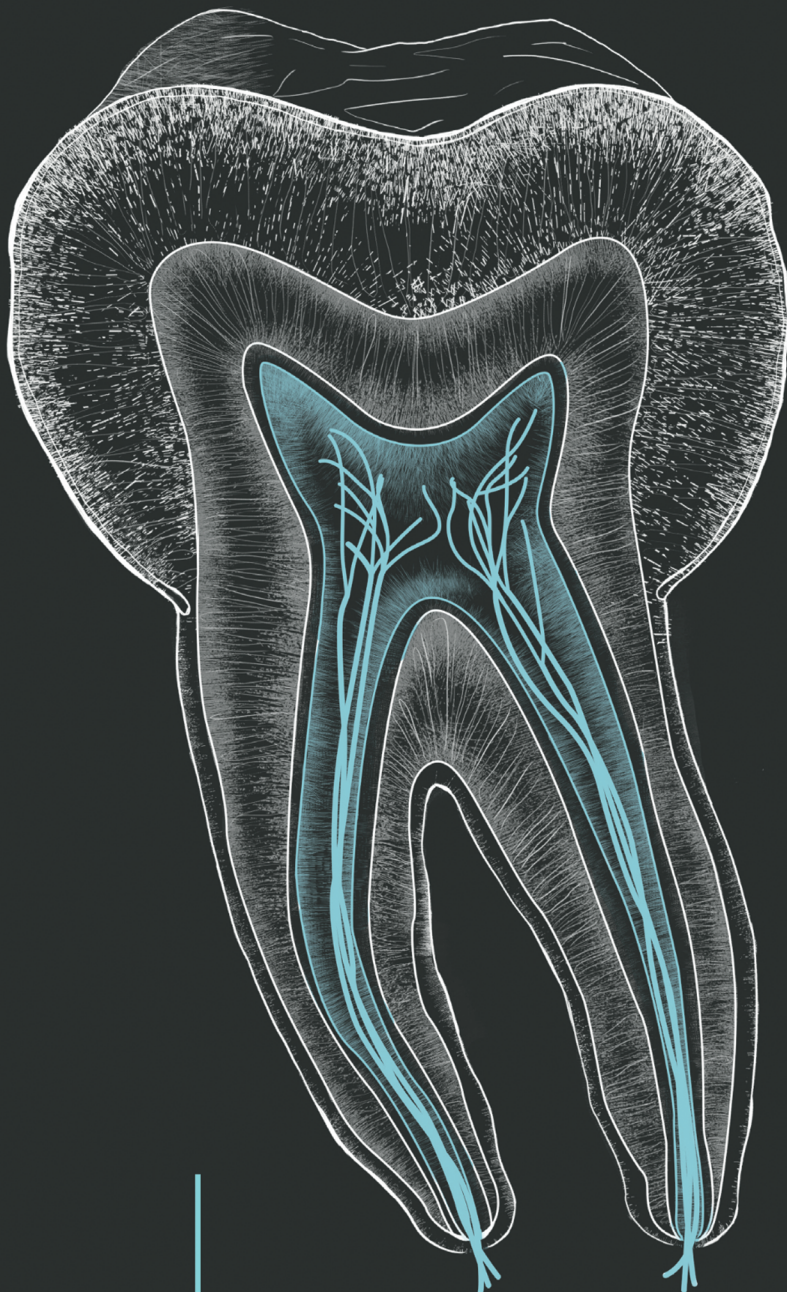




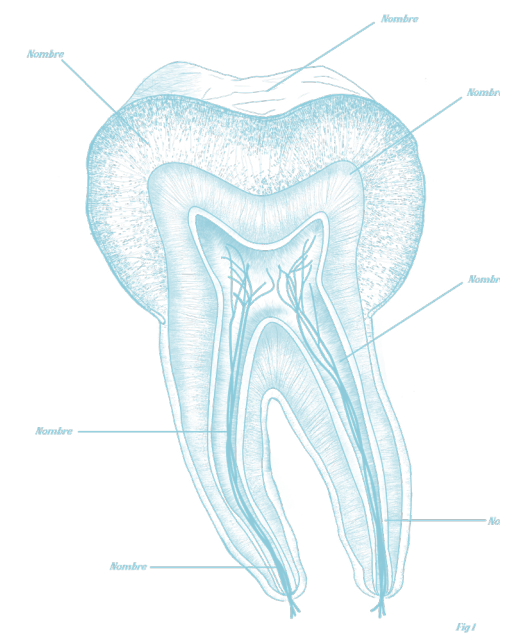
EN DO DON CIA

Teoría, ciencia y tecnología

Daniela Matus Rosas y Camila Fuentes Prieto (editoras)

Endodoncia

Teoría, ciencia y tecnología



ENDODONCIA: TEORÍA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Daniela Matus Rosas y Camila Fuentes Prieto (editoras)

EDICIONES UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Primera edición: junio de 2024
ISBN: 978-956-236-451-5

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Av. Francisco Salazar 01145, casilla 54-D, Temuco

Rector: Eduardo Hebel Weiss
Vicerrector académico: Renato Hunter Alarcón
Director de Bibliotecas y Recursos de Información: Carlos del Valle Rojas
Coordinador de Ediciones Universidad de La Frontera: José Manuel Rodríguez

COMITÉ CIENTÍFICO ACADÉMICO ED. UFRO

Mg. Leonardo Castillo Cárdenas
Dr. Mauricio Godoy Molina
Dra. Yéssica González Gómez
Dr. Pablo Navarro Cáceres
Dr. Nicolás Saavedra Cuevas
Dra. Berta Schnettler Morales

REFERATO

Libro arbitrado por pares evaluadores

Ilustraciones del interior y diseño de cubierta: Katherin Castillo Arias
Fotografías del interior: Vicente Leiva Basso

Impreso en Andros, Santiago de Chile



Endodoncia
Teoría, ciencia y tecnología

Editoras

Daniela Matus Rosas
Camila Fuentes Prieto



Agradecimientos

A todos los que participaron en el desarrollo de este libro motivados por el interés de enseñar.

A Camila, por incentivar me a escribir un manual que terminó en este libro.

A Katherin, por su dedicación y paciencia en la ilustración y diseño de cada capítulo.

Y, especialmente, a mi esposo Juan Andrés y a mi familia, por su apoyo constante en cada nuevo proyecto que emprendo.

Daniela Matus Rosas

A cada uno de los que se involucraron en la creación de este libro. Especialmente, a Katherin y a Vicente.

A Daniela, por su paciencia y dedicación en cada detalle de este proyecto.

A mi familia, que estuvo siempre presente apoyándome.

Camila Fuentes Prieto



Prólogo

Desvelando las profundidades de la endodoncia

En el siempre cambiante campo de la odontología, la endodoncia se erige como piedra angular de la salud bucodental. Arraigada en la intrincada anatomía de los dientes, esta especialidad se centra en la conservación, el diagnóstico y el tratamiento de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares. Es un ámbito en el que se entrelazan una habilidad meticulosa y una dedicación inquebrantable, para desentrañar los secretos que se encuentran ocultos en las profundidades de las raíces dentales.

En los últimos años, el campo de la endodoncia ha sido testigo de una notable transformación. Los avances tecnológicos y materiales han revolucionado los enfoques de tratamiento, garantizando una mayor precisión, eficacia y previsibilidad. La llegada de las imágenes tridimensionales, los sistemas de aumento y el flujo del trabajo digital han permitido descubrir nuevas dimensiones, revelando intrincados detalles inaccesibles para la vista humana. Nos encontramos en la cúspide de una era apasionante, preparada para conocer el verdadero potencial de la endodoncia.

Este libro es un viaje por el mundo de la endodoncia moderna. En sus páginas se explora la vanguardia del conocimiento, donde los principios ancestrales se mezclan a la perfección con las técnicas de avanzada, para generar un compendio de procedimientos y técnicas actualizadas, que pretende iluminar e inspirar tanto a los profesionales experimentados como a los aspirantes a endodncistas.

Sus capítulos abordan temas que abarcan todo el espectro de la endodoncia. Desde los principios fundamentales hasta los últimos avances, sus autores exploran conceptos vitales, como el diagnóstico, la anatomía, la biomecánica y el control de infecciones. También profundizan en los matices de la preparación del conducto radicular, las técnicas de irrigación y los métodos de obturación, con datos, imágenes y exposiciones que, realizadas con singular y detallada claridad, permiten al lector adquirir una comprensión exhaustiva de cada paso necesario para lograr resultados satisfactorios.

Además, este libro pone en valor las tendencias emergentes, como la endodoncia regenerativa, que aprovecha el potencial de las células madre para restaurar los tejidos dentales comprometidos. Se adentra en el ámbito de la farmacología, explorando la singularidad del dolor dental, el manejo analgésico y las consideraciones sobre el dolor postendodóntico, y permite conocer el efecto del láser y la terapia fotodinámica. Al adoptar estos novedosos enfoques, abrazamos un futuro en el que los dientes dañados podrán revitalizarse y conservarse con un éxito sin precedentes.

Tanto si es usted un profesional experimentado que busca mejorar sus conocimientos como si es un principiante que se adentra en el mundo de la endodoncia, este libro será una guía de confianza. Sean bienvenidos al mundo de los procedimientos y técnicas actualizados en endodoncia, donde la ciencia, el arte y la atención al paciente convergen para crear sonrisas que duran toda la vida.

