



UNIVERSIDAD VILLA RICA

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

***Incidencias de conductos fusionados
en segundos molares mandibulares.***

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

NOMBRE: ANGEL PULIDO VIDAL

Asesor de tesis

C.D. María Krimilda Lezama Ricárdez

H. VERACRUZ, VER.

2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Quiero agradecer primeramente a DIOS que me prestó la fuerza, el conocimiento, en momentos de desvelo que ya no quería nada, siempre me otorgaste el impulso para salir adelante, la fuerza para no a desistir de mis metas; este es un gran logro en mi vida, en mi carrera, que espero entre muchos más, en donde DIOS siempre estará presente en mí.

A mis padres, que estuvieron en todo este proceso siempre a mi lado, jamás dudaron de mí, nunca tuve “no” de parte de ustedes, siempre presentes a mi lado, muchas gracias, padres, espero estén orgullosos de mí como yo lo estoy de ustedes.

Papá, cuánto recuerdo esas palabras que me dijiste hace casi 7 años, cuando previo a entrar a la universidad, *“que me iba a tirar a la mar e iba a ver lejos la tierra para poder salir”*, han sido 5 años de muchos sacrificios para ustedes, te quiero decir: “lo logramos papá” y quiero darte las gracias por todo tus sacrificios que hiciste para mí y lo que tuviste que dejar por darme lo mejor a mí, te amo.

Madre, que te diré que no sepas, eres la mejor madre que me pudo tocar, mil veces te elegiría a ti; lo logramos mamá, que supiste criar a un hombre de bien, aquí me tienes, espero me duren mil años más, te amo muchísimo.

Por último y no menos importante a mis asesores de tesis el Dr. Francisco Avalos y la dra. María Krimilda Lezama que primeramente aceptaron trabajar conmigo, por su paciencia y apoyo en este camino, solo quiero decirles gracias.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. METODOLOGIA.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS GENERALES	4
1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO	5
1.5 HIPÓTESIS	5
1.6. VARIABLES	5
1.7. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES.....	6
1.7.1. Definición conceptual:.....	6
1.7.2 Definición operacional:.....	7
1.8 TIPO DE ESTUDIO.....	8
1.9 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	8
1.10 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	9
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	10
2.1 HISTORIA DE LA ENDODONCIA.....	10
2.2 LA RADIOGRAFÍA EN ENDODONCIA.....	17
2.3 Radiovisiografía	20
2.4 CBCT	25
Aplicaciones del CBCT.....	25
2.5 INSTRUMENTACIÓN.....	26
2.5.1 Instrumentación manual.....	26
2.5.2 Instrumentación mecanizada.....	36
Limas de Endodoncia Rotatorias.....	36
1. Lighspeed	36
2. Wave One (Dentsply Maillefer)	36
Diferencias entre los sistemas Wave One y Wave One gold:.....	37

3. Easy Race (Reamer with Alternating Cutting Edges).....	37
4. GT / Profile (Great Tapers).....	38
5. Hyflex.....	38
6. Rotate (VDW).	39
2.6 METALURGIA DE LOS INSTRUMENTOS MECANIZADOS	41
2.7 IRRIGACIÓN.....	51
2.7.1 Tipos de los irrigantes	51
2.7.2 Solución Salina.....	52
2.7.3 Hipoclorito de sodio.....	52
2.7.4 Clorhexidina	54
2.7.5 Ácido etilen diaminotetraacético EDTA.....	54
2.7.6 Peróxido de hidrogeno	55
2.7.7 Activación con ultrasonido	55
2.7.8 Activación sónica.....	56
2.7.9 activación manual	56
2.8 MEDICACIÓN INTRA-CONDUCTO	57
Aplicaciones del hidróxido de calcio	58
2.9 OBTURACIÓN.....	59
2.10 HISTORIA DE MATERIALES DE OBTURACIÓN.....	64
2.11 Técnica de diafanización	73
2.12 Tratamiento de segundos molares mandibulares fusionados	74
2.13 Éxito y fracaso del tratamiento endodóntico	91
CAPITULO III	99
3.1. CONCLUSIONES	99
3.2. SUGERENCIAS	99
3.3 BiBLOGRAFÍA	100
3.4. ANEXOS	105

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos endodónticos pueden realizarse en diversos órganos dentales, los cuales tienen anatomías diversas que definen el proceder del tratamiento en cada uno. Para ello este trabajo se enfoca en la clasificación de molares conforme a sus raíces, sus conductos y su cámara pulpar. En los tratamientos endodónticos hay numerosos fracasos en los segundos molares mandibulares, derivado del desconocimiento de su morfología tan compleja. En esta investigación se recopilan los procesos más adecuados para su tratamiento, según diversos autores.

De igual manera se explica la resistencia de las limas, mencionando cuáles han demostrado ser las mejores, en eficacia y durabilidad para trabajar más conductos, el costo de ellas, etc. para facilitar y reducir los tiempos de trabajo, ya que es cansado para el paciente permanecer mucho tiempo con su boca abierta.

Existen varios métodos de irrigación y líquidos irrigantes, que si se usaran individualmente no llegarían al objetivo deseado, que es tratar de llegar a los lugares más recónditos de los conductos radiculares y así lograr una mayor desinfección, que no llegan por si solos; pero trabajando en conjunto cumplen dicho objetivo.

También mencionaré los métodos radiográficos que podemos utilizar, que serán de gran ayuda para lograr un buen tratamiento, de hecho, si no fuera por los recursos de imagenología, no podríamos hacer una correcta endodoncia o no estaríamos

seguros de que las puntas de gutapercha llegarán a la longitud instrumentada y compactas de una forma correcta.

Tenemos disponibles muchos materiales de relleno, demasiadas técnicas; pero en este trabajo se enfocó sobre los que han dado mejores resultados y facilitan el tratamiento endodóntico.

Por último, cabe mencionar los factores que determinan el éxito o fracaso de los tratamientos endodónticos, donde nos daremos cuenta de que nunca tenemos el 100% asegurado, ya que hay algunos factores para tomar en cuenta, que son: como comienza el proceso del diente, como va evolucionando y como termina después de la endodoncia.

CAPITULO I. METODOLOGIA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La importancia de este estudio es debido a las numerosas dificultades al momento de localizar los conductos por su anatomía, de la limpieza y desinfección, por su morfología y al momento de obturar por los materiales de obturación que se utilizan (gutapercha).

El presente trabajo pretende describir la morfología del sistema de conductos radiculares principalmente del 2º molar mandibular y las posibles variaciones que se pueden observar en estos molares así como las herramientas que pueden ser utilizadas para observar y describir la complejidad de su raíz y sus conductos, la importancia que el operador no deba confiar solo en la imagen bidimensional que nos proporciona la radiografía (RX) periapical, ya que en el plano tridimensional se puede apreciar muchas variables anatómicas de la misma manera; describiremos el uso del CBCT(tomografía computarizada de haz cónico) que proporciona información valiosa tridimensional para un manejo endodóntico más predecible.

La identificación de variaciones morfológicas menos frecuentes, como la existencia de molares maxilares y mandibulares con una sola raíz y un sólo sistema de conductos ha sido descrita en la literatura. Existe en la actualidad técnicas de

instrumentación e irrigación dirigidas a lograr una limpieza más completa descubriendo la importancia en el istmo del conducto radicular en premolares y molares

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las variantes anatómicas que se presentan en segundos molares inferiores representan dificultades en el procedimiento que pueden involucrar en el éxito y el fracaso del tratamiento, por esta razón es importante que el operador conozca con detalle la morfología interna de los conductos y las técnicas de limpieza y conformación que pueden ser utilizadas en estos casos.

1.3 OBJETIVOS GENERALES

Conocer las diferencias anatómicas que pueden presentar los segundos molares mandibulares y las variantes en el protocolo de instrumentación, limpieza y desinfección que se recomienda utilizar para llevar con mayor certeza al éxito del procedimiento endodóntico.

El éxito y el fracaso de una endodoncia, dependerá de la técnica que utilice el operador al momento conformar el conducto (la aleación y metalurgia de los instrumentos, la técnica (manual o rotatoria) el protocolo de irrigación que se utilice para desinfectar (hipoclorito, agua destilada, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) clorhexidina etc.) y la calidad y materiales utilizados en la obturación (los biomateriales que se utilicen).

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

El siguiente trabajo pretende dar a conocer las complicaciones para el tratamiento de un molar con raíces fusionadas y conductos fusionados, Para lograr una mayor efectividad al tratamiento es necesario: tener el conocimiento de la morfología y anatomía de este molar, para saber trabajarlo correctamente debemos de tener en cuenta los tipos de materiales que vamos a utilizar dentro de los conductos de este molar, también decidir qué tipo de instrumentos vamos a utilizar, así como equipos como localizador de ápice, motores eléctricos para instrumentación mecanizada, ultrasonidos entre otros, para lograr correctamente la endodoncia.

1.5 HIPÓTESIS

Los segundos molares mandibulares son los órganos dentales que presentan mayores incidencias de conductos radiculares fusionados.

1.6. VARIABLES

Variable dependiente

Conductos radiculares fusionados

Variable independiente

Segundos molares mandibulares

1.7. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

1.7.1. Definición conceptual:

Variable dependiente : Conductos radiculares fusionados

“Porción de la raíz que contiene tejido pulpar y está rodeada por dentina”
(Mosby.2009,pp 141)

En endodoncia es más factible encontrar raíces fusionadas que presentan conductos en forma de C, Este tipo de conductos tienen una amplia variación de anastomosis, redes y comunicaciones irregulares, que pueden interferir en la obturación tridimensional de los conductos radiculares, por lo que se hace más laborioso el tratamiento. (Vazquez D, Hetch P, Martínez ME,2012)

Variable independiente : Segundo molar inferior

Es un diente birradicular y sus raíces están descritas de una manera que son: mesial y otra en distal, la diferencia que tienen con el primero es que éste las tiene un poco más cerradas y además solo tiene cuatro cúspides, las otras características son semejantes a la del primer molar inferior.

Corona: Está estructurada por cuatro lóbulos de crecimiento que dan origen a las cuatro cúspides, dos son vestibulares una mesial y la otra distal, recordando que las cúspides mesiales son mayores que las distales, las otras dos cúspides son las linguales y al igual que en vestibular, una es mesial y la otra distal.

Raíz: Normalmente Tiene dos cuerpos radiculares ligeramente unidos y aplanados, están muy bien cementados en el alveólo y por lo mismo de estar ligeramente unidos atrapan, la cresta ósea interproximal.

Caras proximales: Son de forma trapezoidal, por lo que presentan muy buena superficie y facilitan todo tipo de manipulaciones odontológicas, tomando muy en cuenta que la cara distal es más convexa que la mesial y la mesial es de mayor superficie que la distal.(Mejia A, Ballinas A ,Ramos PC, Guitierrez A , Ledesma C, 2012, repositorio. Unicach)

1.7.2 Definición operacional:

Variable dependiente: Conductos radiculares fusionados

Los molares con raíces fusionadas presentan una menor área de superficie radicular comparada con las raíces divergentes; por consecuencia, tiene una mayor susceptibilidad a presentar movilidad y a una proporción corona-raíz desfavorable.

morfología radicular es un factor que debe tomarse en cuenta al realizar un diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento, ya que la fusión o convergencia radicular en molares periodontalmente afectados puede manifestar movilidad dental, así como comprometer la relación corona-raíz. El número, longitud, forma y extensión de las raíces de molares contribuye a su anclaje en hueso y son factores importantes para determinar el pronóstico y plan de tratamiento de un diente.(Bustos RBP,Flores OJC, Fayad HS,2013)

Variable independiente: Segundos molares mandibulares

En el segundo molar mandibular, la vista lingual radiográfica revelará: una gran cámara pulpar con raíces mesial y distal cada una al parecer con un solo conducto. La raíz mesial presenta un 10% de las veces, curvatura mesial y un 7% curva en bayoneta. También presenta detalles morfológicos no visibles en la radiografía, como raíz mesial y distal con uno o dos conductos, curvatura lingual en dirección mesio-vestibular y curvatura en forma de S en

dirección mesio-lingual. La gran curvatura vestibular del conducto palatino requiere gran cuidado durante la exploración e instrumentación.(Rivas,2013)

Tiene dos raíces localizadas mesiodistalmente y tres conductos radiculares Sin embargo, se reporta una alta prevalencia de conductos en forma de C en poblaciones asiáticas (10-44.5%) y esta varía según la raza Además, en segundos molares de población asiática con dos raíces, la configuración más común es Vertuccis tipo IV en la raíz mesial y tipo I en la distal (48). Cuando se considera realizar resección apical en estas variaciones, se debe evaluar cuidadosamente para localizar la totalidad del sistema de conductos radiculares. La posición del foramen es distal. El segundo molar está más cerca de la tabla cortical lingual que de la vestibular. La presencia de la línea oblicua externa con un hueso laminar compacto, hace que se deba determinar entre cirugía perirradicular, reimplantación intencional o extracción.(Cardona J, Fernández R,2015)

1.8 TIPO DE ESTUDIO

- . Descriptivo
- . Bibliográfico

1.9 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La falta de habilidades y conocimiento al tratar las dificultades anatómicas en este tipo de molares tiende a generar fracasos frecuentes complicándose más al no contar con el equipo y los instrumentos adecuados.

Numerosas investigaciones han buscado alternativas para tratar estas complicaciones con diversas técnicas, apoyándose en RX(Radiografía) y actualmente con el uso del CONE BEAM (tomografía computarizada de haz cónico)

Para dar una mayor predicción al trabajo a realizar y lograr disminuir la pérdida de órganos dentales; sabemos que no desaparecen los riesgos, pero con el uso de estos instrumentos de diagnóstico lograr disminuir las probabilidades de fracaso.

1.10 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- El tiempo y espacios clínicos para realizar estudios comparativos a largo plazo.
- No contamos con equipo tomográfico que nos permita establecer con mayor precisión la anatomía interna de los conductos en los molares motivo del estudio.
- No se cuenta con los recursos económicos para enviar a un gabinete a múltiples pacientes, solo con la intención de observar la anatomía de sus conductos.
- Dificultad para que los pacientes por decisión personal y con sus propios recursos, realicen los estudios necesarios con fines de investigación.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 HISTORIA DE LA ENDODONCIA

Antecedentes históricos de la endodoncia

La endodoncia es denominada terapia de los conductos radiculares o patodoncia, a finales del siglo XIX; el término endodoncia, deriva del griego *endo*, dentro y *odontos*, diente, lo que significa, proceso de trabajo dentro del diente. El Dr. *Harry B. Johnston*, de Atlanta, Georgia, fue el primer profesional que limitó su ejercicio a la endodoncia y favoreció el término.

En 1943, se forma la organización *American Association of Endodontists*. La Asociación Dental Americana reconoció a la endodoncia como especialidad en 1963

- **ÉPOCA DEL EMPIRISMO** (Siglo 1-1910)

En el año 3000 a.C. se conoce en Grecia al primer dentista conocido: Hesi-Re quien se autoproclamo como "el más grande de los médicos que tratan los dientes". Estudios radiográficos de diferentes cráneos de momias, permiten ver que las enfermedades bucales más frecuentes era la caries, parodontopatías avanzadas,

abscesos periapicales y abrasión severa. Realizaban la trepanación ósea periapical para drenar abscesos.; para alivio de la pulpitis recomendaban usar una pasta de comino, incienso y cebolla por partes iguales. Desde el siglo primero ha sido practicada la endodoncia; Arquígenes describió por primera vez un tratamiento para la pulpitis: extirpando la pulpa para conservar el diente.

Teotihuacanos

En México, antes a la conquista , la práctica de la medicina y la odontología fue una combinación de magia, superstición y hechicería, ejercida por un médico también era sacerdote, mago o experto botánico. Evidencia de la era Teotihuacana (siglos II-IX D.C.), destaca un fresco mural en un edificio de Tepantitla, un fragmento de este mural muestra a un curandero que sostiene un cuchillo de pedernal en su mano izquierda, para limar los dientes de otro sujeto, y al mismo tiempo recitando u orando

En excavaciones recientes se encontraron dos maxilares ;con dientes a los que se han cavitado y perdieron sus obturaciones; se conserva colocada una incrustación de pirita y dos cavidades obturadas con un material no identificado, que debió introducirse en estado plástico y se solidificó .

Mayas

Ya padecían las caries dentales y la presencia de sarro lo que hace pensar en una dieta desbalanceada, relativamente blanda, rica en carbohidratos y pobre en proteínas.

Antes del período clásico existían entre los mayas, personas que se dedicaban al trabajo dental, haciendo mención a que sacaban los gusanos de los dientes o sacaban los mismos dientes.

Los mayas iniciaron el arte de la incrustación dental por motivos ornamentales.

En la Playa de los Muertos, Honduras, se encontró un fragmento de mandíbula de origen maya, aproximadamente del siglo VII, con tres piezas talladas en concha de caracol insertadas en los alveolos de dientes incisivos. La radiografía muestra tejido óseo de neoformación alrededor del implante, lo que demuestra que fue colocado en vida de la persona. (Bronstein M, Escribano MF, 2019, Digital UNC)

Otros antecedentes

1757, *Bourdet*, dentista de Luis XV de Francia, empleaba el oro laminado para rellenar la cavidad pulpar, y Edward Hudson en 1809, cirujano dentista de Filadelfia, introdujo esta técnica en los Estados Unidos.

1836, *Shearjashub Spooner*, preconizaba el arsénico para la desvitalización de la pulpa.

1844, Horace Wells, descubre la propiedad anestésica del protóxido de azoe (óxido nitroso) sometiéndose a una extracción dental sin dolor.

1838, *Edwin Maynard*, de Washington D.C, con una cuerda de reloj, construye el primer instrumento endodóntico.

1864, *S. C. Barnum*, emplea por primera vez el dique de hule y Delous Palmer en 1882, presenta un conjunto de grapas metálicas para todos los dientes.

1867, *G.A. Bowman* en, utiliza por primera vez los conos de gutapercha para la obturación de los conductos radiculares. Magitot sugiere el uso de una corriente eléctrica para pruebas de vitalidad de la pulpa.

1876, *Adolfo Witzel*, emplea el fenol sobre la pulpa remanente, iniciando los proceso de pulpotomía.

1890, Miller evidencia la presencia de bacterias en el conducto radicular y su etiología en las afecciones pulpares y periapicales, iniciándose la era germicida en la historia de la endodoncia.

1891, *Otto Walkhoff* , emplea del p-monoclorofenol iniciando el uso de medicamentos mas potentes, pero también los más irritantes.

1892, *Schreier* , emplea una mezcla de sodio y potasio como auxiliar en el ensanchamiento y la limpieza de los conductos radiculares. Con el mismo propósito Callahan recomendó el ácido sulfúrico al 30% en 1894.

En 1898 *Gysi*. Recomienda la pasta Trío a base de formaldehído .

Onderdonk en 1901, sugiere el examen bacteriológico del conducto radicular antes de su obturación.

En 1904, *Buckley* emplea el tricresol formol o formocresol como control químico de los productos gaseosos de descomposición pulpar y como desinfectante eficiente para el tratamiento de los dientes despulpados.

En 1895, se presenta un gran avance con el descubrimiento de los rayos X por *Roetgen* y su empleo por *C. Edmund Kells* en 1899, para comprobar si el conducto radicular había sido bien obturado. Sus radiografías eran conseguidas con un tiempo de 5 a 10 minutos de exposición y necesitaban de media a una hora para ser reveladas. Murió en 1928 de cáncer, provocado por sus precoces experimentaciones con rayos X. (Bronstein M, Escribano MF, 2019, Digital UNC)

En 1908, Meyer L. Rhein, médico y dentista de Nueva York implemento una técnica para determinar la longitud radicular y el nivel de la obturación.

En 1910 William Hunter critica la mala odontología que se practicaba, diciendo que ella era responsable de los focos de infección o "sepsis bucal" .Con estas críticas, se iniciaba la segunda época en la historia de la endodoncia: (Rivas R, 2008, Iztacala)

- **ÉPOCA DE LA INFECCIÓN FOCAL Y LOCALIZACIÓN ELECTIVA (1910-1928)**

William Hunter, consideraba que los dientes con infección eran los responsables de situaciones infecciosas crónicas en el resto del organismo; ello hacía que tanto médicos como odontólogos tuvieran la idea que: diente con infección diente a extraer y estaba basado en la teoría de Miller que demostró la existencia de microorganismos en el interior de los conductos radiculares y se confundían enfermedades periapicales con enfermedades periodontales. Quizás de esa época provenga el título de “sacamuelas” con el cual nos nombran a los odontólogos. (Bronstein M, Escribano MF, 2019,Digital UNC)

En esta época, la comunidad odontológica en relación a la endodoncia se dividió en tres grupos:

- a) Radicales: indicaban la extracción de pieza dentaria.
- b) Conservadores: Realizan tratamientos endodónticos, buscando obtener mejores resultados.
- c) Investigadores: procuran mejorar las técnicas empleadas. M, Escribano MF, 2019,Digital UNC

El trabajo de los investigadores y los conservadores permite resurgir la Endodoncia como disciplina en Odontología. Los investigadores mostraron una moderación en el uso de métodos antibacterianos enérgicos, basándose en principios biológicos.

