



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TESIS

**“ACCESO ENDODÓNTICO GUIADO DIGITAL:
REVISIÓN DE LA LITERATURA.”**

PARA OBTENER EL TITULO DE: CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

P.C.D. AXEL MELISA BASAVE NARANJO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EN C.S. JUAN CARLOS GONZÁLEZ PÉREZ

Toluca de Lerdo, septiembre 2025.



2022-2026

INDICE

ABSTRAC	3
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	8
MARCO TEORICO	11
CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES DE ENDODONCIA	11
Endodoncia Definición.....	11
Pulpa Dental.....	11
CAPITULO II. SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES	14
Cámara Pulpar.....	15
Conducto Radicular.....	16
Conductos Accesorios	17
Morfología de Conductos Radiculares.....	19
Tipos de Conductos Según Okumura	19
Tipos de Conductos Según Weine	20
Clasificación de Vertucci.....	20
Istmos Kim et. al.....	22
CAPITULO III. ACCESO ENDODÓNTICO	23
Tipos de Acceso	26
Dientes Maxilares y Mandibulares Anteriores.....	27
Dientes Maxilares y Mandibulares Posteriores.....	30
CAPITULO IV. TERAPIAS ENDODÓNTICAS	38
Pulpotomía.....	38
Desbridamiento Pulpar	39
Recubrimiento Pulpar Indirecto	39
Recubrimiento Pulpar Directo	39
Tratamiento de Conductos Radiculares No Quirúrgico.....	39
Apexogénesis.....	40
Apexificación.....	40
Reparación de Perforaciones.....	41

Endodoncia Regenerativa.....	41
Tratamientos de Alta Complejidad	42
Conductos Calcificados	43
CAPITULO V. TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS DE ENDODONCIA.....	46
Tomografía Computarizada (TC).....	46
Concepto de Tomografía Computarizada de Haz Cónico (Cone-Beam Computed Tomography)	47
Uso de la CBCT en Odontología y Endodoncia	48
Impresión 3D en Odontología y Endodoncia.....	50
Guías Dinámicas.....	53
Guías Estáticas	55
Protocolo de elaboración de guías estáticas y planificación de las guías dinámicas	57
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	64
JUSTIFICACIÓN	67
OBJETIVOS.....	69
Objetivo General.....	69
Objetivos Específicos	69
MARCO METODOLÓGICO	70
Metodología	70
DISCUSIÓN.....	72
CONCLUSIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79

ABSTRAC

La endodoncia es una especialidad enfocada en el estudio de la pulpa dental, su fin es preservar el órgano dentario en cavidad oral y tratar las lesiones pulpares y

perirradiculares. Con el tiempo la pulpa dental sufre cambios debido a la acumulación de dentina secundaria por alteraciones fisiológicas u ocasionadas por agentes externos, es así que se reduce significativamente la cámara pulpar y los conductos, complicando el acceso a estos y categorizando al tratamiento endodóntico como de alta complejidad. La endodoncia busca eliminar el tejido patológico del órgano dentario accediendo al sistema de conductos para desinfectar, limpiar, conformar y sellar tridimensionalmente el espacio que era ocupado por la pulpa.

El acceso es fundamental para poder llevar a cabo las diversas etapas del tratamiento endodóntico. Hoy en día existen alternativas para llevar a cabo tratamientos complejos con una mejor efectividad, precisión y sin perder estructura dental innecesaria.

De esta forma surgen los tratamientos por medio de guías dinámicas y estáticas, que consisten en la utilización de tecnologías digitales, para planificar y realizar el acceso con precisión, mejorando la exactitud en la localización de los conductos y mejorando los resultados sin caer en la práctica de iatrogenias.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la American Association of Endodontist la endodoncia es *“una rama de la odontología que se encarga de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares.”* Y su fin es el de preservar el órgano dentario en cavidad bucal.¹

La pulpa dental es el tejido blando que ocupa la parte interna del diente y es la que le da vitalidad a este, tiene una función primaria formativa mediante la creación de dentina a partir de los odontoblastos. Sus funciones secundarias están relacionadas con aportar sensibilidad, nutrición y defensa a los órganos dentarios.²

La pulpa dental sufre cambios constantes a lo largo de la vida del diente, esto es debido a la deposición de la dentina secundaria. La dentina secundaria se deposita constantemente en la vida del órgano dentario; debido a esto los conductos radiculares y la cámara pulpar disminuyen progresivamente de tamaño en un sentido corono apical.^{3,4}

El tratamiento endodóntico se encarga de eliminar tejido pulpar necrótico, parcialmente necrótico o vital, que por agentes externos no puede volver a su estado normal (pulpitis irreversible) y el éxito depende de diversos factores. Por tanto, su objetivo es la conformación, limpieza desinfección y sellado tridimensional de los conductos radiculares.^{5,6}

El acceso endodóntico es parte fundamental del tratamiento, la calidad de la preparación del acceso establece las bases de un correcto tratamiento de endodoncia, ya que por medio de este pasan los instrumentos, materiales y soluciones de irrigación en la desinfección y conformación de los conductos.⁷

Algunas veces la preparación del acceso se puede ver comprometido por alteraciones fisiológicas o patológicas como lo son las calcificaciones. La calcificación u obliteración del canal pulpar (OCP) es considerado por la Asociación Americana de endodoncia como una condición de alta complejidad.^{7,8}

Actualmente hay alternativas para realizar accesos endodónticos eficientes, mínimamente invasivos y más exactos por medio de guías estáticas y dinámicas.

En odontología las aplicaciones de diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD-CAM) se empezaron a utilizar en 1991 y fueron implementados para la creación de restauraciones fijas.⁹

Las aplicaciones CAD-CAM requieren del uso de un escáner que facilita la adquisición de datos digitales, y en algunas ocasiones de una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).¹⁰

En la década de los 90's en el campo de cirugía maxilofacial se empezó a implementar el uso de archivos de tomografía computarizada para adquirir modelos que facilitaban la planeación de los procedimientos quirúrgicos.⁹

Actualmente las ramas odontológicas que implementan el uso de la CBCT y la impresión en 3D abarcan la prostodoncia, periodoncia, cirugía, ortodoncia y más recientemente la endodoncia.¹¹

En el año 2015 la Asociación Americana de Endodoncia y la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial recomienda el uso de la tomografía para localizar conductos calcificados.³

Por medio del sistema CAD/CAM se han elaborado guías de implantes quirúrgicos por las cuales se orientan las fresas con mayor precisión al momento de realizar osteotomía.⁹

La endodoncia guiada es una técnica cuyo inicio partió de las guías para la colocación de implantes quirúrgicos, y es utilizada para el tratamiento de conductos calcificados, esta técnica emplea guías que a su vez dependen de auxiliares digitales como lo es la CBCT, escáner intra oral e impresiones en 3D.¹¹

El abordaje por medio de guías endodónticas puede ser dinámico o estático. Las guías dinámicas consisten en el seguimiento y posicionamiento de la fresa y pieza de mano en tiempo real al momento de realizar el acceso endodóntico. Para esta

técnica es necesario el uso de sensores, una CBCT y un programa que permita monitorear la dirección que sigue el operador en todo el procedimiento.¹²

Las guías estáticas se elaboran por medio de una impresión en 3D: haciendo uso de una CBCT se realiza una exploración preoperatoria que se complementará con un escaneo intraoral de tejidos duros y blandos, la información obtenida se exporta a un software que permite la planificación del acceso a los canales radiculares, posterior a que se establecen la dirección diámetro del acceso, el archivo se importa a la impresora 3D obteniendo la guía que se empleara en el tratamiento.⁷

Esta técnica innovadora presenta como ventajas una mayor precisión para localizar los sistemas de conductos, la mayor conservación de tejido dental y el minimizar el tiempo de trabajo reduciendo el margen de errores operatorios.¹¹

Recientemente se ha instituido el termino de endodoncia mínimamente invasiva que implica la mayor preservación de los tejidos durante el tratamiento de endodoncia. Uno de los principales retos del tratamiento endodóntico es realizar de una manera adecuada el acceso a la pulpa dental sin destruir una cantidad innecesaria de estructura dental remanente.¹³

El propósito del presente estudio será revisar cuales son los diferentes métodos para realizar accesos endodónticos guiados.

ANTECEDENTES

En la actualidad la odontología ha evolucionado en todas sus especialidades para ofrecer a pacientes tratamientos conservadores y mínimamente invasivos, esto con el fin de preservar la salud bucodental sin invadir o alterar de más las estructuras que componen al aparato estomatognático.

Al tener presente y considerando esta necesidad, la practica odontológica se ha modernizado y cada vez más los clínicos se apoyan de herramientas que puedan facilitar la ejecución de los tratamientos dentales es aquí donde comienza a tomar relevancia la odontología digital.

En la rama de la endodoncia considerando la terminología de mínima invasión se prioriza la máxima conservación de estructura dental coronal, cervical y radicular haciendo especial énfasis en la dentina peri cervical que tiene como función el distribuir las fuerzas de tensión a las que se expone el órgano dentario ya que de esta dependerá la resistencia a la fractura que puede poseer.^{7,13}

En endodoncia la calidad de la preparación de un acceso endodóntico es fundamental para asegurar el éxito de dicho tratamiento en sus diferentes etapas, si la preparación de acceso endodóntico es deficiente o inadecuada, el órgano dentario puede estar sujeto a complicaciones durante el procedimiento que reducirán el pronóstico favorable o incluso puede llevar a un fracaso total del tratamiento.⁷

Considerando las premisas anteriores es que surge la necesidad de realizar tratamientos eficientes, conservadores e innovadores que a diferencia del abordaje convencional traten de preservar en la mayor de las medidas posibles la estructura dental existente.¹³

Es así que entre los años 2015-2016 surgen los primeros casos publicados sobre endodoncia guiada, teniendo como precedente la modificación de técnicas que anteriormente se usaban con mayor frecuencia en el área de cirugía y periodoncia,

así como la implementación del uso de la tomografía, impresoras 3D, Scanner intra oral y sistemas CAD/CAM.¹³

En la década de los setentas comenzó el inicio de las aplicaciones tecnológicas en medicina, ejemplo de ello es la implementación de la tomografía computarizada para tomas axiales del cerebro (1971).

Pero fue hasta la década de los noventa que las nuevas tecnologías se comenzaron a emplear en la cirugía oral y maxilofacial por medio de las tomografías como base para elaborar modelos de planificación quirúrgica. En odontología en el año de 1991 se demostró la primera aplicación dental CAD/CAM para elaborar restauraciones fijas.^{9,14}

Con el inicio del nuevo siglo, se consolidaron los avances digitales en la industria dental, es así que en el año 2000 la FDA aprobó la primera CBCT de uso dental en Estados Unidos, y desde su introducción se ha recopilado información sobre sus aplicaciones a la periodoncia, prostodoncia, ortodoncia y cirugía maxilofacial.⁹

Con esta evolución a lo largo de los años y con la aplicación del sistema CAD/CAM para elaborar guías para la orientación de fresas en la colocación de implantes es que se abrió una ventana de posibilidades en tratamientos endodónticos quirúrgicos y no quirúrgicos.⁹

Estudios recientes documentan el uso de impresiones 3D para elaborar guías destinadas a acceso endodónticos, microcirugía endodóntica, elaboración de modelos para autotransplante y modelos de estudio.

De la misma forma que evoluciono el uso de las impresiones 3D, actualmente el sistema de navegación dinámica, auxiliado de la tomografía computarizada de haz cónico, y softwares de colocación de implantes han abierto un paradigma para innovar los tratamientos endodónticos.⁹

La navegación dinámica hoy en día esta implementada para anestesia intra ósea, localización de canales calcificados, microcirugía, remoción de postes y cavidades de acceso menos invasivas.¹²

Es un hecho que hoy en día la odontología digital está en auge y conforme pasa el tiempo surgen nuevos estudios y datos que sustentan el uso de los auxiliares tecnológicos para tratamientos más eficaces y con un mejor pronóstico a largo plazo.

Como profesionales de la salud debemos estar actualizados y se tienen que considerar todas las alternativas para mejorar en todos los aspectos los servicios que se ofrecen en pro del bienestar y salud oral de nuestros pacientes.

MARCO TEORICO

CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES DE ENDODONCIA

Endodoncia Definición

La endodoncia fue reconocida como especialidad por la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) en 1964. Tiene como objetivo el estudio de la anatomía y fisiología de la pulpa dental; se encarga de establecer la etiología, diagnóstico y tratamiento de los trastornos pulpares y periradiculares que la afectan, con la finalidad de preservar el órgano dentario en la cavidad bucal.^{5,2}

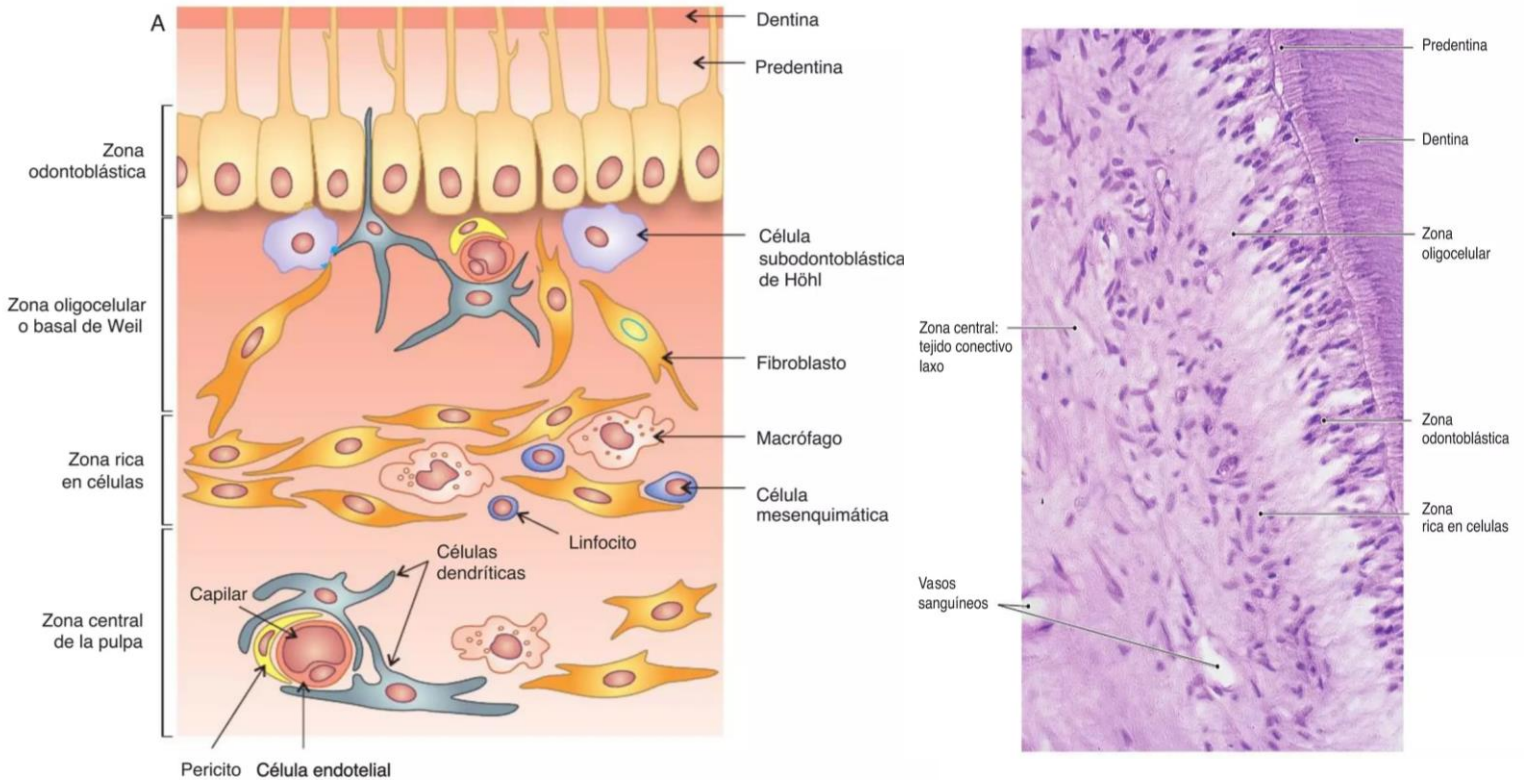
La Asociación Americana de Endodoncia la define como ***“La rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos periradiculares. Su estudio y práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluida la biología de la pulpa normal, la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y afecciones periradiculares asociadas”***.¹

Pulpa Dental

La pulpa dental es un tejido conjuntivo laxo que ocupa la parte interna del diente, este tejido deriva de las células mesenquimatosas de la cresta neural cefálica, se forma en la décima semana de gestación y es la forma madura de la papila dental; contiene vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas encerradas dentro de la dentina, mantiene una estrecha relación con la dentina que la rodea, constituyendo de esta forma el complejo dentino-pulpar.^{2, 15,16}

Cumple con diversas funciones, la principal es la formativa, que consiste en la formación de la dentina por medio de los odontoblastos, también comienza en la fase embrionaria del diente y continua a lo largo de la vida del órgano dentario con

la deposición de dentina secundaria, entre sus funciones secundarias destacan las sensoriales, protectoras, nutritivas y reparativas.^{17,2}



Pulpa dental

Fuente: Histología y Embriología Bucodental. Gómez de Ferraris.

Consta de dos porciones, una coronal y otra radicular, que a su vez tienen una zona central y periférica.

La zona central contiene arteriolas, venas, troncos venosos rodeados por fibroblastos (siendo estos sus células principales) y fibras de colágeno.