Susana Contardo Jara
Docente de la Especialización en Endodoncia, Universidad de Talca

EDITORAS



Daniela Paz Matus Rosas

Realizó sus estudios de pregrado en la Universidad de Concepción y posteriormente de especialista en endodoncia en la Universidad del Desarrollo. Desde 2012 se dedica exclusivamente a esta especialidad, combinando el ejercicio privado de la profesión con la docencia, la cual desarrolla desde 2013 en la Universidad de La Frontera, al integrarse como docente de la Cátedra de Endodoncia de pregrado y como directora del Diplomado en Endodoncia.

En 2015, motivada por el espíritu y sello de la Universidad de La Frontera, decide realizar el Magíster en Odontología en esta misma casa de estudios, del cual egresó en 2017 y que le ha permitido investigar y publicar sobre esta área, integrándose como investigadora al Laboratorio de Endodoncia de esta universidad. Junto con este equipo se ha adjudicado diversos proyectos de investigación relacionados con esta especialidad, dictando charlas en distintos cursos y congresos relacionados con el área.

A partir de 2021 asume la dirección de la Especialidad en Endodoncia de la Universidad de La Frontera, participando así en la educación y formación de nuevos especialistas.



Camila Ignacia Fuentes Prieto

Cirujano dentista, egresada en 2012 de la Universidad de La Frontera en Temuco. Posteriormente sigue su formación realizando el Diplomado en Endodoncia en la misma universidad. Debido a su especial interés en el área de la docencia, se incorpora en 2016 a la cátedra de endodoncia de pregrado de la Universidad de La Frontera y colabora en el Diplomado en Endodoncia. Para fortalecer su desempeño como docente, entra al programa de Magíster en Odontología en la misma casa de estudios, egresando en 2018.

Por proyectos familiares, deja la Universidad de La Frontera en 2020. Actualmente, se desempeña en la práctica clínica de la endodoncia y realiza colaboraciones en distintas casas de estudio.

AUTORES

Pablo Betancourt Henríquez

Especialista en Endodoncia
Magíster en Odontología (MSc) y doctor en Medicina e Investigación Traslacional (PhD).
Docente de la Cátedra de Endodoncia de pregrado, Universidad de La Frontera.
Docente permanente de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.
Profesor asociado, Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera.

Eduardo Borie Echevarría

Especialista en Rehabilitación Oral.
Magíster (MSc) y doctor en Ciencias (PhD), área Rehabilitación Oral.
Profesor asociado Universidad de La Frontera.

Thomas Bornhardt Suazo

Especialista en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial.
Magíster en Odontología mención Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial (MSc) y Fellowship Medicina de Sueño y Polisomonografía.
Director Especialidad en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial, Universidad de La Frontera.
Docente colaborador de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.
Profesor asistente, Universidad de La Frontera.

María Cristina Bucchi Morales

Magíster en Odontología (MSc) y doctora en Medicina e Investigación Traslacional (PhD).
Docente permanente de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.
Profesora asociada, Universidad de La Frontera.

Carla Carvajal Anabalón

Especialista en Radiología Oral y Maxilofacial.
Encargada de la Asignatura de Radiología Oral, Universidad de La Frontera.

Ivonne Garay Carrasco

Especialista en Radiología Oral y Maxilofacial.
Magíster en Odontología (MSc).
Docente encargada de la Asignatura de Radiología (2005-2021), Universidad de La Frontera.

Verónica Iturriaga Wilder

Especialista en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial.
Magíster en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial (MSc) y doctora en Ciencias Médicas (PhD).
Coordinadora Especialidad en Trastornos Temporomandibulares y Dolor Orofacial, Universidad de La Frontera.
Docente colaboradora de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.
Profesora asistente, Universidad de La Frontera.

Viviana Navarrete Roa

Especialista en Endodoncia.
Especialista en Endodoncia en Hospital Dr. Abraham Godoy Peña, Lautaro, IX región.

Camila Panes Villarroel

Especialista en Endodoncia.
Docente de la Cátedra de Endodoncia de pregrado, Universidad de La Frontera.

José Luis Quintana Gutiérrez

Especialista en Radiología Oral y Maxilofacial.
Especialista Imagenología Oral en Hospital Dr. Abraham Godoy Peña, Lautaro, IX región.

Eulàlia Sans Serramitjana

Licenciada en Biología, Universidad de Barcelona.
Máster en Microbiología Clínica (MSc) y doctora en Medicina e Investigación Traslacional (PhD).
Docente permanente de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.

Carolina Soto Álvarez

Especialista en Endodoncia.
Magíster en Odontología (MSc).
Docente de la cátedra de Endodoncia de pregrado, Universidad de La Frontera.
Docente permanente de la Especialidad en Endodoncia, Universidad de La Frontera.

Benjamín Weber Rauch

Especialista en Rehabilitación Oral.
Magíster en Morfología (MSc).
Profesor asistente, Universidad de La Frontera.

Kathia Yáñez Flores

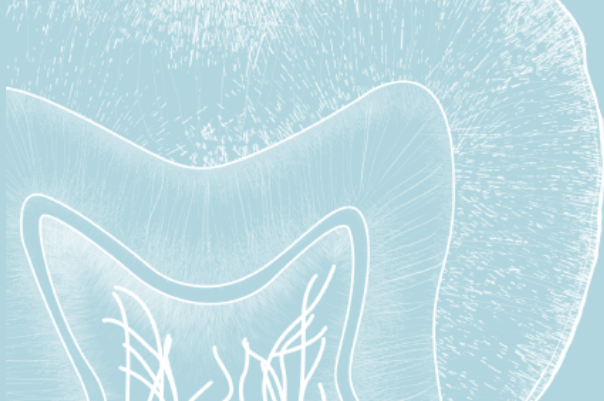
Enfermera.
Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos.
Magíster en Enfermería mención Gestión del Cuidado (MSc).
Docente del Departamento de Enfermería, Universidad de La Frontera.

ÍNDICE

Índice

01 Diagnóstico endodóntico	14
02 Patologías pulpaes y apicales	22
03 Imagenología en endodoncia	42
04 Instrumentos, materiales y dispositivos usados en endodoncia	50
05 Asepsia y aislamiento absoluto	62
06 Anatomía del sistema de canales radiculares	74
07 Acceso endodóntico	86
08 Anatomía del tercio apical canalicular y determinación de la longitud de trabajo...	92
09 Preparación de los canales radiculares	100
10 Instrumentación mecanizada	110

11 Irrigación y medicación del sistema de canales radiculares	120
12 Obturación del sistema de canales radiculares	130
13 Accidentes endodónticos	144
14 Retratamiento endodóntico no quirúrgico	152
15 Terapias endodónticas en dientes permanentes jóvenes	160
16 Regeneración de la pulpa dentaria	168
17 Urgencia en endodoncia	176
18 Dolor y su manejo farmacológico en endodoncia	182
19 Rehabilitación oral posendodoncia	190
20 Nuevas tecnologías aplicadas a la endodoncia	196



Diagnóstico endodóntico

Daniela Matus Rosas

La importancia de realizar un correcto diagnóstico endodóntico radica en que este permite determinar cuál es el problema del paciente, el motivo por el que lo padece y, además, guarda directa relación con el tratamiento a realizar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Es fundamental que este proceso se realice de manera metódica, planificada y sistemática. Podemos dividirlo en cinco etapas:

1. El paciente le cuenta al clínico por qué ha pedido una consulta.
2. El clínico le pregunta al paciente sobre sus síntomas y por los antecedentes que lo condujeron a su consulta.
3. El clínico realiza una serie de pruebas clínicas objetivas.
4. El clínico correlaciona los datos objetivos con los detalles subjetivos y plantea un diagnóstico diferencial provisional.
5. El clínico formula un diagnóstico definitivo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

A continuación, revisaremos cada una de las etapas de manera detallada.

1. PRINCIPAL MOTIVO DE CONSULTA

Los motivos que manifiesta el paciente para solicitar una consulta son muchas veces más importantes que las pruebas diagnósticas. Estas observaciones serán pistas que ayudarán al clínico a plantear un correcto diagnóstico. Sin considerar el motivo de consulta del paciente podemos dar con una patología dentaria, pero puede no ser la dolencia que el paciente considera más importante. Por lo tanto, debemos prestar mucha atención a sus motivos y establecer una cronología de los sucesos que lo indujeron a solicitar atención (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). El principal motivo de consulta debe documentarse en la ficha clínica con las palabras del paciente. De esta manera, será una referencia que nos permitirá verificar el diagnóstico.

2. EL CLÍNICO LE PREGUNTA AL PACIENTE SOBRE SUS SÍNTOMAS Y POR LOS ANTECEDENTES QUE LO CONDUJERON A SU CONSULTA ANTECEDENTES MÉDICOS

Es fundamental realizar una correcta anamnesis de cada paciente que acude a la clínica. El envejecimiento de la población y el mayor interés por mantener la salud bucal producen un incremento de los tratamientos endodónticos en personas de edad avanzada, en las que es más frecuente encontrar enfermedades y tratamientos sistémicos que pueden condicionar el tratamiento que se va a realizar, pero no contraindicarlo (Canalda, 2019). Debemos evaluar las respuestas de los pacientes desde dos perspectivas: a) aquellas enfermedades y medicamentos utilizados que pueden modificar el tratamiento, y b) aquellas afecciones médicas que pueden manifestarse en la boca o que simulen una patología dental.