Wallkhoff sustituye el p-monoclorofenol por p- monoclorofenol alcanforado. Coolidge resalta las propiedades irritantes del eugenol. Herman introduce el uso del Hidróxido de Calcio. Rickert recomienda el uso de un sellador con el cono de gutapercha. Lentulo desarrolla un espiral para llevar cementos y pastas dentro del canal. (Bronstein M, Escribano MF, 2019,Digital UNC)

- **ÉPOCA DEL RESURGIMIENTO ENDODÓNTICO (1928-1936)**

Para la realización de una buena endodoncia se demostró la necesidad de los rayos X, disminuyendo las lesiones periapicales de los dientes afectados. También se produjeron una serie de pruebas bacteriológicas e histopatológicas, en las que se enfrentaron resultados de bacteriólogos e históricos.

Fish y Mac Lean, demostraron que las bacterias en el ápice del alveolo dentario (bacteriemia transitoria), eran llevadas desde las bolsas periodontales hacia aquellas regiones;, así como cuando los vasos se rompían durante la extracción del diente. Con ello, la teoría de la infección focal pudo ser desterrada.

En esta época se recomendó obturar hasta la unión dentinocementaria, esterilizar los instrumentos. También se indicó el uso del hipoclorito de sodio como irrigante. (Bronstein M, Escribano MF, 2019,Digital UNC)

- **ÉPOCA DE LA AFIRMACIÓN DE LA ENDODONCIA (1936-1940)**

Fish en 1939, estudió y definió cuatro zonas, que son:

La zona de infección: donde se encontraba el área central de bacterias rodeadas por leucocitos neutrófilos polimorfonucleares. Sede de los microorganismos.

- 2) La zona de contaminación: Donde no encontró microorganismos, pero si sus toxinas causando destrucción celular. Observó presencia de linfocitos y piocitos.
- 3) La zona de irritación: No presenta microorganismos, pero sus toxinas se encontraban más diluidas (lisis ósea alrededor de la lesión para impedir su avance). Caracterizada por la presencia de osteoclastos, histiocitos y activa fagocitosis
- 4) La zona de estimulación: Caracterizada por la presencia de fibroblastos y osteoblastos. Las toxinas muy diluidas que estimulan la regeneración ósea, produce una barrera biológica por estimulación de los fibroblastos.

Esta información la aplicó a los dientes despulpados y obtuvo las siguientes conclusiones:

- El foco de infección estaba localizado en el interior del conducto.

- Las zonas de defensa orgánica se encontraban en la zona periapical (región sagrada por su poder de auto reparación). Por ello, una vez eliminada la infección del interior del conducto, se frenará la consecuencia en el área periapical. También observó que en función de la virulencia y número de bacterias aparecían procesos agudos o crónicos. (Bronstein M, Escribano MF, 2019, Digital UNC)

- Las alteraciones periapicales son el resultado del desequilibrio de tres factores que se interrelacionan. (Bronstein M, Escribano MF, 2019, Digital UNC)

- **ÉPOCA DE LA SIMPLIFICACIÓN ENDODÓNTICA (1940-1990)**

En este período se produce la estandarización de los instrumentos. La industria Kerr Manufacturing fue la primera en construir estos nuevos instrumentos, que fueron conocidos como instrumentos tipo K.

La fabricación de las limas endodónticas se originaba de la torsión de una asta piramidal de acero de carbono; después de 1961 fue sustituido por el acero inoxidable. En 1963 la Asociación Dental Americana reconoce a la endodoncia como especialidad.

Se perfeccionan y simplifican las técnicas. Schilder (1974), introduce un nuevo concepto de preparación de los conductos, caracterizándolo con dos palabras: Cleaning and Shaping (Limpiado y conformación del conducto radicular). Se introduce el uso del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como sustancia quelante. (Bronstein M, Escribano MF, 2019)

- **ETAPA CONTEMPORÁNEA O TECNOLÓGICA (1990-2014)**

Se considera que es el periodo de los sistemas rotatorios de níquel - titanio, de los motores de endodoncia, de sistemas de irrigación e irrigantes, de distintos sistemas de obturación, de diferentes selladores, etc. Avances que en los últimos tiempos han contribuido al desarrollo una endodoncia más ágil, basados siempre en una concepción altamente biológica. (Bronstein M, Escribano MF, 2019)

2.2 LA RADIOGRAFÍA EN ENDODONCIA

- **Imagen radiográfica**

La imagen radiográfica es una sombra, representando un objeto bidimensionalmente. Para obtener la mayor utilidad de una radiografía, el clínico debe restaurar mentalmente la imagen tridimensional, a partir de una o más imágenes bidimensionales. Hay varios parámetros que contribuyen a incrementar la claridad de la imagen, como son la nitidez y la resolución

La nitidez mide la calidad con que se producen en la radiografía los detalles mínimos de un objeto, y la resolución de la imagen mide la visualización de objetos relativamente pequeños situados muy juntos.

Para la toma de radiografías es necesario tener en cuenta la ley del inverso del cuadrado, la cual consiste en que la intensidad de un haz de rayos X es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente y el punto donde se mide. Al aumentar la distancia entre la fuente y el objeto disminuye la borrosidad de la imagen y se eleva la nitidez, y al disminuir la distancia entre el objeto y la película aumenta la claridad de la imagen

La finalidad del tratamiento endodóntico depende de muchos factores, en particular, del diagnóstico pulpar, de la condición periapical, de la anatomía del conducto radicular, de la preparación y de la obturación del conducto. El uso de la radiografía periapical antes, durante y después del tratamiento es esencial; deben llevar un orden, de tal forma que los detalles anatómicos, la longitud del conducto, la calidad de la obturación y la patología ósea y dental se puedan monitorear e identificar.

Las radiografías no son el método diagnóstico de la patología pulpar, sino uno auxiliar de la prueba complementaria y de especial interés para el diagnóstico en la patología periapical. Por lo tanto, no se puede realizar un diagnóstico de certeza exclusivamente con las radiografías. Sin embargo, éstas son un factor elemental e indispensable en la terapéutica de los conductos radiculares.

Antes de obtener un diagnóstico radiológico, hay que ser muy exigente con la técnica, con el revelado y desechar cualquier película en la que haya dudas sobre su elaboración. La mala técnica de realización conduce a un diagnóstico erróneo y a veces a una serie de tratamientos mal indicados. Un mal revelado no permite observar todas las estructuras o no es posible observarlas de manera clara; las radiografías y otras imágenes diagnósticas forman sólo una parte del proceso

Éticamente no es aconsejable hacer radiografías sin seguir criterios de selección, por ello, los procedimientos radiográficos deben estar precedidos por una historia clínica y una exploración clínica cuidadosa en todos los pacientes. Un medio eficaz para reducir la exposición innecesaria del paciente a la radiación ionizante, consiste en evitar la repetición innecesaria de radiografías. Las radiografías previas tienen un gran valor, ya que al efectuar la comparación de radiografías antiguas con imágenes nuevas se pueden evaluar los cambios a lo largo de un intervalo de tiempo específico; ésta información sobre la progresión de una característica radiológica permite diferenciar las entidades patológicas y los estados anormales.

- **Historia**

Wihelm Konrad Roentgen en noviembre de 1895 descubre estos rayos catódicos y tan solo 14 días después fueron aplicados en odontología, obteniendo la primera radiografía dental de su propia boca. En 1899, Kells usaba las radiografías para medir la longitud de los dientes durante la terapéutica de conductos radiculares. Un año después, en 1900, el doctor Weston A. Price sugirió que las radiografías se utilizaran para verificar la calidad de las obturaciones de los conductos radiculares. A Price también se le atribuye el desarrollo de la técnica de ángulo de bisección, en tanto que Kells describió lo que en la actualidad se llama técnica de paralelismo, que difundió el doctor Gordon Fitzgerald 40 años después.

Los rayos X se utilizan en endodoncia para:

1. Facilitar el diagnóstico de las alteraciones de los tejidos duros de los dientes y los tejidos periapicales.
2. Valorar la ubicación, forma, tamaño y dirección de las raíces y conductos radiculares.

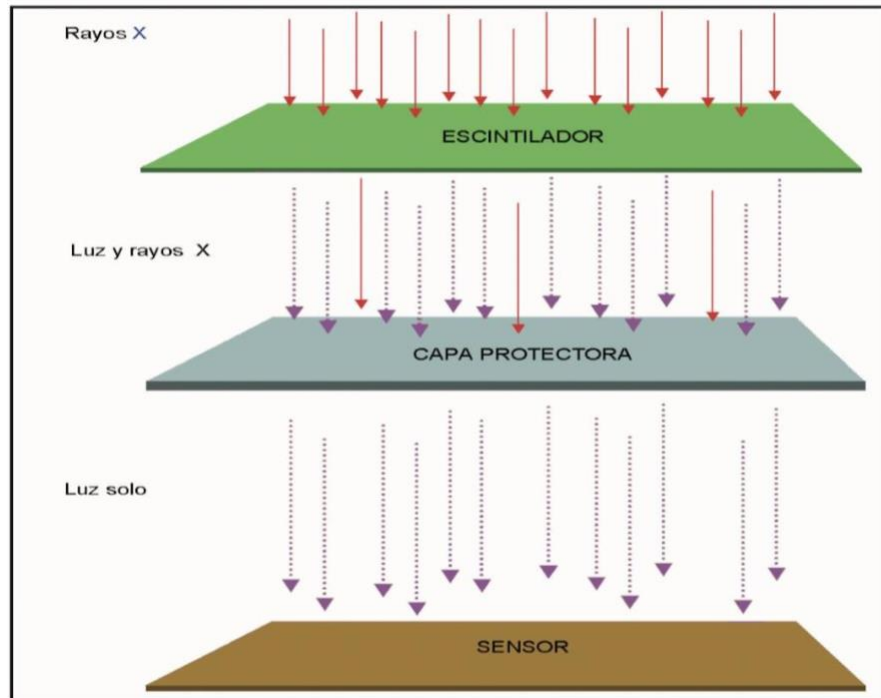
3. Calcular la longitud de trabajo antes de la instrumentación de la zona apical del conducto (o confirmarla si se utilizan detectores electrónicos del ápice).
4. Localizar conductos difíciles o revelar la presencia de conductos no sospechados al examinar la ubicación de un instrumento en un conducto.
5. Facilitar la localización de la pulpa que se ha calcificado coronal o radicularmente.
6. Establecer la posición relativa de las estructuras en posición vestibulolingual y mesiodistal.
7. Confirmar la posición y adaptación del cono principal de obturación (condensación lateral).
8. Facilitar y valorar la obturación final del conducto radicular.
9. Facilitar la localización de cuerpos extraños metálicos (lima fracturada, fragmento de amalgama, postes intrarradiculares).
10. Encontrar una raíz en cirugía radicular.
11. Examinar la eliminación de fragmentos de diente o exceso de material de obturación antes de suturar en cirugía.
12. Valorar el éxito o el fracaso en el largo plazo del tratamiento endodóntico.

Por lo común, las radiografías necesarias en el tratamiento endodóntico son las de diagnóstico, conductometría, conometría y control inmediato. El control tardío puede variar según la patología pulpoperiapical tratada. (Mendez C, Ordoñez AF. 2008, biblat. Unam)

2.3 Radiovisiografía

Realiza las Funciones con sensores fotosensibles similares a los de las cámaras fotográficas digitales. Puesto que estos sensores se estimulan con luz y se deteriorarían al ser expuestos a rayos X, el receptor o captador de estos sistemas consta de otros dos componentes, además del sensor (Figura 1). La primera capa, el escintilador, se encarga de transformar los rayos X en luz. Una pequeña cantidad

de radiación atraviesa el escintilador sin ser convertida en luz, por lo que una segunda capa compuesta por fibra óptica u otros materiales evita la penetración de los rayos X hasta el sensor y por tanto su deterioro.



(Figura 1) Estructura de un captor de Rx digital directa (Barbieri, et al.2006)

Tipos de radiología digital

Hay actualmente dos tecnologías diferentes en radiología digital. Para evitar el uso de nombres comerciales emplearemos los siguientes términos: radiología digital directa (RDD) y radiología digital indirecta (RDI).

Radiología digital directa

Se ocupa como receptor de rayos X un captador rígido habitualmente conectado a un cable a través del cual la información captada por el receptor es enviada al

ordenador. Se designa directa porque, a la inversa de la indirecta, no requiere ningún tipo de escaneado tras la exposición a los rayos X, sino que el propio sistema realiza automáticamente el proceso informático y la elaboración de la imagen

El sensor está estructurado por celdillas o píxeles fotosensibles capaces de almacenar fotones, y que convierten la señal luminosa que reciben en una señal eléctrica de intensidad proporcional. Esta señal eléctrica es enviada a un conversor analógico digital o DAC que, como su propio nombre indica, transforma la señal analógica (eléctrica) en una digital (basada en un código binario). De tal modo, la señal luminosa que recibe cada píxel del sensor será convertida en un valor formado por ceros y unos, y este valor será interpretado como un determinado nivel de gris. La unión de todos los puntos grises correspondientes a los distintos píxeles produce finalmente una imagen.

Radiología digital indirecta

Ocupa placas de aspecto similar a las películas radiográficas convencionales pero compuestas por una emulsión cristalina de fluorohaluro de bario enriquecido con Europio. Esta emulsión es sensible a la radiación. Los rayos X provocan la excitación y liberación de un electrón del Europio, que es captado por una vacante halógena del fósforo de almacenamiento. Las vacantes electrónicas y los electrones captados se recombinan y causan luminiscencia, convirtiendo los rayos X en energía latente almacenada. Un láser de helio-néon estimula la luminiscencia de la placa, liberando los electrones atrapados, que se recombinan con las vacantes del Europio. La energía, en forma de luz, es captada por un tubo fotomultiplicador y transformada en señal eléctrica. Finalmente, la señal resultante es convertida en digital mediante un conversor analógico-digital.

Características técnicas

En la Actualidad existen tres tipos de sensores empleados en RDD:

- CCD (charge-couple device).
- CMOS-APS (complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor). — Super CMOS.

Estos sensores tienen distintas características y propiedades y, por tanto, confieren diferentes prestaciones al sistema de RDD. Los CCD tienen una mayor sensibilidad a la luz y proporcionan imágenes de más calidad, pero tienen también un coste más elevado. Los CMOS-APS son externamente idénticos a los CCD pero utilizan una nueva tecnología en píxeles (APS). Ofrecen las siguientes ventajas sobre los CCD:

- Reducen 100 veces los requisitos del sistema para procesar la imagen.
- Mejora la fiabilidad y la vida media de los sensores.
- Capacidad de transmisión en cada una de las celdas. Esto evita el efecto de «blooming» o de contaminación entre píxeles vecinos cuando hay situaciones de sobreexposición
- Permite mejores opciones de interpolación de la imagen.
- fáciles de interconectar a nuevos sistemas que los CCD.

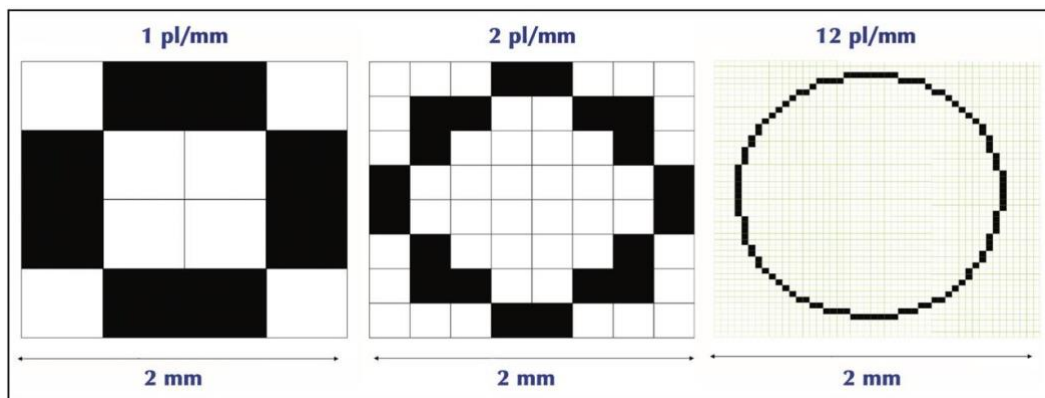
Por otra parte tienen también algunas desventajas:

- Son menos sensibles y de menor calidad, pero al ser fáciles de fabricar son más baratos.
- Son muy sensibles al ruido de imagen, tienen poca sensibilidad.
- El área activa de estos sensores es más pequeña

Por último, el Super CMOS es una evolución del CMOS que según sus fabricantes ofrece una resolución superior.

La resolución espacial, medida en pares de líneas/ mm, representa la fidelidad de la imagen en cuanto a su capacidad para mostrar detalles más pequeños (Figura 2).

Las placas radiológicas convencionales tienen una resolución superior a 20 pl/mm. Algunos sistemas de RDD alcanzan esta resolución, mientras que los de RDI pueden llegar a 12,5 pl/mm, como en el caso de Digora, que anteriormente era de 6-8 pl/ mm. Todo esto adquiere valor al compararlo con la capacidad que tiene el ojo humano para distinguir pares de líneas, llegando el mismo a una resolución de 8-10 pl/mm.



(Figura 2) representación de distintas resoluciones (Barbieri, et al. 2006)

Rx Digital vs convencional

Ventajas

- . Reducción de dosis de exposición
- . Eliminación de procesado químico
- . Obtención rápida de la imagen
- . Reutilización
- . Almacenamiento
- . Tratamiento de imagen

Desventajas

- . Costo económico
- . Manipulación cuidadosa
- . No valor jurídico
- . "Control de la infección"
- . Resolución inferior (Barbieri G, Flores J, Escribano M, Discepoli M, 2006, Scielo.isciii)

2.4 CBCT

El CBCT (Tomografía computarizada de haz cónico) es una exploración radiográfica que facilita imágenes en 3D con menos radiación que un TAC convencional, la cual es de gran utilidad en el diagnóstico de las patologías dentales y es casi imprescindible para poder dar un pronóstico acertado en las endodoncias.

Aplicaciones del CBCT

Permite un diagnóstico más preciso y por lo tanto un pronóstico más seguro. El profesional puede valorar mejor las causas de las patologías existentes y así establecer la técnica más adecuada para cada tratamiento. Las exploraciones se realizan sin que el paciente tenga que ponerse en posición horizontal y demora solo uno o dos minutos en realizar toda la exploración. Luego es interpretada y valorada por el especialista,

Detecta todas las variaciones morfológicas de los dientes y tejidos circundantes como el hueso, las estructuras de los nervios, etc.; igualmente ayuda a detectar todo tipo de lesiones que afectan al hueso como quistes, granulomas, fracturas, etc.

Es un método demasiado efectivo para determinar un fracaso en endodoncia, ya que permite ver si se han tratado todos los conductos y la longitud a la que llega la obturación, permitiendo valorar el caso y poder dar un pronóstico mucho más exacto. Sus aplicaciones también incluyen: planificar tratamientos de ortodoncia, planificación quirúrgica de dientes implantados, implantes dentales y cirugía reconstructiva; diagnosticar trastornos de la articulación temporomandibular y para evaluar la mandíbula, los senos paranasales, la cavidad nasal y los canales nerviosos.

Ventajas frente al uso de radiografías dentales regulares u otras exploraciones:

- Una muy buena calidad de imagen
- El escaneo crea imágenes desde muchos ángulos, que pueden ser manipuladas digitalmente, esto permite una evaluación más completa
- Indoloro y no invasivo
- Escaneos de alta precisión que proporcionan más detalles que los rayos X convencionales
- Imágenes del tejido blando y del hueso simultáneamente
- No queda radiación en el cuerpo del paciente después de la prueba
- No debe haber efectos secundarios inmediatos.(Lopez J, 2020, TOPDOCTORS, ESPAÑA)

2.5 INSTRUMENTACIÓN

2.5.1 Instrumentación manual

Schilder denominó el concepto de que los sistemas de conductos radiculares se deben limpiar y preparar: limpiar de remanentes orgánicos y preparar para recibir una obturación hermética tridimensional en todo el espacio del conducto. La preparación biomecánica del conducto radicular es el conjunto de procedimientos

clínicos que tienen como objetivo la limpieza, desinfección y conformación del conducto radicular.

La preparación biomecánica consiste en tratar de obtener un acceso directo y franco a la unión cemento – dentina – conducto, llamada límite C.D.C., para una completa desinfección o para recibir una fácil y perfecta obturación, o para ambas cosas.

Así obtenemos los conceptos básicos sobre la limpieza del conducto que es la remoción de todos los contenidos del sistema de los canales radiculares antes de la conformación y durante la misma, sabiendo que la conformación es la construcción de una forma cavitaria específica con cinco principios mecánicos

- Acceso.- Realizar un acceso apropiado.
- Conformación apical.- Consiste en limpiar el foramen apical natural y debe tener la forma de un embudo.
- Conformación del cuerpo.- Una conformación ideal es la continua conicidad que debe adecuarse a la estructura radicular externa.
- Conicidad convergente hacia el ápex.- La combinación de los cinco principios mecánicos describen una preparación cónica.
- Luz del foramen.- Conformar la luz del foramen, asegurando la preservación de la anatomía apical y dejando un foramen limpio.(Alvarez J, 2017, ResearchGate)

INSTRUMENTOS MANUALES.

