Referrals. (Master's Theses). Connecticut: Universidad de Connecticut; 2017.

51) Buchanan S. Dynamic CT-Guided Endodontic Access Procedures. Dent educ lab. 2018.

52) Connert T, Krug R, Eggmann F, Emsermann I, ElAyouti A, Weiger R, Kühl S, Krastl G. Guided endodontics versus conventional access cavity

preparation: A comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. *J Endod.*: 45(3); 327-331.

53) Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *Int Endod J.* 2018;51(9):1005-1018.

54) Connert T, Zehnder M, Amato M, Weiger R, Kühl S, Krastl G. Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. *Intl End Jour.*2018; 51: 247–255.

55) McCabe P, Dummer P. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *Intl Endod Jour.*2012: 45:177–197.

56) Kiefner P, Connert T, ElAyouti A, Weige R. Treatment of calcified root canals in elderly people: a clinical study about the accessibility, the time needed and the outcome with a three-year follow-up- .*Gerodontology.*2017: 34:164–70.

57) Ingle JI. Endodontic cavity preparation. In: Ingle J, Tamber J, eds.*Endodontics*,3rd ed. Philadelphia: Lea& Febiger, 1985: 102–167

58) Jiang Q, Huang Y, Tu X, Li Z, He Y, Yang X. Biomechanical properties of first maxillary molars with different endodontic cavities: A finite element analysis. *J Endod.* 2018;44(8):1283-1288.

- 59) Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems-an-in-vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2011;3:90–5.
- 60) Li F, Kishen A. Deciphering dentin tissue biomechanics using digital moiré interferometry: A narrative review. *Opt and laser in Engine*. 2018;107:273-280.
- 61) Goldberg M, Kulkarni A, Young M, Boskey A. Dentin: structure, composition and mineralization. *Front Biosc*. 2011;3:711–35.
- 62) Lo Giudice G, Cutroneo G, Centofanti A, Artemisia A, Bramanti E, Militi A, et al. Dentin morphology of root canal surface: a quantitative evaluation based on a scanning electronic microscopy study. *Biomed Res Int* .2015;2015: 164065.
- 63) Ryou H, Romberg E, Pashley D, Tay F, Arola D. Nanoscopic dynamic mechanical properties of intertubular and peritubular dentin. *J Mech Behav Biomed Mater*.2012;7:3–16.
- 64) Angker L, Swain M, Kilpatrick N. Micro-mechanical characterization of the properties of primary tooth dentine. *JDent*.2003;31:261–7.
- 65) Asundi A, Kishen A. A strain gauge and photoelastic analysis of in vivo strain and in vitro stress distribution in human dental supporting structures. *Arch Oral Biol* 2000;45:543–50.
- 66) Kishen A, Ramamurty U, Asundi A. Experimental studies on the nature of property gradients in the human dentine. *J Biomed Mater Res* 2000;51:650–9

- 67) Fontana P, Wandscher V, Valandro L, Limberger I, Kaizer O.
Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Teeth Restored With
a Glass Fiber Post or Cast Post. *Oper Dent*. 2019. doi: 10.2341/18-241-L.
- 68) Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic Z, Ferrari M. Ferrule effect: a
literature review *Journal of Endodontics*.2012; 38(1): 11-19.
- 69) Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, Krastl G.
"Ferrule Comes First. Post Is Second!" Fake News and Alternative Facts?
A Systematic Review. *J Endod*. 2018 Feb;44(2):212-219.
- 70) Huynh N¹, Li FC¹, Friedman S¹, Kishen A². biomechanical effects of
bonding pericervical dentin in maxillary premolars.*J Endod*. 2018
Apr;44(4):659-664.
- 71) Fransson H, Dawson V, Frisk F, Bjørndal L, Kvist T. Survival of root-filled
teeth in the swedish adult population. *J Endod*. 2016;42(2):216-220.
- 72) Zelic K, Vukicevic A, Jovicic G, Aleksandrovic S, Filipovic N, Djuric M.
Mechanical weakening of devitalized teeth: three-
dimensional Finite Element Analysis and prediction of tooth fracture. *Int
Endod J*. 2015;48(9):850-63.
- 73) Prithviraj DR, Bhalla HK, Vashisht R, Regish KM, Suresh P.
An overview of management of root fractures. *Kathmandu Univ Med J
(KUMJ)*. 2014;12(47):222-30.
- 74) Murchie BD. Complications of an Ageing Dentition Part 2:
Restorative Management Options. *Dent Update*. 2017;44(5):396-8, 401.