También es importante tener en cuenta si el paciente padece algún tipo de alergia medicamentosa o a productos dentales, si es portador de una prótesis articular artificial, si se ha sometido a algún trasplante, si requiere protección antibiótica antes de la intervención, si posee problemas hemorrágicos o si está tomando medicamentos que pudieran reaccionar negativamente con los anestésicos dentales, los analgésicos y los antibióticos que podríamos indicarle (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Algunas enfermedades que debemos tener en consideración al momento de planificar un tratamiento de endodoncia son:

- **Hemofilia:** es raro que una pulpectomía o los procedimientos endodónticos normales provoquen una pérdida sanguínea copiosa (Berutti y Gagliani, 2017).
- **Alteraciones de la coagulación por terapia farmacológica:** por lo general, todos los procedimientos de carácter odontológico pueden ser efectuados con valores de INR iguales o inferiores a 3.5. Además, las terapias endodónticas no provocan un sangrado copioso y como tal son realizables sin dificultad (Berutti y Gagliani, 2017).
- **Diabetes:** el tratamiento endodóntico de un paciente diabético farmacológicamente compensado no es una contraindicación. Sin embargo, el control de un estado diabético puede ser complicado y fácilmente alterable por el estrés que cualquier procedimiento odontológico conlleva, convirtiéndose en un factor determinante para la reagudización de la enfermedad diabética. Para estos casos, una medicación previa con paracetamol o medicamentos antiinflamatorios no esteroides suministra una pequeña ayuda, así como la administración de ansiolíticos (Berutti y Gagliani, 2017). Es necesaria una profilaxis antibiótica antes de la intervención en pacientes diabéticos insulino dependientes.
- **Enfermedades cardiovasculares:** no existen contraindicaciones para el tratamiento endodóntico en los casos de hipertensión, especialmente si esta es controlada farmacológicamente. En el caso de pacientes que han sufrido infarto al miocardio o patologías cardíacas valvulares, es recomendable la interconsulta con el cardiólogo, para que autorice la atención dental o la suspensión de medicamentos que hagan que la terapia endodóntica sea riesgosa. A algunos de estos pacientes deberemos indicarles profilaxis antibiótica antes de la intervención (Berutti y Gagliani, 2017).
- **Enfermedades respiratorias:** el paciente con enfermedades respiratorias debe ser considerado como de riesgo especial para los procedimientos endodónticos, ya que el uso de goma dique podría constituir un elemento que agrave la disfunción (Berutti y Gagliani, 2017).
- **Endodoncia durante el embarazo:** se aconseja concentrar los procedimientos durante el segundo trimestre de embarazo y evitar las exposiciones a fuentes radiógenas durante todo el periodo de gestación. Si estamos frente a una urgencia que requiere un procedimiento endodóntico de emergencia, éste debe ser realizado bajo la autorización del médico ginecólogo tratante (Berutti y Gagliani, 2017).

A algunos pacientes se les debe administrar terapia antibiótica profiláctica, que consiste en 2 gramos de amoxicilina 1 hora antes de la atención o, en el caso de alergia a la penicilina, clindamicina de 600 mg 1 hora antes de la atención. Por lo general, la indicación de profilaxis antibiótica se da en los casos de prótesis vasculares, disfunciones valvulares adquiridas (fiebre reumática) endocarditis, pacientes inmunodeprimidos, con sida y diabéticos insulino dependientes.

ANTECEDENTES DENTALES

En los antecedentes dentales debemos registrar los síntomas pasados y presentes, así como cualquier procedimiento o traumatismo que pudiera haber sido responsable del principal motivo de consulta (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Esta etapa además nos permite valorar la motivación del paciente por mantener su salud bucal, la experiencia de tratamientos anteriores, su estado psicológico ante ellos y los episodios de dolor (Canalda, 2019). Incluye los siguientes ítems:

a) Historia del problema dental actual (del diente en cuestión): el clínico debe dirigir la conversación para que la narración de los hechos explicados por el paciente sea lo más clara posible y refleje de manera cronológica la información necesaria.

b) Anamnesis de los antecedentes dentales: una vez establecido el principal motivo de consulta, debemos continuar la conversación orientando al paciente con preguntas claras y específicas, y documentar la información en la ficha (Berutti y Gagliani, 2017). Las cinco direcciones básicas son: localización, comienzo, intensidad, provocación y duración del dolor.

• **Localización:** «¿Puede señalar el diente que le molesta?». Muchas veces el paciente es capaz de identificar el diente, permitiendo que luego centremos las pruebas diagnósticas en ese diente en particular.

• **Comienzo:** «¿Cuándo comenzaron los síntomas por primera vez?». En algunos casos el paciente podrá recordar cuándo comenzaron los síntomas e incluso el hecho desencadenante, como un tratamiento restaurador, un traumatismo, etc. Esta información nos permitirá enriquecer el proceso y evitar un diagnóstico prematuro.

• **Intensidad:** «¿Qué tan intenso es el dolor?». Es útil cuantificar el dolor utilizando una escala del 1 al 10, en la que 10 corresponde a un dolor insoportable. Esta información es útil al momento de tomar la decisión de llevar a cabo un tratamiento endodóntico de urgencia.

• **Provocación y alivio del dolor:** «¿Qué cosas provocan o disminuyen los síntomas?». Los principales causantes de dolor dental son la masticación y los cambios térmicos aplicados localmente, y en algunos casos el paciente puede manifestar que el dolor se alivia con agua fría. Estos factores pueden ayudar a determinar el tipo de pruebas que deben realizarse para establecer un diagnóstico objetivo.

• **Duración:** «¿Los síntomas ceden al poco tiempo o, por el contrario, perduran mucho tiempo luego de provocado el dolor?». La diferencia entre una y otra alternativa permite al clínico decidir si realiza una restauración o un tratamiento endodóntico. Hay que registrar la duración de la sensación que percibe el paciente después de un estímulo y anotarla en términos de segundos o minutos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Algunas preguntas para guiar la anamnesis dental (Berutti y Gagliani, 2017):

- ¿Cuánto tiempo ha transcurrido desde la realización del último control odontológico?
- ¿El problema apareció después de un tratamiento odontológico reciente?
- ¿Hace cuánto empezaron los síntomas?
- El dolor que siente, ¿es espontáneo o provocado?
- En caso de dolor espontáneo, ¿cuál es la frecuencia?
- ¿El dolor aumenta durante el sueño o mientras el paciente se va a dormir?
- En caso de que el dolor sea provocado, ¿qué factores lo desencadenan?
- ¿El dolor es localizado o irradiado?
- ¿El dolor es agudo, sordo, continuo o intermitente?

3. EXPLORACIÓN Y PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

EXPLORACIÓN EXTRAORAL

El protocolo diagnóstico básico sugiere la importancia de observar al paciente desde que entra a la consulta, ya que podemos apreciar signos de limitaciones físicas.

Durante la exploración extraoral debemos prestar atención a asimetrías faciales, tumefacciones, cambios de coloración o cicatrices del tejido cutáneo que puedan ser consecuencia de traumatismos y que nos alertarán de la posible existencia de lesiones dentarias, como fisuras o fracturas dentales, así como de la presencia de tractos sinusales extraorales, también denominados fístulas cutáneas (Berutti y Gagliani, 2017).

Si estamos frente a una tumefacción facial extraoral, luego de visualizarla debemos palparla, para determinar su extensión y establecer si es difusa o localizada, firme o fluctuante. La palpación de los ganglios linfáticos cervicales y submandibulares es una parte integral del protocolo de exploración extraoral. Si se palpan adenopatías firmes y dolorosas que se acompañan de tumefacción facial y fiebre, es muy probable que estemos frente a una infección (fig. 1.1).



Figura 1.1. Palpación de ganglios submandibulares como parte de la exploración extraoral.

EXPLORACIÓN INTRAORAL

La exploración intraoral nos permite visualizar las zonas que precisan de una evaluación más detallada.

a) Exploración de los tejidos blandos: para evaluar encías y mucosas debemos secarlos con una jeringa triple o una gasa de 5 x 5 cm, apartando la lengua y las mejillas para determinar anomalías de color y textura en todos los tejidos.

b) Tumefacción intraoral: las tumefacciones intraorales deben visualizarse y palparse para determinar si son difusas o localizadas, firmes o fluctuantes. Pueden localizarse en la encía, la mucosa alveolar, el pliegue mucovestibular, el paladar, o bien en la región sublingual.

c) Tractos sinusales intraorales: corresponden a comunicaciones intraorales por las cuales una infección endodóntica crónica drena hacia la superficie gingival. Esta vía, a veces revestida de epitelio, se extiende directamente desde el origen de la infección hasta un orificio superficial o estoma en la encía adherida. En algunos casos, se utiliza el término de fístula de manera errónea. La fístula, por definición, es una comunicación anormal entre dos órganos internos o una vía entre dos superficies revestidas por epitelio. Los estudios histológicos han comprobado que la mayoría de los tractos sinusales no están revestidos de epitelio a lo largo de toda su trayectoria (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Por lo general, una infección periapical con un tracto sinusal asociado no suele ser dolorosa, aunque en ocasiones hay molestias de una intensidad variable antes de que este se desarrolle. El tracto sinusal permite la liberación de exudado infeccioso con el consiguiente alivio del dolor y nos ayudará a identificar el origen de una infección determinada. En algunos casos, el estoma de un tracto sinusal puede ubicarse directamente al lado o a distancia variable del origen de la infección, y su trayectoria nos proporcionará un dato objetivo para localizar el diente causante a través de un procedimiento conocido como fistulografía.