Es fundamental en una preparación biomecánica del conducto radicular el correcto empleo de los instrumentos manuales, como las limas que pueden ser tipo K, o tipo Hedstrom y los ensanchadores.

Las limas tipo K y los ensanchadores fueron desarrollados a principios de siglo, los cuales están fabricados con alambre de acero al carbono o acero inoxidable pasado

por una matriz de tres o cuatro lados, ahusada y piramidal. La parte matrizada es retorcida para formar series de espirales en lo que será el extremo operativo del instrumento.

Un alambre retorcido de modo tal que produzca menos de un cuarto a menos de un décimo de espiral por milímetro de longitud, según el tamaño, produce un instrumento que tendrá de 0.80 a 0.28 estrías de corte por milímetro del extremo de trabajo, se lo denomina ensanchador. Los ensanchadores se emplean para agrandar los conductos radiculares mediante movimientos de corte circular. Ejercen su acción cuando se les inserta dentro del conducto, se les hace describir un cuarto de vuelta en sentido horario para trabar sus hojas cortantes en la dentina, y se les retira. El corte se hace durante la retracción y el proceso se repite, penetrando cada vez más profundamente en el conducto. Al llegar a la longitud de trabajo se utiliza el instrumento del tamaño que sigue y así sucesivamente. Las limas pueden usarse como ensanchador, pero estos no funcionan bien como limas; sus hojas están demasiado separadas para raspar.

Un alambre retorcido para producir de un cuarto a media espira por milímetro de longitud produce un instrumento con 1.97 a 0.88 estrías cortantes por milímetro del extremo de trabajo, esto se denomina lima. Las limas tipo k se accionan en forma manual, con espirales apretadas, dispuestas de tal manera que el corte ocurre tanto al tirar de ellas como al empujarlas. Se usan para agrandar los conductos radiculares por acción cortante o por acción abrasiva. Las limas tipo k de diámetro pequeño precurvadas también se utilizan para explorar los conductos, para colocar cemento sellador (girando el instrumento en sentido contrario a las agujas del reloj) y en algunas técnicas de obturación. La sensación táctil de un instrumento endodóntico trabado en las paredes del conducto puede obtenerse pellizcando un dedo índice entre el pulgar el dedo medio de la mano opuesta y haciendo girar entonces el dedo extendido. Su sección transversal es típicamente cuadrada.

Las limas tipo Hedstrom se fabrican por desgaste mecánico de las estrías de la lima, en el vástago metálico del extremo cortante del instrumento para formar una serie de conos superpuestos de tamaño sucesivamente mayor, desde la punta hacia el mango. El ángulo helicoidal de los instrumentos habituales tipo h se acerca a 90° o sea aproximadamente perpendicular al eje central. Las limas tipo Hedstrom son instrumentos metálicos cónicos y con punta, accionados a mano o mecánicamente con bordes cortantes en forma de espiral dispuestos de manera tal que el corte ocurre principalmente al tirar del instrumento. Se utilizan para agrandar los conductos radiculares. Es imposible ensanchar o taladrar con este instrumento. El intento de hacerlo trabaría las hojas en la dentina y al continuar la acción de taladrar fracturaría el instrumento. Las limas Hedstrom cortan en un solo sentido, el de retracción, debido a la inclinación positiva del diseño de sus estrías. Debido a su fragilidad intrínseca, las limas Hedstrom no deben utilizarse con acción de torsión

Las limas y ensanchadores no se fracturan a menos que tengan un defecto de fabricación o si el instrumento se deforme o se fuerce más allá de su límite, esto es, que se rote sobre su eje una vez enganchados sus filos en la dentina. Una vez que el instrumento sufra una deformación no volverá a trabajar sino que seguirá deformándose hasta su fractura. Por lo tanto, un instrumento deformado debe ser descartado.

- **Preparación biomecánica de los conductos radiculares**

TÉCNICAS CLASICAS O APICO CORONAL.

Así conociendo los diferentes tipos de instrumentos manuales, sus beneficios y correcto uso, debemos conocer la manera correcta en que debemos emplearlo, la

cual se resume en dos técnicas mayormente empleada por los profesionales en Endodoncia como son la Técnica Corono Apical y la Técnica Ápico Coronal.

La técnica clásica o Ápico Coronal consiste en la preparación más coronal del conducto como condición previa a la instrumentación apical.

TÉCNICA CONVENCIONAL.

Existen varias técnicas Ápico Coronal, una de ellas muy usada es la Técnica Estándar o llamada también convencional, tradicional o seriada, la cual consiste en la utilización de las limas con calibres cada vez mayores que van trabajando todos a la misma longitud de trabajo. Esta indicado su uso en conductos rectos y amplios. El instrumental más recomendable en esta técnica son los escariadores y las Limas Hedstrom, que deben de estar calibradas en la misma longitud de trabajo, debemos recordar que entre instrumento e instrumento se debe irrigar ya sea con suero fisiológico o Hipoclorito de Sodio.

Las desventajas de la técnica convencional son las siguientes: Instrumentos entran forzados en la conductometría; facilita la formación de escalones o de perforaciones; introducción de bacterias desde coronario hasta apical; conducto casi paralelo y forma transversal redondeada; preparación coronaria pobre sin dar conicidad y desbridamiento adecuado del conducto; puede debilitar en exceso el tercio cervical por ensanchamiento desmedido. (Alvarez J, 2017, ResearchGate)

TÉCNICA ESCALONADA.

Existe otra técnica Ápico Coronal que se emplea es la Técnica Escalonada o también llamada Técnica retrograda, piramidal, telescópica o de Step Back. La finalidad de esta técnica es el de preservar la posición y la forma original del

conducto apical y también el de ensanchar la posición apical de los conductos radiculares atrésicos y acentuadamente curvos, por lo menos hasta el instrumento No 25, considerado de flexibilidad óptima si es utilizado en orden secuencial a partir de la Lima Inicial Apical LIA, por lo general sería del No 08 a 10. También nos ayuda a dilatar de forma secuencial el conducto radicular con retrocesos escalonados progresivos de 1 mm, para atribuirle una conformación cónica de apical hacia cervical.

Si tomamos como ejemplo un incisivo lateral superior, con una longitud de trabajo calculada en 22 mm., la preparación escalonada se realiza en dos etapas:

La primer etapa que es la Preparación apical, la cual después de identificar la Lima Inicial Apical, LIA el cual es el primer instrumento que en la longitud de trabajo encontró resistencia en las paredes dentinarias a nivel apical se inicia la preparación biomecánica, utilizando una lima de 22 mm., de esta manera se lleva la lima tipo K número 15 al interior del conducto radicular, se la somete varias veces a movimientos de discreta rotación y limado, se retira, se la limpia en un trozo de gasa y se lleva de nuevo al conducto para otra serie de movimiento hasta que abra el espacio correspondiente a su diámetro y quede suelta. La finalidad de esta instrumentación es abrir y preparar espacio para el siguiente instrumento, de diámetro inmediatamente superior. Con el conducto inundado con la solución irrigadora, se introduce Lima K número 20, también con tope de 22 mm., y se lo somete a una serie de movimientos de limado con discreta rotación, se retira, se limpia y se aplica de nuevo hasta que quede suelto. Esta secuencia continúa hasta la Lima K número 25, 30 y hasta 35, según el diámetro del conducto. Luego consideraremos La Lima K número 25, como el último a ser utilizado en la preparación apical, y pasa a ser denominado Lima Maestra Apical, LMA. Es conveniente destacar que el instrumento memoria no está preestablecido, sino que está regulado por las condiciones anatómicas del conducto radicular. De esta manera, la elección del instrumento memoria tienen lugar en el momento exacto en

que el instrumento siguiente de la serie utilizada no penetra en toda la extensión de la longitud de trabajo y siempre que forzando veamos que se va a producir una deformación. Así, que la Lima Maestra Apical, LMA, pasa a ser el anterior y como ya dijimos, podrá ser una Lima K de número 25, 30 y hasta 35, de acuerdo con el diámetro del conducto radicular que se está tratando.

La Segunda etapa la Preparación escalonada propiamente dicha, aquí a partir de esta preparación apical, que tienen por principal objetivo la confección de una batiente apical, con el conducto radicular inundado con la solución irrigadora, seleccionada biológicamente, las próximas Limas K, serán llevados al conducto, una a continuación de la otra, con disminuciones de 1 mm., para cada aumento de diámetro, es decir, para la Lima de número siguiente de la serie, en un incisivo lateral del ejemplo anterior, el N° 30 de 21 mm., o 35 de 20 mm., o 40 de 19 mm., y el N° 45, lima final, de 18 mm.. Durante esta preparación el instrumento memoria deberá retornar al conducto, después del uso de cada instrumento de mayor calibre, siempre dentro de la longitud de trabajo, con el objeto de retirar virutas de dentina y otros residuos orgánicos que podrían ser compactados en la porción apical preparada con anterioridad y principalmente para uniformar las paredes dentinarias. La técnica, recibe el nombre de Step Back, ya que como mencionamos en cada aumento de calibre, se disminuye 1mm la longitud del instrumento; logrando una morfología cónica, disminuyendo la deformación del conducto. En caso de un conducto demasiado curvo, se recomienda usar instrumentos de calibres intermedios, y retrocesos de 0.5mm.

Esta técnica escalonada posee algunas ventajas con respecto a la anteriormente descrita :

Permite más capacidad de limpieza del conducto, manteniendo la forma original del conducto radicular. Facilita la penetración en mayor profundidad de la solución irrigadora en el conducto radicular. Mantiene la posición y forma original del foramen apical. Facilita la aplicación tópica de medicamentos usados entre sesiones, así

como la obturación del conducto radicular; mejora la conicidad, mayor limpieza. Promueve el alisamiento de las paredes dentinarias. Facilita las maniobras de desobturación de los conductos radiculares cuando sea necesario; evita la formación de escalones con el uso de instrumentos de mayor calibre. (Alvarez J, 2017, ResearchGate)

TÉCNICA EN LLAMA o (TÉCNICA TELESCÓPICA MODIFICADA).

La Técnica en llama, consiste en el uso de instrumentos cada vez mayores, que van adaptándose cada vez más lejos del límite cemento-dentinario. Esta técnica en llama es una modificación de la Técnica Telescópica.

La Lima Apical Maestra LAM debe ser mayor a 25mm y el conducto debe ser ampliado hasta el calibre donde el operador tenga resistencia. En tal momento, se comienza el retroceso.

Esta técnica es indicada en conductos muy finos, conductos curvos y con buen acceso al tercio apical y el instrumental que se necesitará son Limas K Flexibles y fresas Gates Glidden y consiste en dos fases; en la primera fase se procede normalmente a realizar una correcta exploración, luego realizamos la conductometría con instrumentos Limas K Flexibles hasta la Lima Apical Maestra LAM la cual será nuestra longitud de trabajo.

En la segunda fase, después de obtener nuestra longitud de trabajo en la Lima Apical Maestra, el número que se instrumentó en apical, restarle 1mm por cada instrumento de mayor calibre, a medida que se instrumente más hacia coronal, de modo que quedaría de la siguiente manera: Restar 1mm a la Lima n°45, y repasar con n°40 si LAM fue 40. Restar 2mm a la Lima n°50, y repasar con n°40 si LAM fue

40. Restar 3mm a la Lima n°55, y repasar con n°40 si LAM fue 40. Restar 4mm a la Lima n°60, y repasar con n°40 si LAM fue 40.

LIMADO ANTICURVATURA.

Existe dentro de la técnica Ápico Coronal , el limado anticurvatura o también llamado de Desgastes compensatorios, el cual consiste en ensanchar la zona media de los conductos curvos, mediante limado circunferencial. Tiene el riesgo de poder perforarse y poder provocar transporte apical. La preparación del conducto es en sentido corono – apical, ensanchando el orificio de entrada del conducto y el tercio coronal antes de la preparación tercio medio y apical.

La aplicación de este concepto aporta varias ventajas:

Logra un acceso más recto a la porción apical del conducto debido a una disminución de la curvatura inicial y al ángulo de entrada de los instrumentos, lo que evita un trabado de los instrumentos a nivel coronal y proporciona al operador un mejor control sobre los mismos, consiguiendo una preparación biomecánica y aumentando la percepción táctil de los instrumentos cuando se enganchan en el tercio apical del conducto.

Elimina constricciones dentinarias a nivel cervical, permitiendo el acceso recto al tercio medio y apical del conducto; ello facilita la preparación del tercio apical de forma más rápida, segura y eficaz ya que no existe contacto del instrumento con las paredes del conducto a nivel de los dos tercios coronales y sólo contacta en el tercio apical.

Menor incidencia de transporte apical, proporcionando una preparación más cónica, que reduce la aparición de errores iatrogénicos.

Hay menos probabilidad de cambiar la longitud de trabajo durante la preparación del tercio apical ya que se ha eliminado la curva antes de establecer dicha longitud. Pesce y Cols pudieron demostrar que se conserva la longitud de trabajo verificando la longitud de trabajo antes y después del ensanchamiento coronal en molares y comprobaron que existía disminución de la misma. De este modo, queda bastante claro que la conductometría debe realizarse después de haber preparado los tercios cervical y medio.

Disminuye la presión hidrostática que los instrumentos producen apicalmente en el conducto. Se reduce mucho la extrusión de contaminantes a través del foramen apical. Permite una mejor irrigación, La solución irrigantes puede acceder a zonas apicales, facilitando y mejorando el flujo en conductos curvos.

Mejora la acción de las limas sónicas y ultrasónicas ya que se pueden mover con más facilidad dentro del conducto radicular.

Mejora la adaptación del cono principal de gutapercha. También mejora la introducción del espaciador así como los procedimientos de obturación independientemente de la técnica empleada.

Reduce la posibilidad de fractura de los instrumentos manuales y reduce el tiempo de la preparación biomecánica y la fatiga del profesional. (Alvarez J, 2017, ResearchGate)

2.5.2 Instrumentación mecanizada

Ante las necesidades odontológicas, la tecnología ha apoyado al profesional creándose las limas de endodoncia rotatorias o mecanizadas para ayudar a preparar el conducto radicular de una manera más cómoda y práctica.

La endodoncia moderna no sólo cuenta con limas rotatorias como instrumental mecanizado, sino con una gran variedad de aparatología para facilitar el tratamiento endodóntico, como son los motores de endodoncia, localizadores de ápices, entre otros.

Limas de Endodoncia Rotatorias

Las limas rotatorias pueden ser de rotación continua o recíproca.

1. Lightspeed.

Limas con punta no cortante en la mayoría de tamaños.

2. Wave One (Dentsply Maillefer).

Estas limas dan forma a los conductos radiculares mediante un movimiento de vaivén (movimiento asimétrico recíproco), lo que quiere decir que cambian continuamente su dirección de rotación durante el procedimiento de conformación con un ángulo de giro grande en la dirección de corte y un ángulo más pequeño en dirección inversa (para progresar a lo largo del trayecto del canal, respetando la anatomía de la raíz). Son de un solo uso para respetar el nuevo estándar de protección. Se dividen en tres variedades:

- La lima WaveOneTM PRIMARY (025 .08) está diseñada para preparar completamente la mayoría de los conductos radiculares.
- La lima WaveOneTM SMALL (021 .06) se utiliza para seguir avanzando en sustitución de la lima K 010, o podemos incluir los

incisivos inferiores, los conductos MBII de los molares superiores y/o los conductos con curvaturas apicales.

- La lima WaveOne™ LARGE (040 .08) será utilizada en sustitución de la lima K 020 si alcanza la longitud esperada o podemos incluir los incisivos superiores, los premolares con un conducto único y algunos molares con conductos de mayor diámetro.

Posteriormente a las limas Wave One, se diseñó el sistema Wave One Gold en 2015, con un 70% más de flexibilidad que el sistema primario y proporcionando una mayor seguridad de preparación del canal. Las limas están disponibles en tres longitudes clásicas: 21, 25 y 31 mm y tienen un mango corto de 11 mm para mejorar el acceso a los dientes posteriores. Además, acorta en un 23% el tiempo de preparación del conducto, y reduce aún más la fatiga clínica.

Diferencias entre los sistemas Wave One y Wave One gold:

- El sistema Wave One esta hecho en M-wire y el nuevo Wave One Gold tiene un tratamiento térmico posterior a su fabricación, obteniendo una nueva aleación, denominada GOLD.
- El sistema Wave One tiene una sección triangular convexa pura de D9 a D16 y modificada de D1 a D8, en cambio el sistema Wave One Gold, presenta una sección de paralelogramo con aristas a 85°.

3. Easy Race (Reamer with Alternating Cutting Edges).

Ensanchador con bordes cortantes alternados.

- Punta inactiva, que asegura una buena guía y un buen centrado.
- Sección transversal triangular. Permite una mejor penetración y corte.

- Sección transversal cuadrada en las limas de pequeño calibre (15-.02 y 20-.02).
- Con sistema "Safety Memo Disc (SMD)" que facilita contar el número de utilizaciones de cada instrumento. Presenta 8 pétalos que se van descartando a medida que se va instrumentando. Una vez eliminados todos los pétalos descarte la lima.
- Se dividen en dos grupos: PreRaCe y RaCe.

4. GT / Profile (Great Tapers)

- Poseen una conicidad mayor que los instrumentos ISO.
- Son fabricadas en níquel titanio
- Las manuales tienen sección triangular y cortan en giro antihorario y las rotatorias sección en "triple-U" permitiendo el arrastre de partículas y a su vez, se mantienen centradas en el conducto.
- Tienen la punta inactiva y están disponibles en las longitudes de 17, 21, 25 y 30 mm.
- Disponibles dos set de limas: el set estándar y el set de limas accesorias. El estándar se usa en la mayoría de los casos pues gran parte de los conductos miden aproximadamente en diámetro apical unos 0,20 mm. Y las accesorias solo se utilizan en pocos casos.

5. Hyflex.

Las mejores limas para conductos estrechos. Las limas HyFlex se fabrican utilizando un proceso muy riguroso en el que la fase cristalográfica transita de austenita a martensita a temperatura ambiente. Se dividen en cuatro sistemas:

- Hyflex EDM. Según la situación clínica, el uso de las limas HyFlex EDM se reduce a 2-3 limas, especialmente en los canales rectos y más grandes. Todas las limas de NiTi HyFlex EDM se pueden utilizar a 400rpm y con un torque de hasta 2,5Ncm (25 mNm), a excepción de las limas Glidepath, que se pueden utilizar a 300 rpm y con un par de apriete de hasta 1,8 Ncm (18 mNm).
- Hyflex EDM / CM. Para los canales con curvatura media, se recomienda una combinación de limas HyFlex EDM y HyFlex CM (500 rpm; 2,5 Ncm (25 mNm)).
- Hyflex CM. La técnica de longitud única, en la que se utilizan todas las limas, excepto la Orifice Opener corta, hasta la longitud de trabajo, permite la preparación precisa y anatómicamente exacta con las limas HyFlex CM. De nuevo, se pueden utilizar todas las limas excepto la Orifice Opener hasta la longitud de trabajo (500 rpm; 2,5 Ncm (25 mNm)).
- Hyflex GPF (Glidepath). Las HyFlex GPF están diseñadas para la navegación y establecimiento de ruta de trabajo en el conducto, garantizando un conformado óptimo de la trayectoria de acceso gracias a su memoria controlada. Se caracterizan por su excelente durabilidad y resistencia a la rotura.

6. Rotate (VDW).

Son unas limas de NiTi térmico para el conducto radicular que gracias a su sistema eficaz y fácil de usar consiguen adaptarse a todas las fisiologías del paciente desde las más sencillas hasta las más complejas.

Principales ventajas:

- Proporcionan una mayor seguridad a sus pacientes: la combinación de metales unido al nuevo tratamiento térmico Niti, ha conseguido hacer limas más flexibles y reducir el riesgo de rotura.