- 75) Seo DG, Yi YA, Shin SJ, Park JW. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod* 2012;38:288–92.
- 76) Ricucci D, Siqueira JF Jr, Loghin S, Berman LH. The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *J Endod*. 2015;41(3):343-52.
- 77) Kahler W. The cracked tooth conundrum: Terminology, classification, diagnosis, and management. *Amer J of Dent*. 2008; 21(5):275-282.
- 78) Allen Ch, Meyer C, Yoo E, Vargas J, Liu Y, Jalali P. Stress distribution in a tooth treated through minimally invasive access compared to one treated through traditional access: A finite element analysis study. *J Conserv Dent*. 2018;21(5):505-509.
- 79) Silva E, Rover G, Belladonna F, De-Deus G, Da Silveira Teixeira C, Da Silva T. Impact of contracted endodontic cavities on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig*. 2018 Jan;22(1):109-118.
- 80) Fráter M, Forster A, Keresztúri M, et al. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *J Dent* 2014;42:1143–50.
- 81) Chlup Z, Zizka R, Kania J, Pribyl M. Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs. *Jour of the Eur Cer Soc*. 2017; 37(14):4423-4429.
- 82) Trope M, Serota K. Biominimalism-Trends and transitions in Endodontics. *Smile dent J*. 2016;11(3):12-16.

- 83) Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. *J Endod* 2015;41:999–1007.
- 84) Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. *J Endod* 2015;48:1007–22.
- 85) Schilder H. *Cleaning and Shaping the Root Canal*. Dent Clin North Am. 1974.
- 86) Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
- 87) Marchesan MA, Lloyd A, Clement DJ, McFarland JD, Friedman S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Primary Root Canal Curvature Parameters in Mandibular Molars. *J Endod*. 2018 Oct;44(10):1558-1562.
- 88) Alovise M, Pasqualini D, Musso E, Bobbio E, Giuliano C, Mancino D, et al. Influence of contracted endodontic access on root canal geometry: An in vitro study. *J Endod*. 2017;44(4):614-620.
- 89) Jafarzadeh H, Abbott P. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod*.2007;33:1155–1162.
- 90) Burklein S, Schafer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Topics*. 2013;29:110–24.
- 91) Elnaghy A, Elsaka S. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod*. 2014;40:2053–2056.

- 92) Yuan K, Niu C, Xie Q, Jiang W, Gao L, Huang Z, Ma R. Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. *Eur J Oral Sci* .2016:1-6.
- 93) Moore B, Verdelis K, Kishen A, et al. Impacts of contracted endodontic cavities on instrumentation efficacy and biomechanical responses in maxillary molars. *J Endod*. 2016;42:1779–83.
- 94) Rover G, Belladonna FG, Bortoluzzi EA, et al. Influence of access cavity design on root canal detection, instrumentation efficacy, and fracture resistance assessed in maxillary molars. *J Endod* 2017;43:1657–62.
- 95) Pawar Am, Pawar MG, Kokate SR. Meant to make a difference, the clinical experience of minimally invasive endodontics with the self-adjusting file system in India. *Indian Journal of Dental Research* 2014; 25(4):509-512.
- 96) Cheng X, Tian T, Tian Y, Xiang D, Qiu J, Liu X, Yu Q. Erbium:Yttrium Aluminum Garnet Laser-Activated Sodium Hypochlorite Irrigation: A Promising Procedure for Minimally Invasive Endodontics. *Photomed and Laser Surg*. 2017;35(12):695-701.
- 97) Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, et al. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2017;43:1058–63.

- 98) Susin L, Liu Y, Yoon JC, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010;43:1077–90.
- 99) Molina B, Glickman G, Vandrangi P, Khakpour M. Evaluation of root canal debridement of human molars using the GentleWave system. *J Endod* 2015;41:1701–5.
- 100) Neelakantan P, Devaraj S, Jagannathan N. Histologic assessment of debridement of the root canal isthmus of mandibular molars by irrigant activation techniques ex vivo. *J Endod* 2016;42:1268–72.
- 101) Siqueira JF Jr, Araujo MC, Garcia PF, et al. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 1997;23:499–502.
- 102) Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: Part 2: Tooth survival. *Int Endod J*. 2011;44:610-25.
- 103) Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the endoactivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*. 2010;36:1367-71.
- 104) Zhong X, Shen Y, Ma J, Chen WX, Haapasalo M. Quality of Root Filling after Obturation with Guttapercha and 3 Different Seale

rs of Minimally Instrumented Root canals of the Maxillary First Molar. J Endod. 2019;45(8):1030-1035.