La fistulografía consiste en introducir por el orificio del tracto sinusal un cono de gutapercha calibre 25 o 30 hasta sentir resistencia y luego tomar una radiografía periapical. Una vez revelada la radiografía, el final del tracto se determina siguiendo la trayectoria que ha seguido el cono de gutapercha. Esto ayudará al clínico a conocer el diente que constituye el origen de la patología. El estoma y la trayectoria del tracto se cerrarán una vez eliminado el factor etiológico (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

d) Observar el estado de los dientes: es importante evaluar la presencia de caries, abrasiones oclusales, erosiones o abfracciones cervicales, así como la presencia y el estado de las restauraciones (Berutti y Gagliani, 2017), anomalías anatómicas y cambios de coloración (fig. 1.2).



Figura 1.2. Observación del estado de los dientes.

e) Palpación: los tejidos duros alveolares también deben palparse durante la exploración intraoral de los tejidos blandos, identificando la existencia de tumefacciones de tejidos blandos o ensanchamientos óseos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) y definiendo su extensión, fluctuación, dureza o crepitación (Canalda, 2019). El clínico debe aplicar una pequeña presión digital sobre la zona sospechosa, apicalmente con respecto al diente, tanto vestibularmente como por palatino o lingual (Berutti y Gagliani, 2017), y consultarle al paciente si durante la palpación siente zonas inusualmente sensibles (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), haciendo una comparación con los tejidos adyacentes y contralaterales (fig. 1.3).



Figura 1.3. Palpación de los tejidos duros alveolares.

f) Percusión: si el paciente señala como un motivo de consulta el dolor al masticar, normalmente se puede reproducir percutiendo individualmente los dientes. Para evitar inducir una respuesta exagerada en el paciente, primero se aplica una pequeña presión con un dedo sobre el diente en estudio (fig. 1.4A) y, posteriormente, se percute delicadamente con el mango de un espejo dental, en sentido apical (fig. 1.4B) y luego en sentido vestibulolingual o palatino (fig. 1.4C) (Canalda, 2019). Al igual que la palpación y los test de sensibilidad pulpar, la prueba de percusión debe realizarse primero en un diente homólogo contralateral sano para permitir al paciente comparar ambas respuestas.



Figura 1.4. Percusión. A. Presión en el diente en estudio. B. Percusión vertical. C. Percusión horizontal.

El dolor frente a la percusión no indica que el diente esté necrótico o vital, sino que es un signo de inflamación del ligamento periodontal. Esta inflamación puede ser, por un lado, secundaria a un traumatismo o una respuesta a un contacto prematuro o enfermedad periodontal y, por otro, una extensión de una patología pulpar al ligamento periodontal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

g) Movilidad: esta prueba se determina usando los extremos posteriores de dos mangos de espejos, colocando uno en la cara vestibular del diente y el otro en la cara lingual (fig. 1.5) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Cualquier aumento de la movilidad de un diente no es indicativo de necrosis pulpar, sino que solo nos muestra que el aparato de inserción periodontal está comprometido. Esta afección puede ser consecuencia de un traumatismo físico agudo o crónico, un trauma oclusal, hábitos parafuncionales, enfermedad periodontal, fracturas radiculares, un movimiento ortodóntico rápido o una extensión de una patología pulpar y, en especial, una respuesta a una infección hacia el espacio del ligamento periodontal. Es habitual que, una vez eliminados los factores desencadenantes, el diente recupere una movilidad normal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 1.5. Prueba de movilidad.

h) Exploración periodontal: el sondaje periodontal es una parte fundamental de cualquier diagnóstico intraoral (fig. 1.6). Una gran pérdida ósea normalmente se considera de etiología periodontal y habitualmente está generalizada en otras áreas de la boca. Sin embargo, las áreas aisladas de pérdida ósea vertical pueden tener una etiología endodóntica, la que debe ser confirmada a través de pruebas pulpares (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 1.6. Sondaje periodontal.

PRUEBAS PULPARES

El motivo de consulta más común entre los pacientes es el dolor desencadenado por los cambios térmicos. A menudo la respuesta del paciente a ellos le proporciona al profesional pistas sobre el estado de la pulpa y también puede ayudar a localizar el diente causante de la sintomatología en un paciente que acude con dolor difuso.

Dentro de estas pruebas se incluyen pruebas subjetivas, como las térmicas o eléctricas que buscan obtener una respuesta del paciente a un estímulo, y pruebas objetivas mediante dispositivos que detectan la vascularidad pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

a) Térmicas: las pruebas térmicas sirven para confirmar lo relatado por el paciente, evaluando el estado de la pulpa y su capacidad de respuesta frente a estímulos externos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Es importante aclarar que no revelan el grado de salud del tejido pulpar, sino que indican la respuesta de las fibras nerviosas a los estímulos y no se deben confundir con pruebas de vitalidad pulpar, que requieren evaluar también la circulación del tejido pulpar.

Las estructuras nerviosas son las últimas en destruirse, por lo que una respuesta positiva al estímulo térmico no revela necesariamente salud hística (Canalda, 2019). Una respuesta normal y anormal a estas pruebas es detallada en la tabla 1.1.

Antes de realizar las pruebas térmicas siempre debemos suponer que exacerbarán el dolor y que esto puede crear una situación compleja con el paciente. Para evitarlo debemos:

- explicarle la necesidad de realizar estos test y la importancia de determinar el origen del dolor;
- detallar el procedimiento y realizarlo primero en un diente control (contralateral homólogo), con una metodología comparativa que le permita contrastar las respuestas y darnos una información certera del resultado de la prueba en el diente sospechoso;
- secar los dientes con una gasa o algodón, antes de aplicar el estímulo, evitando la jeringa triple, que puede estimular el dolor y generar ansiedad;
- poner vaselina en los dientes que serán sometidos al test de calor para evitar que la gutapercha quede adherida a ellos.

• **Test de sensibilidad al frío:** normalmente se utiliza un agente, cloruro de etilo, conservado en estado líquido bajo presión en contenedores especiales, cuya vaporización transforma el compuesto en un estado cristalino que puede alcanzar temperaturas de entre -10 °C y -25 °C (fig. 1.7A). La prueba se realiza llevando una mota de algodón embebida en el líquido y posicionándola sobre la cara vestibular-cervical del diente control y, luego, repitiendo el paso en el diente en estudio (Berutti y Gagliani, 2017). Actualmente, la aplicación de frío es la prueba de sensibilidad pulpar por excelencia.

• **Test de sensibilidad al calor:** para la realización del estudio es posible utilizar gutapercha caliente (plastificada a la llama del mechero), apoyándola sobre una superficie del diente control y repitiendo el procedimiento en el diente en estudio (Berutti y Gagliani, 2017) durante quince segundos o hasta que el paciente responda al estímulo (Arriagada et al., 2015). Las superficies de ambos dientes deben ser previamente lubricadas con vaselina para evitar que la gutapercha quede adherida a ellas. Con frecuencia, un diente que es sensible al calor también puede ser responsable de un dolor espontáneo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 1.7. Test de sensibilidad. A. Al frío, usando Endo Ice. B. Al calor, usando gutapercha plastificada a la llama del mechero.

Respuesta normal	Respuesta anormal
• Molestia leve y pasajera que desaparece justo después de retirado el estímulo. • Corresponde a la misma respuesta que el diente control.	• Sensación dolorosa intensa e inmediata en cuanto se pone el estímulo sobre el diente. • Ausencia de respuesta. • Persistencia de la sensación dolorosa una vez eliminado el estímulo.

Tabla 1.1. Respuesta normal y anormal a los test de sensibilidad pulpar.

Las pruebas de percusión, palpación y los test de sensibilidad pulpar deben realizarse siempre con metodología comparativa, ya que el umbral de dolor es distinto en cada paciente. Por esto, es necesario comprobar el umbral de sensibilidad sobre dientes sanos contralaterales homólogos (Berutti y Gagliani, 2017) y luego sobre el diente en estudio, permitiéndole al paciente comparar ambas sensaciones.

b) Flujoimetría por láser Doppler: es un método que se utiliza para valorar el flujo sanguíneo en los sistemas microvasculares. El principio Doppler establece que el haz de luz alterará su frecuencia por el movimiento de los glóbulos rojos, pero permanecerá inalterado a su paso por un tejido estático. El promedio de alternancia en la frecuencia Doppler medirá la velocidad a la que se mueven los glóbulos rojos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

La evaluación de la circulación sanguínea pulpar a través de la flujoimetría de láser Doppler representa un importante avance, ya que permite determinar la vitalidad pulpar, a diferencia de las pruebas de frío y calor que solo revelan sensibilidad.

c) Tinción y transiluminación: los tintes pueden ser útiles para intentar determinar la presencia de una fisura en la superficie del diente (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), así como de deformaciones en la corona dental que pueden llevar a una afección del órgano pulpar (Berutti y Gagliani, 2017). Es posible realizar la transiluminación aplicando una sonda de fibra óptica, la cual dirige un haz de luz de gran intensidad sobre la superficie del diente (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), útil para evidenciar pequeñas grietas y fracturas dentales. Esta prueba reviste un papel accesorio.

d) Pruebas especiales:

• **Prueba de la mordida:** está indicada cuando el paciente acude con dolor al morder y no es capaz de identificar su origen. Este dolor puede ser originado por una patología pulpar que se ha extendido hacia el espacio del ligamento periodontal, ocasionando una periodontitis apical, o puede que la sensibilidad se deba a una fisura de la corona o fractura de una cúspide. El clínico a menudo puede diferenciar entre ambas; en la periodontitis apical el diente responderá a la percusión y a la prueba de la mordida con dolor, independientemente de la zona de la corona en que se aplique la presión. Por el contrario, en una fisura o fractura de cúspide, el dolor se desencadenará solamente cuando la percusión o la prueba de la mordida se aplique en una determinada dirección en una cúspide o en una zona determinada del diente.