- Tiene una mayor eficacia de corte: la sección en S crea más espacio asegurando así una mayor eficacia en eliminación del detrito.
- Más flexibilidad para poder respetar mejor la anatomía del conducto.
- Hay diferentes gamas de limas que se adaptan a cada tipo de anatomía y secuencia.
- La curva de aprendizaje es corta debido a la posibilidad de utilizar las limas en movimiento de picoteo o cepillado, así como a la a la sensación táctil que transmiten. (Dentalix, deposito online,2022)

El motor de endodoncia

Estos motores fueron proyectados para su uso a través de movimientos rotatorios en sentido horario, utilizando motores eléctricos que ofrecen velocidad constante sin oscilación entre 150-600 rpm. Algunos ofrecen también un control automático de torque, lo que representa una drástica importancia ya que cuando el instrumento es asociado en sentido horario y por alguna razón alcanza su límite de resistencia, este instrumento para automáticamente. En chos de los motores actuales este movimiento rotatorio es invertido en sentido antihorario, cuando se alcanza el torque preestablecido lo que va a permitir al instrumento salir del conducto radicular con normalidad. Algunos aparatos presentan dispositivos que permiten controlar el torque, de preferencia automático, que varía de 0,1 a 10 Nw por centímetro. Las diferentes marcas o casas comerciales del sistema rotatorio correspondiente suelen ofrecer su propio motor, algunos de ellos portátiles y con batería recargable, que facilita y disminuye la contaminación acústica, su transporte y almacenaje, algunos de ellos como:

1. Motor NSK.
2. TCM Endo (Nouvag, Suiza).
3. EndoPro (Driller, Brasil).

4. EndoPlus (Driller, Brasil).
 5. Quantec E Endodontic System
 6. Tri Auto ZX 8Morita, Japon).
 7. Tulsa Dental (Dentsply).
 - 8 AnaliticSybron, EEUU).
- (Moradas Estrada M, 2017, SciELO)

2.6 METALURGIA DE LOS INSTRUMENTOS MECANIZADOS

Metalúrgica de la aleación de níquel titanio

La aleación de níquel titanio es una aleación intermetálica equiatómica, cuya mezcla se compone de níquel en proporción de 55% y titanio en proporción de 45%. Si hay alguna variación en estas proporciones de metales, se afectarán las temperaturas de variación de transición de fase, generando que sus características de superelasticidad y control de memoria de forma también se vean afectadas, siendo estas características las más relevantes en la aplicación médico-odontólogo

Si en la aleación níquel-titanio se presenta una composición donde el níquel es de mayor porcentaje, se afectará la temperatura de transición de fase, teniendo como resultado que la aleación no sea estable a baja temperatura. Frenzel y Cols. realizaron un estudio donde evalúan las propiedades de aleaciones de níquel titanio, con desviaciones en su composición; entre sus conclusiones mencionan que las propiedades de la aleación dependen del procesamiento de la misma; a su vez destacan la importancia de los niveles de pureza de la aleación, y el efecto en las fases de transformación cuando no se cuida su metalúrgica.

Lo anteriormente dicho afirma que el proceso metalúrgico juega un papel importante ya que las propiedades mecánicas de la aleación se ven influenciadas

por su procesamiento, la obtención de una aleación de níquel titanio se realiza por medio de fusión

Las técnicas de fusión pueden ser; fusión por inducción al vacío, fusión por arco de vacío, y molde por inyección de metal; básicamente las técnicas serían por fusión o inyección en moldes o troquel. Los procesos térmicos y mecánicos juegan un papel importante porque buscan obtener una aleación libre de contaminante y homogénea.

La fusión por inducción al vacío consiste en la colocación del metal fundido en crisol realizado de grafito al vacío en temperaturas a partir de los 800°C; durante el proceso, dentro del crisol se colocan paletas de níquel y varillas de titanio. Esta técnica tiene como ventaja mayor el control que se logra en las temperaturas, y es la usada por las empresas SAES Smart Materials y Furukawa. Su resultado son lingotes muy homogéneos

La fusión por arco de vacío no requiere de un crisol para la colocación de la aleación, se realiza mediante múltiples ciclos de fusión, en donde una fuente de calor dentro del horno funde el metal y éste cae sobre un molde de cobre; al producto de este proceso se le realizan múltiples fusiones, es importante el control de la temperatura y el número de veces que se funde la aleación. El resultado de este proceso son aleaciones de muy alta calidad.

Novak y colaboradores, también mencionan la técnica de pulvimetalurgia donde los metales se forman de polvo, se funden, y se prensan, o se moldean.

Es importante que durante la fabricación de la aleación níquel titanio, se lleve el control de la proporción de los metales y la temperatura, ya que sobrepasarse, o presentarse un déficit en sus componentes genera una aleación distinta. En el diagrama de transformación, se puede observar cuando se forma la aleación de

níquel titanio. El equilibrio de proporción de esta aleación es de 50% níquel y 50% titanio, a una temperatura entre 600° C y 1400 °C.

De acuerdo con lo anterior, las limas mecanizadas son fabricadas a partir de un vástago de aleación de níquel y titanio. En la actualidad, el vástago puede ser de aleación convencional o presentar algún tipo de tratamiento térmico o de superficie, antes o después de ser diseñado. (Moreno M, 2019,mriuc)

“En el año 2017, esta clasificación divide el instrumental endodóntico mecanizado, según el vástago utilizado para su fabricación, en 6 generaciones” (Leonardo M, Leonardo R, 2017,pp 220-233)

Primera generación instrumentos fabricados con níquel titanio (NiTi).

Se encuentran los instrumentos fabricados a partir de un vástago de aleación de níquel titanio convencional. Es importante destacar que estos instrumentos son los que marcaron la diferencia entre la preparación del sistema de conductos radiculares de forma manual (limas de acero inoxidable) a preparaciones mecanizadas (limas de níquel titanio).

La primera característica destacada de estos instrumentos es la flexibilidad del mismo, gracias a la elasticidad de la aleación. En su composición se encuentra un 55% de níquel y un 45% de titanio.

En cuanto a su estructura microestructural, estos instrumentos se encuentran en fase austenita, y presentan deformación elástica irreversible. En su transformación de fase austenita final, a martensita final, estos instrumentos no cuentan con la característica mecánica del control de memoria, reaccionando al ser sometidos a estrés; por ello el diseño de estos instrumentos se realiza mediante mecanizado o tallado, y no por torsión como los de acero inoxidable.

La manufactura juega un papel importante en la proporción de los metales, la temperatura de fusión, y el diámetro del vástago. Antes de su mecanizado, esto afecta sus propiedades físicas, ya que al tener 1% de variación en la proporción de los intermetales, causaría 100°C de variación en su temperatura de fusión, y por ende, cambios en sus propiedades físicas y/o de homogeneidad.

Los instrumentos destacados de la primera generación son:

Profile 0.4 – 0.6; no solo fueron uno de los primeros instrumentos diseñados para el uso rotatorio, estos también representan una modificación en su conicidad; variación que no se presentaba en los instrumentos manuales fabricados con acero inoxidable. La conicidad, a pesar de ser constante, presentaba la variación, no solo eran de conicidad 0.2, si no también se encontraban 0.4.

Otras limas destacadas de esta primera generación son: Lightspeed, Greater Quantec niti, Protapper universal y Mtwo.

A continuación, debe señalarse que las siguientes generaciones son de vástagos tratados, con tratamientos posteriores, a la metalurgia de la aleación de níquel titanio. Estos tratamientos son utilizados para mejorar o aumentar las propiedades físicas de la aleación. Elahinia y Cols. (2012) mencionan que los tratamientos que se pueden realizar a la aleación son, trabajos en frío, trabajos en caliente, maquinado, tratamientos de superficie y tratamientos térmico

Los tratamientos pueden ser térmicos, o de superficie, y son patentados por las casas comerciales que lo realizan. Las limas endodónticas en general requieren de una fabricación y diseño detallado. Lo que se busca con estos tratamientos es mejorar las propiedades mecánicas de la aleación, para disminuir los riesgos mientras se están utilizando, buscando una mayor flexibilidad, una mayor resistencia a la fatiga por torsión, y la utilización de la propiedad de control de memoria.

Las casas comerciales no suelen revelar los procedimientos de los tratamientos a los cuales se someten sus instrumentos, pero lo que sí se sabe es que dichos procedimientos se basan en cambios de temperatura a la aleación, en el caso de tratamientos térmicos, y/o tratamientos de superficie:

Tratamientos térmicos:

Estos tratamientos buscan cambiar microestructuralmente la aleación. Es decir, cambiar la matriz de la fase cristalográfica, de la aleación de níquel titanio. En las aleaciones convencionales tenemos que instrumentos en fase austenita final, al ser sometidos a cambios de temperatura, inician una transformación de fase, o sea de adaptación, que es la principal característica de la aleación. Aquí se logra alterar la disposición atómica, y por ende la fase de transformación, resultando una aleación que requiere de mayor temperatura para su deformación. Los tratamientos térmicos pueden realizarse antes o después del diseño, por ejemplo, antes de tallar se le realiza tratamiento al M-Wire de Protaper Next (maillerfer), y después a las Wave One Gold .

Tratamientos de superficie:

Son tratamientos realizados en los instrumentos luego de su diseño, y buscan mejorar su acabado, y obtener un instrumento sin detalles, disminuyendo así la posibilidad de fracturas. Esto es importante porque las imperfecciones en la superficie son una de las causas de fractura de los instrumentos.

El electro pulido es un tratamiento de superficie que consiste en un procedimiento electroquímico para minimizar los detalles de la superficie del instrumento fabricado, por medio de la disolución iónica de imperfecciones, a través del recubrimiento de TiO_2 en la aleación. Khasnis, en el 2018, menciona que el electropulido da mayor resistencia a la corrosión y resistencia a la fatiga cíclica.

Otro tratamiento es la exposición a un filamento caliente de plasma, formando una capa de nituro de titanio sobre la superficie del instrumento, autores mencionan que este tratamiento le confiere mayor eficiencia de corte al instrumento, dureza, y resistencia al desgaste.

Segunda generación instrumentos fabricados con NiTi fase R.

Son aquellos instrumentos fabricados con aleación de níquel titanio, en fase R. Es el primer tratamiento térmico realizado a un vástago convencional, y fue presentado en el año 2007 por la casa comercial SybronEndo. Las limas conocidas en fase R son Twisted File (TF), K3XF, TF Adaptative.

La fase R es una fase intermedia entre la transformación de austenita final, a martensita Inicial, y se logra mediante la aplicación de estrés. Hay autores que mencionan que los instrumentos en esta fase aumentan su resistencia a la fatiga, y presentan mayor flexibilidad

La fabricación de los instrumentos en fase R se realiza por torsión, lo que anula las marcas por fresado del diseño del instrumento. Su fabricación consiste en un vástago de NiTi convencional, al que se le realiza tratamiento térmico para llegar a la fase R, y luego se le aplica torsión. En este proceso se mantiene en fase R, y luego se le aplica nuevamente tratamiento térmico para volver a fase austenita, pero en su nueva forma, dando como resultado una austenita final de 18–25°C (la curva de transformación es más estrecha y con una maseta de carga más baja, por su composición micro estructurada

Tercera generación instrumentos fabricados con NiTi M-Wire.

Son los instrumentos fabricados con aleación M- Wire, presentada en el año 2007. El tratamiento termo-mecánico de esta aleación fue patentado por (sportswire LLC, Langley OK), y los fabricantes que realizan limas mecanizadas con M-Wire aseguran que este material es más resistente a la fatiga.

M-Wire parte de una aleación níquel titanio convencional, de proporciones aproximadas 55.8 +/- 1.5% (Ni), 44.2 +/- 1.5% (Ti), pero su austenita final está comprendida entre 43 -50°, por el cambio microestructural producido por el tratamiento térmico

Al microscopio electrónico, micro estructuralmente se evidencia cantidades casi iguales de austenita y fase R. A consecuencia de esto, al comparar el tamaño del grano del M-Wire, este es más grande que el del níquel titanio convencional, y las temperaturas de transformación de fase se realizan a más altas temperaturas.

Por tanto, al poseer estas tres fases en su composición a temperatura ambiente, el módulo de elasticidad es más bajo, se presenta en un estado superelástico, y al observarlo en la curva de tensión deformación (cantidad de estrés necesario para la transformación de fase), se requiere menos tensión para su transformación de austenita final a martensita inicial.

Las limas mecanizadas más conocidas realizadas a partir de un vástago M- Wire incluyen ProFile GT Series X, ProFile Vortex y Vortex Blue de Dentsply. El primer instrumento rotativo endodóntico disponible en el mercado fabricado con M-Wire fue el GT Series X.

Cabe destacar que las limas Vortex Blue están realizadas a partir de M- Wire pero por presentar un tratamiento de superficie.

Cuarta generación de instrumentos fabricados con NiTi CM- Wire.

Son los instrumentos fabricados a partir de un vástago de CM-Wire, conocidos también como instrumentos de control de memoria. A partir de esta generación se utiliza la propiedad de control de memoria de la aleación de níquel titanio, dejando a un lado la característica de superelasticidad, y fue presentado por primera vez en el año 2010.

Por ser un instrumento con control de memoria, la característica más relevante de este instrumento es su flexibilidad, ya que son instrumentos en fase martensita; es decir, a temperatura ambiente se mantienen en fase plástica, y al aplicarle estrés se puede deformar fácilmente y mantenerse en esa posición, mientras que al aplicarle una fuente de calor vuelven a su forma original.

En su composición la cantidad de níquel es de un 52%, por lo cual es más dúctil. Su austenita final es a 47-55°C, aunque macroscópicamente no presenta cambios, microestructuralmente presenta partículas en fase austenita, fase martensita y pocas en fase R, en estos instrumentos se necesita de menos tensión, para lograr la transformación a martensita final.

Una de las cosas importantes a destacar de esta aleación es su contenido inferior de níquel, comparándola con los instrumentos anteriores.

Quinta generación instrumentos fabricados con tratamiento GOLD

Estos instrumentos son los clasificados como limas GOLD, ya que se le realiza un tratamiento térmico al vástago, que da como resultado un cambio de color en el mismo, gracias a la formación de óxido de titanio.

Este es un tratamiento de superficie, lo que quiere decir que busca mejorar el acabado del instrumento, por ello es realizado luego de diseñado el instrumento, y se puede encontrar instrumentos tanto en fase austenita (superelásticos) como el profile Gold, o instrumentos martensíticos (control de memoria), como el Wave One Gold.

La casa comercial Dentsply, afirma que el tratamiento térmico aumenta la flexibilidad de las limas, este se realiza calentando el instrumento, y luego enfriándolo lentamente.

Khasnis y Cols. mencionan que el tratamiento de superficie Gold se realiza tomando en cuenta el tamaño y la forma del instrumento, y que en una primera fase son expuestos a altas temperaturas de 370° a 510°C, por un tiempo de 10 a 60 minutos, dando como resultado una temperatura de austenita final de 50°C, esto en el caso de ProTaperGold. El mismo autor menciona que las limas WaveOneGold se les aplica tensión constante de 3 a 15 Kg. A temperatura 410°C a 440°C, y posteriormente se aplica calor nuevamente a la superficie a temperaturas entre 120°C a 260°C.

Las pruebas internas de DENTSPLY han demostrado lo siguiente: la resistencia a la fatiga cíclica de WaveOne GOLD Primary es un 50% mayor que la de WaveOne Primary.

Sexta generación Instrumentos fabricados con tratamientos BLUE.

Son los instrumentos a los cuales se le realiza un tratamiento de superficie que da como resultado una capa que se caracteriza por su color azul, y fue lanzado por primera vez en el año 2011, con la presentación de ProFile Vortex Blue, luego en el año 2016 fue presentado el Reciproc Blue.

DE-DEUS menciona que el tratamiento se realiza por medio de calentamiento y enfriamiento por refrigeración; esto sería lo responsable de producir la capa visible de óxido de titanio, caracterizado por el calor azul en su superficie.

El ProFile Vortex Blue presenta una austenita final de 38°C y su transformación a martensita inicia a los 31°C. En su presentación microestructural se puede observar martensita estable, lo que hace que este instrumento sea más blando y dúctil, para compensarlo se le realiza el tratamiento de superficie mejorando la eficiencia de corte y dando como resultado una superficie con mayor dureza.

En el año 2017 fue presentado un nuevo instrumento que no es considerado en esta clasificación,; estas son las limas realizadas a partir de la tecnología MaxWire, que es presentada por la casa comercial FKG Dentaire S.A.

MAX WIRE

Este instrumento presenta las dos características mecánicas de la aleación de níquel titanio, la superelasticidad y el efecto de memoria, lo que significa que presenta las dos fases cristalográficas; la fase austenita y la fase martensita. También es innovador con respecto a su diseño

Los instrumentos conocidos como MaxWire son las limas XP ENDO, con dos presentaciones; una para ser utilizada en la preparación del sistema de conducto radicular XP-Endo Shaper, y otra para activación del irrigante XP- Endo Finisher.

Se presentan en fase martensita de forma recta a temperatura ambiente, y al ingresar en el conducto radicular éste pasa a fase austenita, gracias a la memoria molecular y luego de ser utilizados fuera del conducto, puede volver a su forma original recta, de forma manual.

El diseño del instrumento tiene un diámetro de 0.01mm, gracias a ese diámetro y a las características de superelasticidad y control de memoria, el instrumento puede distenderse y contraerse dentro del conducto, dependiendo de la temperatura, y así llegar a tocar el máximo de paredes del sistema de conductos radiculares, sin grandes modificaciones en la anatomía del conducto radicular. (Leonardo M, Leonardo R, 2017)

2.7 IRRIGACIÓN

El procedimiento de irrigación se define como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares.

La irrigación del conducto, preferentemente con hipoclorito de sodio, consiste en hacer fluir esta solución, valiéndose de jeringas y agujas adecuadas, de modo que se produzca un efecto de disolución, lavado y arrastre de los detritus que en él se encuentran. Para ello son utilizadas jeringas descartables de 5cc y agujas descartables sin bisel de 25mm de largo y 0.5mm de diámetro (Tedequim SRL).

Cada jeringa es usada para contener una sola sustancia irrigante y será descartada una vez finalizado el tratamiento. Las agujas deben tener colocados topos de goma para medir la longitud de penetración deseada.

2.7.1 Tipos de los irrigantes

Las soluciones irrigantes pueden ser: hipoclorito de sodio, clorhexidina, detergentes, agua destilada, solución fisiológica, agua de cal, EDTA, Limpia Barro Dentinario, etc.

Propiedades:

- 1- Bactericida de acción rápida pero no sostenida, es neutralizado por los componentes orgánicos. Es activo frente a gérmenes gram + y gram.-, pseudo monas y virus.
- 2- Neutraliza los productos tóxicos porque actúa sobre las proteínas.
- 3- Deshidrata y solubiliza las proteínas, transformándolas en materiales fácilmente eliminables.
- 4- Saponifica los ácidos grasos dando jabones (acción detergente)

- 5- Tiene baja tensión superficial.
- 6- Disolvente de la materia orgánica.
- 7- Agente blanqueador.
- 8- Desodorizante.(Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC

2.7.2 Solución Salina

Normalmente se utiliza como irrigación final con el propósito de eliminar las moléculas residuales de otros irrigantes usados previamente y así asegurar no alterar las propiedades físicas químicas del sellador en la obturación. Puede ser reemplazada por solución fisiológica o suero fisiológico que se expende en farmacias en envases sellados pequeños. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

2.7.3 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio actúa como disolvente orgánico ya que degrada los ácidos grasos, saponificándolos y los transforma en las sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol) y reduce la tensión superficial de los líquidos irrigantes. Además, conduce a la degradación y a la hidrólisis del aminoácido. La clorina (oxidante fuerte) presenta la acción antimicrobiana que inhibe las enzimas bacterianas que conducen a una oxidación irreversible de los grupos SH (grupo sulfhídricos) de las enzimas bacterianas esenciales. La eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio está basada en su alto PH (acción de los iones oxidrilo) que interfiere en la integridad citoplasmática de la membrana con una inhibición enzimática irreversible, alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y una degradación de los fosfolípidos.

El hipoclorito de sodio al 5% tiene una capacidad de disolución del tejido fino de la pulpa que puede variar en un tiempo de 20 minutos hasta 2 horas. Se realizaron pruebas en material orgánico y se comprobó que la solución al 5,25% permanecía estable durante 10 semanas, al 2,5% comenzaba a inactivarse a la segunda

semana y al 1% presentaba descenso significativo al finalizar la primera semana. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

Propiedades de una solución ideal Solvente de tejidos o residuos:

- Disolver o alterar el tejido orgánico, los restos del tejido inorgánico o ambos, para permitir su remoción donde los instrumentos no pueden llegar.
- Baja toxicidad: No debe provocar reacciones adversas en los tejidos Periapicales.
- Baja tensión superficial: lo que mejora su flujo hacia zonas inaccesibles mediante un efecto de humectación. Existen soluciones tensoactivas de baja tensión superficial que se colocan antes de otros líquidos irrigadores para mejorar su acción.
- Lubricante: Ayuda a que los instrumentos se deslicen con facilidad por el conducto. Todos en general tienen este efecto, algunos más que otros y se sugiere usar la glicerina. Su utilización es indispensable cuando se trabaja con Sistemas Mecanizados de Níquel Titanio.
- Bactericida y/o bacteriostático: Destruir y eliminar microorganismos del conducto.
- Erradica la capa superficial o capa residual (barro dentinario): La cual es un estrato de desechos microcristalinos diseminados sobre las paredes del conducto luego de la instrumentación. Las soluciones quelantes y otros descalcificantes como el Limpia barro Dentinario quitan esta capa superficial, no así el Hipoclorito de Sodio.