105) Sigurdsson A, Le K, Woo S, Rassoulian S, McLachlan K, Abbassi F, Garland R. Six-month healing success rates after endodontic treatment using the novel GentleWave System: The pure prospective multi-center clinical study. J Clin Exp Dent. 2016;8(3):290-298.

106) Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Woo SM. 12-month healing rates after endodontic therapy using the novel GentleWave system: a prospective multicenter clinical study. J Endod. 2016;42:1040–8.

107) Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Rassoulian SA. Healing of periapical lesions after endodontic treatment with the GentleWave procedure: a prospective multicenter clinical study. J Endod 2018;44:510–517.

108) Siqueira Jr J, Pérez A, Marceliano M, Provenzano J, Monteros S, Pires F, Vieira G, et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using microcomputed tomography and histology/scanning electron microscopy?. Int Endod J. 2018;51(5):501-508.

109) Johnson M, Sidow SJ, Looney SW, et al. Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. J Endod 2012;38:1265–8.

110) Koch JD, Smith NA, Garces D, et al. In vitro particle image velocity measurements in a model root canal: flow around a polymer rotary finishing file. *J Endod* 2014;40:412–6.

111) Elson N, Brandes I. Achieving Aesthetic Results by Using Laser in Minimally Invasive Dentistry Approach. *J Endod* 2017;34(3):123-128.

112) Theodoro L, Zezell D, Garcia V, et al. Comparative analysis of root surface smear layer removal by different etching modalities or erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. A scanning electron microscopy study. *Lasers Med Sci*. 2010;25:485–491.

113) Cheng X, Guan S, Lu H, et al. Evaluation of the bactericidal effect of Nd:YAG, Er:YAG, Er, Cr:YSGG laser radiation, and antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in experimentally infected root canals. *Laser Surg Med*. 2012;44:824–831.

114) Cheng X, Chen B, Qiu J, et al. Bactericidal effect of Er:YAG laser combined with sodium hypochlorite irrigation against *Enterococcus faecalis* deep inside dentinal tubules in experimentally infected root canals. *J Med Microbiol*. 2016;65:176–187.

115) Fonseca W, Diniz A, De Carvalho V, Freitas L, Sobrinho R. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *J Endod*. 2018;44(7):1195-1199.

- 116) Laslami K, Dhoum S, El Harchi A, Benkiran I. Relationship between the Apical Preparation Diameter and the Apical Seal: An In Vitro Study. *Int J Dent*. 2018 Jan 10;2018:2327854.
- 117) Li G, Liu N, Zhang W, Olsen M, De Deus G, Eid A, et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: A review. *Acta Biomater*. 2014; 10(3):1050-1063.
- 118) Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. *Int Endod J*. 2015;48(7):639-47.
- 119) Piskin B, Aydin B, Sarikanat M. The effect of spreader size on fracture resistance of the maxillary incisors roots. *Int Endod J*. 2008 Jan;41(1):54-9.
- 120) Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel-titanium instruments: from past to future. *Endod Topics* 2013;29:3–17.
- 121) Varghese V, George J, Mathew S, Nagaraja S, Indiresha H, Madhu K. Cone beam computed tomographic evaluation of two access cavity designs and instrumentation on the thickness of peri-cervical dentin in mandibular anterior teeth. *J Conserv Dent*. 2016;19(5):450-4.

ANEXOS



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESTUDIOS PARA GRADUADOS
ESPECIALIZACIÓN EN ENDODONCIA

CONSTANCIA DE CULMINACIÓN

En mi carácter de tutor de contenido del trabajo especial de grado titulado: "LA APERTURA CAMERAL CONSERVADORA Y SU IMPACTO EN LA TERAPIA ENDODONTICA " presentado por la ciudadana Lisseth Alejandra Morales Jofre, portadora de la Cedula de Identidad V- 14.465.086 como requerimiento para optar al título de Especialista en Endodoncia, considero que dicho trabajo fue realizado bajo rigor metodológico y reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a consideración, presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. En la ciudad de Valencia a los 25 días del mes de Septiembre del 2019.