La zona periférica está compuesta principalmente de odontoblastos que son células especializadas que están en contacto y se extienden a unas micras que hacia la matriz de la dentina. Su estructura es altamente organizada, esta se divide en cuatro zonas; la zona odontogénica, la zona acelular o capa basal de Weill, la zona rica en

células y el plexo nervioso parietal de Rascchkow, la relación que se establece entre los odontoblastos y la dentina es lo que se denomina complejo dentino pulpar.²

La pulpa dental tiene la capacidad de contraerse después de sufrir algún tipo de traumatismo, o por la edad (formación de dentina secundaria), en ella se pueden encontrar áreas de fibras de colágeno, calcificaciones difusas y cálculos pulpaes, estos cálculos pueden estar adheridos, libres o incluidos en el tejido pulpar.¹⁷

La porción coronaria de la pulpa dental sigue la superficie externa de la corona, tiene un piso y un techo, en este se localizan los cuernos pulpaes que son extensiones de la cámara, tienen dirección hacia la cúspide y dependiendo de la edad es su proximidad a estas, el número de cuernos será equivalente a las cúspides que tenga el órgano dentario.¹⁵

La pulpa radicular tiene su extensión desde la porción cervical hasta el ápice de la raíz, en dientes anteriores generalmente es única (existen casos aislados con múltiples conductos), en dientes posteriores surgen múltiples conductos que penetran en las raíces.¹⁵

El orificio apical es la abertura de la pulpa radicular en el periodonto, esta mide de 0.3mm a 0.6mm de diámetro, en caso de que algún órgano dentario presente varios conductos apicales, el de mayor diámetro es el orificio apical y los laterales de menor tamaño reciben el nombre de conductos accesorios, estos se pueden encontrar cualquier nivel radicular, pero son más comunes en tercio apical y su incidencia en dientes permanentes es del 33%.^{15,17}

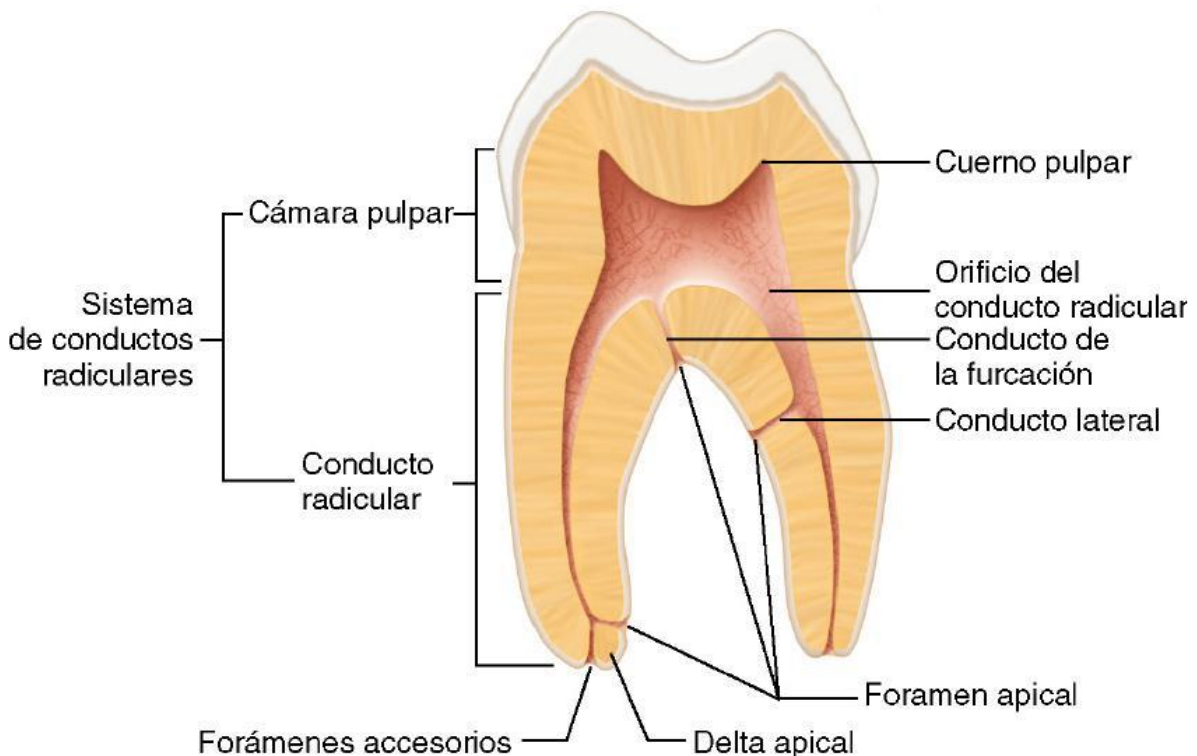
Químicamente la pulpa dental está conformada por un 75% de agua y de un 25% de materia orgánica (células y matriz extracelular).¹⁷

CAPITULO II. SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

El espacio dentro de la dentina que contiene a la pulpa dental se le denomina sistema de conductos radiculares. Hess (1917) fue el primer investigador que por métodos de corrosión mostro las diversas ramificaciones del sistema de conductos radiculares.^{18,6,19}

El sistema de conductos radiculares se encuentra dividido en dos porciones; la cámara pulpar: localizada en la corona anatómica del diente y propiamente los conductos radiculares: que se encuentran en localizados a su vez en la parte interna de la raíz de los dientes.¹⁸

Entre las otras características morfológicas que pertenecen al sistema de conductos se encuentran: los deltas, cuernos pulpares, conductos accesorios, conductos laterales, conductos de furcación y los forámenes apicales.^{18,6}



Sistema de conductos radiculares

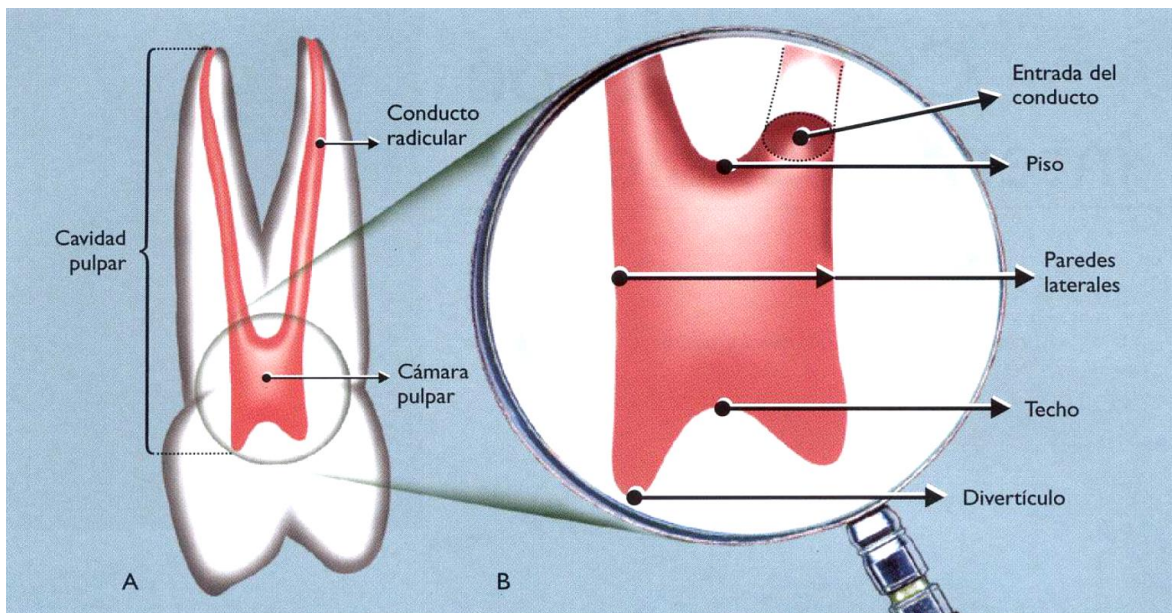
Fuente: Cohen vías de la pulpa pag, 138

Cámara Pulpar

La cámara pulpar es el espacio interno de los órganos dentarios, ocupado por la pulpa dental, que corresponde a la porción coronaria del diente. Está situada en el centro de la corona y se encuentra revestida por dentina.¹⁶

Tiende a reproducir la superficie del diente y esta generalmente compuesta por seis caras que son la mesial, distal, vestibular, palatina, o lingual techo y base. En dientes unirradiculares la base es sustituida por la entrada del conducto radicular.^{17,6}

La cámara pulpar no posee un volumen constante, debido a que la dentina que la rodea presenta continuos cambios fisiológicos.⁶



Cavidad Pulpar

Fuente: Soares I, Goldberg F. Endodoncia Técnica y Fundamentos 2002 pag. 22.

Krasner y Rankow (2004) establecieron en un estudio observacional de la cámara y piso pulpar las siguientes leyes anatómicas tras analizar 500 órganos dentarios:

Ley de centralidad. Establece que el suelo de la cámara se encontrará ubicado en el centro del diente a nivel de la unión amelo cementaría.

Ley de concetricidad. Las paredes de la cámara pulpar siempre tendrán una concetricidad con respecto a la superficie externa a nivel de la unión amelo cementaría, esto quiere decir que las paredes reflejarán la anatomía externa del diente.

Ley de la unión amelo cementaría. Es el punto de referencia más consistente para localizar la cámara pulpar.

Ley de simetría 1. A excepción de los molares maxilares, los orificios de los conductos son equidistantes en una línea con dirección mesial-distal a través del piso de la cámara pulpar.

Ley de la simetría 2. Exceptuando los molares maxilares, los orificios de los conductos se encuentran perpendiculares a una línea en dirección mesial- distal cruzando por el centro del piso de la cámara pulpar.

Ley de ubicación de los orificios 1. Los orificios de los conductos radiculares siempre están en la unión de las paredes y el piso de la cámara pulpar.

Ley de ubicación de los orificios 2. Los orificios de los conductos radiculares se sitúan en los ángulos de la unión del suelo y pared de la cámara pulpar.

Ley de ubicación de los orificios 3. Los orificios de los conductos radiculares se encuentran en el extremo de las líneas de fusión del desarrollo de la raíz.^{20,6}

Conducto Radicular

El conducto radicular es el espacio de la cavidad pulpar que se encuentra en la zona radicular de los dientes, comienza en la base de la cámara pulpar y se extiende hasta el foramen apical. Tiene forma cónica cuya base está dirigida hacia la cámara pulpar y el vértice está dirigido hacia el ápice.^{17,5}

La vaina epitelial de Hertwig (en el desarrollo radicular) es la encargada de establecer la forma y el número de las raíces y conductos que tendrán los dientes.¹⁵

Para su estudio y observación los conductos radiculares se pueden dividir en tercio cervical, medio y apical.¹⁶

Los órganos dentarios presentan tres arquetipos de raíces:

Raíces simples. Bien diferenciadas, y corresponden principalmente a los dientes unirradiculares.

Raíces bifurcadas. Son raíces bien diferenciadas y pueden estar parcial o totalmente bifurcadas, corresponden a molares superiores e inferiores.

Raíces fusionadas. Son el resultado de la unión de dos o más raíces que se agrupan formando una sola.⁶

La mayoría de los conductos radiculares presentan curvaturas en dirección vestíbulo-lingual, estas pueden ser anguladas, graduales o dobles en forma de "S"; en su mayoría el número de conductos puede ser igual al número de raíces, no obstante, hay excepciones como en raíces ovals en donde se puede encontrar más de un conducto.^{6,17}

Conductos Accesorios

Los dientes generalmente presentan conductos principales, que a su vez pueden mostrar numerosas ramificaciones que son los llamados conductos accesorios, estos contienen tejido conectivo y se forman por el atrapamiento de vasos en la vaina epitelial de Hertwig durante la calcificación.¹⁶

Estas ramificaciones de diámetro menor se extienden en dirección horizontal, vertical o lateral desde la pulpa hasta el periodonto; generalmente un 74% se encuentran en el tercio apical de la raíz y se clasifican de acuerdo a sus características y posición.¹⁷

Colateral. Sigue una dirección casi paralela al conducto principal, pero con menor diámetro, su terminación puede ser en un foramen único o en uno separado.

Lateral. También llamado adventivo, se localiza en el tercio medio o en cervical, surge del conducto principal y finaliza en el periodonto lateral.

Secundario. Este está localizado en el tercio apical, deriva del conducto principal y termina en el periodonto.

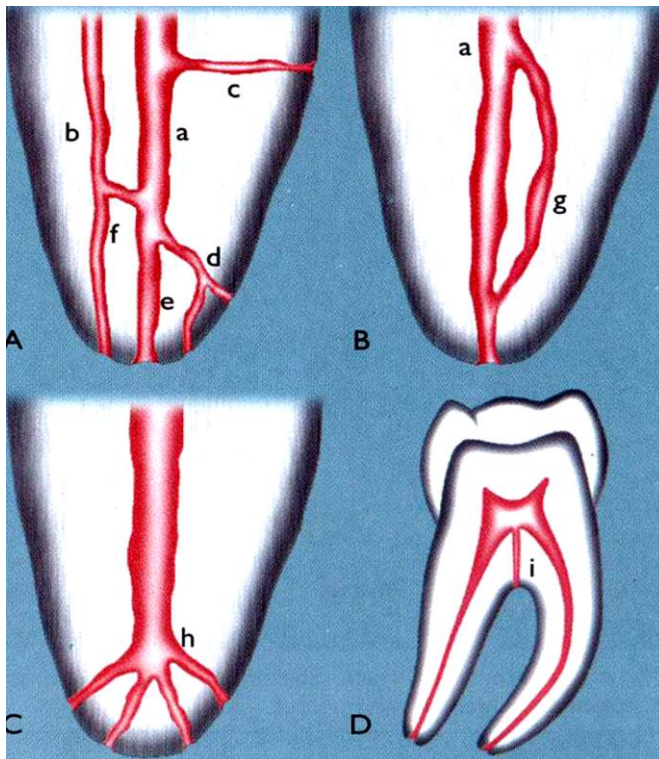
Accesorio. Es una ramificación del conducto Secundario, llega a la superficie externa del cemento apical.

Inter conducto. Une dos conductos entre sí.

Recurrente. Surge del conducto principal haciendo su recorrido en la dentina, para retornar al conducto principal sin salir en dirección al periodonto.

Delta apical. Surge como terminaciones del conducto principal, que producen foraminas.

Cavo-interradicular. Surge del piso de la cámara pulpar y termina en la furcación radicular.⁵



Conductos Accesorios

a) Conducto principal, b) Colateral, C) Lateral, D) Secundario, e) accesorio, f) interconducto, g) recurrente, h) delta apical, I) cavo-interradicular.

Fuente: Soares I, Goldberg F. Endodoncia Técnica y Fundamentos 2002, pag. 23

Morfología de Conductos Radiculares.

Hess (1917) expuso que el espacio interno de las raíces es un sistema bastante complejo, compuesto de un área central y porciones laterales. La anatomía interna del conducto, y las imágenes de los conductos obtenidas por medio de las técnicas radiográficas, en ocasiones limita el tratamiento, pudiendo ocasionar complicaciones en el procedimiento de instrumentación y desinfección, puesto que los restos de tejido vital o necrótico no son removidos correctamente.¹⁹

Para evitar este tipo de errores es indispensable conocer la anatomía pulpar y radicular, considerando aparte de las características generales, las irregularidades y variantes que pueden estar presentes en la morfología y la estructura tridimensional de cada órgano dentario.

Con base en el texto anterior se debe considerar que los conductos radiculares pueden tener variaciones en su forma y presentarse en forma redondeada, oval o irregulares. Algunos conductos pueden tener forma en "C".

El diámetro del conducto radicular establece la idea y concepto de conicidad en sentido corono apical.^{6,21}

Diferentes autores a lo largo de los años han propuesto diferentes formas de clasificar los sistemas de conductos. A continuación, se mencionan algunas.

Tipos de Conductos Según Okumura

Okumura realizó un estudio sobre la anatomía interna de los dientes con la técnica de diafanización siendo el primer autor en clasificar los conductos radiculares de acuerdo con su distribución anatómica.

Tipo I. Conducto simple. Este tipo de conducto se muestra en las raíces simples o fusionadas donde se encuentra un solo conducto.

Tipo II. Conducto dividido. Raíz Simple o dividida que presenta ambos conductos bifurcados.

Tipo III. Conducto fusionado. Los conductos muestran una fusión semejante y se denominan conducto total, parcial o apicalmente fusionados.

Tipo IV. Conducto reticular. Cuando más de tres conductos se establecen paralelos en una raíz y se comunican entre sí.²²

Tipos de Conductos Según Weine

Weine (1982) desarrollo un esquema básico con cuatro ordenaciones de conductos radiculares.

Tipo I. Conducto único.

Tipo II. Bifurcación del conducto desde su inicio.

Tipo III. Bifurcación completa del conducto.

Tipo IV. Conducto único bifurcado en su tercio apical.²³

Clasificación de Vertucci

Vertucci realizó un estudio en 1974 clasificando la anatomía interna de los órganos dentarios. En el año de 1984 publicó otro artículo complementado su estudio previo, del cual se tiene la clasificación de conductos que se sigue utilizando actualmente.

Tipo I. Conducto único que abarca desde la cámara pulpar hasta el ápice. (1)

Tipo II. Dos conductos separados que nacen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto único. (2-1)

Tipo III. Un conducto emerge de la cámara pulpar, se divide en dos en la porción radicular para posteriormente volver a unirse en el ápice. (1-2-1)

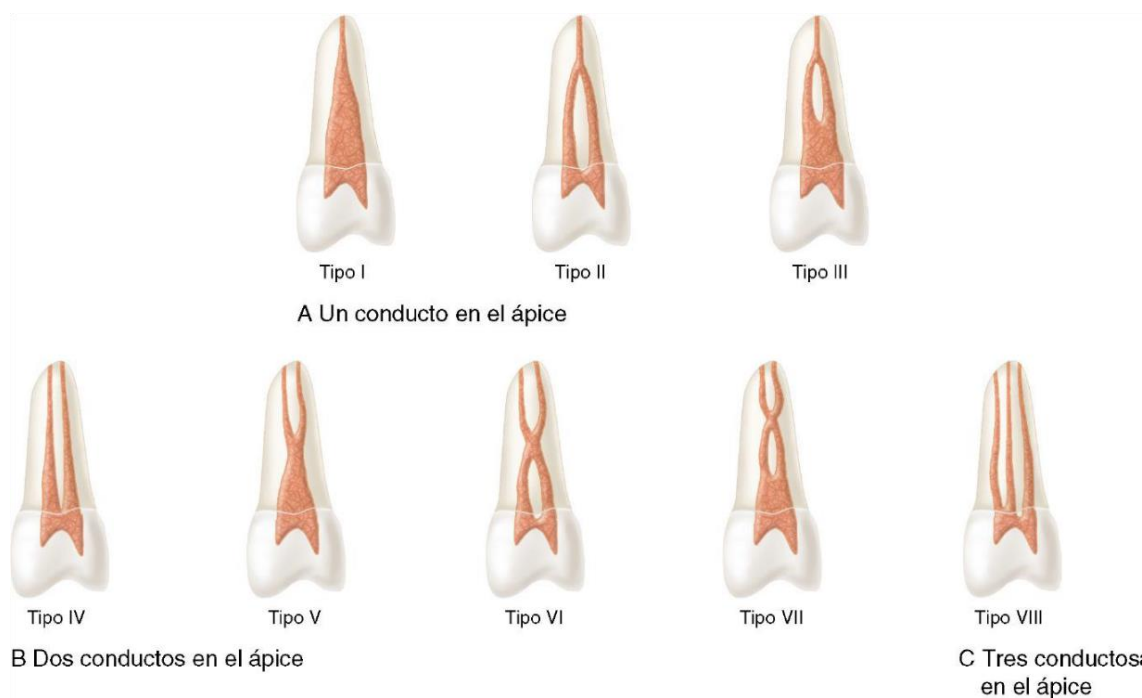
Tipo IV. Dos conductos distintos se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice. (2)

Tipo V. Un conducto sale de la cámara pulpar para posteriormente dividirse en la zona apical, formando dos conductos distintos con forámenes separados. (1-2)

Tipo VI. Dos conductos separados nacen de la cámara pulpar, se unen en el tercio cervical y medio de la raíz, para después volver a separarse cerca del ápice emergiendo como dos conductos diferentes. (2-1-2)

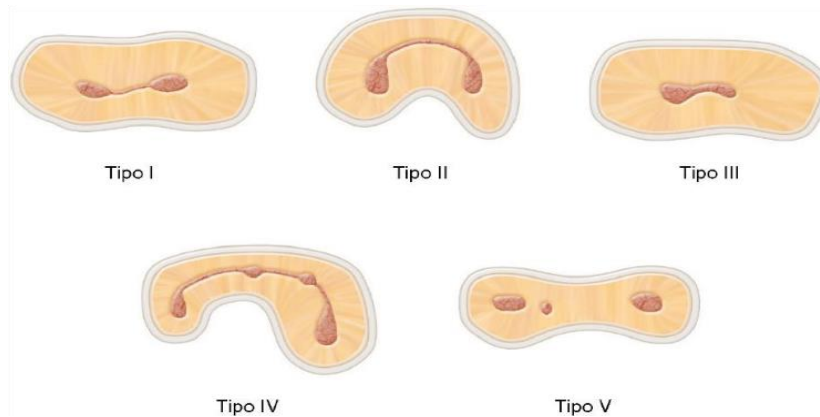
Tipo VII. Un conducto emerge de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en la raíz, finalmente se separa nuevamente en conductos diferentes. (1-2-1-2)

Tipo VIII. Tres conductos distintos y separados se extienden de la cámara pulpar hasta el ápice. (3) ²⁴



Istmos Kim et. al.