En la actualidad existen diferentes dispositivos especialmente diseñados para realizar esta prueba, como el Tooth Slooth o el FracFinder. Como sucede con otras pruebas, se deben utilizar dientes contralaterales homólogos a modo de control para que el paciente sea consciente de la respuesta «normal» a esta prueba (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

• **Prueba de la cavidad:** es una prueba que se realiza cada vez menos y está indicada solo cuando el resto de las pruebas se estiman imposibles o si sus resultados no son concluyentes. Estaría indicada, por ejemplo, cuando el diente que se sospecha tiene una enfermedad pulpar presenta una prótesis fija singular o es pilar de una prótesis fija plural (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). La prueba consiste en hacer una pequeña cavidad sobre la corona del diente sospechoso de la patología, en la zona oclusal de dientes posteriores, o palatina/lingual en dientes anteriores, utilizando una fresa de diamante de alta velocidad de diámetro pequeño bajo irrigación de agua, sin haber anestesiado el diente. Una vez perforada la superficie, el contacto con la dentina provocará un dolor inicial en el caso de una pulpa vital; ante la ausencia de dolor, muy probablemente podremos sospechar de un estadio pulpar atrófico, esclerótico, calcificado o también de la necrosis de la pulpa (Berutti y Gagliani, 2017).

• **Anestesia selectiva:** esta prueba está indicada solo cuando el paciente no puede especificar si los síntomas tienen un origen en la arcada superior o inferior. Se utiliza como último recurso, ya que al estar anestesiado será imposible realizar las otras pruebas. Frente a esta situación, el clínico deberá anestesiarse selectivamente la arcada del maxilar. Esto se consigue utilizando la técnica anestésica intraligamentosa, comenzando por el diente más distal presente en el cuadrante de la arcada superior, partiendo desde su surco distal. A continuación, se va poniendo anestesia en dirección mesial, lo que se va repitiendo en un diente a la vez hasta que se elimina el dolor. Si no se consigue acabar con la sintomatología, se debe repetir la técnica en los dientes de la arcada inferior, siempre de distal a mesial.

INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA

Muchas veces el profesional o estudiante se ve tentado de establecer un diagnóstico definitivo basándose únicamente en la interpretación radiográfica. Sin embargo, no debemos olvidar que las radiografías son un elemento más dentro del proceso, que proporciona pistas para llegar al diagnóstico (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), pero no entrega datos acerca del estado de la pulpa (Canalda, 2019).

El uso e interpretación de radiografías intraorales es de gran utilidad en todas las etapas del tratamiento de endodoncia y es imprescindible en el diagnóstico de las patologías apicales crónicas y en las fracturas coronorradiculares (Canalda, 2019). Con este examen no podemos detectar directamente la inflamación pulpar, pero las caries o restauraciones defectuosas vistas en la radiografía pueden sugerirla (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Para que la información proporcionada por la radiografía sea lo más fidedigna posible, es necesario que la imagen sea de alta calidad y, para lograrlo, se requiere de una buena técnica, una placa radiográfica de calidad, una exposición adecuada y un procesamiento apropiado.

La interpretación radiográfica debe realizarse de manera ordenada, observando sistemáticamente:

- corona;
- raíz;
- sistema de canales radiculares;
- zona apical;
- dientes adyacentes.

Probablemente podremos sospechar de un estadio pulpar atrófico, esclerótico, calcificado o también de la necrosis de la pulpa (Berutti y Gagliani, 2017).

4. EL CLÍNICO CORRELACIONA LOS DATOS OBJETIVOS CON LOS DETALLES SUBJETIVOS Y PLANTEA UN DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL PROVISIONAL

Una vez establecido el diagnóstico presuntivo, debemos explicarle al paciente cuál es, qué tratamiento es necesario realizar y su pronóstico. Es importante ser cautos al momento de establecer el correspondiente pronóstico, advirtiéndole al paciente de las posibles complicaciones.

El tratamiento de endodoncia ofrece un porcentaje elevado de éxito, alrededor del 95 % en dientes con pulpitis y necrosis pulpar sin lesión apical evidente, de un 80-85 % en lesiones apicales y de un 65 % en retratamientos no quirúrgicos. No obstante, cada paciente y cada diente constituyen un caso concreto, por lo que hay que advertir al paciente acerca de las limitaciones de su tratamiento en específico (Canalda, 2019).

Algunos factores que es necesario considerar al momento de establecer el grado de dificultad y pronóstico del tratamiento son:

a) Características del paciente:

- historia médica (enfermedades somáticas y mentales, embarazo);
- problemas con la anestesia local (alergias, vasoconstrictor);
- factores personales y aspectos generales (apertura bucal, náuseas, miedo, motivación).

b) Datos clínicos objetivos:

- diagnóstico;
- datos radiográficos (dificultad para realizar la radiografía o interpretarla);
- espacio pulpar (calcificaciones, tamaño de la cámara y de los canales);
- morfología radicular (longitud, curvatura);
- morfología apical (ápice abierto);
- malposición dentaria.

c) Condiciones adicionales:

- posibilidad de restauración (grado de destrucción, requiere alargamiento coronario);
- restauración existente (coronas, pilar de PFP, postes o pernos intracanal);
- diente con fractura (corona, raíz);
- reabsorciones (interna, externa, apical);
- lesión endoperiodontal (movilidad, lesión de furca, pronóstico periodontal);
- traumatismo (avulsión, luxación);
- tratamiento endodóntico previo;
- perforaciones.

5. EL CLÍNICO FORMULA UN DIAGNÓSTICO DEFINITIVO

En la mayoría de los casos el análisis de los datos obtenidos por la anamnesis, la exploración física y radiográfica, y los resultados de las pruebas pulpares permiten establecer un diagnóstico presuntivo que se confirmará al realizar la trepanación y acceso del diente, momento en que podremos visualizar el estado de la pulpa y establecer el diagnóstico definitivo (Baumgartner et al., 2009).

Bibliografía

Arriagada, A., Saldivia, K., Bustos, L. y Hernández-Vigueras, S. (2015). Validez de pruebas diagnósticas endodónticas aplicadas por estudiantes de pregrado de una universidad chilena. *Int. J. Odontostomat.*, 9(3), 457-462.

Baumgartner, J. C., Gluskin, A. H., Hartwell, G. R. y Walton, R. E. (2009). Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. *J. Endod.*, 35(12), 1658-1674.

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.

Chong, BS. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer

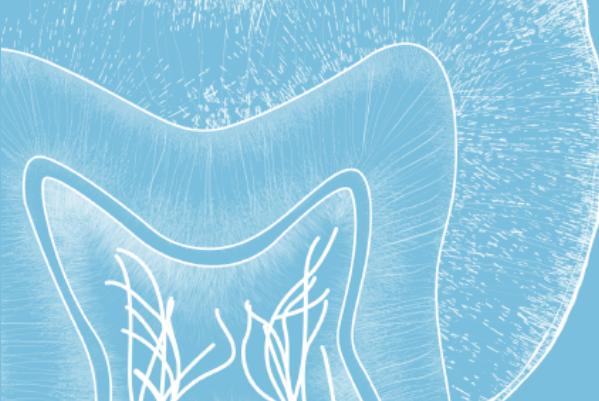
Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Ørstavik, Dag. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon H., Hagay S. y Conor D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Torabinejad, M., Walton, R. E., y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.



Patologías pulpares y apicales

Daniela Matus Rosas

INTRODUCCIÓN

La pulpa es un tejido dinámico que responde a los estímulos externos de distintas maneras. Posee ciertas características únicas que la diferencian de otros tejidos conectivos del organismo, como su imposibilidad de expandirse y su escasa circulación colateral, que la hacen más susceptible de ser lesionada y menos capaz de regenerarse. Además, la pulpa está dotada de una rica irrigación neurovascular que favorece los efectos de la inflamación, lo que puede conducir a una rápida degeneración y necrosis (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

En la etiopatogenia de la inflamación pulpar y apical interviene una serie compleja de factores y elementos que interaccionan entre sí (Canalda, 2007) y que detallaremos a continuación.