Diana Digna Tortolero

C.I: 12.605.219

Od. Especialista en Endodoncia



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

ACTA DE APROBACIÓN

La Comisión Coordinadora del Programa de Especialización en Endodoncia, es uso de sus atribuciones que le confiere el Artículo 126 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo y en concordancia con el Documento del Rediseño Curricular en la Especialización de Endodoncia expresa que: "Una vez evaluado el proyecto del Trabajo Especial de Grado titulado: **"IMPACTO DE APERTURAS CAMERALES CONSERVADORAS EN EL PRONÓSTICO DE LA TERAPIA ENDODÓNTICA"**; presentado por la Odontóloga **LISSETH ALEJANDRA MORALES JOFRE**, portador (a) de la cédula de identidad N° V- 14.465.086, considera que el mismo de acuerdo a los objetivos planteados en el mencionado proyecto, cumple con los requisitos de Adscripción a las Líneas de Investigación, Normas de Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo y en consecuencia se considera **APROBADO**.

En Valencia a los veintitrés (23) días del mes de septiembre de 2019.

Por la Comisión Coordinadora de la Especialización en Endodoncia.

Prof. Diana Dorta
Miembro

Prof. Francisco Farías
Coordinador del Programa



Prof. Marietta Álvarez
Miembro

FF/aj-

Valencia, 05 de Octubre del 2019

En mi carácter de tutor de contenido del trabajo especial de grado que realiza la Odontóloga Lisseth Alejandra Morales Jofre, portadora de la cédula de identidad V-14.485.086 como requisito para optar al título de Especialista de Endodoncia, el cual había sido aprobado como proyecto de tesis con el título "IMPACTO DE APERTURAS CAMERALES CONSERVADORAS EN EL PRONÓSTICO DE LA TERAPIA ENDODÓNTICA", notifico que por sugerencia de la Comisión Coordinadora fue cambiado a "LA APERTURA CAMERAL CONSERVADORA Y SU IMPACTO EN LA TERAPIA ENDODÓNTICA".

Sin otro particular, se despide de usted


Prof. Diana Dorta
C.I. 12.606.219

Vilmos
06-11-19
11:31 am



CAUPG-17-10-2019

CONSTANCIA

Quien suscribe, Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas (UNIMPA), Prof. Mariela Pérez Domínguez, hago constar que el proyecto de investigación, "**LA APERTURA CAMERAL CONSERVADORA Y SU IMPACTO EN LA TERAPIA ENDODÓNTICA**", enmarcado dentro de la Línea de Investigación Rehabilitación del Sistema Estomatognático, Temática, Rehabilitación anatomofuncional. Subtemática, Técnicas de Restauración y Rehabilitación en Odontología (Endodoncia), presentado por las Od. Lisseth A. Morales Jofre, C.I 14.465.086, se encuentra adscrito a UNIMPA.

Constancia que se emite, a solicitud de la parte interesada a los veintinueve días del mes de septiembre del dos mil diecinueve.

Atentamente,


2019.17.10.2019



Prof. Mariela Pérez Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Investigaciones Morfopatológicas
(UNIMPA)



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

Valencia, 20 de septiembre de 2019

PCBB-FOUC/ 0096/2019

Ciudadana

Prof. Nubia Brito

Presente.-

Me dirijo a usted en la oportunidad de comunicarle que en reunión ordinaria de la Subcomisión de Bioética y Bioseguridad del Postgrado de Endodoncia; en relación al proyecto N° PCBB-FOUC /0096/FOUC/2018 titulado "LA APERTURA CAMERAL CONSERVADORA Y SU IMPACTO EN LA TERAPIA ENDODONTICA"; presentado por (el) (la) ciudadano LISSETH ALEJANDRA MORALES JOFRE, portador (a) de la cédula de identidad N° V- 14.465.086, la decisión de la Subcomisión según el Artículo N° 18 de la Normativa Interna del Funcionamiento de la Comisión de Bioética y Bioseguridad de Odontología de la Universidad de Carabobo (CBB-FOUC), aprobadas en el Consejo de Facultad, Sesión Ordinaria N° 190 de fecha 15/12/2008, fue **APROBADO**.

Del mismo modo informamos, que el proyecto cumple con la normativa de la aprobación inicial, pasa a una etapa de seguimiento, donde deben enviar a la comisión el lugar, fecha y hora de recolección de datos. Así, como se le informa deben mantener bajo resguardo los consentimientos informados aplicados a la investigación.

Sin más otro particular, se despide de usted;

Prof Francisco Farías



Coordinador de la Subcomisión de Bioética y Bioseguridad del Postgrado de Endodoncia.

FFg-