Son comunicaciones estrechas entre los conductos, por lo general se encuentran en forma de cinta y contienen tejido pulpar o tejido derivado de la pulpa, se consideran reservorios bacterianos, por lo cual deben ser encontrados y tratados para evitar procesos infecciosos.



Istmos de Kim et. al.

Fuente: Cohen. Vías de la Pulpa

Tipo I. Comunicación mínima entre dos conductos (istmo incompleto).

Tipo II. Conexión definida entre dos conductos (istmo completo).

Tipo III. Istmo completo, definido, pero más corto que el tipo II.

Tipo IV. Istmo completo que une tres o más conductos.

Tipo V. Dos o tres aberturas del conducto sin conexión entre sí.²⁵

CAPITULO III. ACCESO ENDODÓNTICO

La preparación de la cavidad endodóntica puede dividirse en preparación de la corona (acceso al sistema de conductos) y preparación radicular. En la preparación para los tratamientos de endodoncia se pueden aplicar los principios de Black (Contorno, comodidad, retención y resistencia).²⁶

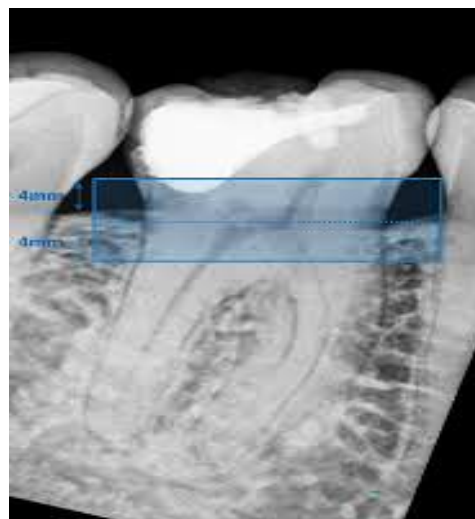
El acceso endodóntico, hace referencia al primer paso de un tratamiento de conductos, y consiste en la apertura en un órgano dentario para entrar al sistema de conductos radiculares, con el fin de realizar el tratamiento mediante la limpieza, conformación y obturación.¹

Como se mencionó en el párrafo anterior el acceso es la fase inicial del tratamiento de endodoncia, comienza con la apertura de la porción coronal del diente, y es fundamental para conseguir un buen resultado en una endodoncia; a través de la cavidad de acceso pasaran los instrumentos y materiales para realizar las diferentes fases del tratamiento endodóntico, por eso es que se recalca su importancia. Si la cavidad está bien diseñada facilitará un camino recto al sistema de conductos, permitiendo la visibilidad e iluminación adecuada.^{17,5}

El concepto de mínima invasión en endodoncia tuvo sus inicios en el año 2010, las primeras bases de este concepto fueron propuestas por Clark y Khademi. Y su objetivo es preservar en su mayoría la dentina pericervical que da soporte para evitar la fractura, esta abarca 4mm hacía arriba y hacia debajo de la cresta cervical.

Estudios recientes manejan una nomenclatura para los accesos endodónticos mínimamente invasivos y es la siguiente:

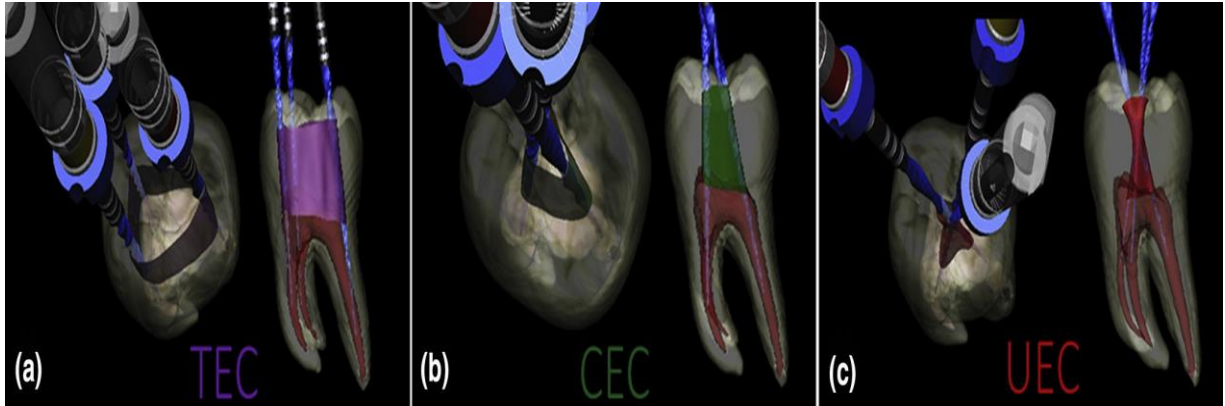
- Cavidades de acceso tradicional.
- Cavidad de acceso conservador.



Dentina Pericervical

Fuente: Asociación Mexicana de Endodoncia (AME)

- Cavity de acceso guiada por caries.
- Cavity de acceso ultraconservadora (ninja).
- Cavity de acceso Truss.^{27,28}



Accesos Mínimamente invasivos.

- A) Cavity de acceso tradicional. Remoción de dentina y esmalte mayor al 15%**
- B) Cavity de acceso conservadora. Remoción de dentina y esmalte de hasta el 15%**
- C) Cavity de acceso ultraconservadora. Remoción de dentina y esmalte igual o menor al 6%**

Fuente: Silva 2022

La realización de la cavity de acceso tiene como objetivos principales: el eliminar el tejido cariado conservando la mayor estructura dental sana, eliminar en su totalidad el tejido necrótico o vital de la cámara pulpar y localizar la entrada de los conductos radiculares.¹⁷

En ocasiones muchos de los errores y complicaciones en el tratamiento son consecuencia de una apertura cameral inadecuada o deficiente, a continuación, se describen las normas que se deben de considerar para la preparación del acceso endodóntico:

Visualización de la anatomía interna. Es fundamental observar y utilizar radiografías auxiliares para identificar la posible ubicación de la cámara pulpar y de

los conductos, así como el grado de calcificación y la cantidad de raíces y conductos presentes.

Evaluación de la anatomía de la unión cemento-esmalte y oclusal. La apertura no debe depender únicamente de la anatomía oclusal, ya que esto puede variar debido a restauraciones previas o al grado de destrucción dental. Por lo tanto, es esencial considerar la unión cemento-esmalte y las leyes de Krasner y Rancow en relación con la anatomía de la cámara pulpar.

Preparación de la cavidad de acceso: El acceso debe ser diseñado para seguir un trayecto recto hacia los conductos, evitando así el desgaste innecesario del tejido dental y problemas estéticos en las restauraciones. En dientes anteriores, el acceso se realiza por la superficie lingual, mientras que en los posteriores se hace a través de la superficie oclusal.

Eliminación de caries y restauraciones defectuosas. Antes de ingresar a la cámara pulpar, es de vital importancia eliminar todas las lesiones cariosas y las restauraciones defectuosas. Esto mejora la visibilidad del campo operatorio, y previene que restos de materiales se introduzcan en los conductos. La remoción de caries también ayuda a controlar el área de trabajo, evitando que microorganismos y dentina cariada lleguen a los conductos.

Eliminación de estructura dental sin soporte. Al eliminar las partes del diente sin soporte, se pueden evaluar las opciones para una restauración final que evite fracturas. Si es necesario aislar el campo operatorio se debe considerar un alargamiento de corona.

Creación de las paredes de acceso. Las paredes de acceso deben permitir un paso directo para los instrumentos hacia el foramen apical o la primera curvatura del conducto. El diseño del acceso depende de la ubicación de los orificios y de la curvatura del conducto. Lo que reduce errores durante el procedimiento, mejorando así la eficacia de la limpieza y obturación.

Retraso en la colocación del dique. En situaciones complejas, como apiñamiento dental, o en dientes fracturados, es recomendable colocar el dique de hule después

de preparar inicialmente la cavidad. Esto facilitara visualizar la inclinación radicular, que indica la dirección del eje longitudinal y la entrada a los conductos.

Localización y Ensanchamiento de Conductos Radiculares: La identificación de la entrada de los conductos se lleva a cabo por medio de un explorador endodóntico, con el cual se identificarán los orificios correspondientes a cada conducto, seguido de esto se realizará el ensanchamiento por medio de fresas Gates y limas, hasta establecer la longitud de trabajo adecuada.

Inspección de la Cámara Pulpar: Para la inspección de la cámara pulpar se hace uso de iluminación y magnificación por medio de lupas o microscopios, que a su vez permiten al odontólogo tener una mejor visión y así poder localizar y tratar conductos estrechos, curvos o calcificados, para poder desbridar y eliminar el tejido de la cámara pulpar de forma correcta.

Conicidad de las Paredes y Espacio para el Sellado Coronal: Una cavidad adecuada para el acceso endodóntico tiene que tener paredes cónicas, en la porción oclusal debe ser más amplia para poder asegurar que las fuerzas oclusales no comprometan el sellado de la restauración temporal y final.¹⁷

Tipos de Acceso

El diseño para un acceso endodóntico debe basarse siempre en la anatomía dental para poder proyectar mecánicamente la anatomía de la cámara pulpar, y así lograr tener una posición adecuada que permita la posterior instrumentación.²⁶

Una vez que el odontólogo retira las restauraciones y la caries del diente a tratar, se crea la apertura inicial de la cámara pulpar. Cuando el diente está intacto, el acceso será al centro del diente siguiendo su eje longitudinal.

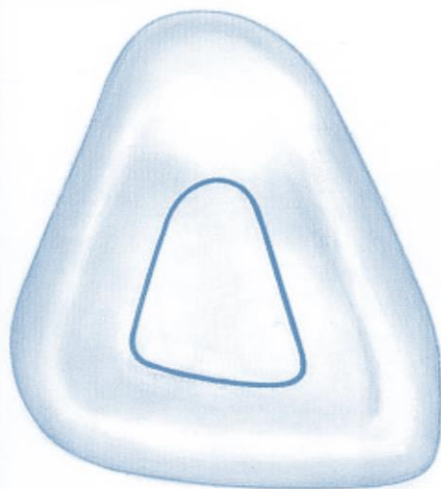
Para conseguir una preparación “ideal” se tiene en cuenta el tamaño y morfología de la cámara pulpar, de los conductos y de las curvaturas que presente el órgano dentario. De igual forma se tiene que valorar la fresa ideal a utilizar dependiendo del caso clínico.^{17,21}

Cuando se penetra a la cámara pulpar, el diseño siempre será proporcional al tamaño de esta, se debe considerar que en dientes jóvenes la extensión es mayor debido a que generalmente la pulpa joven no ha sufrido recesión por agentes externos o por la edad. Posteriormente se debe retirar el tejido, cuidando siempre el suelo de la cámara. Finalmente, con ayuda de un explorador endodóntico se localizarán las entradas de los conductos, así como la posible presencia de cálculos u obliteraciones, en dichos casos el odontólogo puede hacer uso de instrumental ultrasónico.^{21,26}

Dientes Maxilares y Mandibulares Anteriores.

El acceso se realizará a través del centro de la superficie lingual, con ayuda de fresas troncocónicas de punta redondeada se penetrará el esmalte y la dentina conformando la cavidad en forma ovalada o triangular, tomando como base la superficie incisal.

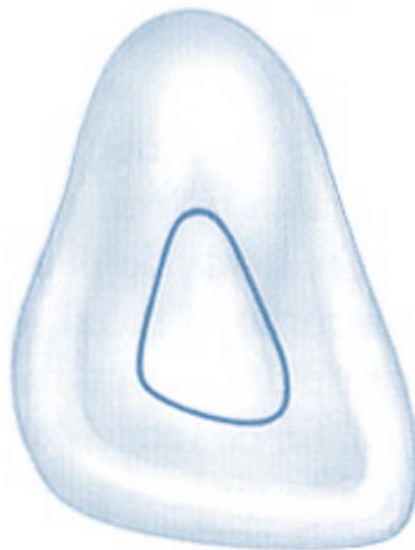
Tomando en cuenta la extensión de la lesión cariosa, la eliminación de la caries y el tejido remanente sano, se accede a la cámara pulpar por medio de una fresa de bola (número 2 o 4) eliminando completamente el tejido que se encuentra dentro de la cámara pulpar. La preparación debe ser continua y fluida evitando crear escalones.²⁶**Incisivo central maxilar.** La preparación debe tener forma triangular u ovoide y con forma de embudo que permita la eliminación del tejido. El conducto



***Acceso Incisivo Central Superior
Fuente: Walker R, Goodman J,
Atlas en color de Endodoncia 2ed.
pag. 99***

presente en el incisivo central maxilar presenta forma ovoide en tercio cervical y medio, en apical adquiere una forma circular. La longitud promedio del incisivo central superior es de 23.3mm, generalmente presenta un conducto, existiendo casos en los cuales se puede encontrar conductos laterales. La raíz es recta en un 30% de los casos, y la curvatura apical más habitual es en sentido mesial en 53% de los casos.

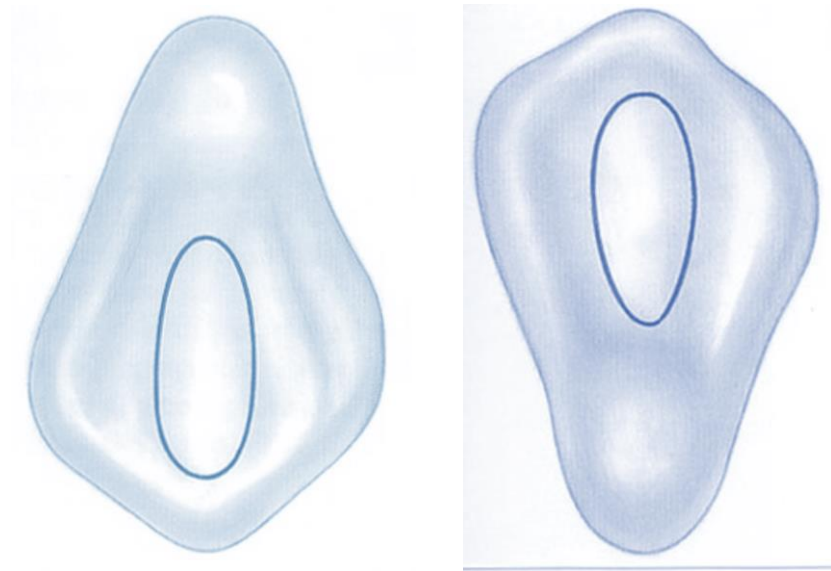
Incisivo lateral maxilar. La preparación poseerá una forma triangular u ovoide (igual que el incisivo central) que permitirá la eliminación del tejido. El conducto presente en el incisivo lateral será ovoide en tercio cervical y medio, en tercio apical adquiere una forma circular y con una curvatura gradual hasta el ápice. La longitud promedio del incisivo lateral es de 22.8mm, generalmente presenta un conducto, existiendo casos donde se pueden hallar conductos accesorios y laterales. La raíz es recta en un 33% por ciento de los casos, y su curvatura habitual va en sentido mesial en un 53%.



Acceso Incisivo Lateral Superior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 100

Canino maxilar y mandibular. La preparación tendrá forma ovoide y con conicidad para que se facilite la eliminación del tejido. El conducto generalmente es único, se presenta en forma oval en tercio cervical y medio, apicalmente adquiere una curvatura en sentido distal. La longitud promedio del canino es de 26mm, ocasionalmente presenta conductos laterales. La raíz es recta en la mayoría de las ocasiones, pero no está exenta de presentar curvaturas en los otros sentidos.



Acceso a Caninos

Fuente: Walker R, goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 100 y 101

Incisivos centrales y laterales mandibulares. La preparación poseerá una forma triangular u oval que permite la eliminación del tejido. El conducto es internamente oval en los tercios cervical y medio, en el tercio apical adquiere una forma más circular. La longitud de estos órganos dentarios en promedio es de 21.5mm en centrales y de 22.4 en laterales, estos órganos dentarios pueden presentar un conducto o dos conductos (1,2 clasificación de Vertucci). La raíz es recta, pero en un 20% de los casos adquiere una curvatura distal.

Algunos de los errores más frecuentes en la preparación de accesos anteriores son: la perforación vestibulo cervical del órgano dentario, pigmentación por omitir

remover tejido pulpar, excavación de la pared bucal, distal o mesial y formación de escalones.²⁶



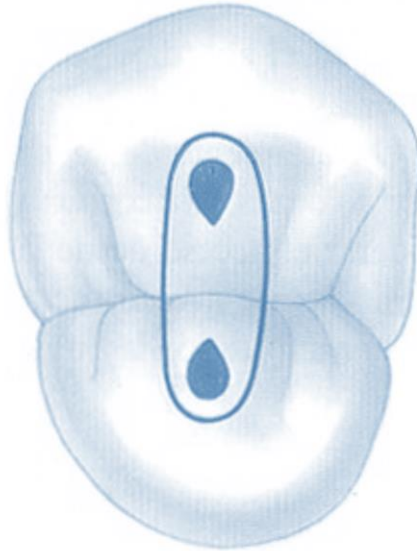
Acceso Incisivos Inferiores

***Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed.
pag 100***

Dientes Maxilares y Mandibulares Posteriores

El acceso en dientes posteriores se realiza a través de la superficie oclusal. La penetración inicial en premolares inicia en el surco central siguiendo el eje longitudinal del diente, en molares maxilares la cavidad de acceso inicial se realiza en el centro exacto de la foseta mesial, al retirar esmalte y dentina, se percibe que la fresa “cae” indicando que se llegó a la cámara pulpar. Finalmente, en el caso de los molares, la entrada de los conductos delimita el perímetro de la preparación, siempre siguiendo la anatomía de la cámara pulpar.

Primer premolar maxilar. Estos órganos dentarios comúnmente presentan dos conductos, con menor frecuencia se pueden presentar tres, la entrada de estos es circunferencial y se encuentra en dirección vestibular y lingual, es su porción radicular son rectos y ovoides. La preparación debe usar como referencia la anatomía interna para conformar la apertura cameral ovoide. La longitud promedio del primer premolar maxilar es de 22.8mm.

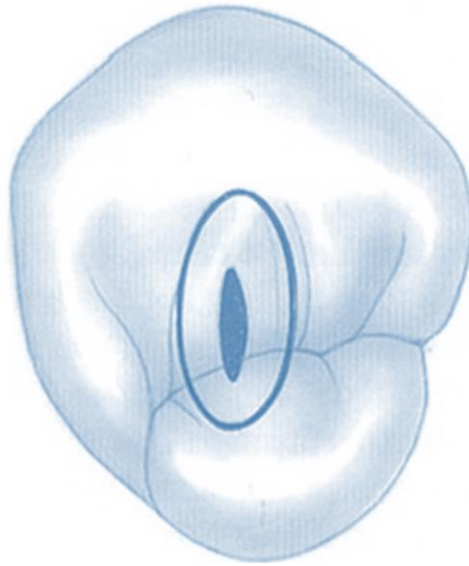


Acceso Primer Premolar Superior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 100

Segundo premolar maxilar. La preparación debe ser en forma ovoide en sentido vestíbulo palatino, comúnmente presenta una sola raíz y un conducto radicular, que puede tener ocasionalmente un septum de dentina que lo divide en dos, en su porción cervical presenta forma oval y en tercio medio y apical adquiere una curvatura acentuada con variaciones en su dirección, siendo hacia distal y mesial o tomando forma de bayoneta. La longitud promedio de este órgano dentario es de 21mm.