Otros requerimientos importantes: Disponibilidad, costo moderado, ser de fácil utilización, con buen tiempo de vida útil, no colorear las estructuras dentarias, soluble en agua, no interferir con los materiales de obturación, adecuado período de almacenamiento y facilidad para guardado; Además, que dentro del conducto no sufra neutralización y que conserve su eficacia. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

2.7.4 Clorhexidina

La solución de clorhexidina es un medio irrigante alternativo para la desinfección de los conductos radiculares. Se recomienda su uso en una concentración de 0,2% y al 1%. Es un antibacteriano de amplio espectro, bactericida de poder intermedio activo a bacterias gram (+) y gram (-), aerobias y anaerobias., activo frente a microbacterias, virus, hongos y esporas. Se inactiva frente a materia orgánica y se contamina fácilmente en solución acuosa.

El efecto del gluconato de clorhexidina causa un aumento de la permeabilidad de la membrana celular bacteriana, actúa sobre la síntesis proteica, tiene una sustantividad (capacidad que posee de adherirse a la superficie de los tejidos y liberar a través del tiempo dosis adecuadas de los principales ingredientes activos) entre 24 y 48 horas. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

2.7.5 Ácido etilen diaminotetraacético EDTA

Sustancia quelante que posee radicales libres que se unen a iones metálicos de un determinado complejo molecular fijándolos por quelación. El EDTA tiene una afinidad por el calcio de la dentina, por ende, tiene acción desmineralizante, lo que acelera los tiempos de instrumentación.

Remueve el barro dentinario, expone los túbulos dentinarios, permeabiliza la dentina, su acción es auto limitante. Es bien tolerado por los tejidos blandos, aunque levemente irritante. No disuelve materia orgánica

Estas sustancias no deben ser aplicadas en un conducto hasta que no esté localizado y recorrido en toda su longitud, ya que si se fuerza un instrumento con punta activa o se gira sobre una pared reblandecida por el agente quelante, es fácil crear un conducto falso.

Es muy recomendable llevarlo al conducto con instrumentos embebidos con el agente quelante o con jeringas para la irrigación del conducto. Se puede combinar

con el hipoclorito de sodio que actuará disolviendo el tejido orgánico, bacterias, tejido necrótico, mientras que el EDTA ejerce un efecto limpiador sobre las paredes del conducto. Disuelve materia inorgánica El EDTA 3 % actúa sobre los restos inorgánicos del Barro Dentinario. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

2.7.6 Peróxido de hidrogeno

“Peróxido de hidrógeno al 1,5% suficiente para efectuar una buena limpieza debido al desprendimiento de oxígeno” (Carvajal M,2015, pp 7)

2.7.7 Activación con ultrasonido

Consiste en emplear energía ultrasónica sobre unos aditamentos o instrumentos, que al activarse dentro del conducto, producen un movimiento del agente irrigante. El uso de los ultrasonidos fue introducido en endodoncia por Richman en 1957.

La energía ultrasónica opera a alta frecuencia, pero a baja amplitud. Las limas están diseñadas para oscilar a frecuencias ultrasónicas de 25-30 khz, operan en una vibración transversal, estableciendo un patrón de nodos y antinodos a lo largo de su longitud.

Existen dos tipos de irrigación ultrasónica: una irrigación que es combinada con la instrumentación ultrasónica, y otra denominada irrigación pasiva ultrasónica (Pul: passive ultrasonic irrigation), donde no se emplea instrumentación ultrasónica. Irrigación pasiva, se refiere a que el instrumento empleado no tiene efecto cortante sobre las paredes, sino que solamente transmite la energía al irrigante. Ésta energía puede producir dos fenómenos sobre el líquido: microcorriente acústica (acoustic microstreaming) o el fenómeno de cavit Acoustic streaming o corriente acústica . El patrón de transmisión se corresponde con el patrón característico de los nodos y los antinodos a lo largo de la longitud de la lima oscilante. Cuando la lima toca la pared del conducto en un antinodo se reducirá más la amplitud de desplazamiento en comparación con cuando toca en un nodo. Cuando la lima no

puede vibrar libremente en el conducto el microstreaming será menos intenso, sin embargo, no se detendrá completamente. (Carvajal M,2015, REPOSITORIO DIGIAL UNC)

2.7.8 Activación sónica

Es aquella que emplea este tipo de energía para distribuir el irrigante a lo largo de todo el conducto. Fue incluido en la rama de la endodoncia por Tronstadt y cols., en 1959.

El instrumento empleado debe actuar de manera pasiva, evitando el contacto con las paredes para que no disminuya su efecto.

Los instrumentos sónicos actúan a una menor frecuencia (1-8 khz) que los ultrasónicos (25-40 khz). Los movimientos oscilatorios se originan alrededor de la punta del instrumento,y cuando se activa la irrigación ocurre el fenómeno de microcorriente acústica.(Rodríguez Vázquez, P., Estévez Luaña, R., Valencia de Pablo, O., Cisneros Cabello, R., 2015, Cient. Dent)

2.7.9 activación manual

La activación dinámica manual (MDA) es una técnica de irrigación no mecanizada, que se realiza utilizando un cono maestro de gutapercha que esté perfectamente ajustado dentro del conducto instrumentado, al que se mueve verticalmente de arriba hacia abajo (2 a 3 mm) a una velocidad de 3 golpes por segundo, lo que genera turbulencia y un efecto hidrodinámico de gran alcance que hace que esta técnica sea más eficaz que la irrigación estática.

La efectividad de un irrigante dependerá del contacto directo con las paredes del conducto radicular. El irrigante puede presentar cierto grado de dificultad en la porción apical debido al efecto burbuja de aire o “vapor lock effect” que no es más

que aire atrapado que no permite el paso de los irrigantes al tercio apical del conducto radicular.

Por medio de la irrigación dinámica manual se provoca un aumento de la presión, generada dentro del conducto debido los movimientos de vaivén con el cono de gutapercha bien ajustado al diámetro del mismo, lo que facilita el transporte de los irrigantes a las superficies inalcanzables del conducto.

La frecuencia del movimiento de vaivén de la punta de gutapercha (3,3 Hz, 100 golpes por 30 segundos) es más alta que la frecuencia (1,6 Hz) de la presión hidrodinámica positiva-negativa generada por RinsEndo, lo que posiblemente genere más turbulencia en el canal; y el movimiento de vaivén de la punta de gutapercha probablemente actúa desplazando, plegando y cortando físicamente el fluido bajo el "flujo dominado por la viscosidad" en el sistema de canales radiculares. Esto último probablemente permite una mejor mezcla de la solución. (Maestre K, Gómez,M.2022, Universidad de Cartagena.)

2.8 MEDICACIÓN INTRA-CONDUCTO

Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es una sustancia ampliamente utilizada en endodoncia, por sus propiedades antiinflamatorias, y su actividad antimicrobiana; se utiliza como medicación tópica entre sesiones o como componente de materiales de obturación temporarios y definitivos. El hidróxido de calcio es un polvo blanco, inodoro, que se obtiene por calcinación del carbonato cálcico: $\text{Co}_3\text{Ca} = \text{CaO} + \text{CO}_2$; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$. Es un compuesto inestable, susceptible de combinarse con el anhídrido carbónico del aire, transformándose de nuevo en carbonato cálcico, por lo que se recomienda usar el producto recién preparado y cerrar herméticamente el recipiente que lo contiene.

Posee un pH muy alcalino (aproximadamente 12.4), con propiedades letales sobre las bacterias. Para que la medicación intra-conducto sea eficaz, ésta debe penetrar en los túbulos dentinarios , para lo cual el profesional debe aumentar la permeabilidad dentinaria con el empleo de hipoclorito de sodio y EDTA, para eliminar el barrillo dentinario del conducto instrumentado.

El hidróxido de calcio debe permanecer en el conducto al menos una semana para lograr un pH altamente alcalino en la dentina interna. En el caso de grandes lesiones periapicales, el hidróxido de calcio se recomienda dejar por un periodo de 30 días en los conductos radiculares; realizando la reposición del mismo pasados 15 días después de la colocación inicial, porque este recambio contribuye de forma positiva a la reparación de los tejidos periapicales. (Rodríguez S,2009, Gaceta Dental)

Aplicaciones del hidróxido de calcio

- Eliminación de los microorganismos debido al aumento del pH provocado al liberarse iones hidroxilo, que inhibe el crecimiento bacteriano. Se ha comprobado que el hidróxido de calcio hidroliza la fracción lipídica de los lipopolisacáridos, presentes en la pared celular de muchas bacterias anaerobias, favoreciendo la destrucción bacteriana.
 - Reducción de la inflamación de los tejidos periapicales
 - Controla el absceso periapical: mediante una disminución del exudado persistente en la zona apical.
 - En pulpas necróticas, donde el operador no tiene la certeza de haber conseguido eliminar completamente la infiltración bacteriana.
 - En hemorragias pulpares, durante el procedimiento de extirpación pulpar.
 - En tratamientos de apicoformación, en dientes permanentes jóvenes.
 - En todos los tratamientos que se realicen en más de una sesión operatoria.
- (Rodríguez S,2009, Gaceta Dental)

2.9 OBTURACIÓN

Importancia de la obturación

La obturación de conductos radiculares es una de las etapas importantes dentro del tratamiento endodóntico. El propósito de la obturación del canal radicular preparado, consiste en eliminar todas las posibles entradas de filtración desde la cavidad bucal o de los tejidos perirradiculares al sistema de conductos radiculares.

La obturación endodóntica tiene por finalidad el relleno tridimensional del sistema de conductos radiculares. Esto significa, ocupar el volumen creado por la preparación biomecánica y rellenar los espacios propios de la variada anatomía del conducto, es decir, conductos laterales, deltas apicales, etc. Diversos materiales y técnicas de obturación han sido propuestos para cumplir con esa finalidad.(Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

Obturación del sistema de conductos radiculares

La obturación, debe ofrecer un buen sellado apical y respetar los tejidos apicales y periapicales, ya que esto constituye un factor importante para el éxito en endodoncia. (Leal, 1994)

Según GROSSMAN (1963), el material ideal de obturación de conductos radiculares debe poseer los requisitos siguientes:

- a) ser fácil de introducir en el conducto;
- b) ser semisólido durante su colocación y solidificar después;
- c) sellar el conducto en diámetro y longitud;
- d) no contraerse una vez colocado;
- e) impermeable a la humedad;

- f) bacteriostático;
- g) radiopaco;
- h) no colorear el diente;
- i) no irritar los tejidos periapicales;
- j) ser estéril o rápidamente esterilizable
- k) fácilmente removible si fuere necesario.

(Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES OBTURADORES DE CONDUCTOS RADICULARES.

A lo largo de la historia, se han utilizado diversos materiales, desde el yeso de París, asbestos, bambú, metales preciosos, resinas epóxicas hasta los ionómeros de vidrio, etc. Muchos de éstos materiales se han dejado de utilizar por ser imprácticos, o biológicamente inaceptables.

NGUYEN (1995), agrupa los materiales de obturación en las siguientes categorías:

- a) pastas,- cementos de óxido de zinc - eugenol,- cementos de óxido de zinc – resinas sin resinas epóxicas, resinas acrílicas,- resinas polietilénicas y polivinílicas, - cementos de policarboxilato y- goma de silicona.
- b) materiales semisólidos,- gutapercha,- acrílico y- compuestos de gutapercha.
- c) materiales sólidos, semirrígidos, flexibles y rígidos
- d) amalgama de plata.

LASALA (1971), clasifica los materiales de obturación endodóntica en dos tipos:

a) materiales sólidos,- conos de gutapercha y- conos de plata.

b) cementos, pastas o plásticos diversos.

GROSSMAN (1959), clasifica los materiales de obturación aceptables en plásticos, sólidos, cementos y pastas. (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

¿Por qué obturar los conductos?

Los microorganismos y sus subproductos son la principal causa de enfermedad pulpar y periapical. Sin embargo, es difícil desinfectar totalmente el sistema de conductos radiculares. entonces, el objetivo de la obturación tridimensional es proveer un sellado adecuado a los fluidos de la totalidad del conducto radicular, para prevenir la microfiltración coronaria y apical.

Técnicas para la obturación del sistema de conductos radiculares

A. Compactación lateral: un cono maestro correspondiente al calibre del tamaño final de la instrumentación y a la longitud del conducto recubierto con sellador es insertado en el conducto y es compactado lateralmente con espaciadores y relleno con conos accesorios adicionales.

B. Compactación vertical: un cono maestro correspondiente al tamaño final de la instrumentación y de la longitud del conducto es colocado recubierto con sellador, es calentado y compactado verticalmente con atacadores, hasta que el segmento de los 3-4 mm apicales del conducto es obturado. Entonces, el remanente del conducto radicular es obturado (tercio coronario y medio) de apical a coronario usando trozos de gutapercha caliente.

C. Onda Continua: La onda continua es esencialmente compactación vertical del material de relleno y sellador en la porción apical del conducto radicular usando dispositivos comercialmente disponibles como el System B (Sybron Endo, Orange, Calif.) y la unidad de obturación Elements™ (Sybron Endo, Orange, Calif.) y luego realizar la obturación de la porción remanente del conducto radicular usando dispositivos de inyección como el Obtura (Obtura, Spartan, Earth City, Mo), la unidad de obturación Elements™ (Sybron Endo, Orange, Calif.) y Hot Shot (Discus Dental, Curver City, Calif.).

D. Lateral caliente: Un cono maestro correspondiente al tamaño final de la instrumentación del conducto recubierto con sellador es insertado en el conducto, calentado con un espaciador caliente, compactado lateralmente con espaciadores y relleno con conos accesorios adicionales. Algunos dispositivos usan vibración además del espaciador caliente.

E. Técnicas de inyección: 1. El material de relleno precalentado y termoplastizado es inyectado directamente dentro del conducto radicular. El cono maestro no es usado, pero el sellador es colocado dentro del conducto antes de la inyección. Esta técnica se realiza con los sistemas de obturación Obtura (Obtura, Spartan, Earth City, Mo), Ultrafill (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, Ohio) o Calamus® (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, Okla). 2. Una matriz fluida, fría que es triturada, GuttaFlow® (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, Ohio), consiste en gutapercha que adiciona un sellador a base de resinas, Roeko Seal. El material se presenta en cápsulas para su trituración. La técnica consiste en la inyección del material en el conducto radicular y la colocación de un solo cono maestro.

F. Termomecánica: Un cono recubierto con sellador es colocado en el conducto radicular, es enganchado con un instrumento rotatorio que por fricción lo calienta, lo plastifica y lo compacta en el interior del conducto.

G. Basados en transportadores (carriers):

1. A base de transportadores termoplastizados: La gutapercha caliente presentada en un transportador plástico es llevada directamente al conducto como obturación del mismo. Ejemplos son: Thermafil® (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, Okla), Real- Seal 1™ (Sybron, Orange, Calif.), Densfil™ (Dentsply Maillefer, Tulsa, Okla) y Soft-Co- re® (Axis Dental, Coppell, Texas).

2. A base de transportadores seccionados. Un cono de gutapercha medido y seccionado con sellador es insertado en los 4 mm apicales del conducto radicular. La porción remanente del conducto radicular es rellena con gutapercha inyectable termoplastizada usando una pistola de inyección. Un ejemplo es Simpli Fill (Discus Dental, Curver City, Calif.).

H. Plastificación química: La gutapercha químicamente ablandada mediante el uso de solventes como el cloroformo o el eucaliptol, es insertada en el conducto, compactada lateralmente con espaciadores y el conducto relleno con conos accesorios adicionales.

I. Conos comerciales/ solventes: Solventes como cloroformo, eucaliptol o halotano son usados para ablandar la superficie externa del cono para tomar una impresión apical del conducto. Sin embargo, debido a que ocurre contracción, el cono debe ser removido y reinsertado en el conducto con sellador y condensado lateralmente con espaciadores y conos accesorios.

J. Pastas: Las obturaciones con pastas han sido usadas en diversas aplicaciones. Cuando se las utiliza como material de obturación definitiva sin un material que ocupe el núcleo, son consideradas generalmente como menos exitosas y no ideales.

K. Barrera Apical: Las barreras apicales son importantes para la obturación de conductos de raíces inmaduras con ápices abiertos. El material de elección es el agregado de trióxido mineral (MTA). (SOCIEDAD ARGENTINA DE ENDODONCIA SECCIONAL A.O.A. 2009)

2.10 HISTORIA DE MATERIALES DE OBTURACIÓN

A inicios del siglo XIX, el relleno del conducto radicular utilizaba oro y después otros elementos como el oxiclورو de zinc, la parafina y las amalgamas.

Grossman en 1940 engloba propiedades biológicas como propiedades físico-químicas que debe tener un material de obturación ideal, las cuales son: Introducción fácil, líquido o semisólido que se convierta en sólido, proporciona sellado lateral y apical, no encoge, impermeable a la humedad, bacteriostático, no tiñe al diente, no irrita los tejidos periapicales, fácil de eliminar, estéril o esterilizaba.

Aunque durante los últimos 150 años se han aconsejado innumerables materiales para la obturación del conducto radicular, la gutapercha ha demostrado ser la sustancia de elección para el relleno con éxito del conducto, desde la porción coronal hasta la apical.

Hill en 1847 desarrolla la primera gutapercha, conocida como empaste Hill. Años más tarde Bowman en 1867 utilizó la gutapercha como material de primera elección para rellenar el sistema radicular. El reblandecimiento y la disolución de la gutapercha fueron introducidos por Callahan en 1914.

La gutapercha es una sustancia vegetal extraída en la forma de látex de árboles de la familia de las sapotáceas existentes principalmente en Sumatra y en Filipinas, aunque también se pueden encontrar en la selva amazónica. Según Oliveira e Isaia, la palabra gutapercha es de origen malayo y tiene el siguiente significado: gatah, goma y pertja, árbol. Después de la purificación de la gutapercha se confeccionan los conos que poseen en su composición: Gutapercha (19 - 22%), además de varias sustancias como el óxido de zinc (59 – 75%), carbonato de calcio, sulfato de bario, sulfato de estroncio, ceras, resinas, ácido tánico, colorantes, esencia de clavo y otros elementos, con el objeto de mejorar las propiedades físico-químicas, principalmente dureza, radiopacidad, flexibilidad y estabilidad dimensional facilitando su empleo en la obturación de los conductos radiculares.

La gutapercha químicamente pura existe en dos formas cristalinas, alfa y beta. Estas formas son intercambiables dependiendo de la temperatura del material. Aunque la forma disponible más comercial es la estructura beta, los productos más actuales adoptan la estructura cristalina alfa por la compatibilidad con el termorreblandecimiento del material durante la obturación

Y a principios del siglo del siglo XX surgieron los conos fabricados con este material y actualmente es el material más usado.(García IM,2010, Universidad autónoma de Sinaloa.)

CEMENTOS ENDODÓNTICOS

Los antecedentes históricos de los cementos endodónticos datan desde 1925 cuando Ricket planteó el manejo de un cemento que envolviera al cono de gutapercha para ser usado en el conducto. Los cementos actúan como agentes de sellado hermético del sistema de conductos radiculares. Además de su efecto

sellante, también actúa como lubricante ayudando a ajustar los conos y llenando los conductos accesorios .

La composición química de los cementos tienen elementos que interactúan entre sí, produciendo reacciones químicas que modifican su estado en busca de su fraguado, sin pérdida de volumen y procurando que este proceso sea lo menos tóxico posible para los tejidos periapicales.

Las características de un cemento ideal para la obturación de conductos radiculares son:

- a) ser pegajoso al mezclarse para lograr una adhesividad entre el material y la dentina radicular .
- b) proporcionar un sellado hermético lateral, apical y coronalmente del sistema de conductos radiculares;
- c) ser radiopaco radiográficamente, revelando conductos accesorios, forámenes múltiples y otras características morfológicas ;
- d) debe tener partículas de polvo muy finas, que se mezclen con facilidad con el líquido del cemento;
- e) no debe sufrir contracción volumétrica, para permanecer estable dimensionalmente .
- f) no pigmentar la estructura dentaria.
- g) ser bacteriostático, aunque lo deseable es que sea bactericida;
- h) Debe fraguar con lentitud. Con suficiente tiempo de trabajo
- i) insolubilidad a los líquidos tisulares
- j) tolerancia por los tejidos
- k) Poseer solubilidad en solventes comunes, para permitir si se requiriera su retiro.
- l) no debe provocar una reacción inmunitaria en los tejidos periapicales y
- m) no debe ser mutagénico

En la obturación del sistema de conductos radiculares el cemento es la sustancia obturadora y los conos de gutapercha únicamente actúan como medios de transporte con el fin de revestir las paredes y servir al mismo tiempo de núcleo obturador de la luz del conducto. El uso de conos de gutapercha constituye la obturación del conducto radicular de modo semejante a la incrustación en una cavidad, en donde el cemento sirve para retener la incrustación y compensar el pequeño espacio que queda entre ésta y las paredes del conducto o pared de la cavidad.

Los cementos para la obturación de los conductos radiculares se clasifican en:

- a) cementos con base de eugenolato de zinc;
- b) cementos con base plástica;
- c) cloropercha;
- d) cementos momificadores (con base de paraformaldehído)
- e) pastas reabsorbibles.