FACTORES ETIOLÓGICOS

Los estímulos capaces de producir inflamación y necrosis de la pulpa, así como complicaciones apicales, son múltiples y pueden clasificarse en los siguientes:

BACTERIANOS

Las bacterias son la principal causa de inflamación pulpar y apical, y pueden llegar a la pulpa a través de diversas vías.

1. Caries: es el punto de partida más usual. No es necesario que exista una comunicación directa, ya que diversas especies bacterianas, así como sus componentes, pueden alcanzar la pulpa desplazándose a través de los túbulos dentinarios. Otros procesos destructivos dentales, como las abfracciones, abrasiones y erosiones, exponen los túbulos dentinarios a la cavidad bucal y posibilitan la llegada de bacterias a la pulpa (Canalda, 2007). Tanto los productos como los subproductos bacterianos procedentes de la disolución de los constituyentes orgánicos e inorgánicos median los efectos de la caries dental sobre la pulpa. Los metabolitos bacterianos, como los ácidos, se consideran responsables del inicio de las reacciones pulpares (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

2. Periodonto: la enfermedad periodontal causa la pérdida de la inserción, exponiendo la superficie radicular a la cavidad bucal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) y permitiendo la llegada de bacterias a la pulpa a través de canales laterales o por los propios túbulos dentinarios cuando existe una reabsorción del cemento (Canalda, 2007). Sin embargo, es mucho más frecuente que la necrosis pulpar o los fracasos endodónticos se manifiesten clínicamente con signos de enfermedad periodontal a que esta genere una necrosis pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

3. Traumatismos: es frecuente la inflamación pulpar a partir de una fractura de la corona dental cuando la pulpa o los túbulos dentinarios quedan expuestos (Canalda, 2007). Al quedar un acceso relativamente despejado al tejido pulpar, los metabolitos y los componentes de la pared celular de las bacterias provocan su inflamación (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

4. Filtración marginal: a través de una brecha existente en algunas

restauraciones entre el material de obturación y la pared cavitaria pueden penetrar bacterias y llegar a la pulpa desplazándose por los túbulos dentinarios (Canalda, 2007).

5. Anomalías del desarrollo: los defectos durante el desarrollo del diente pueden dejar grietas que permiten el paso de las bacterias hacia la pulpa (Canalda, 2007).

6. Circulación sanguínea: a partir de la circulación sanguínea, mediante anacoresis, las bacterias pueden colonizar la pulpa cuando esta se encuentra lesionada por un traumatismo o degeneraciones hísticas (Canalda, 2007).

TRAUMATISMOS

Los traumatismos que producen una exposición pulpar o dentinaria causan la inflamación de la pulpa porque posibilitan la llegada de bacterias. Cuando el traumatismo no ocasiona una comunicación de la pulpa con la cavidad bucal, pero sí la necrosis pulpar, las bacterias pueden llegar por anacoresis (Canalda, 2007).

IATROGENIA

1. Generación de calor: los tratamientos restauradores, como las preparaciones cavitarias, el tallado de coronas y la polimerización de las resinas, pueden causar un incremento significativo de la temperatura pulpar. Este aumento transitorio de la temperatura puede no conducir a un cambio en el estado de la pulpa por sí solo, pero puede actuar como un factor sinérgico con otros irritantes; además, su proximidad a la pulpa puede inducir a cambios patológicos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). **2. Desecación:** la preparación cavitaria y de una corona causa aspiración del núcleo odontoblástico dentro de los túbulos dentinarios e inflamación pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). En ocasiones pueden producirse patologías pulpares como consecuencia de un pulido radicular, al seccionar una arteriola que transcurre por un canal lateral.

3. Movimiento ortodóntico: si las fuerzas ortodónticas son extremas, se pueden producir interrupciones en la circulación, lo que puede provocar una necrosis pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Los marcadores bioquímicos y moleculares confirman que tras el movimiento también aumentan la apoptosis y la necrosis de las células pulpares.

CLASIFICACIÓN CLÍNICA DE LAS ENFERMEDADES PULPARES Y APICALES

El 3 de octubre de 2008, la American Association of Endodontists (AAE) convocó a una conferencia con la finalidad de establecer una terminología de diagnóstico uniforme para autores de tratados, clínicos en ejercicio y docentes. La terminología y la clasificación presentadas a continuación se basan en las propuestas aparecidas en la *Journal of Endodontics* (AAE, 2009).

ENFERMEDAD PULPAR

El tejido pulpar reacciona ante diversos irritantes externos principalmente bacterianos, desencadenando un proceso inflamatorio, como cualquier otro tejido conjuntivo del organismo. En función de la intensidad y duración de los irritantes, y de la resistencia del huésped, la patología pulpar puede variar desde una inflamación reversible o temporal hasta una inflamación grave y progresiva conocida como pulpitis irreversible, que evolucionará hacia la necrosis pulpar (Canalda, 2007).

A continuación, se presentan los diagnósticos pulpares.

PULPA NORMAL

- **Clínica:** los dientes con pulpas normales no muestran síntomas espontáneos. La pulpa responde a las pruebas complementarias de manera normal y similar al diente control, y la sensación es transitoria y desaparece a los pocos segundos de retirado el estímulo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Podemos observar restauraciones en buen estado, sin evidencia de microfiltración ni cambio de coloración en el diente ni caries (Marroquín y García, 2015; Berutti y Gagliani, 2017).
- **Radiografía:** desde el punto de vista radiográfico, el grado de calcificación pulpar puede ser variable, pero no se observan reabsorciones ni exposición pulpar mecánica, así como tampoco caries. A nivel periapical no se observan cambios (fig. 2.1) (Marroquín y García, 2015; Berutti y Gagliani, 2017).
- **Tratamiento:** estos dientes no requieren tratamiento endodóntico.



Figura 2.1. Radiografía de dientes 4.4 y 4.5 con diagnóstico clínico de pulpa normal.

Pulpa clínicamente normal					
Definición	Categoría de diagnóstico clínico, donde el tejido pulpar se encuentra libre de síntomas y responde normalmente a las pruebas de sensibilidad pulpar.				
Presentación clínica	Signos clínicos dentro de límites normales. Tejido pulpar libre de síntomas que responde de manera normal a las pruebas pulpares de sensibilidad, no evidencia sintomatología espontánea.				
	No evidencia caries ni microfiltración, adaptación adecuada de las restauraciones existentes, no evidencia cambio de color.				
Imagen radiográfica	No se observan cambios en los tejidos periapicales.				
	Por factores fisiológicos, puede haber o no evidencia de mineralización pulpar.				
	No se observa presencia de reabsorción, caries o exposición mecánica de la pulpa.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Especificidad
	Térmica frío	+	Leve moderada	Desaparece 1 a 2 segundos después de retirar el estímulo	70-92 %
	Térmica calor	-			41-81 %
	Eléctrica	+	Leve moderada	Desaparece al retirar el estímulo	92-93 %
	Cavitaria	+	Leve moderada	Desaparece al retirar el estímulo	
	Percusión	-			51 %
	Palpación	-			
	Movilidad	-			

Tabla 2.1. Resumen del diagnóstico de pulpa normal (Marroquín y García, 2015).

PULPITIS REVERSIBLE

- La pulpitis reversible es la inflamación de la pulpa con capacidad reparativa. Es la primera respuesta inflamatoria frente a diversos irritantes externos y generalmente está asociada a un tratamiento restaurador realizado hace poco tiempo, maniobras erradas de cepillado dental o un tratamiento periodontal reciente (Berutti y Gagliani, 2017). Diagnosticada y tratada precozmente mediante técnicas conservadoras, se puede recuperar la normalidad hística de la pulpa (Canalda, 2007).
- **Clínica:** el paciente responde a los test de sensibilidad de manera normal o levemente aumentada en comparación con el diente control, y la sintomatología se revierte rápidamente después de retirado el estímulo. El paciente no experimenta dolor a la palpación ni a la percusión, y la molestia es provocada y fugaz (nunca espontánea). Es posible observar dentina expuesta, restauraciones defectuosas y, en algunas ocasiones, el paciente puede manifestar que se sometió a tratamientos dentales recientes (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
 - **Radiografía:** caries y/o restauraciones defectuosas. Sin alteraciones en la cámara ni en los canales pulpares (fig. 2.2) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
 - **Tratamiento:** estos dientes no requieren tratamiento de endodoncia, sino la eliminación conservadora del factor irritante o noxa.



Figura 2.2. Radiografía de diente 1.5 con diagnóstico clínico de pulpitis reversible ocasionado por una restauración desajustada.

Pulpitis reversible					
Definición	Diagnóstico clínico basado en hallazgos objetivos y subjetivos, indicando que la inflamación puede resolverse y la pulpa podría regresar a la normalidad.				
Presentación clínica	Obturaciones fracturadas o desadaptadas, tratamientos restaurativos recientes con sensibilidad posoperatoria, caries, abrasión, trauma, retracciones gingivales.				
	Leve a moderada incomodidad, sin antecedentes de dolor espontáneo o severo ante la aplicación de estímulos térmicos, respuesta rápida, de corta duración, caracterizada por dolores leves o que desaparecen pocos segundos después de retirar el estímulo. En casos de pérdida parcial de la estructura dental, dolor leve al morder.				
	Sin evidencia de dolor, en percusión o palpación.				
Imagen radiográfica	Ausencia de cambios periapicales, relación con agente etiológico; caries y restauraciones profundas sin compromiso directo del tejido pulpar.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Sensibilidad
	Térmica frío	++	Aumentada o hipersensible	Desaparece al retirar el estímulo	68-92 %
	Térmica calor	-/+	Nula a leve		68-86 %
	Eléctrica	+	Aumentada		71-98 %
	Cavitaria	+	Aumentada	Desaparece al retirar el estímulo	
	Percusión	-			70 %
	Palpación	-			
	Movilidad	-			

Tabla 2.2. Resumen del diagnóstico de pulpitis reversible (Marroquín y García, 2015).