Primer premolar mandibular. La preparación es ovoide o redonda con forma de embudo en sentido vestibulo lingual. Generalmente la raíz presenta uno o dos conductos, los conductos son rectos en tercio cervical y medio, apicalmente adquiere una curvatura que no siempre es visible en radiografías. La longitud promedio es de 22.1mm.

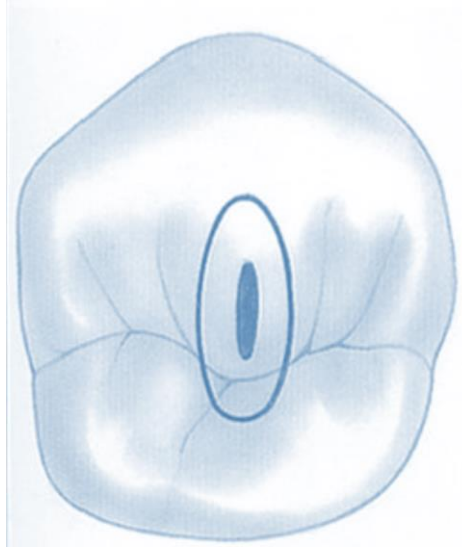


Acceso Primer Premolar Inferior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 101

Segundo Premolar Mandibular: La preparación debe ser con forma ovoide. Este órgano dentario presenta generalmente una raíz con dos conductos, pero puede presentar uno. La entrada de los conductos es oval, y en tercio medio y apical son circulares, a su vez puede adquirir (o no) una curvatura con dirección en sentido distal. En tercio medio y cervical los conductos son rectos. La longitud de este órgano dentario es de 21.4mm.

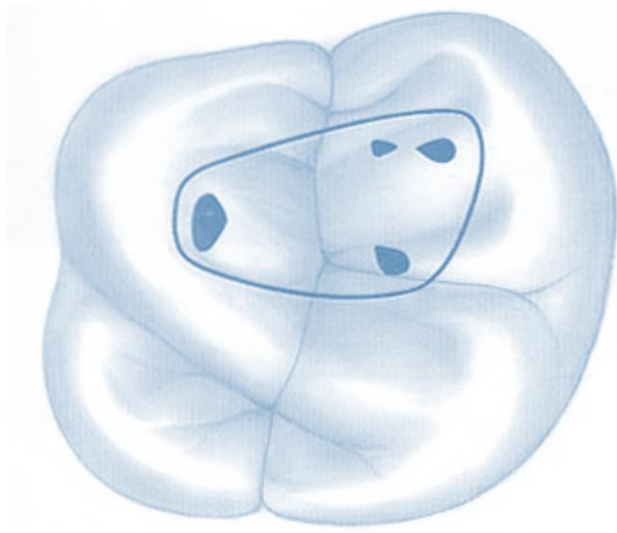
Entre los errores más frecuentes en la preparación de accesos en premolares son: preparación inadecuada, ya sea una sobre extensión o dejando la porción coronal sin soporte dentinario, o con una extensión insuficiente, perforación apical, transportación de los conductos y separación de los instrumentos.



Acceso Segundo Premolar Inferior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 101

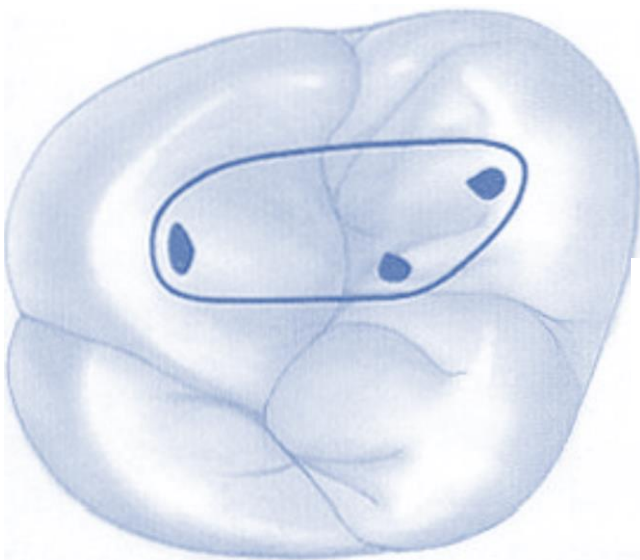
Primer molar maxilar. La apertura cameral se realiza con forma triangular con base en vestibular y ápice en palatino, encontrándose la entrada a los conductos en cada ángulo del triángulo. Estos molares presentan curvaturas variadas en su raíz. Comúnmente este órgano dentario cuenta con cuatro conductos, pero en sus variantes hay casos donde se pueden encontrar tres o cinco conductos. Los conductos son rectos en tercio cervical y medio, en apical adquieren una curvatura y en algunas ocasiones no son visibles radiográficamente. La raíz mesio-vestibular tiene dos conductos separados (MV1 y Mv2), las raíces disto-vestibular y palatina únicamente presentan un conducto. La longitud promedio según las raíces mesio-vestibular es de 19.9mm, en disto-vestibular es de 19.4mm y la longitud palatina es de 20.6mm.



Acceso Primer Molar Superior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 100

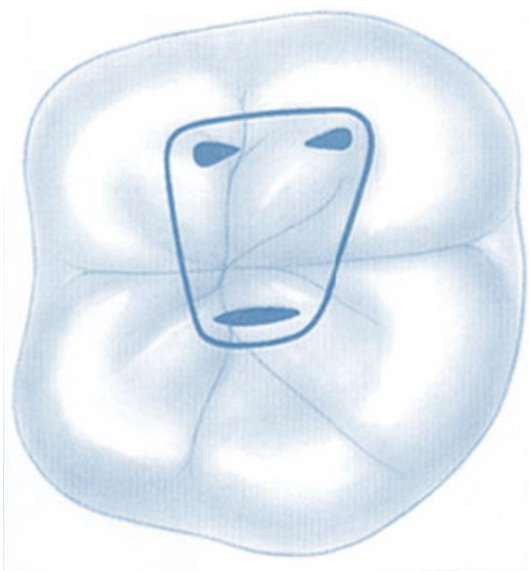
Segundo molar maxilar. La apertura cameral será siempre de forma de paralelogramo, la preparación debe tener una inclinación en sentido vestibular. Estos molares presentan ligeras curvaturas en su raíz distal y mesial, la raíz palatina comúnmente es recta, en casos particulares las raíces pueden estar fusionadas. Comúnmente este órgano dentario cuenta con cuatro conductos, pero pueden encontrarse solo tres. La longitud promedio dependiendo de las raíces son: raíz mesio-vestibular 20.2mm, disto-vestibular 19.4mm y palatina 20.8mm.



Acceso Segundo Molar Superior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 100

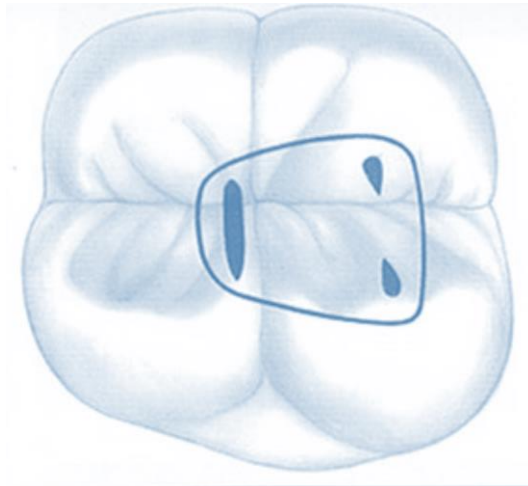
Primer molar mandibular. La apertura cameral inicia en la fosa mesial, la entrada de los conductos es la que delimita el perímetro del acceso y tiene forma de cuadrado o paralelogramo. Los primeros molares mandibulares presentan ligeras curvaturas en sus raíces y de manera poco común pueden presentar tres raíces (radix). Habitualmente este órgano dentario cuenta con tres conductos dos mesiales y un distal, pero esto puede variar. Los conductos son rectos en tercio cervical y medio, en apical las curvaturas pueden estar pronunciadas o ser ligeras. La longitud promedio considerando las raíces son: mesial 20.9mm y Distal 20.9mm.



Acceso Primer Molar Inferior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 101

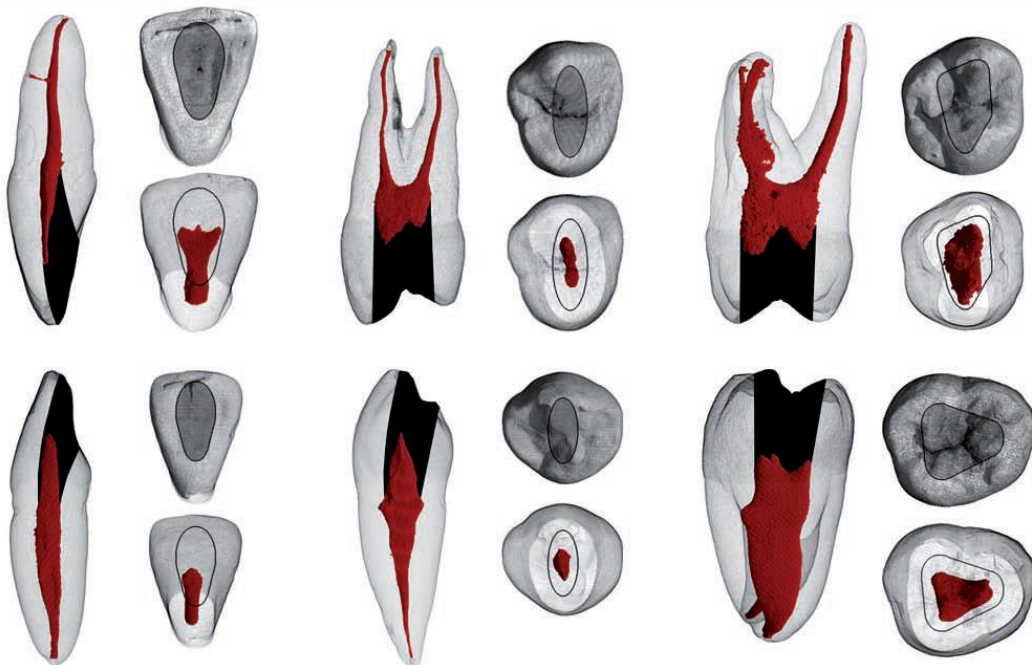
Segundo molar mandibular. La apertura cameral tendrá siempre su origen en la porción mesial, la entrada de los conductos delimita el perímetro del acceso de forma triangular o romboidal. Estos molares presentan curvaturas en sus raíces. El segundo molar mandibular cuenta con tres conductos, pero en sus variaciones la raíz distal puede contar con dos conductos y no con uno. Los conductos tienen forma redonda y presentan curvaturas ligeras o pronunciadas en tercio apical, en ocasiones dichas curvaturas no son visibles en radiografías orto radiales. La longitud promedio considerando las raíces son: mesial 20.9mm y distal 20.8mm.



Acceso Secundor Molar Inferior

Fuente: Walker R, Goodman J, Atlas en color de Endodoncia 2ed. pag. 101

Algunos de los errores más frecuentes en la preparación de accesos en molares son: apertura inadecuada, desgaste sobre extendido o deficiente, preparación coronal sin soporte dentinario, perforaciones apicales y en furca, no localizar la entrada de los conductos, trasportación de los conductos, formación de escalones o separación de instrumentos.²⁶



Morfología de las cavidades de acceso endodóntico

Fuente: Reit C, Bergenholtz G, Horsted-Bindsley p. Textbook Of Endodontology 2 ed. Pag. 176 cap. 11.

La preparación de la cavidad de acceso endodóntico requiere de los siguientes instrumentos para poderse realizar de forma adecuada y simplificada;

Magnificación e iluminación. Los auxiliares clínicos para obtener una mejor visión son como mínimo por medio de lupas quirúrgicas con luz adicional o microscopios endodónticos.

Turbinas o contra ángulos. Generalmente las cavidades de accesos endodónticos se pueden realizar utilizando piezas de alta velocidad, sin embargo, en casos de difícil acceso esto se puede modificar por medio del uso de contra ángulos de baja velocidad o ultrasonidos, cuya velocidad menor permite una mejor visión y manejo. La literatura señala que el acceso se debe realizar por medio de turbinas de alta velocidad, y agua que enfríe la fresa a usar, cambiando este sistema una vez llegado a la cámara pulpar, en dicho caso se sustituirá por un contra ángulo de baja velocidad y esta vez no será indispensable la irrigación.

Fresas. Las fresas de acceso más comunes son las redondas de carburo de vástago largo o corto, seguidas de estas las fresas que seleccionan algunos clínicos son las fresas de carburo de fisura, o de diamante de punta redondeada.

Una de las fresas de mayor uso en endodoncia es la fresa Endo Z, que son fresas de carburo de Tungsteno, su principal uso es para entrar a la cavidad pulpar en forma de embudo, su característica principal es que su punta es inactiva, esto evita perforaciones, ensanchando la cavidad y permitiendo la localización de los conductos.

Explorador endodóntico y puntas de ultrasonido. El DG-16 es el instrumento más utilizado para localizar los conductos, existen otros instrumentos que permiten localizar los residuos de la cámara pulpar como el JW-17. Las puntas de ultrasonido de uso endodóntico proporcionan una amplia visión, estos son auxiliares tanto para encontrar conductos como para retirar el tejido dentinario y calcificaciones.^{26,17,21}

CAPITULO IV. TERAPIAS ENDODÓNTICAS

Para elaborar un plan de tratamiento endodóntico se debe efectuar una minuciosa evaluación diagnóstica del estado pulpar y perirradicular de cada diente a tratar. Mediante interrogatorio, pruebas de vitalidad pulpar, exámenes radiográficos y CBCT (en algunos casos). Siempre se debe considerar que una lesión pulpar tiene una reducida capacidad de autorrecuperación.^{29,21}

Tras el diagnóstico a un órgano dentario que necesite tratamiento endodóntico siguiendo las consideraciones de la AAE para diagnóstico pulpar y perirradicular, se planifica cual será la terapia endodóntica correspondiente al caso. Al elaborar el plan de tratamiento se debe valorar lo siguiente:

- Estado pulpar.
- Curvatura de los conductos radiculares.
- Presencia de enfermedad periodontal.
- Oclusión.
- Hallazgo de fracturas dentales.
- Conductos calcificados u obliterados.
- Restaurabilidad del órgano dentario.
- Morfología compleja de conductos radiculares.

Con base en lo anterior se considera la complejidad del caso, la experiencia del odontólogo y si es necesaria la derivación a un especialista.²⁹

Pulpotomía

La pulpotomía es una técnica que tiene como finalidad el preservar las funciones de la pulpa vital mediante la extirpación de la porción coronal de la pulpa con pulpitis irreversible, por medio de una fresa de carburo de alta velocidad e irrigación

constante como medio de refrigeración dejando intacto el tejido pulpar sano. Se coloca un material biocompatible en la cámara pulpar y se restaura el diente.^{29,18}

Desbridamiento Pulpar

Es el tratamiento que se realiza en situaciones donde el tratamiento de conductos no se puede finalizar en una cita, está indicado para aliviar dolor agudo hasta que se pueda terminar el tratamiento.²⁹

Recubrimiento Pulpar Indirecto

El tratamiento se realiza en órganos dentarios con caries profunda y adyacente a la cámara pulpar. Consta de dos sesiones, en la primera, se elimina tejido cariado, dejando la dentina afectada adyacente a la pulpa. Posteriormente se coloca hidróxido de calcio u otro material biocompatible en la dentina, seguido de una base. En la segunda cita, se retira el material de restauración y la caries residual.¹⁷

Recubrimiento Pulpar Directo

Este tratamiento se realiza en los casos donde se comunicó con la cámara pulpar. En el sitio de exposición se coloca un material biocompatible sobre la superficie del tejido pulpar vital. El estado de la pulpa y los tejidos perirradiculares debe evaluarse mediante exámenes periódicos para corroborar éxito de este.¹⁷

Tratamiento de Conductos Radiculares No Quirúrgico

El tratamiento de conductos no quirúrgico se realiza en casos de pulpitis irreversible, necrosis pulpar, traumatismo y lesiones perirradiculares. Este tratamiento implica el uso de agentes químicos y mecánicos para su realización, el acceso adecuado

permite que la conformación, desinfección y obturación se realicen con mayor efectividad.

Para la obturación se utilizan cementos selladores en conjunto de un material biocompatible (gutapercha) que permita el sellado tridimensional de los conductos.

En caso de que el tratamiento fracase, o no sea ejecutado de manera adecuada se podrá incurrir en un retratamiento no quirúrgico.²⁹

Apexogénesis

La apexogénesis es una terapia indicada en dientes con pulpa vital y ápices inmaduros, se realiza con el fin de preservar el tejido pulpar vital en la porción apical de los conductos, permitiendo así el desarrollo fisiológico y formación de la raíz en dientes jóvenes. Involucra la eliminación parcial de tejido pulpar, para posteriormente aplicar un material biocompatible y de fácil manipulación con el objetivo de mantener la vitalidad del tejido restante, usualmente se utiliza hidróxido de calcio o MTA.²⁹

Apexificación

La apexificación es un tratamiento realizado en dientes jóvenes con pulpa necrótica y ápices que perdieron la capacidad de desarrollo, tiene como finalidad el cierre de la porción radicular, el tratamiento se inicia conformando los conductos para rellenar con un material biocompatible que funcione como barrera apical. Esta barrera forma una matriz con la que se logra compactar el material de obturación del conducto respetando la longitud hasta donde se logró formar.¹⁸

Reparación de Perforaciones

Este tratamiento se realiza cuando se ha producido una perforación por instrumentación del conducto o uso de fresas, para reparar las perforaciones se utiliza un material biocompatible que ayude a cerrar la comunicación del conducto y la superficie externa de la raíz como el agregado de Trióxido Mineral (MTA).²⁹

Endodoncia Regenerativa

Este tratamiento está indicado cuando no hay una formación completa de la raíz, y se debe considerar el rango de edad del paciente, así como el estado del órgano dentario.³⁰

La endodoncia regenerativa es un proceso diseñado para reemplazar fisiológicamente las células del complejo dentino-pulpar mediante la inducción de tejidos creando un tejido conectivo laxo que a su vez está formado por elementos vasculares, celulares y nerviosos, rodeado de un tejido mineralizado. Esta inducción de tejidos depende del microambiente que se forma por la interacción entre células madre, factores de crecimiento y los biomateriales dentales indicados.³¹

El tratamiento se inicia accediendo al sistema de conductos eliminando el tejido necrótico, acompañado de una irrigación y secado del conducto, posteriormente se deja medicación antibacteriana hasta el ápice y se cierra el acceso con material de obturación temporal. Después de tres semanas aproximadamente se cita al paciente para seguimiento, se repite este paso hasta que no haya indicios de infección.²⁹

En la cita final el paciente será anestesiado con anestésico sin vasoconstrictor, se accede nuevamente al sistema de conductos irrigando y secando para llevar a cabo la revascularización por medio de una sobre instrumentación que creará un coagulo en el canal, sobre del coagulo, se coloca agregado de trióxido mineral, se hace la restauración final y el paciente se mantiene en seguimiento.^{30,29}

Tratamientos de Alta Complejidad

Para llevar a cabo cualquier tratamiento endodóntico debe realizarse una evaluación clínica y un diagnóstico correcto, que ayude a catalogar la complejidad de cada caso, así como prever las posibles complicaciones que pudiesen suscitarse, dependiendo de los factores asociados al órgano dentario a tratar.