Los tres primeros se ocupan con conos de gutapercha o de plata, y están indicados en la mayoría de los casos cuando se ha obtenido una preparación adecuada del conducto. Los cementos momificadores son considerados una alternativa valiosa, más no un cemento de rutina como lo son los tres primeros de la clasificación. Tienen su principal indicación en aquellos casos que por diversas causas no se ha preparado el conducto de la manera más adecuada o se tiene duda de la esterilización conseguida. Las pastas reabsorbibles son un grupo de medicación temporal de conductos radiculares, cuyos componentes son reabsorbibles a corto o largo plazo. Estas pastas actúan en o más allá del ápice, ya sea como antiséptico o para estimular la reparación que deberá seguir a la obturación de los mismos. (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

Según sus componentes los cementos son : a) cementos con base de óxido de zinc/eugenol; b) cementos con base de resinas plásticas y c) cementos con base de hidróxido de calcio. Aunque también pueden dividirse en a) cementos plásticos o b) cementos con base de óxido de zinc..

Cementos a base de óxido de zinc

Son utilizados como el sellador de Rickert o sellador de Kerr (Pulp Canal Sealer), el cual fue utilizado desde 1948 con excelentes resultados, su fórmula está compuesta de:

Polvo	Líquido
Oxido de zinc 41.2 partes	Esencia de clavo 78 partes
Plata precipitada 30 partes	Bálsamo de Canadá 22 partes
Resina blanca. 16 partes	
Yoduro de Timol 12.8 partes	

Posteriormente al sellador Rickert surgieron otros cementos a base de óxido de Zinc y fue en 1955 que GROSSMAN creó el cemento de plata, el cual presenta la fórmula siguiente:

Polvo	Líquido
Plata precipitada 10gr.	Eugenol 15cm ³
Resina hidrogenada 15gr.	
Oxido de zinc 20gr.	

GROSSMAN continuó investigando con respecto al cemento de plata ,encontrando que las partículas de plata precipitada que presenta la fórmula causan pigmentación de las piezas tratadas, esto se debía a que la plata sufre de corrosión. Se elimina la plata del cemento e integra nuevos materiales creando la formula siguiente:

Polvo

Oxido de zinc 40 partes
Resina 30 partes
Sulfato de Bario 15 partes

Líquido

Eugenol 15 partes
Aceite de almendra dulce 1 parte

Este nuevo cemento creado no cumplía con todas las propiedades que el fabricante deseaba y fue 8 años más tarde en 1965 que GROSSMAN crea la última y modificada fórmula de cemento a base de óxido de zinc, la cual presenta la siguiente fórmula

Polvo

Oxido de zinc 41 partes
Resina staybelita 27 partes
Subcarbonato de bismuto 15 partes
Sulfato de Bario 15 partes
Borato de sodio 2 partes

Líquido

Eugenol 5 partes

Los cementos selladores a base de óxido de zinc – eugenol están compuestos esencialmente por óxido de zinc y eugenol, lo cual les permite endurecer por medio de quelación. La combinación de óxido de zinc con el eugenol garantiza el endurecimiento de éstos cementos mediante un proceso de quelación cuyo producto final es el eugenolato de zinc.

Estos cementos tienen plasticidad y lento tiempo de fraguado, así como buen sellado apical. Estos cementos proporcionan tiempos prolongados de

manipulación y fraguan con mayor rapidez en el diente debido a la temperatura corporal y la presencia de humedad en el conducto radicular. Como desventaja se descomponen en presencia de agua , perdiendo eugenol lo que lo vuelve en un material débil e inestable.

Se ha comprobado que el eugenol es directamente responsable de la citotoxicidad de los cementos endodónticos que los contienen; así mismo ésta irritación tisular e directamente proporcional a la cantidad presente en la mezcla. (autor, año)

Dentro de este grupo de cementos endodónticos se encuentran: el óxido de zinc y eugenol simple, los cementos con fórmula de Grossman: Procosol (Star Dental Co, EUA), Roth's 801 (Roth Pharmacy, EUA), Endoseal (Centric Inc, EUA); los cementos con fórmula de Rickert: Pulp Canal Sealer (Kerr Sybron Corp, EUA), TubliSeal (Kerr Sybron Corp, EUA); y el Endomethasone (Septodont, Francia), entre los más utilizados. Las diferencias entre ellos están dadas por la manipulación y por ciertas variantes en la composición, orientadas principalmente al efecto biológico que estos materiales producen en los tejidos circundantes.(Macchi,2000)

Los cementos endodónticos con fórmula de Grossman presentan buenas características fisicoquímicas, tales como impermeabilidad, consistencia de volumen, adhesión, solubilidad y desintegración. Con respecto a su biocompatibilidad, estudios en animales han encontrado formación de una cápsula fibrosa con infiltrado de macrófagos y linfocitos 30 días después del implante subcutáneo en ratas. En tanto que en perros, se encontró presencia de infiltrado inflamatorio crónico en el área del ligamento periodontal, 90 días después de la obturación del conducto radicular. (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

Los cementos endodónticos con fórmula de Rickert poseen características fisicoquímicas muy similares a las de los cementos de Grossman; sin embargo,

han sido muy criticados por contener pero la presencia de plata precipitada en su fórmula, puede manchar la estructura dentaria. Respecto a su biocompatibilidad, un estudio en humanos encontró presencia de reacción inflamatoria crónica de los tejidos perirradiculares a los 60 y 190 días luego de obturar los conductos con Pulp Canal Sealer. El TubliSeal se formuló con la misma fórmula del cemento de Rickert pero sin la plata precipitada. . (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

CEMENTOS A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO

Los cementos a base de hidróxido de calcio poseen aceptable biocompatibilidad y capacidad de sellado. El Hidróxido de Calcio tiene además una acción antiinflamatoria, antimicrobiana, estimula la formación de tejido óseo mineralizado y contribuye al proceso de reparación tisular, debido a su elevado pH promovido por la disolución de sus iones calcio e hidroxilo. Puede mineralizar el tercio apical radicular Sus aplicaciones clínicas son tratamiento de pulpas vitales o necróticas, apexificaciones, apexogénesis, reabsorción

Existen en la actualidad, varios cementos endodónticos que tienen hidróxido de calcio en su fórmula y que en virtud de proporcionar mejores propiedades, le son agregados otros componentes. Dentro de los nuevos cementos existentes en la actualidad, se encuentra uno que posee características excelentes que permiten la realización de tratamientos endodónticos de pronóstico favorable. Ese cemento es el Trióxido Mineral Agregado (MTA), el cual es muy alcalino y puede ser comparado con el hidróxido de calcio en cuanto a sus propiedades biológicas e histológicas (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

El MTA es un cemento hidrofílico , que posee un tiempo de trabajo suficientemente adecuado y su completa solidificación alrededor de 4 horas. La respuesta del tejido conectivo ante el contacto con el MTA ha sido ampliamente evaluada y estudios histológicos han revelado la inducción de cementogénesis y una deposición ósea con mínima o nula respuesta inflamatoria. Presenta buena compatibilidad con los tejidos perirradiculares, baja citotoxicidad y nula reabsorción del material, lo que lo hace un material bastante estable. Debido a los resultados tan favorables del Trióxido Mineral Agregado como material endodóntico sus aplicaciones clínicas han sido expandidas a procedimientos tales como: recubrimientos pulpares, apexificaciones, resorciones radiculares, reparaciones de lesiones de furcación y una aplicación importantísima como lo son las reparaciones de perforaciones en el conducto radicular. (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

CEMENTOS A BASE DE RESINA EPOXICA

Son cementos obturadores de conductos radiculares con propiedades basadas en la química de las resinas; presentan buena adhesión a las paredes del conducto radicular y sellado apical sobresaliente. Uno de los primeros cementos obturadores de éste grupo es el Diaket, que se dio a conocer en 1951 y que además contiene oxido de zinc en su composición, presentando una capacidad selladora satisfactoria. Otro cemento endodóntico a base de resina epóxica es el AH-26, que es una goma a base de bifenol A-epóxico y contiene 60% de oxido de bismuto para un mejor contraste radiográfico. El Ah-26 no es sensible al agua por lo que su fraguado ocurre incluso bajo el agua, además la liberación temporal de residuos de formaldehído mientras ocurre el fraguado, convierten a éste cemento en antibacteriano mientras fragua, lo que tarda un período de 24 a 36 horas. (Abarca A, Lemus CM, Nuñez ME, Pacheco FR, Tobar LG, Eleuterio J, 2004, Universidad del salvador.)

2.11 Técnica de diafanización

La descalcificación y diafanización de los dientes es una técnica que facilita examinar tridimensionalmente de manera apropiada la anatomía del sistema de conductos sin alterar la morfología. La dentina no debe ser deshidratada en ningún paso del proceso ya que las burbujas de aire microscópicas que se alojan dentro de los túbulos dentinarios, hacen la dentina opaca lo que impide obtener una sección totalmente transparente.

Esta técnica se propuso por Robertson en 1980 y se modificó en el 2007 por Augusto Malentaca con la finalidad de observar mejor el conducto radicular, así como los procedimientos que se realizan durante un tratamiento de endodóntico y de gran utilidad para la investigación

Autores como Khure y Kessler alertan sobre las consecuencias que tiene una deshidratación insuficiente en el proceso de diafanización. Ellos descubrieron en la mayor parte de los dientes áreas oscuras u opacas en la raíz lo que dificulta la observación, pero sin embargo no impedía medir la filtración del tinte.

Robertson da el consejo que este potencial problema es corregible con la deshidratación adicional del alcohol al 100%. (García IM,2010, Universidad autónoma de Sinaloa.)

2.12 Tratamiento de segundos molares mandibulares fusionados

“Anatomía endodóntica de molares fusionados “

Tipos de conductos(clasificación de Weine)

- I. Un conducto y un foramen
- II. Dos conductos y un foramen
- III. Dos conductos con dos forámenes independientes
- IV. Un conducto que termina en dos forámenes separados (Segura JJ, 2017, Universidad de Sevilla)



Figura (3) distrito dental, (2021)

Anatomía endodóntica del segundo molar mandibular

Presenta dos raíces, una mesial y otra distal; la raíz mesial presenta dos conductos, uno vestibular y otro lingual; y la raíz distal presenta solo un conducto radicular. Las variantes anatómicas de las raíces y conductos radiculares son raras e incluyen deltas, aletas, canales accesorios, curvaturas y orificios camerales múltiples. Una variante frecuente en la morfología del conducto radicular de la raíz mesial es la presencia de un conducto adicional entre los conductos vestibular y lingual, conocido como el conducto medio mesial (figura 4), el cual pueden presentarse de tres diferentes modos: el tipo independiente, cuando el conducto se origina desde un orificio separado sin tener interacción con los conductos vestibular y lingual; el tipo confluyente, cuando el conducto se fusiona con algunos de los dos conductos principales; y el tipo de aleta, donde el conducto se une por medio de un istmo con alguno de los dos conductos principales. La presentación más común del conducto medio mesial es el tipo confluyente, seguido del tipo aleta y por último, con menor frecuencia, el tipo independiente. (Espinoza CA,2021, dentometric.)

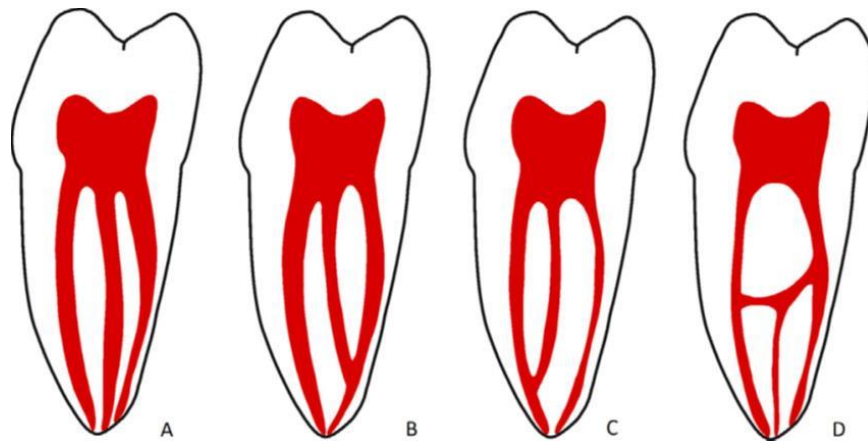


Figura (4) dentometric, (2021) Clasificación del conducto medio mesial. A. Tipo independiente; B. Tipo confluyente Con conducto mesiovestibular; C. Tipo confluyente con conducto mesiolingual y D. Tipo aleta (istmo)

Generalmente sus raíces están más juntas, y en muchos casos fusionadas. Las raíces fusionadas que se convierten en una raíz única, cónica o la forma "C-Shaped" tiene una incidencia de aproximadamente 21,8%. La configuración en forma de C del conducto radicular es una de las variables anatómicas más primordiales, reciben ese nombre debido a la morfología de la sección transversal de su raíz y conducto.

La teoría más aceptada para la formación de la configuración del conducto en forma de C es la falla de la vaina de la raíz epitelial de Hertwig (HERS) para fusionar la variante anatómica, con la superficie de la raíz bucal o lingual. Aunque de acuerdo a estudios recientes se atribuye el origen a los genes presentes en los cromosomas 5 o 17. La etnicidad juega un papel importante en la formación de conductos en forma de C .

A través de los años, se han propuesto distintas clasificaciones de los conductos en forma de C, la primera fue propuesta por Melton et al. Basados en los dos métodos de evaluación, microscopía óptica y estereomicroscopía, propusieron tres niveles arbitrarios. En consecuencia, la morfología de la corona clínica y la apariencia del orificio del conducto pueden no representar la anatomía real del conducto. Las clasificaciones propuestas se compilaron en tres categorías. Fig.5

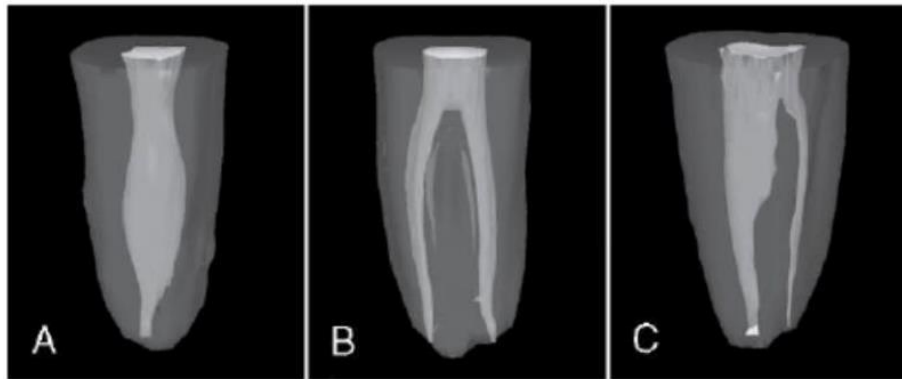


Figura (5). Conductos radicularres fusionados. (Gao, et,àl.,(2006)

- Tipo I: conducto en C completa, define un esquema en forma de C sin ningún tipo de separación.
- Tipo II: con forma de semicolon o en forma de punto y coma, en los cuales existe dentina separando el conducto distal del vestibular o lingual, la dentina separa un conducto principal en forma de C de un conducto distinto mesial.
- Tipo III: se refiere a aquellos con dos o más conductos separados o intraconductos.

Otras categorías :

Clase I (C1): forma de C ininterrumpida, sin separación

Clase II (C2): la forma de conducto se parece a un “punto y coma”, por interrupción del contorno de la C, pero el ángulo α o β no debería ser menor a 60° .

Clase III (C3): dos o tres conductos separados y los dos ángulos α y β son menores de 60° .

Clase IV(C4): solo un conducto único ovalado en el corte transversal

Clase V (C5): no hay luz que pueda ser observado lo cual suele ser visto cerca del ápice.

Las variaciones de la morfología del conducto radicular, especialmente en dientes multirradiculares, son un desafío constante para el diagnóstico y la terapia endodóntica exitosa. El conocimiento completo de la anatomía del conducto radicular y sus cambios más recurrentes es esencial, ya que la falta de tratamiento en un conducto puede provocar un fracaso en la endodoncia

El diagnóstico clínico del conducto en forma de C puede reconocerse sobre la base de criterios observables definidos como la anatomía del piso de la cámara pulpar

y la persistencia de hemorragia o dolor cuando se encuentran los orificios separados del conducto.

Algunos investigadores afirmaron que el diagnóstico radiográfico es difícil; sin embargo, las radiografías preoperatorias nos brindan indicios sobre la morfología del conducto radicular.

La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) ha sido ampliamente utilizada en endodoncia en los últimos años debido a su mayor resolución y exploración, así como el tiempo y dosis de radiación reducida . Sin embargo, la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) y la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR), mencionado por Kato et al. *establecen* que CBCT sólo debe utilizarse cuando la radiografía dental convencional no permita el diagnóstico

Los conductos radiculares en forma de C son una variación anatómica encontrada con mayor frecuencia en segundos molares mandibulares. Reciben este nombre debido a que los conductos radiculares se encuentran unidos y al observarlos desde un ángulo transversal forman una letra “C” como consecuencia de la fusión de las raíces (1-4). En estos dientes el piso de la cámara pulpar está situado más profundo y puede asumir una apariencia anatómica inusual. La principal característica anatómica de los conductos en forma de C es la presencia de una fina conexión de los conductos individuales.

Esta anatomía fue documentada por primera vez en un estudio antropológico en 1908. Sin embargo la primera terapia endodóntica de conductos en forma de C fue descrita en 1979 por Cooke & Cox. Es posible observar conductos en C en diversas poblaciones como Corea, China, Sudan, Líbano, entre otras; su frecuencia varía de un 2.7% a un 44.5% dependiendo de la población estudiada. La aparición bilateral es posible en más de un 70% . En Yucatán se presenta en un 30.6% y en un estudio comparado se registró una prevalencia de 32% en mayas prehispánicos y 29% en población contemporánea del mismo Estado.

La identificación de un conducto en forma de C antes de su tratamiento facilitará su manejo adecuado. La radiografía es el método más práctico, ágil, accesible y económico mayormente usado para predecir la anatomía del conducto radicular en estudios clínicos y de laboratorio. No siempre que se observe la raíz fusionada en la radiografía indica que se trata de un conducto en C. En un estudio llevado a cabo en dientes prehispánicos por Cucina y cols., 47 de 48 raíces fusionadas corresponden a conductos en C, es decir en un 97.91% de los casos. (Espinoza CA,2021, dentometric.)

A partir de ahora mostraremos como cada autor trabajo sus casos clínicos de una manera distinta, pero tratando de llegar al mismo resultado, que es hacer una buena endodoncia, también la manera de cómo se clasificaran, por medio de sus conductos.

Mónica Yizely Llanos Carazas y col: reporta el siguiente caso clínico

Paciente de sexo masculino de 26 años acudió a la clínica de posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Refiriendo dolor intenso previo en la pieza dental 47, por lo que acudió a su odontólogo, quien le realizó el tratamiento de urgencia el día anterior.

A la inspección, se observó material de restauración provisional oclusal y amalgama en vestibular sin evidencia de inflamación de los tejidos blandos.

Se realizaron pruebas complementarias de sensibilidad pulpar: Al test de frío con varilla de hielo (-), al test de calor con gutapercha caliente o método de Grossman (+), a la percusión vertical (+++), palpación (++) y no- vitalidad grado I.

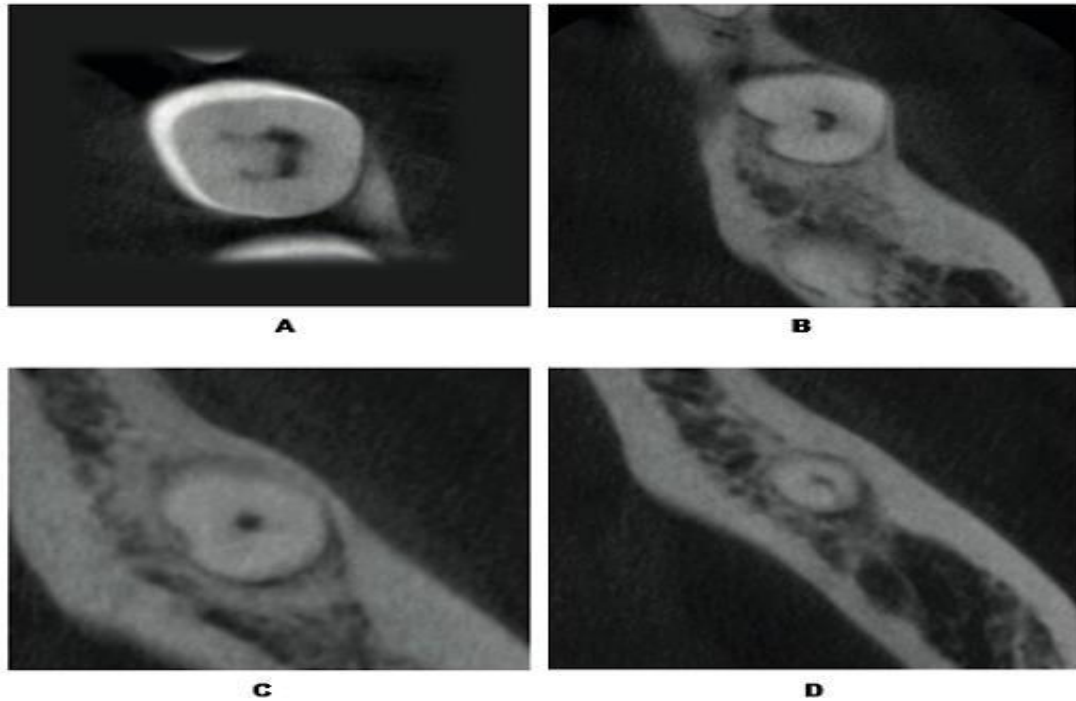
Al examen radiográfico, se observó una imagen radiopaca compatible con material de restauración que presentaba aparente compromiso de cámara pulpar y ensanchamiento del espacio para el ligamento periodontal, hueso alveolar

conservado, las raíces fusionadas. Se visualizó aparentemente un conducto irregular con bifurcación a nivel apical (Figura 6).