PULPITIS IRREVERSIBLE

La pulpitis irreversible es la inflamación de la pulpa, sin capacidad de recuperación, a pesar de que cesen los estímulos externos que han provocado el estado inflamatorio (Canalda, 2007). Cuando la afección pulpar evoluciona hacia pulpitis irreversible es necesario indicar el tratamiento de endodoncia, ya que es imprescindible eliminar el tejido inflamado. La pulpitis irreversible se divide en sintomática y asintomática.

a) Pulpitis irreversible sintomática: es la respuesta inflamatoria aguda de la pulpa sin capacidad de recuperarse.

• **Clínica:** el paciente señala que siente dolor espontáneo o intermitente. Si se somete el diente a un test de sensibilidad pulpar, especialmente a estímulos fríos, el paciente responderá con un episodio de dolor intenso que se prolongará una vez eliminado el estímulo por minutos y algunas veces hasta por horas (AAE, 2009). En etapas más avanzadas de esta patología, el diente responderá al test de percusión y al estímulo térmico de calor con intenso dolor; por el contrario, el frío le otorgará un alivio inmediato por su efecto astringente sobre el flujo vascular que ha permanecido funcional, reduciendo la presión intrapulpar (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015; Berutti y Gagliani, 2017).

El dolor puede ser agudo o sordo, localizado o referido (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Es posible que el paciente relate que el cuadro se agudiza en la noche cuando está acostado, lo que se debe a un aumento de la presión sanguínea dentro de la cámara pulpar. Una peculiaridad de estos cuadros está representada por la irradiación del dolor (Berutti y Gagliani, 2017).

• **Radiografía:** podemos observar obturaciones profundas, caries cercanas a la cámara pulpar (fig. 2.3), exposición de la pulpa o cualquier otra agresión pulpar directa o indirecta, reciente o antigua (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

El hueso periapical muestra cambios mínimos. Al progresar, la pulpitis irreversible puede manifestarse con un ensanchamiento del ligamento periodontal (fig. 2.3B) y será posible observar indicios de irritación pulpar, como calcificación extensa de la cámara pulpar y del espacio del canal radicular (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

Si el diente no es tratado endodónticamente, progresará hacia una necrosis pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

• **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

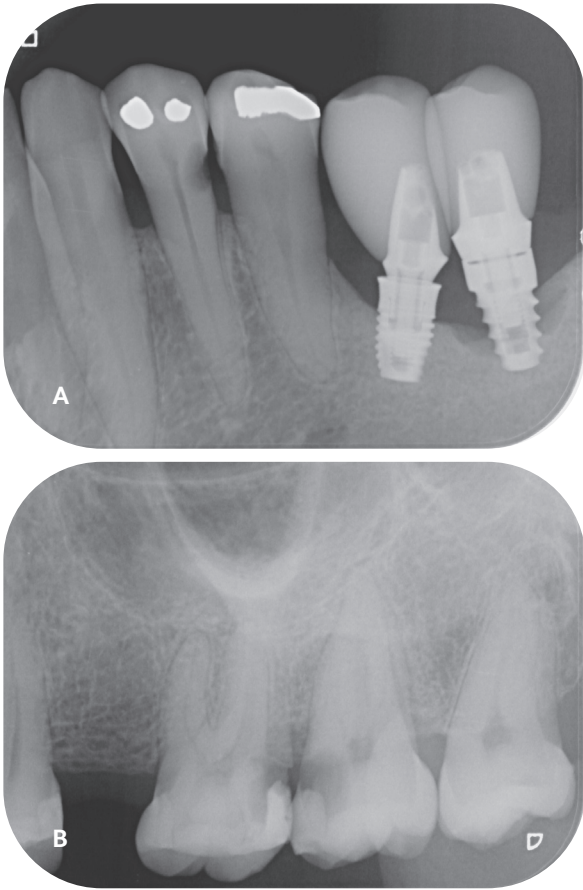


Figura 2.3. Radiografías de dientes con diagnóstico clínico de pulpitis irreversible sintomática por caries proximales cercanas a la cámara pulpar. **A.** Diente 3.4. **B.** Dientes 2.6 y 2.7. Nótese el ligamento engrosado en la raíz mesial del diente 2.6 y en la raíz palatina del diente 2.7.

Pulpitis irreversible sintomática					
Definición	Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos, que indican que el tejido pulpar en proceso inflamatorio es incapaz de cicatrizar.				
Presentación clínica	Caries, obturaciones desadaptadas, extensas, enfermedades endoperiodontales, atrición, recubrimiento pulpar directo.				
	Dolor prolongado, persistente, espontáneo, referido o de aparición inmediata a la estimulación térmica o hiperosmótica con aumento al calor, sensación transitoria de alivio a muy bajas temperaturas. Respuesta a múltiples estímulos.				
	Dolor agudo, severo, intermitente, pulsátil, localizado, referido o irradiado, relacionado con cambios posturales y de aparición nocturna. Puede haber o no dolor a la percusión y/o sensibilidad al morder. Requiere toma de analgésicos.				
Imagen radiográfica	Si el proceso inflamatorio se extiende hacia el área periapical, se observa aumento del espacio del ligamento periodontal.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Sensibilidad
	Térmica frío	++	Aumentada	Se mantiene al retirar el estímulo, prolongada	68-92 %
	Térmica calor	+++	Aumentada		68-86 %
	Eléctrica	++	Moderada		71-98 %
	Cavitaria	++++	Severa		
	Percusión	++	Severa		70 %
	Palpación	-			
	Movilidad	+	Sensación diente extruido	Al aplicar la prueba	

Tabla 2.3. Resumen del diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática (Marroquín y García, 2015).

b) Pulpitis irreversible asintomática: es la inflamación de la pulpa, sin capacidad de recuperación y con ausencia de sintomatología aguda. Suele ser consecuencia de una pulpitis sintomática no tratada, en la que la fase aguda ha cedido, o bien es consecuencia de agentes irritantes externos leves o moderados mantenidos en el tiempo. Esto último permite que los elementos celulares defensivos pulpares sean capaces de neutralizar la agresión bacteriana permitiendo la aparición de una patología completamente asintomática desde su inicio (Canalda, 2007).

En ocasiones, caries profundas no dan lugar a ninguna sintomatología, aunque observemos clínica y radiográficamente que la caries ha avanzado hasta la pulpa. Frente a esta situación, se indica el tratamiento de endodoncia, ya que, de no tratarse, el paciente puede desarrollar sintomatología aguda o la pulpa puede acabar necrosándose (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

• **Clínica:** generalmente se presentan amplias comunicaciones entre la cavidad pulpar y la lesión cariosa, por lo que existe un drenaje espontáneo del exudado seroso sin posibilidad de que se forme un edema intrapulpar. Por el contrario, la impactación alimentaria o la realización de restauraciones en dientes con esta patología bloquearán el drenaje, provocando una inflamación aguda o bien necrosis (fig. 2.4) (Canalda, 2007).

El diente responderá de manera leve o moderada a los test de sensibilidad pulpar y el paciente puede relatar episodios de dolor durante la masticación. La sintomatología es siempre provocada y nunca espontánea (Canalda, 2007; AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Radiografía:** no hay evidencia de cambios en la zona apical. En algunos casos, se relaciona con la imagen de osteítis condensante, con un incremento de los patrones de trabeculado óseo (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

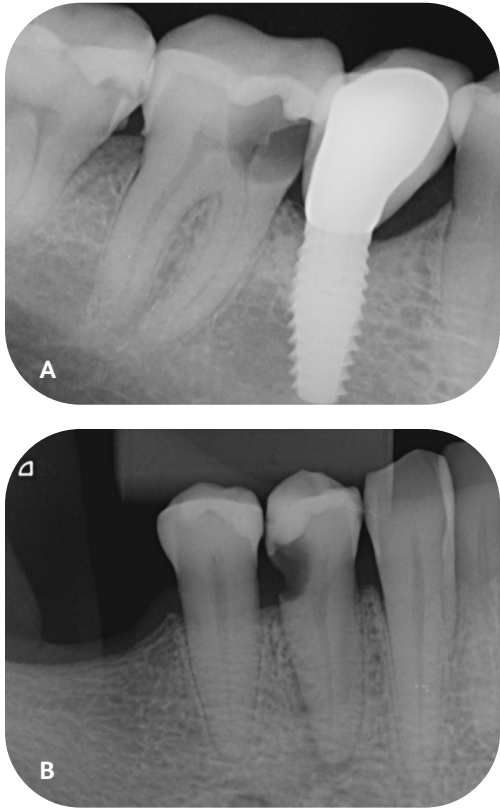


Figura 2.4. Radiografías de dientes con diagnóstico clínico de pulpitis irreversible asintomática. **A.** Diente 4.6. **B.** Diente 4.4. Nótese la extensa comunicación entre la lesión cariosa y la cámara pulpar en ambas radiografías.