Es por ello que, en el año 2006, la AAE publicó el “Formulario de Valoración de la Dificultad del caso Endodóntico” que describe 17 aspectos para establecer la dificultad del caso. El formulario y protocolo de la AAE para clasificar la complejidad de los tratamientos endodónticos se basa en consideraciones especiales, del paciente, de diagnóstico y plan de tratamiento. Estos aspectos se deben analizar puesto que se les considera elementos que complican y ponen en riesgo el resultado final de este.³²

Las consideraciones siguiendo el formulario de la AAE en los tratamientos de alta complejidad son las siguientes:

Consideraciones del paciente. Historia clínica complicada, enfermedad grave o discapacidad, pacientes no cooperativos, apertura bucal limitada, reflejo faríngeo extremo, dolor e inflamación.

Consideraciones del diagnóstico y tratamiento. Signos y síntomas confusos y complejos, dificultad para diagnosticar, antecedentes de dolor crónico, dificultad para toma radiográfica o interpretación, segundos molares y terceros molares afectados, corona con inclinación y rotación extrema, complicación en el aislamiento con dique de hule, desviación significativa de la forma normal del diente, el órgano a tratar es pilar de prótesis o cuando presenta restauraciones de cobertura completa, curvaturas mayores a 30°, diente muy largo (>25mm), conductos y cámaras visibles radiográficamente, conductos en “C” y “S”, cálculos pulpares, reabsorción apical extensiva interna o externa, ápice abierto, anomalías como radix ento y para molaris.

Consideraciones adicionales. Fractura de corona complicada, fractura horizontal de raíz, fractura alveolar, luxación, avulsión acceso o tratamiento previo con complicaciones (perforación, conducto no negociado, escalón, instrumento separado) y enfermedad periodontal.²¹

Conductos Calcificados

El volumen de la pulpa dental disminuye con los años debido a la yuxtaposición fisiológica de la dentina secundaria, así como por los depósitos de dentina terciaria como respuesta a traumatismos localizados, a este fenómeno también se le conoce como calcificación pulpar, calcificación distrófica, pulposis cálcica, obliteración pulpar, metamorfosis cálcica y cálculos pulpares.^{18,33}

La obliteración de los conductos radiculares se desarrolla generalmente en dientes anteriores que sufrieron concusiones y subluxaciones, sin embargo, el sector posterior no queda exento de este fenómeno.³

La obliteración es ocasionada por la deposición de tejido duro dentro de los conductos radiculares. La calcificación de la cámara pulpar da como resultado la pérdida de translucidez, apariencia amarillenta de la corona del diente y en algunas ocasiones tonalidades grises.³⁴

Otras causas del depósito de dentina en el espacio pulpar son: la edad, caries, tratamiento ortodóntico, enfermedades sistémicas, lesiones pulpares, bruxismo y procedimientos restaurativos. El estrechamiento se origina de forma progresiva en sentido corono-apical.¹¹



**Radiografía periapical con incisivo central inferior
Calcificado**

En este tipo de casos, las respuestas a pruebas de sensibilidad no llegan a ser muy confiables, Andreasen señala que dientes afectados por traumatismo no siempre responden a las pruebas durante un periodo de tiempo. Así mismo existe una disminución progresiva en las respuestas a pruebas térmicas y eléctricas a medida que la calcificación se vuelve más pronunciada.³⁵

Las fibras de colágeno engrosadas pueden llegar a actuar como un foco para la calcificación pulpar, radiográficamente la obliteración se puede percibir como parcial o total, y en otros casos, los conductos se ven permeables.^{4,34}

La degeneración hialina de la pulpa compone una fase intermedia en la formación de la calcificación pulpar, con el tiempo, el material hialino se reemplaza por grasa, es donde acontecen las calcificaciones, que sustituyen a los componentes celulares de la pulpa dificultando el aporte sanguíneo. Cuando la calcificación está directamente relacionada con la edad, el cambio se produce tanto fisiológico como patológico y estos dientes pueden ser asintomáticos a estímulos externos.³³

En la porción coronal de los dientes, las calcificaciones adoptan la forma de cálculos concéntricos definidos. Los pulpolitos llegan a tener un tamaño variado, que va desde partículas microscópicas hasta abarcar casi en su totalidad la cámara pulpar.

Los cálculos se dividen en: redondos y ovoides, con superficies lisas y láminas concéntricas o con superficies rugosas, sin una forma determinada y carente de laminaciones. Los cálculos laminados crecen por la adición de fibrillas colágenas sobre sus superficies, mientras que los no laminados se forman por la mineralización de fascículos de fibras colágenas preformadas.¹⁸

El tratamiento endodóntico de conductos radiculares calcificados y con cálculos es catalogado por la AAE en el nivel más alto de dificultades e involucra hasta un 75% de las perforaciones, así como también aumenta la posibilidad de separación de instrumentos y fractura radicular durante la fase de localización y preparación. Las calcificaciones no solo impiden el acceso adecuado al sistema de conductos radiculares, sino que también modifican la anatomía interna cameral y radicular dificultando los procedimientos endodónticos.^{11,4}

La complejidad del manejo de las obliteraciones depende de la morfología del diente, extensión de la calcificación y accesibilidad del diente en boca.¹¹

En el tratamiento de dientes con calcificaciones puede ser muy útil el uso de la tomografía, puesto que esta nos ayudara a tener una mejor visibilidad de la anatomía interna a diferencia de la radiografía convencional, así como se debe considerar el uso de otro tipo de auxiliares tales como el uso de la magnificación que permiten al operador observar detalles que son poco visibles a simple vista.³³

CAPITULO V. TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS DE ENDODONCIA

Actualmente la odontología se ha actualizado en diversos campos de la práctica clínica, para esto han surgido avances tecnológicos que son auxiliares de gran importancia para la elaboración de un plan de tratamiento y la ejecución exitosa del mismo.

Tomografía Computarizada (TC)

En 1971 se introdujo al campo clínico la tomografía computarizada siendo en un inicio su uso para la obtención de imágenes axiales del cerebro. El primer escáner de tomografía computarizada fue desarrollado por Sir Goldfrey Hounsfield, posterior a ello las TC han tenido un avance significativo. Actualmente la TC se utiliza para el diagnóstico, estudios de seguimiento y en planificación de tratamientos de radioterapia.¹⁴

La tomografía es una tecnología por la cual se obtienen imágenes de forma no invasiva de estructuras internas en tres dimensiones, es considerada de gran importancia puesto que brinda mejores diagnósticos en el campo clínico y su aplicación aborda diversas áreas de investigación.³⁶

Según el Instituto Nacional de Imágenes Biomédicas y Bioingeniería (NIBIB) el término tomografía se refiere a un procedimiento computarizado por el cual se obtienen imágenes en cortes transversales, mediante el uso de una fuente motorizada de rayos "x" (Rx) que gira alrededor del paciente, disparando haces angostos de radiación a través del cuerpo que a su vez son captados por detectores digitales que procesan las imágenes a una computadora.

Se pueden mostrar los diferentes cortes de las imágenes obtenidas en formas individuales o agrupadas, generando así una imagen en 3D que muestra las estructuras óseas, así como órganos y tejidos blandos. El grosor del tejido en cada

corte de imagen puede variar dependiendo de la máquina de TC, pero por lo general varia 1 a 10 milímetros.³⁷

Debido a que en ocasiones las tomografías computarizadas no consiguen imágenes con el contraste deseado se han desarrollado métodos de adquisición que basan sus principios en las diferentes características de los rayos x. son métodos para medir los cambios de intensidad empleando rayos con diferente energía y usando instrumentos ópticos que modulen los haces, buscando así mejor calidad en las imágenes y reduciendo la dosis de exposición.³⁶

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

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es una técnica de imagenología moderna que permite al clínico capturar y analizar la anatomía ósea o patologías en tres dimensiones mediante escáneres pequeños destinados a la región dentomaxilar. Los escáneres de tomografía computarizada de haz cónico utilizan un detector bidimensional que con una sola rotación genera una imagen entera de la zona de interés.

En la rotación del escáner cada cierto intervalo de grados se adquiere proyecciones de imágenes conocidas como imágenes base, a estos datos de proyección se le aplican programas con algoritmos complejos que generan datos volumétricos tridimensionales generando así la imagen en su plano axial, coronal y sagital. La CBCT utiliza un haz de rayos "X" cónico cuya dirección de visión es la región maxilofacial, los rayos x se transforman primero en fotones de luz y posteriormente la luz es detectada y procesada recolectando así los datos volumétricos de las imágenes obtenidas.^{33,38}

Una de las principales características de la CBCT es su capacidad para producir exploraciones con diferentes campos de visión según la indicación clínica, el campo de visión o FOV por sus siglas en inglés (Field Of View), hace referencia al tamaño

de tomografía en diámetro y altura del volumen adquirido. Con tamaños ajustables de FOV se pueden adquirir diferentes tamaños de vóxeles (pixel volumétrico) de datos de imagen.³⁸

La CBCT usa una menor cantidad de exposición a la radiación ya que se apoya en un intensificador de imagen. A diferencia de un vóxel de una TC donde la altura axial de la toma está dada por el grosor del corte, se considera siempre que el vóxel de la CBCT es cúbico y su tipo de proyección es ortogonal haciendo de esta forma que las imágenes tengan una relación 1:1 con el objeto irradiado, lo que permite mayor resolución y precisión.^{39,13}

Uso de la CBCT en Odontología y Endodoncia

The Food and Drug Administration (FDA) aprobó el uso de la primera CBCT para uso dental en Estados Unidos en el 2000, la exploración con Tomografía Computarizada de Haz Cónico ha permitido innovaciones en especialidades como implantología y periodoncia siendo un auxiliar para la elaboración de guías quirúrgicas y prototipos tridimensionales de estructuras anatómicas.^{9,40}

Los escáneres de CBCT varían según los parámetros de exposición, lo que determinará la dosis de radiación que recibirá el paciente y la calidad de la imagen obtenida. Los dispositivos de CBCT de acuerdo al tamaño del campo de visión en la imagen se clasifican en cuatro grupos:⁴¹

- Dento-alveolar con FOV menor a 8cm.
- Maxilo-mandibular con FOV entre 8 cm y 15 cm.
- Esquelético con FOV de 15 cm a 21 cm.
- Cabeza y cuello con FOV mayor a 21 cm.³⁹

Las dimensiones del FOV dependen del tamaño y la forma del detector, la geometría de proyección del haz y la capacidad de colimar el haz.

La resolución espacial es fundamental para las imágenes CBCT dentales donde la resolución y los detalles finos que se muestran en las imágenes son cruciales para un diagnóstico confiable y preciso.³⁸

En endodoncia la CBCT se utiliza para evaluar el estado del órgano dentario, la anatomía coronal, los conductos, porción radicular y para establecer la longitud de trabajo ideal, todo desde los planos axial, sagital y coronal. Desde el año 2015 la Asociación Americana de Endodoncia y la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial recomiendan el uso de la CBCT para localizar los conductos calcificados.^{42,2}

Entre otros usos de la CBCT en el área de endodoncia se destaca el hallazgo inicial de lesiones periapicales, así como de fracturas radiculares o perforaciones, evaluación de reabsorción, planeación de cirugías apicales y recientemente para planificación y ejecución de tratamientos de endodoncia guiada.⁴³

Odontología Digital

La Sociedad Española de Periodoncia y Osteointegración (SEPA) definen el concepto de odontología digital como “Área de la odontología moderna que utiliza tecnologías innovadoras de digitalización y procesamiento de imagen, junto con sistemas de construcción de nuevas piezas dentarias, ortesis y prótesis.⁴¹

Para elaborar un trabajo digital lo primero que se necesita es obtener un archivo 3D del objeto sobre el que se realizará el trabajo, a esa obtención de información 3D, se le denomina “digitalización” y se realiza principalmente mediante el uso de escáneres intraorales.⁴⁴

Los escáneres intraorales (IOS) son dispositivos para capturar impresiones ópticas directas en odontología. Mediante la proyección de una luz de objeto a escanear se obtienen imágenes que son procesadas por el software de escaneo creando así un modelo de superficie en 3D (malla).⁴⁵

Posteriormente el archivo 3D se procesa mediante Softwares que permiten crear modelos, encerados, guías quirúrgicas, provisionales, guías de tallado etc.

Generalmente son archivos STL (Standard Tessellation Language), esta etapa es denominada “diseño asistido por computadora” CAD por sus siglas en inglés (Computer Aided Design). Finalmente, en la etapa CAM (Computer Aided Manufacturing) el archivo que se procesó y diseño en la fase CAD, se obtiene en la “vida real” mediante una impresora 3D que confecciona el elemento deseado.^{44,4}

Las tecnologías de diseño CAD-CAM permiten la integración de imágenes tomográficas para diseñar guías de acceso endodóntico.

Impresión 3D en Odontología y Endodoncia.

En la actualidad, las aplicaciones más frecuentes de la impresión 3D en el ámbito dental abarcan la creación de coronas, incrustaciones, carillas, modelos de estudio, alineadores, férulas y prótesis maxilares o mandibulares. En endodoncia se enfoca a la utilización de técnicas mínimamente invasivas para acceder a la pulpa dental y localizar los conductos radiculares, o para la replicación de órganos dentarios que serán usados en la práctica de formación de endodoncistas.⁴⁶

Los archivos CBCT y DICOM (Digital Imagin and Communications in Medicine) convertidos es estereolitografía (que es la unión de capas de resina polimerizada por medio de un láser ultravioleta) se han utilizado en la elaboración de guías quirúrgicas impresas en 3D. Un artículo de 2020 señala que para la elaboración de guías endodónticas es posible hacer uso del mismo software de planificación de implantes.^{47,4,42}

Las aplicaciones de la impresión 3D dental utilizan alguna de las siguientes clasificaciones:

- Aparato de estereolitografía.
- Modelado por deposición fundida (FDM).

- Impresión Multijet (MJP).
- Impresión Poly Jet.
- Impresión Color Jet (CJP).
- Procesamiento de Luz Digital (DLP).
- Sinterización Selectiva por Láser (SLS).

La estereolitografía es la tecnología más usada en odontología. Estos sistemas dirigen la exposición de un láser UV sobre una tina de resina fotosensible construyendo el objeto en un proceso de curado secuencial iniciando de abajo hacia arriba.

La impresión 3D se innovó con la llegada de los “Sistemas de código abiertos” que consisten en utilizar los sistemas de adquisición de información con diversas tecnologías de diseño y fabricación, lo que permite que no necesariamente se requieran de software no especializados y de alto costo para diseño y fabricación de objetos y modelos en 3D.⁹

Diversos polímeros que se emplean comúnmente en el ámbito de la odontología protésica son el polimetilmetacrilato (PMMA), el ácido poliláctico (PLA), la polietereetercetona (PEEK) y el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

Los primeros sistemas de impresión 3D que llegaron al mercado fueron configuraciones de estereolitografía que utilizan láseres para solidificar materiales en estado líquido. A diferencia de las impresoras SLA, las impresoras de procesamiento digital de luz (DLP) para llevar a cabo su proceso de impresión se basan en una tecnología de proyección.⁴⁸

Los polímeros son los materiales más investigados en el ámbito de la impresión 3D dental, seguidos por los metales. El poli metacrilato (PMAA) es un material óptimo para ser utilizado en la tecnología CAD/CAM. Por otra parte, la estereolitografía maneja resinas acrílicas las cuales presentaran características y propiedades específicas acorde a su aplicación final.⁴⁹

Entre las resinas acrílicas utilizadas en impresiones digitales destacan las siguientes:

Resinas estándar. Son las más utilizadas en la impresión 3D, especialmente en la estereolitografía (SLA) y el Procesamiento Digital de Luz (DLP). Estas resinas se endurecen al ser expuestas a la luz, lo que permite la creación de modelos precisos y con detalles finos, igualmente se destaca su resistencia mecánica y rigidez. Se utilizan para prototipos, modelos dentales y joyería.⁵⁰

Resina flexible. Diseñada para objetos que necesitan elasticidad similar al caucho, la resina flexible es perfecta para fabricar calzado personalizado, piezas de amortiguación y protectores.⁵¹

Resina rígida. Posee mayor dureza y resistencia. Es usada para componentes que requieren alta solidez.⁵²

Resina de alta temperatura. Se utiliza en aplicaciones que requieren resistencia al calor, como componentes de maquinaria o pruebas en condiciones extremas.⁵¹

Resina transparente. Las resinas transparentes principalmente se emplean para la creación de piezas semitransparentes o completamente transparentes, como lentes y envases, así como modelos ópticos.⁵¹

Resina Biocompatible. Estas resinas son seguras para el contacto con la piel humana y se utilizan en aplicaciones médicas, como prótesis y modelos anatómicos. Es crucial elegir resinas que cumplan con las regulaciones pertinentes para garantizar la seguridad en la aplicación. Dentro de las resinas biocompatibles encontramos aquellas que son utilizadas en odontología y que permiten la elaboración de retenedores, modelos de estudio, guías quirúrgicas, prótesis, coronas y tejidos blandos para modelos de implantes.⁵²

CAPITULO VI. ENDODONCIA GUIADA

En años recientes se ha adoptado el término de endodoncia mínimamente invasiva, el cual consiste que durante el tratamiento odontológico se debe tener la máxima preservación de estructuras (corona, tercio cervical y tercio radicular) durante el proceso de un tratamiento endodóntico.

La endodoncia guiada es una técnica asistida por computadora cuyo inicio partió de las guías para la colocación de implantes quirúrgicos y es utilizada para tratamientos de alta complejidad como son los conductos calcificados, los primeros reportes de casos datan del año 2015-2016.^{11,42}

Tiene como finalidad reducir el tiempo de tratamiento y minimizar el riesgo de iatrogenias. Esta técnica emplea guías que a su vez dependen de auxiliares digitales como lo es la CBCT, escáner intraoral e impresiones en 3D.^{11,53}

Inicialmente el empleo de la endodoncia guiada estaba enfocado para la localización de los conductos radiculares obliterados, conforme a evolucionado el uso de esta técnica la aplicación abarca algunos casos de microcirugía, dientes invaginados y remoción de postes de fibra de vidrio.⁵⁴

El abordaje por medio de guías endodónticas puede ser dinámico (DGE) o estático (SGE).

Guías Dinámicas

La navegación dinámica tiene sus inicios en la adaptación de programas para mejorar el proceso de colocación de implantes, está surgió poco después que la navegación estática, y tras obtener éxito en el campo de la implantología comenzó a ser empleada en la endodoncia para intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas, en tiempos recientes ha tomado más relevancia.^{7,8}

La tecnología DGE ha demostrado su efectividad para localizar conductos que no se pueden identificar ni tratar con técnicas convencionales. Asimismo, su uso podría optimizar los resultados en accesos ultraconservadores sin dañar tejido dental innecesario y disminuyendo el riesgo de debilitamiento de estructura dental, así como la realización de iatrogenias.