(Figura 6), Rx inicial, órgano dentario 47 (Llanos, 2019)

Se presumió de la variación anatómica del segundo molar inferior, debido a que presentaba raíces fusionadas y una imagen irregular a nivel del conducto radicular, lo cual fue verificado a través de la CBCT de campo pequeño (Figura 7). Se estableció la variación anatómica del conducto en C clase “IV” de acuerdo a la clasificación de Fan et al. y se utilizó de forma adicional la clasificación propuesta por Vertucci, conducto de tipo V a nivel apical.



(Figura 7), corte axial CBCT en distintos niveles radiculares(A) Tercio cervical(B) Tercio medio (C) Tercio apical límite de tercio medio y apical (D) Tercio apical (Llanos,2019)

El paciente otorgó su consentimiento informado al plan de tratamiento propuesto, el cual se inició con la eliminación del material restaurador provisional a nivel oclusal y la apertura cameral bajo aislamiento absoluto del campo operatorio, se visualizó la entrada del conducto de sección transversal que delineaba una C ininterrumpida con la ayuda de lupas para magnificación 2.5x.

Se exploraron los 2/3 radiculares con una lima C-Pilot 10 (VDW-Zipperer, Alemania) a una longitud de 16 mm. El *preflaring* o ensanchamiento previo fue realizado con la lima Introfile (FlexMaster) accionado con el Motor (VDW Silver Reciproc con un contra ángulo Sirona 6:1) con un número de revoluciones constante entre 280 a 300 rpm de forma pasiva, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Posteriormente, se realizó la exploración del tercio apical asegurando el *Glidepath*

con una lima C-Pilot 10 (VDW-Zipperer, Alemania) a la longitud de 20 mm, una vez conseguida la guía de deslizamiento se tomó la radiografía de conductometría, cuya longitud fue verificada con el localizador apical RAYPEX® 6 (VDW) estableciendo como longitud de trabajo (LT) 20 mm (imagen12). Se finalizó el Glidepath *manual* con una lima N° 15 (Maillefer, Suiza) (VDW-Zipperer, Alemania) a una longitud de 21 mm.

Se utilizó el sistema Reciproc® R25/08 (VDW)® y el motor VDW Silver® Reciproc para la ampliación y conformación del conducto radicular. Se optó por el calibre 25, pues las irregularidades presentes en el sistema de conductos dificultó el acceso de limas de mayor calibre. Posterior a ello, se realizó movimientos de picoteo centrado con progresiones pequeñas repetitivas en dirección apical hasta conseguir la longitud de trabajo alisando las paredes del conducto. Se retiró la lima del conducto, se limpió con una gasa estéril y se verificó la patencia o permeabilidad apical del conducto radicular con una lima de pasaje C-Pilot No 10 (VDW Zipperer, Alemania) a 21 mm, posteriormente se realizaron cinco repeticiones con la lima R25 con abundante solución de hipoclorito de sodio al 2,5%, se empleó la técnica de irrigación pasiva con una jeringa descartable de 5 ml con aguja Navitip® de color amarillo, la cual se llevó al interior del conducto a 2 mm de la LT, se secó con puntas de papel absorbente Se colocó hidróxido de calcio Apexcal® (Ivoclar-Vida- dent) como medicación intraconducto y el sellado provisional con cemento de policarboxilato de zinc. Después de 7 días, se seleccionó el cono de gutapercha principal Reciproc® R25 (VDW) y se verificó su adaptación a través de la radiografía de conometría (Figura 8). Se irrigó con 3 ml de EDTA al 17% durante 5 minutos y fue neutralizado con suero fisiológico, se secó el conducto con puntas de papel Reciproc® (VDW). Posteriormente se desinfectó el cono de gutapercha principal con hipo- clorito de sodio al 5,25% y se obturó con la técnica de compactación de onda continua de calor (Beefil 2 in 1 - VDW) para mejorar la adaptación del material obturador en el sistema de conductos (Figura 9).



(Figura 8) Rx de conductometría y Verificación con el localizador apical Raypex 6 (VDW) (Llanos, 2019)



(Figura 9) Rx de obturación final (47) Llanos,2019)

Transcurrido 3 años, al control clínico y radiográfico del tratamiento endodóntico y restaurador el paciente se encuentra asintomático clínica y radiográficamente con ausencia de lesión apical. La radiografía panorámica revela variación anatómica en el molar contralateral (Figura 10). (Llanos MY, Jara M, Alanya JA,2019, Sanmarquina)



(Figura 10)Rx panorámica despues de 3 años,(Llanos,2019)

. Lourdes E. Cañamero, Reporta el siguiente caso

Se presentó a la consulta una paciente de sexo femenino, La paciente refirió haber tenido un dolor histórico provocado en un molar, recibió un tratamiento provisorio y medicación con ibuprofeno. Al examen clínico no manifestó dolor y en la radiografía se observó el elemento dentario 37 con material provisorio en una cavidad macropenetrante. Se pudo apreciar una anatomía radicular coincidente con un sistema de conductos en forma de C (Figura 11)

Se eliminó todo tejido cariado, se accedió a la cámara pulpar y se localizaron los conductos, observándose en el piso de la cámara pulpar una C continua (Figura 12).



(Figura 11) Rx preoperatoria(37) dónde se observa un sistema de conductos Fusionados en C (Cañamero, 2015)



Figura 12) donde se observa un piso de cámara pulpar en forma de C

La longitud de trabajo se determinó mediante localizador apical Propex Pixi (Dentsply- Maillefer) y conductometría radiográfica (Figuras 13 y 14)



(Figura 13), Localizador de ápice
Propex Pixi-Dentsply.
(Cañamero,2015)



(Figura 14),conductimetría radiográfica
Del órgano dentario 37.
(Cañamero,2015)

Se realizó irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA (Endo-Quim, Tedequim) el irrigante se agitó con ultrasonido Woodpecker (Figura15) y los conductos fueron obturados con cemento sellador Sealapex (SybronEndo) y gutapercha termoplastizada mediante el uso del equipo Calamus Dual (Dentsply-Mai) (Figura 16)



(Figura 15), Woodpecker Modelo
UDS-EF Frequency28kHz =3kHz
(Cañamero 2015)



(Figura 16), Calamus Dual
Dentsply-Maillefer
(Cañamero,2015)

La cavidad coronaria se selló con material provisorio Cavit G (3M) más ionómero vítreo tipo II restauración Megafill (MD), se tomó una radiografía final indicando al

paciente que debe realizarse la restauración definitiva (Figura17).(Cañamero LE,2015, UNCUYO, Universidad Nacional de cuyo)



(Figura 17), Rx final del órgano dentario 37
Donde se observa el sistema de conductos
Obturados (Cañamero,2015)

TIPOS DE CONDUCTO

Tipo I: Está representado por el conducto en forma de C exactamente que continua hasta el ápice. Las entradas de los tres orificios están unidas formando un orificio común, que dibuja la figura de una C con la concavidad mirando hacia lingual.

Tipo II: Constituye una figura Cameral que muestra dos orificios uno distal que se fusiona con el canal MV y el canal ML queda independiente, tomado el aspecto de un punto y coma. Terminando en uno,u/o dos forámenes independientes.

Tipo III: Lo forman aquellos molares que tienen tres conductos unidos entres sí por surcos y con fusiones en su trayectoria y terminando en uno o dos forámenes

Esta clasificación fue modificada Fans en el 2004 ya que las categorías II y III no se prestaban claras

.• **Categoría I:** el canal es una C sin interrupción

.• **Categoría II:** La forma se asemeja a un punto y coma, con ángulo no menor de 60o.

- **Categoría III:** Dos o tres canales separados que presentan ángulos menores a 60°.
- **Categoría IV:** un solo canal oval es encontrado
- **Categoría V:** No hay canal observable, él se haya cercano al apex

Fan et al clasifica los conductos en C de acuerdo a la forma que presentan radiográficamente como vemos en la gráfica siguiente.

Tipo I: raíz cónica o cuadrada con una vega radiolúcidez longitudinal que separa la raíz en partes distal y mesial. Y termina en un ápex común.

Tipo II: la raíz cónica o cuadrada con una vega radiolúcidez longitudinal que separa la raíz en partes distal y mesial. Y termina en orificios apicales diferentes. **Tipo III:** una raíz cónica o cuadrada, con un vega, radiolúcidez transversal, que separa la raíz en partes distal y mesial. Y con las dos raíces presentan ápex independientes.

En los reportes de casos que hace en 2017 Pinos, menciona;

Caso 1

Paciente por molestia en el diente 37, se diagnosticó una pulpitis irreversible, con presencia de una C en piso camaral. Según la clasificación citada anteriormente es tipo I de Melton y tipo I de Fan, realizan conductimetría con Root ZX Morita Japan, e instrumentación manual con técnica corono apical, Crown Dow, se utiliza hipoclorito de Sodio al 5,25% para la irrigación con técnica ultrasónica de irrigación pasiva. En la segunda cita se obturó el canal, usando una técnica de gutapercha termo plastificado, con la unidad de obturación BDW Bee Fil. Figuras 18-21

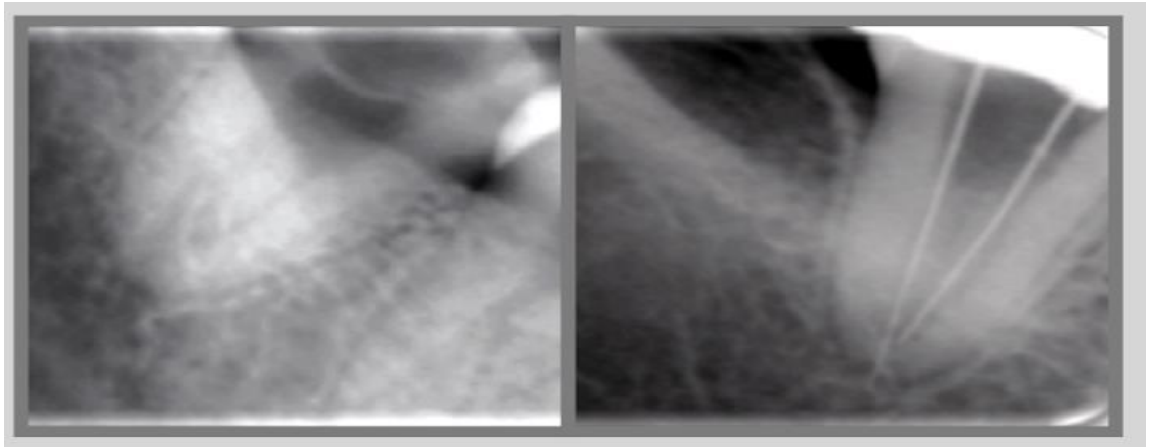


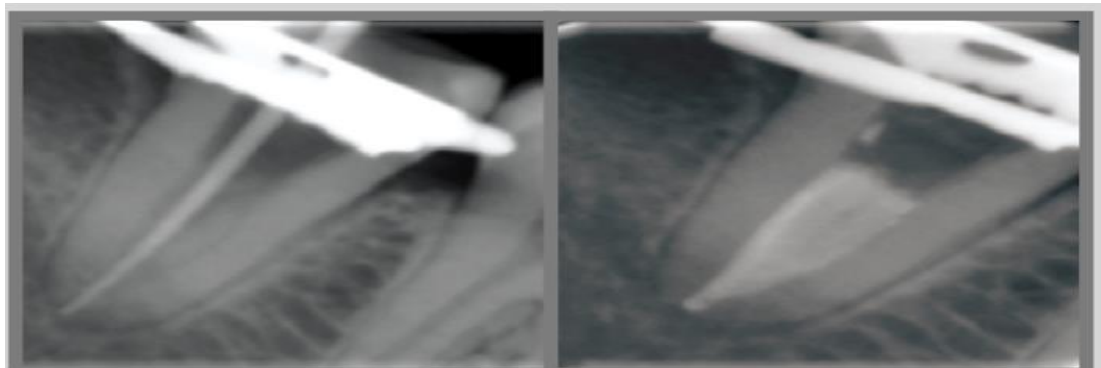
Figura 18, A

RX inicial del órgano dentario 37)
se observa una cavidad profunda,
cerca de la cámara pulpar

Figura 19, B

, Rx conductometría presencia
de ápex común

(Figura 19, B



(Figura 20, A) Rx prueba de cono
de gutapercha (Pinos ,2017)

(Figura 21, B) Rx final (Pinos,2017)

Caso 2

Paciente acude a consulta por molestia del diente 37, se le diagnostica pulpitis irreversible, radiográficamente observan la presencia de una sola raíz, con la presencia de dos conductos un punto y coma, es decir un conducto independiente ML (mesio lingual) y un conducto distal fusionado con el mesio vestibular (MV), es conducto tipo II según la clasificación de Melton. Y conducto tipo I según la

clasificación de Fan , Posterior a esto, se procede a realizar la conductometría con el uso de un localizador apical (Root Zx. Morita, Japón) y la verificamos radiográficamente como observamos en la gráfica. Se realiza la instrumentación manual con una técnica corono apical y una técnica de irrigación ultrasónica pasiva con hipoclorito de Sodio al 5,25% (y la técnica de obturación utilizada es de gutapercha fría es decir condensación lateral. Figuras 22-26

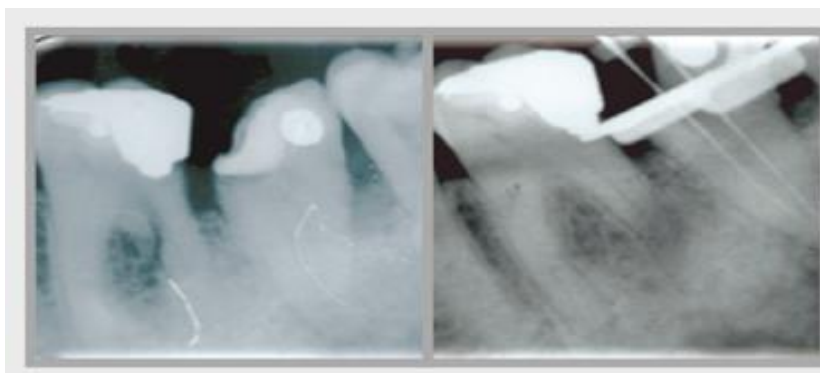


Figura 22, A

Rx inicial se observa una raíz fusionada y restauración cercana a la cámara pulpar

Figura 23, B

presencia de 2 canales diferentes. (pinos 2017)



Figura 24, A

Figura 25, B

Figura 26, C

prueba de penacho,foto final y Rx final (Pinos,2017)

Caso clínico 3

Paciente masculino con diagnóstico de pulpitis irreversible en molar 47 radiográficamente se aprecia raíz fusionada, se accede a la cámara pulpar y se observan 3 conductos independientes, es decir conducto tipo III según la clasificación de Melton, se realiza la conductometría con ayuda de un localizador

apical Root Z Morita., la técnica usada fue el rotatorio RECIPROC WDW y una técnica de irrigación pasiva ultrasónica, se obturo con la técnica de obturación de gutapercha caliente el sistema bee fill.BDW. Figuras 27-30 (Pinos K,2017,reporteando)

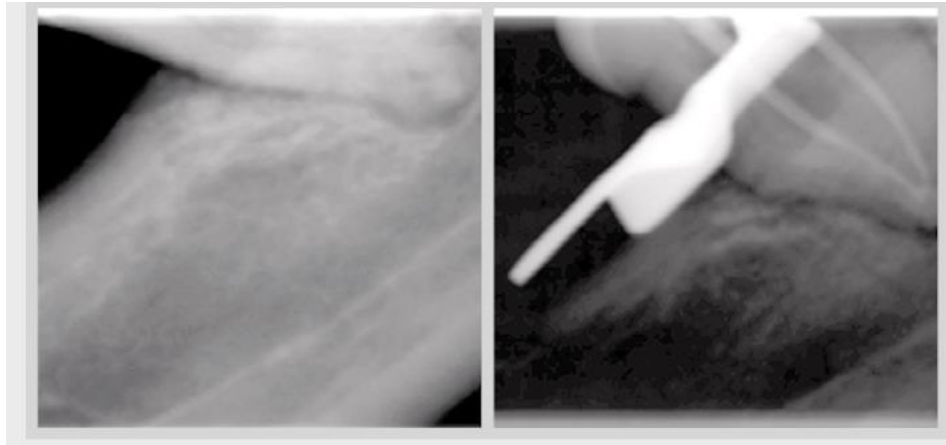


Figura 27, A

Figura 28, B

(Figura 27, A, 28, B) Rx inicial y conometría (Pinos,2017)

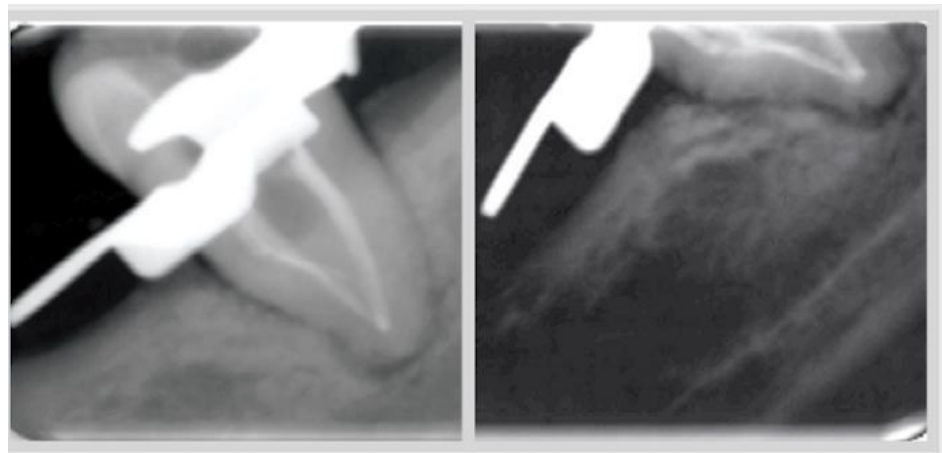


Figura 29, A

Figura 30, B

(Figura 29, A, 30, B) Rxs finales (Pinos,2017)

2.13 Éxito y fracaso del tratamiento endodóntico

Normalmente el punto de vista de un paciente, un tratamiento endodóntico exitoso consiste en la ausencia de síntomas y posiblemente afirmar que un tratamiento endodóntico exitoso debe reunir algunas condiciones como:

1. Permanencia de la pieza dental funcionando en la boca del paciente.
2. Ausencia radiográfica de lesiones periapicales.
3. Lograr y facilitar la reparación o regeneración de los tejidos periapicales y que estos vuelvan a un estado histológico normal.
4. Evitar el desarrollo de un proceso patológico.
5. Estimular la formación de una barrera biológica.

Permanencia de la pieza dental funcionando en la boca del paciente

Para que recupere su función la pieza dentaria al 100% en el aparato masticatorio, a pesar de que la curación de la enfermedad es el mayor objetivo de la terapia endodóntica, los pacientes son autónomos para establecer objetivos menos exigentes como la prevención o eliminación de los síntomas o la simple continuidad del diente en la boca.

Un estudio reciente confirma que sobre casi 1.500.000 de tratamientos endodónticos realizados sin cirugía un 97% obtuvo éxito.

El criterio empleado para evaluar el éxito y el fracaso en endodoncia es más riguroso que el empleado para evaluar el de los implantes dentales. Cuando se evalúa la supervivencia (tiempo de permanencia en boca, en función, con o sin lesión periapical) el porcentaje de éxito es igual o mejor que el resultado a largo tiempo de implantes.

. Ausencia radiográfica de lesiones periapicales

El éxito en endodoncia se asocia a un estado periapical, que se observe en una imagen radiográfica carente de evidencia patológica asociada o que demuestre una lesión en vía de resolución. También entran dentro del éxito funcional lesiones que si bien no han cicatrizado, son controladas por el organismo.

Facilitar la reparación o regeneración histológica de los tejidos periapicales

Aún cuando se practique el tratamiento endodóntico en una pulpa sana (puede ser el caso de un tratamiento por razones protésicas), con una instrumentación dentro de los límites del conducto dentinario, la extirpación del tejido pulpar y los procedimientos de instrumentación, irrigación y obturación pueden provocar una respuesta inflamatoria de los tejidos periapicales.

Se considera que las lesiones periapicales son el resultado de una respuesta inflamatoria local mediada por células inflamatorias y una variedad de factores, incluyendo las citosinas. En presencia de estas lesiones, no solo el hueso se encuentra sometido a procesos de reabsorción, sino también el cemento y la dentina apicales.