Las diferencias más significativas de la navegación dinámica son que el procedimiento se puede realizar en una cita, no es necesario el uso de una guía quirúrgica lo que facilita el acceso a órganos dentarios posteriores, en caso de imprevistos o complicaciones se puede re dirigir el acceso, permitiendo refrigeración del órgano dentario y se puede llevar a cabo el procedimiento sin requerir fresas especiales.^{8,7}

Las guías dinámicas consisten en el seguimiento y posicionamiento de la fresa y pieza de mano en tiempo real al momento de realizar el acceso endodóntico. Para esta técnica no es preciso el uso de guías físicas, pero si es necesario el uso de sensores, una cámara estereoscópica, la CBCT y un programa que permita monitorear la dirección que sigue el operador en todo el procedimiento.^{12,54}

Durante el procedimiento se colocan marcadores y sensores en el paciente y en la pieza de mano, por medio de una cámara estereoscópica conectada al sistema de navegación dinámica dando como resultado la posición exacta y los movimientos que realiza la fresa en diferentes planos durante la preparación de la cavidad de acceso.⁵³

Entre las principales desventajas que tiene la endodoncia con guías dinámicas es el alto costo, errores en la programación y la experiencia del operador, este último factor juega un papel importante puesto que el operador debe tener mayor habilidad y precisión para manejar la pieza de alta viendo en tiempo real la imagen tridimensional obtenida.^{54,11}

Otros beneficios que se deben considerar son, que con esta técnica se amplía el espacio interoclusal permitiendo que una de sus indicaciones de tratamiento incluya

dientes posteriores, así como la posibilidad de adaptación dependiendo del entorno clínico que presente cada caso.^{8,54}

Guías Estáticas

Las guías estáticas se elaboran mediante una impresión en 3D; Por medio de una CBCT se realiza una exploración pre operatoria que se complementara con un scanner intra oral de tejidos duros y blandos, la información obtenida se exporta a un software que permite la planificación del acceso a los canales radiculares.

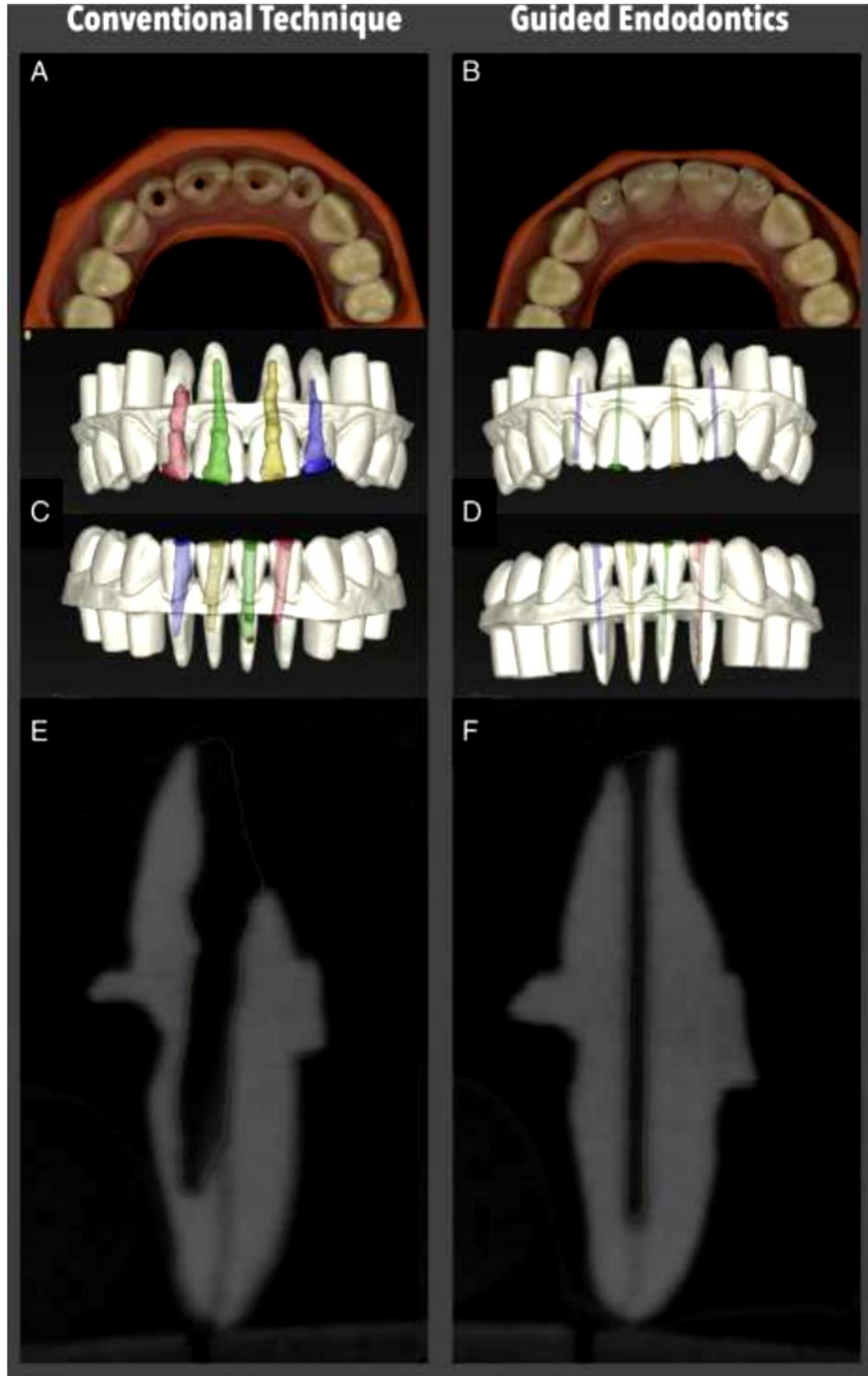
Uno de los softwares más utilizados para la elaboración de guías es el programa Blue Sky Plane (Blue Sky Bio). Finalmente, ya que se establecieron la dirección y diámetro del acceso, el archivo se importa a la impresora 3D obteniendo la guía que se empleara en el tratamiento, dicha guía debe tener un grosor aproximado de 3mm.⁷

El tratamiento consiste en que por medio de la CBCT se ubicará tridimensionalmente la dirección que debe seguir la fresa para acceder a los sistemas de conductos radiculares, la guía impresa estará marcada y guiará el procedimiento; la fresa empleada entrará en los tejidos duros siguiendo la dirección establecida por la guía, el desgaste será hasta la parte permeable del conducto a tratar permitiendo la negociación de este.⁴

Por tanto, esta técnica se divide en dos fases una de laboratorio para la elaboración de la guía y la fase clínica en la cual se hace uso de la guía en el procedimiento operatorio.⁴²

Esta innovadora técnica expone como ventajas una mayor precisión para localizar los sistemas de conductos puesto que la CBCT proporciona la ubicación exacta, la mayor conservación de tejido dental al ser una técnica mínimamente invasiva, el minimizar el tiempo de trabajo reduciendo errores operatorios como perforaciones

o sobre instrumentación, finalmente el operador puede tener poca experiencia a diferencia de las guías dinámicas.



Fuente: Connert et al. (2019).

Entre las desventajas que tiene esta técnica está el nulo acceso a sector posterior, y a comparación de la guía dinámica es que no se realiza en una sola sesión puesto que primero se realiza la planificación y en otra cita la ejecución.¹¹

Protocolo de elaboración de guías estáticas y planificación de las guías dinámicas

Para poder planificar el tratamiento previamente se debe evaluar clínica y radiográficamente en órgano dentario afectado. Este debe cumplir con las indicaciones a las que está sujeta esta técnica en su modalidad de guía dinámica u estática; Que son para tratamientos de alta complejidad, conductos obliterados cuyo diente presenta pulpitis o periodontitis apical.⁴²

Guías estáticas. Antes de elaborar el diseño de la guía 3D primero se debe adquirir una CBCT de alta resolución (Vóxel pequeño) preferiblemente con el campo de visión limitado para visualizar los conductos radiculares calcificados.

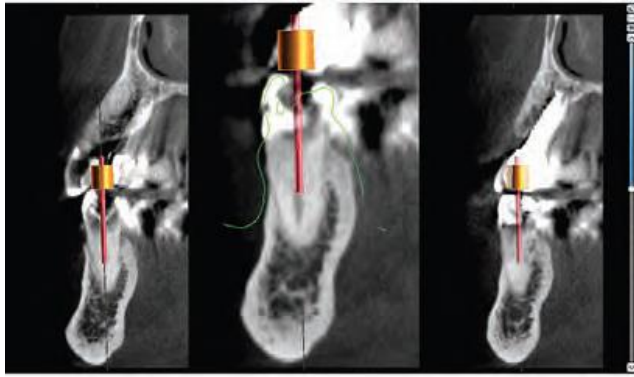
Seguido de esto se debe realizar el escáner intra oral de los órganos dentarios y tejidos blandos del paciente, esto puede ser directo o por medio de una impresión usando un modelo de yeso.^{11,53}

Posteriormente se importan los datos DICOM de la tomografía y los datos STL del escáner a un software de planificación y diseño en 3D emparejándolos.

Se elabora el diseño virtual de la guía, para lograr la dirección ideal se coloca una fresa o implante virtual alineado en dirección del conducto radicular, se agrega una funda o tope virtual cuyo diámetro debe ser 0,1mm más grande que el diámetro de la fresa por el cual ingresará esta. Se selecciona la fresa a utilizar, puede ser la Steco o una adaptación de fresas de vástago largo.^{11,7,55}

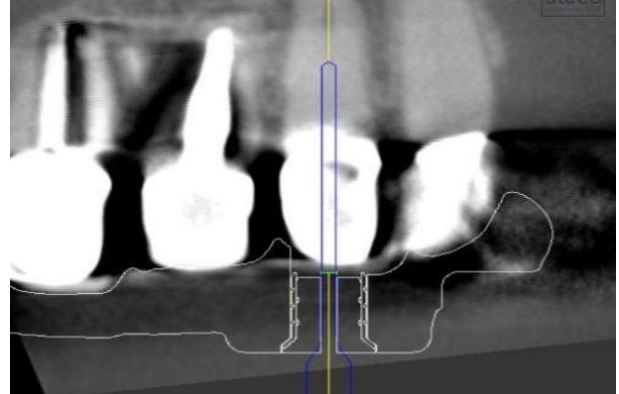
Finalmente, la guía se imprime para ser usada durante el tratamiento.

Antes de realizar el tratamiento en la segunda sesión se prueba la guía para verificar que esta se adapta completamente al paciente.



Planificación de Guía endodóntica

Fuente:Del Pozo J, Endodoncia Guiada: Un Nuevo Enfoque De Tratamiento Para Dientes Con Canales Parcialmente Calcificados. Canal Abierto. 2020

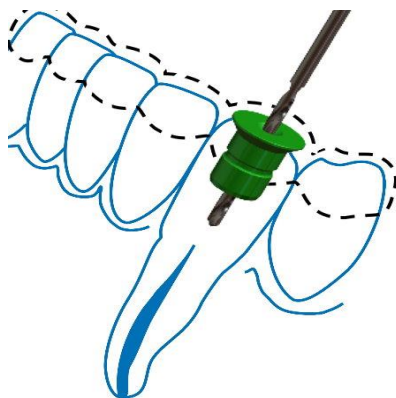


Planificación de Guía endodóntica

Fuente:Ficha Técnica Fresa Steco

El tratamiento de conductos se iniciará posterior a la anestesia local y al aislamiento absoluto de al menos 4 piezas dentarias. Se debe seguir un adecuado protocolo de desinfección con hipoclorito al 5.25%.

Las fresas a usar dependerán de la longitud de trabajo, y estas serán seleccionadas en la primera cita y una vez llegando a la ubicación permeable de los conductos estos serán negociados con limas manuales o con sistema rotatorio #8 o #10. Teniendo una desinfección final con sistema de activación sónica.



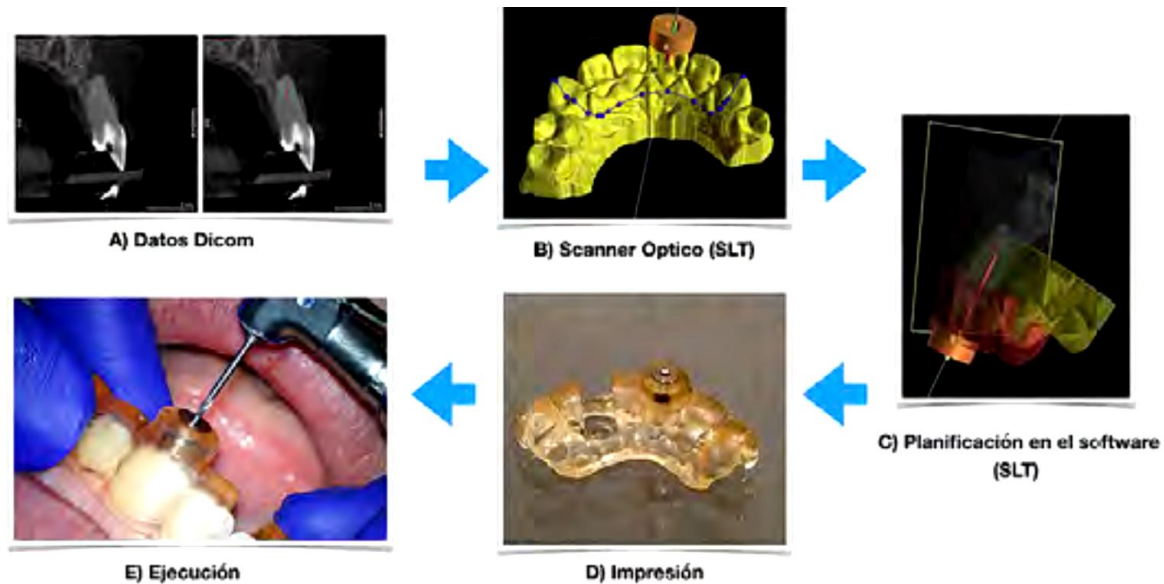
Planificación de Guía endodóntica

Fuente:Ficha Técnica Fresa Steco



Endodoncia Guía estática Steco

Como alternativa, se puede dejar medicación intra conducto si el caso lo requiere, y obturar en una tercera cita, recordando dar seguimiento y verificando que se coloque una restauración definitiva.^{4,13}



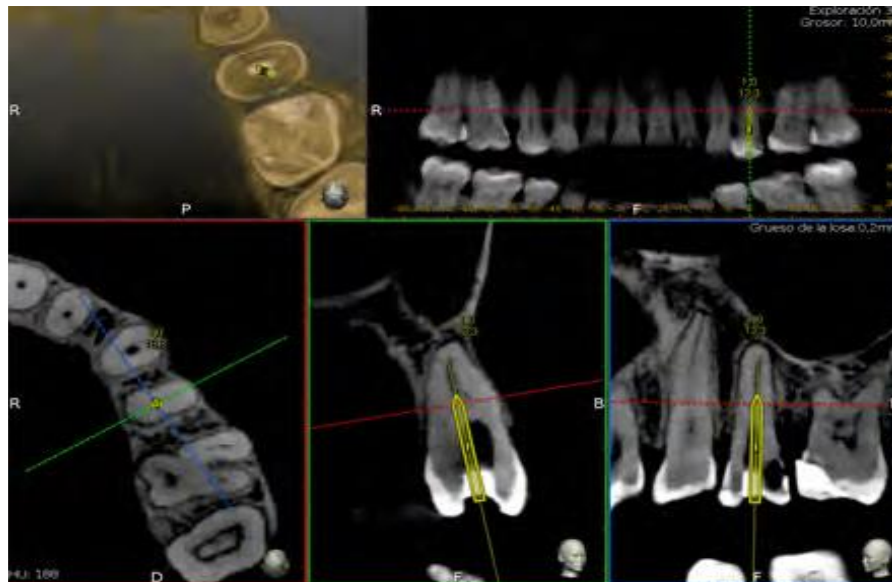
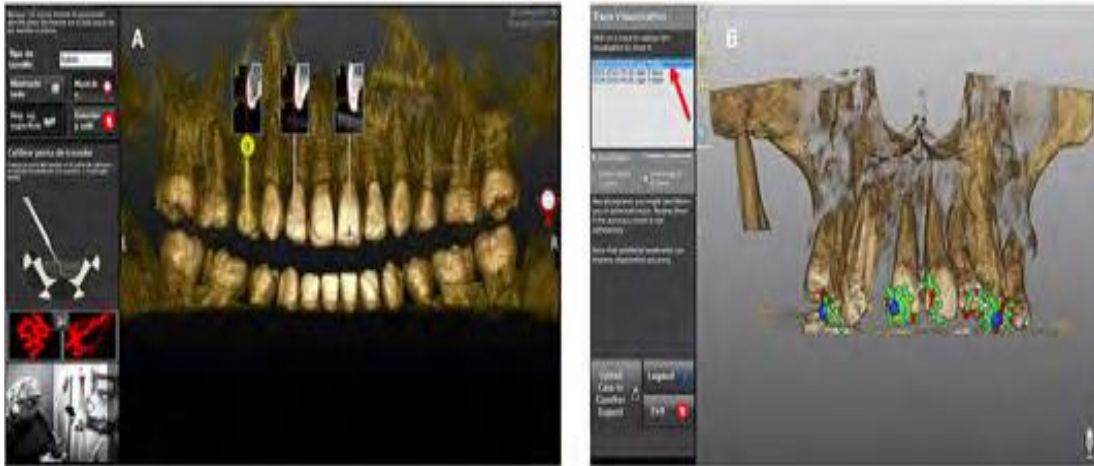
Pasos de elaboración de una Guía

Contardo MS. Sistema De Navegación Dinámica Asistida Por Computadora Como Auxiliar En El Abordaje De Canales De Difícil Acceso Endodóntico. Canal Abierto. 2022.

Guías dinámicas. Primero se realiza la selección del caso, posteriormente se realiza la toma de la tomografía pre operatoria, la cual permitirá la importación del conjunto de datos DICOM del paciente al software de la planificación de navegación dinámica para mostrar la estructura dental.⁷

Posteriormente la imagen tomográfica obtenida determinará el lugar de acceso, así como la dirección a seguir, el ángulo del eje y la profundidad de la cavidad de entrada. El lugar de acceso se inicia en el borde incisal u oclusal y finalizará hasta la entrada de los conductos radiculares.^{7,56}

La tomografía debe alinearse con la posición del paciente a través de un “registro de seguimiento”. Este registro identifica la ubicación exacta del diente y su sistema de conductos durante todo el procedimiento, seleccionando puntos de referencia en un software.



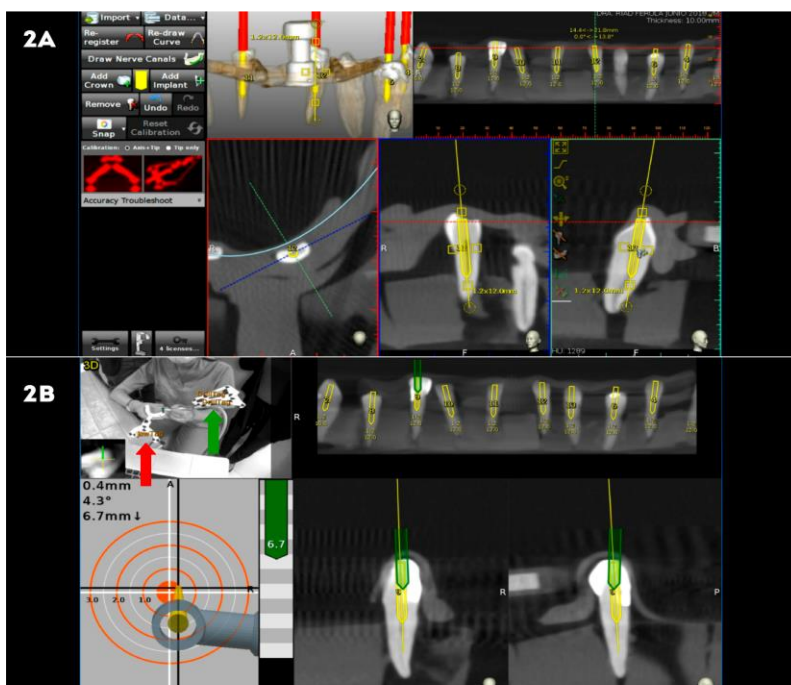
Vista de Software Navident y Registro de seguimiento

Fuente: Contardo MS. Sistema De Navegación Dinámica Asistida Por Computadora Como Auxiliar En El Abordaje De Canales De Difícil Acceso Endodóntico. Canal Abierto. 2022.

Un sensor óptico se coloca en el paciente, y se utiliza una herramienta que generalmente vienen el software de navegación dinámica llamada “Tracer Tool” que

tiene como fin el crear una malla tridimensional que se superpone a una Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT), facilitando el reconocimiento de las estructuras.^{7,56}

Posterior a eso se realiza la calibración, rastreando la pieza de mano y mandíbula mediante etiquetas ópticas. Este proceso consta de dos etapas: primero se calibra el eje y luego las puntas de las fresas para finalmente llevar a cabo la navegación.⁵⁴



Navegación Dinamica

Fuente: Zubizarreta Á. Accuracy Of Computer-Aided Dynamic Navigation Compared To Computer-Aided Static Procedure For Endodontic Access Cavities: An In Vitro Study. J Clin Med. 2020

Durante el procedimiento, se obtiene una visualización en tiempo real precisa de la ubicación y de la trayectoria que va a tomar la punta de la fresa en relación con la anatomía del diente. El eje central se indica con un objetivo estático amarillo, mientras que la fresa aparece en verde. El símbolo de profundidad cambia a color amarillo cuando hay coincidencia entre la fresa y el eje central, asegurando una navegación efectiva.⁷

Fresas utilizadas en Endodoncia Guiada

STECO



Fresa: 1,0mm/21mm de largo y 28mm de largo

Se debe usar a 700-1000 Rpm.

Dispone de casquillos de titanio especializados que se posicionan en la impresión 3D de la guía.

Munce Discovery Burs



Son fresas diseñadas para tratamientos endodónticos en el piso de la cámara pulpar o en el interior de los conductos.

Tamaños: 28mm, 31mm, 34mm.

Diámetros: .7mm y 1mm.

Son de acero inoxidable y de punta activa de carburo.

Se deben usar a 2000 Rpm sin exceder las 3000Rpm.

Cada fresa está diseñada para diferentes casos endodónticos y el tamaño depende de la profundidad a trabajar.

Prothetic Drills



Los Drills para colocación de endoposte se pueden usar para accesos endodónticos guiados.

Generalmente se usa el calibre más pequeño que esta codificado en color negro y mi de 1.2mm de diámetro, el material es acero inoxidable.1500 a 3000 Rpm.

Fresas Jota 1330 Acceso

Radicular



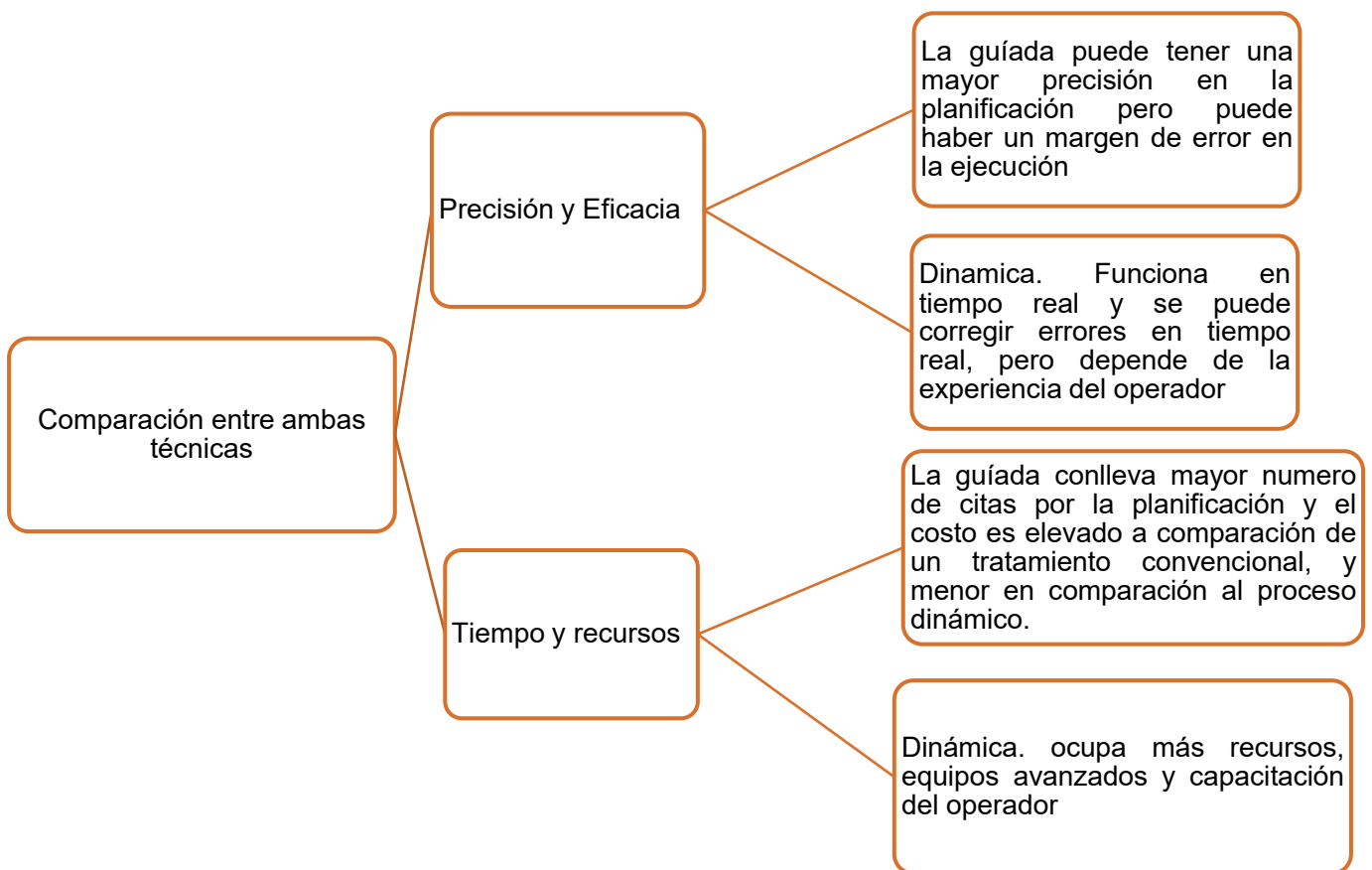
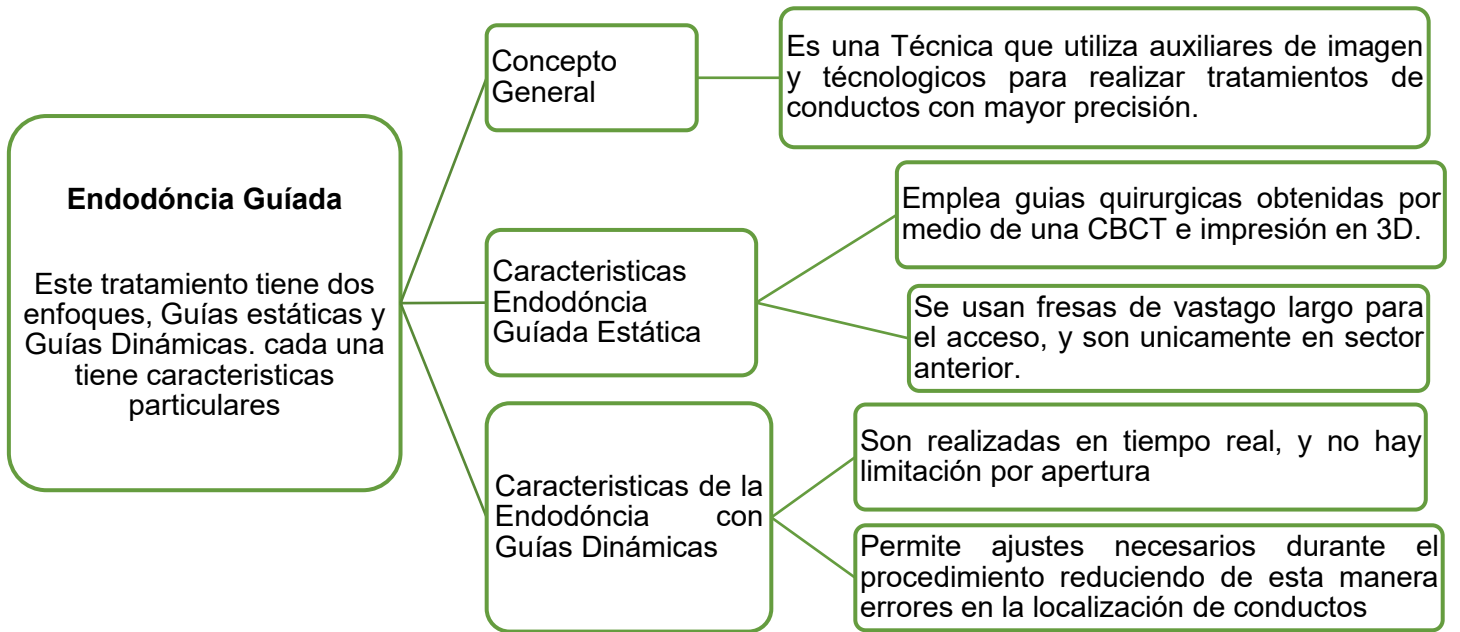
Fresas diseñadas para acceso a los canales radiculares, ampliación del conducto radicular y creación de un acceso directo.

Implicaciones en la Práctica Clínica

Recomendaciones para Profesionales	Resultados esperados
<p>Evaluar la situación del paciente para determinar cuál técnica es más adecuada.</p> <p>Considerar la disponibilidad de equipo, la formación del personal en el uso de tecnologías,</p>	<p>Mejorar la calidad en el tratamiento endodóntico.</p> <p>Disminución de complicaciones y aumento de la satisfacción del paciente a través de un enfoque más personalizado y preciso.</p>

Comparación de datos sobre accesos endodónticos

	Desviación	Tiempo de trabajo	Diferencia de angulación
Convencional	49mm ³	21.8minutos	19,2°
Guía Estática	9.8mm ³	11.3 minutos	4.8°
Guía Dinámica.	5,58 mm ³	4-7 minutos	



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La práctica odontológica se enfrenta día a día a tratamientos endodónticos con moderada y alta complejidad; cuyo resultado es favorable es aún un desafío para especialistas y odontólogos con experiencia.

La complejidad de un tratamiento endodóntico siempre estará sujeto a diferentes consideraciones como lo sugiere el protocolo y formulario de la American Association of Endodontists (AAE) sobre la evaluación de la dificultad de casos endodónticos, por tanto, el resultado y el pronóstico del tratamiento final se valorará con respecto a los factores inherentes del operador y entorno al órgano dentario a tratar.³⁰

Según un estudio de la American Dental Association (ADA), donde se consideraron más de 14 millones de dientes tratados endodónticamente, se obtuvieron resultados que muestran que el 77% de los tratamientos endodónticos son realizados por dentistas de práctica general, remitiendo solo un 23% a Endodoncistas.⁵⁷

La calcificación de conductos radiculares es considerada por la AAE como una condición de alta complejidad, el manejo de las calcificaciones va desde tratamientos convencionales a cirugía endodóntica y los casos donde es imposible tratar se derivan a exodoncia. Enfrentar este tipo de casos complejos es un desafío ya que en la búsqueda del acceso a los conductos se pueden provocar iatrogenias.³⁰

Entre las complicaciones más frecuentes en tratamientos endodónticos de dientes calcificados se encuentran la eliminación excesiva de dentina, alteración de la geometría radicular, perforación de la raíz, la separación de instrumentos y preparaciones inadecuadas.¹¹

Para llevar a cabo cualquier tratamiento endodóntico, es necesario el uso de radiografías como auxiliar en dicho proceso. Pese a ser una herramienta indispensable, la información que proporcionan las radiografías es limitada, por su capacidad de capturar bidimensionalmente las estructuras anatómicas.¹⁶

Con los avances científicos y tecnológicos actuales es posible realizar con mayor éxito tratamientos endodónticos de alta complejidad evitando muchas de las dificultades y limitaciones existentes. Es por eso que la presente tesis pretende describir y discutir las técnicas de acceso endodóntico guiado mediante una revisión de la literatura.

JUSTIFICACIÓN

La presente tesis busca el revisar y describir la endodoncia guiada como técnica alternativa que facilite al clínico la localización y el acceso a conductos radiculares calcificados, dando así un mejor pronóstico en tratamientos de alta complejidad.

El uso de nuevas tecnologías como lo son la CBCT, el escáner intraoral e impresión 2D permiten tener una gama de alternativas que facilitan el trabajo del operador.

LA CBCT en el campo endodóntico tiene diversos beneficios ya que muestra las estructuras anatómicas en tres dimensiones a diferencia de las radiografías.

Por medio de la CBCT no solo observamos la anatomía radicular, sino que también podemos apreciar la entrada y morfología de los sistemas de conductos, la presencia o ausencia de lesiones, fracturas, tratamientos endodónticos fallidos y reabsorciones.

Por tanto, con el uso de la endodoncia guiada se pretende tener un mejor manejo y precisión al momento de instrumentar, evitando así iatrogenias como la separación de instrumentos, la perforación radicular por la búsqueda de conductos o transportación de estos.

Con la guía impresa y con la guía dinámica se intenta preservar la estructura dentaria que se perdería con la técnica convencional. Siendo esta última más invasiva por la limitación de imágenes radiográficas que por sus dimensiones nos llevan al desconocimiento exacto de la anatomía radicular.

Por ende, el uso de guías estáticas y dinámicas combinadas con las tecnologías de una tomografía, escáner, sensores e impresiones en 3D, posibilitará el tener un enfoque efectivo, preciso y seguro de cada paciente, mejorando el pronóstico final. La información recabada en la siguiente tesis alienta el uso de estas herramientas innovadoras a la práctica odontológica, al mismo tiempo que pretenden mejorar la experiencia y los resultados de pacientes y operadores.

Ampliar los conocimientos odontológicos sobre endodoncia y los resultados de la CBC, revoluciona la forma en la que los especialistas planifican y realizan los procedimientos, permitiendo una visión clara del resultado final antes de iniciar el tratamiento, aunque inicialmente pueda tener una implicación en un mayor costo, a largo plazo este es menor, puesto que las tecnologías reducen el número de iatrogenias y retratamientos. Dichos beneficios podrían favorecer también a odontólogos de practica general elevando el estándar de atención a los pacientes.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar una revisión de la literatura sobre el acceso endodóntico guiado digital.

Objetivos Específicos

- Revisar técnicas de acceso endodóntico guiado
- Describir las técnicas de acceso endodóntico guiado
- Brindar conocimiento general sobre accesos endodónticos.
- Buscar información actual acerca de accesos endodónticos guiados.
- Seleccionar artículos científicos de investigación que contengan información sobre guías estáticas y dinámicas para acceder a conductos radiculares.
- Indagar las técnicas para realizar las guías dinámicas y estáticas.
- Recopila información sobre tratamientos de conductos radiculares, acceso endodóntico y tratamientos de alta complejidad.

MARCO METODOLÓGICO

Modelo General del Estudio. Descriptivo

Tipo de estudio. Observacional y Transversal

Muestra. Artículos de investigación científica cuyo contenido sea el procedimiento para realizar accesos endodónticos guiados.

Análisis de Datos. Clasificación de la información

Metodología

Planificación. Establecimiento del tema de investigación, así como la formulación de objetivos precisos.

Búsqueda Bibliográfica. Realización de una indagación exhaustiva en bases de datos con validez científica

Evaluación. Análisis crítico de la calidad de los estudios que serán seleccionados y los datos a obtener para su clasificación.

Síntesis. Combinación de los hallazgos en una narrativa coherente que resuma el estado actual del conocimiento sobre el tema.

Criterios de Selección

Criterios de inclusión. Artículos de investigación científica que incluyan información sobre la realización de accesos endodónticos guiados estáticos y dinámicos. Considerando los años de publicación desde el año 2015 a la actualidad.

Para complementar la información teórica se incluyeron libros de texto sobre endodoncia y artículos con temática de tratamientos de alta complejidad en endodoncia.

Criterios de eliminación. Artículos de investigación científica que no incluyan información sobre la realización de accesos endodónticos guiados estáticos y dinámicos, así como artículos cuya información no sea referente a tratamientos de conductos, alta complejidad y tecnologías auxiliares en estos tratamientos.

Criterios de exclusión. Artículos de investigación científica cuya información sea sobre microcirugía endodóntica, accesos para cirugía periapical, endopostes e Implantes.

Estrategia de Búsqueda.

Para llevar a cabo el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura, se emplearon métodos como la observación, análisis e interpretación. La ejecución de la investigación consistió en la revisión de la literatura buscando información a través de un escrutinio exhaustivo y sistemático de los libros de endodoncia y artículos académicos en bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Elsevier, Springer Link y Google Scholar. Los artículos y textos de libros tienen como punto de referencia para la selección los criterios de inclusión, eliminación y exclusión.

Palabras Clave de Búsqueda. CBCT, TC, Tomografía, Guías quirúrgicas, Acceso endodóntico, Endodoncia guiada, Acceso dinámico, Acceso estático, Guías endodónticas, Tratamientos de alta complejidad, Calcificación de conductos.

Consideraciones Bioéticas

Al ser una revisión de la literatura, el presente trabajo se considera sin riesgo por tanto esta tesis no se someterá al comité de ética de la Facultad de Odontología de la UAEMéx.

Análisis Estadístico

No aplica debido a que únicamente se hará una revisión sistematizada.

DISCUSIÓN

La endodoncia guiada es una técnica que ha cambiado el paradigma de la endodoncia actual, un aspecto a resaltar es el uso de la odontología digital como complemento para facilitar el trabajo de especialistas y odontólogos generales, respetando el concepto de mínima invasión.

Cómo se mencionó en el planteamiento del problema, los odontólogos generales tratan en un 77% casos que deberían de ser referidos a especialistas. Si bien lo ideal sería la remisión a personal capacitado, se debe considerar el uso de herramientas tecnológicas como una opción para una mejor praxis de odontólogos generales o estudiantes dirigidos por especialistas.⁵⁷

Uno de los mayores retos de la endodoncia es el manejar casos de alta complejidad. La dificultad de estos casos, complica desde la apertura del acceso endodóntico.⁷

La Asociación Americana de Endodoncia en su glosario de términos endodónticos establece una definición para el acceso endodóntico, pero es hasta el año 2010 que Clark y Khademi sentaron las bases del concepto de mínima invasión, que tiene como objetivo el preservar la mayor cantidad de tejido para evitar la fractura.

Con la llegada de la terminología de accesos mínimamente invasivos se han propuesto modificaciones del diseño tradicional, así mismo en un artículo de la Asociación Mexicana de Endodoncia se describe una nomenclatura que es importante considerar. Por otra Parte, Silva et al. En 2022 en lista una clasificación de accesos tradicionales, conservadores y ultraconservadores que dependen del porcentaje de remoción de dentina.^{27,28}

Con los datos anteriores las nuevas investigaciones y propuestas que se realicen a futuro deben unificar y modificar lo ya establecido para tener un concepto de acceso endodóntico mínimamente invasivo más claro y que sea aplicable a los casos que se presenten.