Por lo tanto debemos de llevar el tratamiento endodóntico hacia la completa reparación o regeneración periapical, mediante la eliminación del mayor número de factores que propician y mantienen estos estados inflamatorios procurando un buen desbridamiento del o los conductos radiculares, una correcta irrigación, tratando que la medicación intraconducto, cuando fuese necesaria, cree un ambiente favorable para la reparación periapical y una obturación radicular del conducto instrumentado que evite la filtración de los elementos periapicales al interior del mismo.

El paso de elementos extraños al periápice como gutapercha o cemento sellador puede ser un obstáculo para lograr la reparación. Aunque los fracasos que se dan por este motivo están más vinculados al tiempo de observación que a la sobreobtención. Los cementos son tóxicos cuando están en contacto con los tejidos y producen una leve, moderada o grave respuesta de cuerpo extraño e inflamación. La gutapercha, si bien es considerada como un material inerte, puede actuar como hapteno al producir una respuesta de hipersensibilidad. En general ambas reacciones son poco frecuentes.

Por todos estos motivos es importante conservar la instrumentación y los materiales de obturación dentro de los límites del conducto radicular. Aunque las sobreobturaciones que comúnmente se observan y realizan en la clínica se reabsorben con el tiempo.

Evitar el desarrollo de una lesión patología periapical

El desarrollo de un proceso patológico

1. Falla del sellado apical.
2. Instrumentación apical insuficiente.
3. Productos Microbianos
4. Presencia de microorganismos
5. Filtración coronaria.
6. Presencia de materiales extraños en los tejidos periapicales.

Falla del sellado apical

Una terapia endodóntica exitosa requiere la obturación completa del sistema de conductos con biomateriales no irritantes ya que la mayoría de las fallas son causadas por un sellado incompleto del conducto radicular. Por lo tanto es necesario utilizar materiales y técnicas de obturación capaces de producir una barrera lo más hermética posible entre el sistema de conductos y los tejidos perirradiculares. El

material más utilizado hasta la fecha es la gutapercha acompañada de un cemento sellador. Recientemente salió al mercado el Resilon (Resilon Res, Madison, CT, EUA), material a base de resinas con una consistencia similar a la gutapercha y que se utiliza con un cemento resinoso Epiphany (Pentron, Wallingford, CT, EUA) como sellador. Este potencial adhesivo ofrecería la ventaja de prevenir la microfiltración microbiana.

Los estudios realizados aún no son concluyentes, pues mientras se asegura que se produce un buen sellado apical, también se ha demostrado que el material sufre una biodegradación por enzimas salivales y microbianas, por lo que es aconsejable realizar más estudios acerca de los beneficios a largo plazo de este material de obturación

Filtración coronaria

El inadecuado sellado coronario es un factor que influye en la contaminación y/o recontaminación de un conducto radicular. Lamentablemente todos los materiales de obturación temporaria se filtran y la falta de una restauración definitiva conlleva al fracaso del tratamiento endodóntico

El potencial de fracaso asociado a la contaminación microbiana del espacio del conducto radicular por los fluidos bucales ha sido demostrado. Es importante destacar que cuando un tratamiento endodóntico está bien realizado, la filtración microbiana, en general, se limita sólo al tercio coronario del conducto radicular, aún en presencia de caries, fractura o pérdida de la restauración. Lamentablemente, con frecuencia, el éxito endodóntico es acompañado por un fracaso odontológico

Por todos estos motivos es importante la rehabilitación postendodóntica adecuada de la pieza lo más pronto posible. También las maniobras de restauración deben considerar esta contaminación microbiana en el pronóstico de éxito a largo plazo del tratamiento odontológico. El profesional debe concienciar

al paciente sobre la necesidad de efectuar la restauración definitiva lo antes posible, pues es parte del tratamiento y no sólo la desaparición de los síntomas dolorosos.

Instrumentación apical insuficiente

Los microorganismos remanentes dentro del sistema de conductos radiculares son un factor significativo como causa de fracaso del tratamiento endodóntico, de igual manera los restos pulpares y restos de barro dentinario contaminado contribuyen de manera importante en la formación de estados patológicos periapicales que conducen al fracaso del tratamiento. Lamentablemente el tercio apical del conducto radicular es más difícil de instrumentar debido a la presencia de istmos, fisuras y depresiones, por esto la instrumentación apical suficiente y eficiente debe tener un lugar preponderante

de las mismas. También existe una correlación entre la persistencia de la infección microbiana en el conducto radicular y la presencia de una rarefacción perirradicular preoperatorio en los fracasos endodónticos

La mayoría de los cambios que se producen en el tejido pulpar y periapical son de origen microbiano y deben ser tratados como lesiones infecciosas. El clínico debe priorizar su esfuerzo en la eliminación de los microorganismos mediante la instrumentación, la irrigación y la medicación intraconduto

Existe una controversia entre terminar el tratamiento en una o varias citas. Sin embargo, la flora microbiana localizada en áreas inaccesibles del sistema de conductos no puede ser removida eficazmente mediante los sistemas de instrumentación e irrigación actuales, lo que demuestra la importancia de la medicación intraconduto con la finalidad de reducir la microbiota intrarradicular. Es importante remarcar el tiempo necesario para que esta medicación ejerza su acción.

Productos microbianos

La presencia de microorganismos en el sistema de conductos y en los tejidos periapicales implica productos metabólicos de desecho y elementos no vitales de células microbianas como los lipopolisacáridos comúnmente llamados endotoxinas.

La fagocitosis de las bacterias por los macrófagos libera estas endotoxinas, que poseen una gran toxicidad, induciendo a la activación de elementos inflamatorios como prostaglandinas, leucotrienos, factor activador de plaquetas, complemento 3a y 5a e interleucina 1. Esto causa un incremento en la permeabilidad vascular, marginación de neutrófilos, quimiotaxis de neutrófilos, liberación de colagenasa, activación de linfocitos, producción de Macrophage Inflammatory Protein (MIP)-1 α y MIP-1 β y muchos otros efectos biológicos en los que se incluye la reabsorción ósea y formación de lesiones periapicales. Debido a sus efectos, es imprescindible detoxificar los lipopolisacáridos presentes en los conductos radiculares y tejidos periapicales por medio de su degradación. Las soluciones alcalinas, así como la Clorhexidina y el Hipoclorito de sodio contribuyen a este efecto. Lo que nos lleva de nuevo a entender la necesidad de una buena irrigación hasta el tercio apical con alguna de estas sustancias y la medicación intraconducto con pastas alcalinas a base de Hidróxido de Calcio para lograr evitar los efectos nocivos de las endotoxinas.

durante nuestro tratamiento. La utilización de limas especialmente diseñadas para la conformación apical del conducto radicular constituyen una herramienta valiosa para lograr nuestro objetivo.

La presencia de conductos laterales suscita controversias, pues el rol que juegan en el pronóstico de éxito o fracaso después de la terapia endodóntica no está definido claramente, al constituir una vía de intercambio con los tejidos periodontales. Con una adecuada preparación del conducto principal se obtienen

buenos resultados, aun así existen casos de fracaso ante la presencia de un conducto lateral, por lo que habrá que establecer una estrategia de limpieza química, pues es difícil acceder a ellos, aunque mecánicamente a veces se pueda lograr.

Presencia de microorganismos

La persistencia de la infección es la causa principal del fracaso de conductos obturados pues los microorganismos pueden permanecer dentro de los túbulos dentinarios, en lagunas del cemento radicular, en las foraminas apicales y en las lesiones periapicales. Incluso en muchas lesiones patológicas periapicales un gran número de microorganismos persisten a pesar de haber recibido medicación intra

La microflora endodóntica es abundante con diferentes tipos de microorganismos inclusive diferenciados en el tercio apical del conducto radicular y asociados a lesiones perirradiculares, cuya presencia sugiere que podrían ser la causa

Presencia de materiales extraños en los tejidos periapicales

Todos los materiales de obturación, presentes en los tejidos periapicales, son reconocidos como un cuerpo extraño para el organismo y generaran una primera reacción orgánica al tratar de fagocitar ese material, incluso algunos pueden provocar genotoxicidad por daño al DNA. Durante la fagocitosis, los macrófagos liberan mediadores celulares, esenciales para la comunicación intercelular como son las citosinas, favoreciendo el proceso inflamatorio.

Muchas veces estos materiales permanecen años en los tejidos periapicales manteniendo un proceso de descombro o simplemente son encapsulados

Estimular la formación de una barrera biológica

El mejor sellador de los forámenes y foraminas accesorias apicales es el cemento radicular. Es completamente biológico y compatible con el organismo, y es razonable encaminar nuestros esfuerzos a la estimulación e inducción de los tejidos periapicales para la formación de cemento o hueso

Ha sido demostrado que la utilización de hidróxido de calcio es capaz de inducir la formación de tejidos duros mediante la disociación de los iones hidroxilo y calcio, en donde el ión calcio modula los niveles de fosfatasa alcalina, osteopontina, osteocalcina y proteínas morfogenéticas óseas induciendo a la formación de estos tejidos.

Por lo tanto una medicación intraconducto a base de hidróxido de calcio aumentaría las probabilidades de obtener un sellado biológico que complemente el objetivo de la obturación radicular.

También debemos considerar que el sellado tridimensional perfecto es una utopía y los materiales de obturación utilizados deberían poseer suficiente actividad antimicrobiana como para prevenir la infiltración y proliferación microbiana en el espacio pulpar. El ideal del sellado hermético ha sido modificado a favor de un sellado antimicrobiano. (R. Hilu, F. Balandrano Pinal, 2009, opinión del experto)

CAPITULO III

3.1. CONCLUSIONES

Basado en la complejidad anatómica que presentan algunos segundos molares mandibulares es concluyente que la simple instrumentación convencional no es suficiente para poder garantizar el éxito endodóntico, por lo cual es indispensable técnicas de instrumentación híbridas acompañadas del uso de ultrasonido tanto como para la irrigación pasiva como activa. De igual manera de irrigantes químicos como quelantes y el hipoclorito de sodio al 5.5%, favoreciendo manera una mayor limpieza del sistema de conductos y posterior a ello la utilización de técnicas de obturación con gutapercha plastificada de manera que fluya dentro del interior de los conductos logrando así una obturación más tridimensional.

Es importante recalcar que aún siguiendo todos los protocolos de instrumentación e irrigación no se logra la eliminación total del tejido pulpar dado a la complejidad de su anatomía, a pesar de ello gracias a la combinación de técnicas de instrumentación y obturación se ha aumentado el porcentaje de éxito en estos órganos dentales

3.2. SUGERENCIAS

Dado a la complejidad de estos molares, sería relevante realizar nuevos estudios donde utilicen diferentes combinaciones químicas o mecánicas para lograr una mayor limpieza.

3.3 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Abarca Alvarado, C, ,Lemus Melara, M., Núñez Escobar, F., Pacheco Cardona, L., Tobar Tobar, J.(2004). *Evaluación de las propiedades de los conos de gutapercha y cementos selladores utilizados en la obturación de conductos radiculares*. Universidad del Salvador, Facultad de odontología. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7933/1/17100223.pdf>
- 2 Alvarez J. (2016) Preparación biomecánica de conductos radiculares. En *Material complementario para la asignatura atención integral a la familia (endodoncia)*. Universidad de ciencias médicas de la Habana. https://www.researchgate.net/profile/Javier-Alvarez-Rodriguez/publication/303961868_PREPARACION_BIOMECANICA_DE_CONDUCTOS_RADICULARES/links/5760567808ae227f4a3f24d2/PREPARACION-BIOMECANICA-DE-CONDUCTOS-RADICULARES.pdf
- 3 Barbieri G, Flores J, Escribano M, Discepoli M.(2006). Actualización en radiología dental. Radiología convencional Vs digital. En *Avances en Odontoestomatología*. Vol. 22 , Núm 2. <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v22n2/original4.pdf>
- 4 Brónstein, M, Escribano, MF. (2019). Capitulo 1 introducción a la endodoncia. Repositorio Digital UNC. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/27478/Capitulo%201%2C%20Introducción%20a%20la%20Endodoncia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- 5 Busto RBP, Flores OJC, Fayad HS.(2013) Fusión radicular en molares Primer lugar en el concurso de Carteles del Congreso de Morelia AMP *Revista Mexicana de Periodontología*.;4(3) pp.101-105.
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=50837#:~:text=Fusi%C3%B3n%20radicular%2C%20anatom%C3%ADa%2C%20molares%2C%20examinaci%C3%B3n%20radiogr%C3%A1fica.&text=Introducci%C3%B3n%3A%20Los%20molares%20con%20ra%C3%ADces,una%20proporci%C3%B3n%20corona%20Dra%C3%ADz%20desfavorable>.
- 6 García Cárdenas,I.(2010)., *Comparación del sistema fluido Gutta-flow v/s técnica de Condensación Lateral en el sellado hermético de conductos radiculares rectos in vitro* [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Sinaloa]
https://odontologia.uas.edu.mx/posgradoendodoncia/PDF/gen0809/GARCIA_CARDENAS_IVAN_MANUEL.pdf
- 7 Cardona J, Fernández R. (2015) Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica. *Revista CES odontología*, vol.28 (.2),
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2015000200007
- 8 Carvajal M. (s.f.). Capítulo 7 , Irrigación en endodoncia, limpieza y desinfección en el tratamiento endodóntico.En Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba.
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/16185/Irrigantes%20en%20endodoncia%2C%20limpieza%20y%20desinfeccion%20en%20el%20tratamiento%20endodontico.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- 9 Llanos Carazas, Y., Jara Castro, M., Alanya Ricalde,J A. (2019). Manejo clínico endodóntico de la variación anatómica conducto en “C” tipo IV en un segundo molar mandibular, *Odontología. Sanmarquina* ; 22(1): 45-521 .
<https://docplayer.es/205403012-Manejo-clinico-endodontico-de-la-variacion-anatomica-conducto-en-c-tipo-iv-en-un-segundo-molar-mandibular.html>

- 10 Hilú, F., Balandrano Pinal, F. (2009). El éxito en endodoncia. *Endodoncia*, Vo 27 (3). <http://www.medlinedental.es/pdf-doc/endo/v27-3-7.pdf>
- 11 Espinoza, CA. (2021) Conductos Radiculares Perdidos en Molares Detectados por Tomografía Odontológica. *DENTOMETRIC*. <https://dentometric.com/conductos-radiculares-perdidos-en-molares-detectados-por-tomografia-cone-beam/>
- 12 Segura Egea, JJ (s.f) *Anatomía endodóntica* [Diapositivas] Universidad de Sevilla <https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Temas%20PTD-III/Leccion%202.%20ANATOMIA%20ENDODONCICA.pdf>
- 13 Maestre Juvinau, K, Gomez Gulfo, M. *Activación dinámica manual vs láser de diodo en la eliminación del barrillo dentinario con NaOCl: revisión sistemática*. Universidad de Cartagena [https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15860/KATERINE%20MAESTRE%20JUVINAO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=L a%20activaci%C3%B3n%20digital%20manual%20\(MDA,de%20la%20longitud%20de%20trabajo.](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15860/KATERINE%20MAESTRE%20JUVINAO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=L a%20activaci%C3%B3n%20digital%20manual%20(MDA,de%20la%20longitud%20de%20trabajo.)
- 14 Leonardo, M., Leonardo, R. (2017). *Tratamiento de Canais Radiculares: Avancos Técnicos e biológicos de una Endodontia Minimamente Invasiva em Nível Apical e Periapical*. 2ª.ed. Editorial Artes Médicas. pp. 220-233.
- 15 López Roura J.(2020). *CBCT, la mejor opción para diagnosticar una patología dental*. Topdoctos; <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/cbct-la-mejor-opcion-para-diagnosticar-una-patologia-dental>
- 16 Mejía Gutierrez, A., Ballinas Solis, A., Ramos Nuñez, PC., Gutierrez Zavala, A., Ledesma Montes C. (2012) *Prácticas para la enseñanza-aprendizaje de la anatomía dental*, Universidad de ciencias y artes de Chiapas. <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/912/912.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- 17** Méndez C, Ordoñez AF. (2008), Radiología en la endodoncia. Su aplicación antes, durante y después del tratamiento. En *Odontología actual*, (61), pp.24-33
<https://biblat.unam.mx/hevila/Odontologiaactual/2008/vol6/no61/5.pdf>
- 18** Moradas Estrada M. (2017). Instrumentación rotatoria en endodoncia: ¿qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado. .En *Avances en Odontoestomatología*, vol.33 (4)
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000400003&lng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000400003&lng=es)
- 19** Moreno M. (2019). *Avances en la metalúrgica de las limas endodónticas mecanizadas en la era actual*. [“Tesis de posgrado, Universidad de Carabobo]. Repositorio institucional de la Universidad de Carabobo.
[:http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/8480/dmoreno.pdf?sequence=1](http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/8480/dmoreno.pdf?sequence=1)
- 20** Mosby Elsevier.(2009) *conducto* En Diccionario de odontología (2a ed,pp.141)
- 21** Sociedad argentina de endodoncia seccional. (2009). Obturación del sistema de conductos radiculares En Endodoncia *Colegas en busca de la excelencia*. http://www.endodoncia-sae.com.ar/download/colegas/colegas_38.pdf
- 22** Cañamero,L.(2015). *Sistema de conductos en C en segundos molares inferiores: características anatómicas y manejo clínico*. [“Tesis de posgrado,Universidad Nacional de Cuyo]. Bibliogteca digitigal SID/UNCUYO https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9908/caamero-elizabeth.pdf
- 23** Rivas R, (2008) *Introducción al estudio de la endodoncia*. Fez Iztacala.
<https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/introduccion2.html>
- 24** Rivas R. (2013). *Morfología de la cavidad pulpar*. Fez Iztacala.
<https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas2Morfologia/morfologia47.html#inicio>

- 25** Rodríguez S. (2009). Importancia del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto en Endodoncia. A propósito de un caso clínico. En *Gaceta dental*. <https://gacetadental.com/2009/03/importancia-del-hidrxido-de-calcio-como-medicamento-intraconducto-en-endodoncia-a-proposito-de-un-caso-clinico-8873/>
- 26** Rodríguez Vázquez, P., Estévez Luaña, R., Valencia de Pablo, O., Cisneros Cabello, R. (2015). Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conducto.. En *Científica Dental*, 12(1), pp 61-69.
<https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol12num1/irrigacion.pdf>
- 27** Pinos Vélez, K. (2017). Segundos molares inferiores conductos en "c". En *Reporteando, revista científica de la Asociación de endodoncistas de Azuay*, Vol.4 (1), pp 28-31
- 28** Dentaltix. (2022). *Todo lo que debes saber sobre las limas de endodoncia: (II) Limas rotatorias*. <https://www.dentaltix.com/es/blog/todo-lo-que-debes-saber-las-limas-endodoncia-ii-limas-rotatorias>
- 29** Vázquez D, Hetch P, Martínez ME. (2012) Sinostosis radicular: Estudio de frecuencia utilizando la radiografía panorámica como método de diagnóstico *Rev Odont Mex*. vol.16 (2).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2012000200004

3.4. ANEXOS

Glosario

Diafanizacion: La diafanización o transparentación es una técnica de conservación anatómica que transparenta (despigmenta o aclara) los tejidos blandos para equilibrar el índice de refracción de la luz dentro de un organismo y fuera de este, y que tiñe (pigmenta) los tejidos mineralizados para visualizar los componentes óseos y cartilagosos.

EDTA: ácido etilendiaminotetraacético

Hipoclorito: hipoclorito de sodio (cuya disolución en agua es conocida como lejía, cloro o lavandina, según la zona)

Eugenol: es un derivado fenólico conocido comúnmente como esencia de clavo que también puede extraerse de pimienta, hojas de laurel, canela, alcanfor y otros aceites.

Es de consistencia líquida y aceitosa, de color amarillo claro, con aroma característico, poco soluble en agua y soluble en alcohol.

Yoduro de potasio: yodado (IKI), en el campo de la endodoncia comúnmente ha sido usado como una medicación entre citas. Diversos estudios han sugerido el uso del IKI como irrigante o medicación en una misma cita.

Ápice dental: es la parte terminal de la raíz, conocido también como el foramen apical del diente

Microorganismos: Organismo que solo puede verse bajo un microscopio. Los microorganismos incluyen las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos.

Aunque los virus no se consideran organismos vivos, a veces se clasifican como microorganismos.

Pulpa dental: es el tejido blando localizado en el interior del diente, en la cavidad pulpar, y que contiene el nervio, los vasos sanguíneos y el tejido conectivo.

Clorhexidina: es un desinfectante oral de acción antiséptica. Se trata de un agente bactericida y fungicida muy utilizado en odontología para prevenir infecciones y mantener el buen estado bucodental del paciente. También es un compuesto utilizado para la formulación de diversos productos de higiene oral.

peróxido de hidrógeno: también conocido como agua oxigenada, dioxigen, dioxidano o peróxido de dihidrógeno es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno, tal como el agua, por lo general de aspecto líquido ligeramente más viscoso