Se debe considerar que entre más pequeña es la cavidad de acceso más complicado es tratar endodónticamente un conducto, y es en este rubro que entran también los conductos calcificados o parcialmente calcificados. Para poder realizar un tratamiento en dientes con conductos calcificados o con los principios EMI se tiene que manejar el suficiente conocimiento sobre la anatomía interna del órgano dentario considerando también las leyes y principios de Krasner y Rancow.^{56,57}

Como bien se sabe la calcificación de conductos está relacionada con el trauma dental, ortodoncia, edad fisiológica entre otras causas, es detectada por exámenes de rutina o por pigmentación amarilla denominada metamorfosis cálcica, aparte de la calcificación corono apical, el engrosamiento de las fibras colágenas puede actuar como foco activo de la calcificación pulpar como menciona Bastos en su investigación de 2018 y es citado en Del Pozo 2020.^{58,4}

Andreasen establece que la calcificación radicular se desarrolla con mayor frecuencia en órganos dentarios que sufrieron concusión y subluxación de estas el 3% de casos de concusión fueron en dientes con raíces inmaduras y 7% en raíces totalmente formadas y en dientes con subluxación fue en un 11% y 8% respectivamente a la condición de la raíz.³³

Algunos estudios de Zhender y Connert 2017 arrojan que la frecuencia de fallas en endodoncia en dientes con conductos calcificados es del 20% y en incisivos mandibulares puede llegar a ser hasta de un 71%. La precisión en la localización de los conductos es crucial para evitar perforaciones que representan aproximadamente el 75% de las iatrogenias en estos casos.⁸

Los avances en las tecnologías de imagenología como la tomografía, permiten a los clínicos evaluar con mayor detalle la configuración interna de los órganos dentarios, de esta forma podemos prever la complejidad de cada caso clínico, para poder planificar tratamientos más personalizados y con mayor exactitud.¹³

Todos los artículos revisados coinciden que el flujo digital con CBCT, tiene que ser con una ventana de 5x5, tomando como principio que entre más pequeña la ventana

del tomógrafo se tendrá una mejor resolución que permitirá una buena planificación.¹³

Según estudios recientes la utilización de guías quirúrgicas y de navegación dinámica para accesos endodónticos de alta complejidad han demostrado una clara ventaja en precisión comparada con técnicas de mano alzada.

Como información previa a la exactitud de la endodoncia guiada algunos autores refieren el estudio de Giacomino 2018 sobre microcirugía usando guías impresas en el que se menciona que en tratamientos de osteotomía a mano alzada las desviaciones del acceso inicial son de 3mm en el 22% de los casos en comparación a la microcirugía con uso de guías 3D.⁴⁷

Un estudio realizado por Connert et al. 2019 se observó que el tratamiento convencional para acceso endodóntico resulto en una pérdida de tejido de 49mm³, mientras que el uso de guías redujo la perdida a 9.8mm³, mostrando una diferencia marcada en cuanto a la conservación de estructura dental, y el acceso con técnica convencional fue 10/24 (41%) órganos dentarios vs un 22/24 con la técnica guiada.⁵⁹

Además de esto el tiempo operatorio se redujo considerablemente de 21.8 minutos con la técnica convencional a 11.3 minutos con uso de guías estáticas, Diana et al. En su estudio del 2020 sugiere un promedio de 4 a 7 minutos de tiempo de trabajo por medio de la navegación dinámica, en comparación a la técnica convencional, lo que sugiere una mayor eficiencia en los tiempos de trabajo del operador.⁶⁰

Para el acceso guiado estático se debe seleccionar el tipo de fresa, para esto se han diseñado fresas como las Steco de 28mm y 1mm de diámetro, que además tienen casquillos especializados para insertar en la guía y evitar el desplazamiento de la fresa en otra angulación, dicha funda debe ser 0,1mm más grande del diámetro de la fresa.^{13,55}

Se ha modificado el tipo de fresa y adaptando algunas otras que pueden ser útiles para llevar a cabo el acceso por medio de la guía impresa, algunas son la Prostetic

Drill, que son fresas utilizadas para la colocación de endopostes. Las fresas Munce dyscovery, Fresas J vástago largo 0,12mm de diámetro.^{3,4,7}

Otro punto clave es la precisión en la anulación de la fresa al realizar el acceso, en técnica de mano alzada el promedio de la desviación angular es de 19.2° y con navegación dinámica la cifra se redujo a un margen de 4.8°, lo que reafirma la capacidad de acceder de una forma más exacta al sistema de conductos.⁷

Buchgreitz et al. Encontraron en una investigación ex vivo que la desviación media de las cavidades de acceso es inferior al umbral de 0.7mm definido por el radio de la fresa, Zenher y Connert también encontraron pequeñas desviaciones de 0,12 a 34mm en la punta de la fresa y una angulación media de 2 grados, así mismo el éxito de localización de los conductos fue de 41.7% vs un 91.7% de técnica convencional y con acceso guiado.⁶¹

Para los accesos con guía estática se han diseñado fresas para acceso como las Steco de 28mm y 1mm de diámetro.¹³

En 2023 Villa Machado recapitula lo dicho por Connert en 2019 y menciona que, en base a las evidencias existentes, la navegación dinámica tiene mayor eficiencia que la navegación estática, puesto que se tienen registrados canales no localizados en un 8.3% de los casos y teniendo presente la angulación media de 10.04 grados mientras que en la navegación dinámica la angulación media es de 5,858 grados.^{54,59}

En todos los artículos revisados se coincide que los sistemas para la aplicación de endodoncia guiada principalmente se utiliza los softwares de Navident y Blue Sky bio, en artículos aislados se hace mención de los sistemas X-guide System, LLC, Lansdale, 3 shape implant planner, este último trae las medidas de las fresas Steco.¹³

A pesar de los avances la endodoncia guiada tiene ciertas limitaciones que se tienen que tener presentes, una de las principales restricciones son la limitación en dientes

posteriores en el caso del uso de guías, y que solo se puede acceder a las partes rectas de las raíces, puesto que la morfología curva limita la aplicación.

Otra restricción importante es la calidad de imagen de la CBCT, una resolución de imagen deficiente puede afectar la precisión en la planificación operatoria y por tanto reducir la efectividad de la guía estática.⁸

La navegación dinámica tiene la capacidad de registrar los movimientos en tiempo real permitiendo una mayor flexibilidad y adaptabilidad en el procedimiento lo que supone una gran ventaja por encima del uso de guías.^{8,12}

CONCLUSIONES

La endodoncia, así como la odontología se ha ido innovando con el paso de los años, en esta era donde el flujo digital ha tomado relevancia, como odontólogos debemos actualizarnos y conocer las diferentes alternativas de tratamientos, así mismo conocer teóricamente en qué consisten los nuevos tratamientos y las modificaciones a lo ya establecido sin perder el criterio profesional y ético de que le conviene al paciente, tomando en cuenta el costo beneficio.

La endodoncia mínimamente invasiva también se debe considerar con un criterio clínico y profesional de acuerdo a cada caso, no siempre es posible rescatar la mayoría del tejido pericervical, y en ocasiones el mismo caso ya es de por sí complejo.

Es importante el reflexionar la utilidad y aplicaciones de las propuestas actuales de las nomenclaturas de accesos mínimamente invasivos que plantean algunos autores.

La endodoncia guiada es una gran alternativa para tratar diversos casos y sus implicaciones en retiro de endopostes y microcirugía es conocimiento que también se debe abordar con la respectiva responsabilidad que implican tratamientos complejos.

Las guías estáticas y la navegación dinámica tienen bastantes ventajas sobre de la técnica convencional y pese a que son tratamientos relativamente nuevos, en algunos años estarán cada vez más presentes. Puesto que entre sus implicaciones clínicas esta la atención más personalizada y precisa a pacientes reduciendo las iatrogenias, tiempo de trabajo, y costo considerando que con accesos convencionales posiblemente se requiera un tratamiento de conductos y qué este al fracasar derive en retratamiento.

En materia de investigación se podrían proponer auxiliares o alternativas que permitan el uso de las guías endodónticas impresas en sector posterior, el lograr modificarlas por la limitada apertura bucal de los pacientes sería ventajoso y una

ventana nueva a investigar más del tema, o para hacer estudios de caso enfocados en dientes posteriores.

Pese a que se dice que la navegación dinámica tiene menor respaldo por la literatura científica, los investigadores tienen una ventana abierta para tener la oportunidad de realizar más estudios de caso, que le den mayor respaldo a la teoría y reportes de caso existentes.

Ciertamente en la actualidad hay más endodoncistas que se interesan por la implementación de tecnologías en su práctica clínica, y al ser la endodoncia guiada una excelente alternativa para terapias endodónticas complejas, eventualmente habrá más información, estudios complementarios y adecuaciones que proporcionaran facilidades que dejaran algunos tratamientos convencionales obsoletos.

La navegación dinámica encuadra un panorama más favorecedor sobre de las guías estáticas en un futuro a corto plazo por la mayor precisión que muestra en los estudios que están publicados actualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. American Association Of Endodontist. Glossary Of Endodontic Terms. American Association Of Endodontist, 10 Ed. Chicago 2020.
2. Mahmoud T, Richard EW. Endodoncia Principios y Práctica. 4th Ed. España: Elsevier,2010.
3. Abarca J, Barraza C, Matamala P, Mazzey G, Monardes H. Endodoncia Guiada Para El manejo de canales obliterados, Reporte de caso. Int J Interdiscip. Dent. "021 Ago;14(2):187-190.
4. Del Pozo J, Quiroga M, Quiroga R. Endodoncia Guiada: Un nuevo Enfoque de Tratamiento Para Dientes Con Canales Parcialmente Calcificados. Canal Abierto. 2020;(41):22-6.
5. Soares I, Goldberg F, Frydman J. Endodoncia: Técnicas y Fundamentos. Buenos Aires, Argentina. Médica Panamericana; 2002.
6. Canalda SC, Brau E. Endodoncia Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 3rd. Ed. España: Elsevier Masson. 2014.
7. Contardo MS, Arias AM, Castro B RJ. Sistema De Navegación Dinámica Asistida Por Computadora Como Auxiliar En El Abordaje De Canales De Difícil Acceso Endodóntico. Canal Abierto. 2022;(45):12-8.
8. Connert T, Zhender MS, Weger R, Khul S, Krstol G. Microguided Endodontics: Accuracy Of Miniaturized Thechnique For Apically Extended Access Cavity Preparation In Anterior Teeth. J Endod. 2017;43(5):787-90.
9. Anderson J, Wealleans J, Ray J, Ray J. Endodontic Applications Of 3D Printing. Int Endod J. 23 Marzo De 2018;51(9):1005-18.
10. Zubizarreta Á, De Pedro A, Riad E, Águstin R, Mena J. Accuracy Of Computer-Aided Static Procedure For Endodontic Access Cavities: An In Vitro Study. J Clin Med. 2 De Enero De 2020;9(1):129.
11. Fernández KA, Espinoza XE. Endodoncia Guiada Como Alternativa Para El Manejo De Dientes Con Conductos Radiculares Calcificados: Una Revisión Integrativa De La Literatura. Res Soc Dev. 22 De Julio De 2021;10(9).
12. Ahmed S, Alomair A, Mohammed A, Albalder A, Asiri A, Alrashed T. Applications And Efficiency Of Dynamic System In Endodontics. A Review. Eur J Mol Amp Clin Med. 2022;9(7):3886-94.

13. Hernández S, Rosas C, Aravena P, Barría E, Maldonado J. Endodoncia Guiada Estática, Una Opción Para Obliteración Del Canal Pulpar. Serie De Casos. Int J Morphol. Diciembre De 2022; 40(6):1504-10.
14. Calzado A, Gelejins J. Tomografía Computarizada. Evolución, Principios Técnicos y Aplicaciones. Rev Fis Med. 30 De diciembre De 2010;11(3).
15. Campos A, Gómez De Ferraris ME. Histología y Embriología Bucodental. 3ra Ed. Madrid España: Panamericana Editorial;2003.
16. Chiego D. Principios De Histología Y Embriología Bucodental. 4ta Ed. Madrid España: Elsevier,2014.
17. Hargreaves KM, Berman H L. Cohen Vías De La Pulpa. 10a Ed. España: Elsevier,2014.
18. Beer R, Baumann M, Syngcuk K. Atlas De Endodoncia. España: Masson;1998.
19. Hess JA. The Use Of Pictures In The College German Class. Mod Lang J. 1917;1(8):463.
20. Krasner P, Rankow H. Anatomy Of The Pulp Chamber Floor. Br Dent J. Abril De 2004;196(8):463.
21. Reit C, Bergenholtz G, Horted-Bindsley P. Textbook Of Endodontology. 2ª Ed. Chichester, Inglaterra: Wiley-Blackwell;2013.
22. Okumura T. Anatomy Of The Root Canals. Journal Of American Dental Association, 1927, 14, 632-636.
23. Weine FS. Case Report: Three Canals In the Mesial Root Of a Mandibular First Molar J Endod.1982 Nov;8(11).
24. Vertucci FJ. Root Canal Anatomy Of the Human Permanent teeth. Oral Surg. Oral Med Oral Phatol. 1984; 58:589-99.
25. Hsu YY, Kim S. The Resected Root Surface. The Issue Of Canal Isthmuses. Dent Clin North Am. 1997;41(3) 28pp. 529-540.
26. Ingle J, Baklande L. Endodoncia. 4ta Ed. México: McGraw-Hill Interamericana 1998.
27. Silva EJNL, De-Deus G, Souza EM, et al. Present status and future directions Minimal endodontic access cavities. Int Endod J. 2022; 55(Suppl 3): 531-87.
28. Díaz M & Plascencia H. Postura AMECEE. Preparación de la cavidad acceso mínimamente invasivo. Mayo 2023.
29. American Association Of Endodontists. The Guide To Clinical Endodontics Terms. 6 Ed. Chicago 2012.

30. Ayala T, Roque W, Fuentes de Sermeño R. Tratamientos Endodónticos Regenerativos En Dientes Permanentes Jóvenes Con Necrosis Pulpar. Revisión Bibliográfica. Revista Minerva. 25 De Marzo De 2021;4(1):63-74.
31. Santiago E, Lao N, Castellanos I, Marzo R. Algunos Fundamentos De La Endodoncia Regenerativa Con Células Madre En El Diente Permanente Inmaduro No Vital. Medisan 2021; 25(2):470-488.
32. American Association Of Endodontists. Protocolo Y Formulario Sobre La Evaluación De La Dificultad De Casos Endodónticos. Chicago.
33. Guerrero J. Manejo De Conductos Calcificados. Reportaendo. Octubre 2015;2(1).
34. McCabe P, Dummer P. Pulp Canal Obliteration: An Endodontic Diagnosis And Treatment Challenge. Int Endod J. 2012;45(2):177-197.
35. Andreasen FM, Zhijie Y, Thomsen BL, Anderson PK, Occurrence Of Pulp Canal Obliteration After Luxation Injuries In The Permanent Dentition. Endodontics And Dental Traumatology 1978(3):103-15.
36. Espitia Ó, Mejía Y, Arguello H. Tomografía Computarizada: Proceso De Adquisición, Tecnología Y Estado Actual. Tecnura.1 2016;20(47):119-35.
37. Instituto Nacional De Imágenes Biomédicas Y Bioingeniería (NIBIB) <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/tomograf%C3%ADa-computarizada-tc>.
38. Kiljunen T, Kaasalainen T, Suomalainen A, Kortensniemi M, Dental Cone Beam CT: A Review, Physica Medica 2015;31(8):844-860.
39. Finlayson A, Epifanio R. La Tomografía Computarizada De Haz Cónico. Ustasalud. 1Jul 2008;7(2):125-31.
40. Arana E, Buitrago P, Benet F, Tobarra E. Tomografía Computerizada: Introducción A Las Aplicaciones Dentales. RCOE. 2006; 11(3): 311-322.
41. Loureiro M, Elias M, Capeletti L, Silva J, Siqueira P, Chaves G, Decurcio D. Guided Endodontics: Volume Of Dental Tissue Removed By Guided Access Cavity Preparation-An Ex Vivo Study. J Endod. 2020 Dec;46(12):1907-1912.
42. Duarte M, Blanco B. Tomografía Computarizada De Haz Cónico, Una Imagen Diagnóstica De Alta Resolución En Endodoncia. Ustasalud [Internet]. 12dic.2018;15:44-9.
43. Oviedo P, Hernández J. Tomografía Computarizada Cone Beam En Endodoncia. Revista Estomatológica Herediana. 2012;22(1):59-64.
44. Mouriño G R. Odontología Digital En La Clínica Diaria. Vol. Lxv. RAAO; 2021.

45. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral Scanners In Dentistry: A Review Of The Current Literature. BMC Oral Health. 2017 Dec 12;17(1):149.
46. Carbajal MN, Pérez L, Serrano J. Impresión 3D. ¿Cuál es el futuro de la odontología en la era digital? CyRS. 2024;6(1s):1–8.
47. Giacomino CM, Ray JJ, Wealleans JA. Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach To Anatomically Challenging Scenarios Using 3-Dimensional-Printed Guides And Trepine Burs-A Report Of 3 Cases. J Endod. 2018 Apr;44(4):671-677.
48. Dimitrova M, Vlahova A, Kalachev Y, Zlatev S, Kazakova R, Capodiferro S. Avances recientes en la impresión 3D de polímeros para su aplicación en prostodoncia. Polímeros. 2023; 15(23):4525.
49. Vásquez AF, Ochoa JR, Osorio D, Rodríguez HA. Polímeros para bases de prótesis dentales para fabricación analógica y digital: estudio comparativo de la resistencia a la flexión, módulo elástico y resistencia a la compresión de sus propiedades mecánicas. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 1 de febrero de 2021;33(1):6-16.
50. Rocha JC, Llanes EA, Peralta D, Pucha M. Caracterización mecánica a flexión de materiales compuestos con matriz fotopolimérica reforzados con fibras de abacá y cabuya mediante impresión 3D. Ingenius. 2019;(22):100–12.
51. impresoras3d.com. Guía Tipos de resina 3D para imprimir. 2021.<https://www.impresoras3d.com/guia-sobre-tipos-de-resinas-3d-para-imprimir/>
52. Lopez I. Resinas para impresoras 3D: Todo lo que debes saber. Sicnova. 2024. <https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/resinas-impresoras-3d/>.
53. Thomas C, Weiger R, Krastl G. "Present Status And Future Directions–Guided Endodontics." International Endodontic Journal 55 (2022): 995-1002.
54. Villa P. Gonzalez J. Restrepo F. The Role Of The CBCT And Guided Endodontics In Accessing A Calcified Maxillary Molar Using Computer -Assisted Dynamic Navigation: A Case Report, Journal Of The California Dental Association, 50:9, 551-555.
55. Instrucciones de uso StecoGuide [Internet]. Steco.de. Disponible en: https://steco.de/wp-content/uploads/2021/05/ES_IFU-StecoGuide-spain.pdf.
56. Leontiev W, Connert T, Weiger R, Krastl G, Magni E. Dynamic Navigation in Endodontics: Guided Access Cavity Preparation by Means of a Miniaturized Navigation System. J. Vis. Exp. (183).

57. Monardes H, Barrera S, Guzmán C. Asociación Entre La Complejidad Del Caso Endodóntico Y El Resultado Del Tratamiento. Canal Abierto Sociedad De Endodoncia De Chile. 2017; 36:36-42.
58. Bastos JV, Cortes M. Pulp canal obliteration after traumatic injuries in permanent teeth. scientific fact or fiction. Braz. oral res. 2018;32.
59. 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. 2019;45(3):327-331.
60. Jain S D, Saunders MW, Carrico CK, Jadhav A, Deeb JG, Myers GL. Dynamically navigated versus freehand access cavity preparation: a comparative study on substance loss using simulated calcified canals. Journal of endodontics, 2020;46(11), 1745-1751.
61. Buchgreitz J, Buchgreitz M, Mortensen D, Bjorndal L. Guided access cavity preparation using cone-beam computed tomography and optical surface scans an ex vivo study. Int Endod J. 2015;1-6.