Pulpitis irreversible asintomática					
Definición	Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos, que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de cicatrizar, con características adicionales como la carencia de sintomatología clínica. Sin embargo, el proceso inflamatorio puede avanzar hasta la necrosis.				
Presentación clínica	Caries de larga evolución, profunda con o sin exposición pulpar aparente, recubrimiento pulpar directo, restauraciones profundas, preparaciones cavitarias, persistencia de una agresión de baja intensidad y larga duración. Asintomática, puede progresar sin síntomas clínicos hacia una necrosis pulpar. Dolor ocasional localizado, de leve a moderado, de corta duración, que aumenta con cambios térmicos o presión sobre el tejido pulpar expuesto.				
Imagen radiográfica	No evidencia cambios en la zona periapical, en algunos casos se relaciona con la imagen de osteítis condensante, incremento en los patrones del trabeculado óseo, radiopacidad periapical.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Sensibilidad
	Térmica frío	+	Leve a moderada	Desaparece al retirar el estímulo o permanece con baja o moderada intensidad	68-92 %
	Térmica calor	+	Leve a moderada		68-86 %
	Eléctrica	+/-	Leve a moderada		71-98 %
	Cavitaria	+			
	Percusión	-	Negativa o leve	Desaparece al retirar el estímulo	70 %
	Palpación	-	Variable		
	Movilidad	-			

Tabla 2.4. Resumen del diagnóstico de pulpitis irreversible asintomática (Marroquín y García, 2015).

NECROSIS PULPAR

Es la descomposición del tejido conjuntivo pulpar que cursa con la destrucción del sistema microvascular y linfático, de las células y en última instancia de las fibras nerviosas (Canalda, 2007). La pulpitis irreversible conduce a la necrosis pulpar de forma progresiva, tanto más lenta mientras mayor sea la factibilidad de mantener el drenaje espontáneo del exudado, menor la virulencia microbiana y mayor la capacidad reactiva del huésped.

El avance de la necrosis en el tejido pulpar es en sentido centripeto y desde la corona hacia el ápice. Puede ser parcial o total en dientes multirradiculares, al existir raíces con pulpa necrosada y otras con pulpa vital o inflamada (Canalda, 2007). Por esta razón, un diente necrótico puede dar respuestas confusas a los test de sensibilidad, dificultando su diagnóstico.

Cuando la pulpa está totalmente necrosada, el diente suele estar asintomático hasta que aparecen los síntomas por extensión de la enfermedad en los tejidos periapicales.

• **Clínica:** corona íntegra o con caries; el diente puede presentar un cambio de coloración tornándose más grisáceo (fig. 2.5A). Totalmente asintomática, siempre y cuando no afecte los tejidos periapicales (Canalda, 2007). El diente no responderá al test de sensibilidad pulpar de frío, aunque puede responder al calor ya que restos de líquido o gases en el interior del diente se expanden y extienden a los tejidos periapicales con este estímulo (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Radiografía:** una vez que la infección se extiende hacia el espacio del ligamento periodontal, pueden aparecer cambios radiográficos, desde un engrosamiento del espacio del ligamento hasta una lesión radiolúcida de tamaño variable (fig. 2.5B) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

La necrosis pulpar es una secuela de uno o más episodios subagudos de inflamación de la pulpa, que implica una vascularización pulpar inexistente y la no funcionalidad de los nervios pulpares (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 2.5. Diente 1.1 con diagnóstico clínico de necrosis pulpar por traumatismo dentoalveolar. A. Fotografía del diente 1.1 donde es posible observar la corona clínica con cambio de coloración. B. Radiografía periapical del diente 1.1.

Necrosis pulpar				
Definición	Categoría de diagnóstico clínico que indica la muerte del tejido pulpar, usualmente presenta respuesta negativa ante los test de sensibilidad.			
Presentación clínica	Translucidez dental alterada por hemólisis durante el proceso de descomposición del tejido pulpar.			
	Cambios de color coronal, con tonalidad parda, verdosa o grisácea.			
	Caries profundas, restauraciones desadaptadas, microfiltración o exposición al medio oral.			
Imagen radiográfica	Normalmente asintomática, puede presentar respuesta leve a estímulos con calor.			
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración
	Térmica frío	-		
	Térmica calor	-/+	Ocasional	
	Eléctrica	-		
	Cavitaria	-		
	Percusión	-		
	Palpación	-		
Validación de pruebas de sensibilidad	Movilidad	-		

Tabla 2.5. Resumen del diagnóstico de necrosis pulpar (Marroquín y García, 2015).

DIENTE PREVIAMENTE TRATADO O DIENTE TRATADO ENDODÓNTICAMENTE

Corresponde a aquellos casos en que el diente presenta tratamiento endodóntico no quirúrgico previo y cuyo sistema de canales radiculares ha sido obturado de manera total o parcial con algún material de relleno.

• **Clínica:** el diente puede o no presentar signos o síntomas, requiriendo un tratamiento endodóntico adicional, quirúrgico o no, para conservarlo. En la mayoría de los casos, si la totalidad de los canales fueron tratados, no habrá tejido pulpar vital o necrótico que responda a las pruebas pulpares. Si existe inflamación de los tejidos periapicales el diente responderá con sintomatología dolorosa a la palpación o percusión (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Radiografía:** el diente presenta uno o más canales obturados con material de relleno. El espacio del ligamento periodontal se puede observar sano, engrosado o con una lesión radiolúcida de tamaño variable (fig. 2.6) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).

• **Tratamiento:** puede no requerir un tratamiento de endodoncia nuevo o necesitar de un retratamiento endodóntico no quirúrgico acompañado o no de cirugía apical, solo cirugía apical o exodoncia, dependiendo de distintos factores que serán abordados en el capítulo de retratamiento endodóntico.

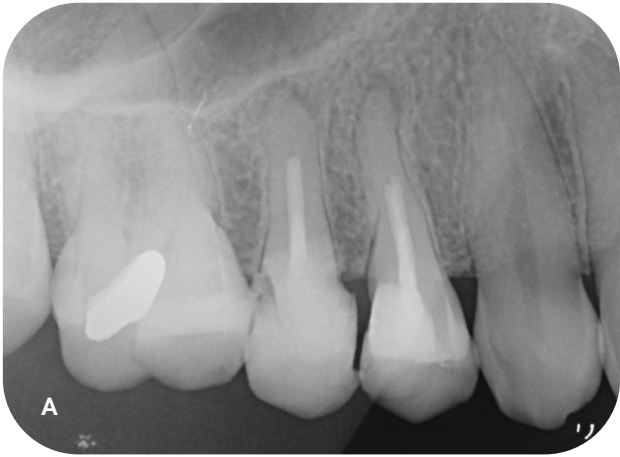


Figura 2.6. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico clínico de diente tratado endodónticamente, donde es posible observar obturaciones radiculares con relleno parcial. A. Dientes 1.4 y 1.5. B. Diente 4.6.

Diente previamente tratado	
Definición	Categoría de diagnóstico clínico que indica que el diente ha sido endodónticamente tratado y los conductos radiculares obturados con diferentes materiales.
Presentación clínica	Bajo el análisis de signos y síntomas clínicos, junto con la observación directa intraconducto y el análisis radiográfico, es posible evaluar la calidad y condición del diente previamente tratado, condición que puede sugerir actividad bacteriana que promueva la formación o persistencia de patologías periapicales, es decir, con infección o libre de infección.
Imagen radiográfica	Establece pautas de calidad de la obturación endodóntica previa, adecuada o inadecuada, evidencia de aberraciones del tratamiento previo (instrumentos fracturados, escalones, zips o perforaciones).
Validación de pruebas de sensibilidad	Relativo ante la presencia de signos y síntomas clínicos o radiográficos.

Tabla 2.6. Resumen del diagnóstico de diente previamente tratado (Marroquín y García, 2015).

TRATAMIENTO PREVIAMENTE INICIADO O DIENTE CON TERAPIA INICIADA

Corresponde a aquellos casos en que el diente fue sometido a un tratamiento endodóntico de manera parcial. Se incluyen dentro de este grupo aquellos dientes que han sido sometidos a una pulpotomía o pulpectomía parcial antes de realizarles un tratamiento de endodoncia. En la mayoría de los casos esta intervención previa se efectuó como un tratamiento de urgencia por una pulpitis irreversible sintomática o asintomática (Canalda, 2007).

- **Clínica:** cuando estamos frente a estos casos es difícil llegar a un correcto diagnóstico pulpar, ya que toda o parte de la pulpa ha sido extirpada, por lo que la respuesta a los test de sensibilidad pulpar puede ser variable. Dependiendo de si existe inflamación de los tejidos periapicales, el diente responderá a la palpación y percusión (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015). Será fundamental lo que el paciente nos relate durante la anamnesis, ya que nos entregará información sobre un tratamiento odontológico que quedó inconcluso y los motivos que lo llevaron a realizarlo.
- **Radiografía:** se aprecia un diente sometido a un tratamiento de urgencia con una cavidad que llega a la cámara pulpar. El espacio del ligamento periodontal se puede observar sano (fig. 2.7A), engrosado o con una lesión radiolúcida de tamaño variable (fig. 2.7B) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

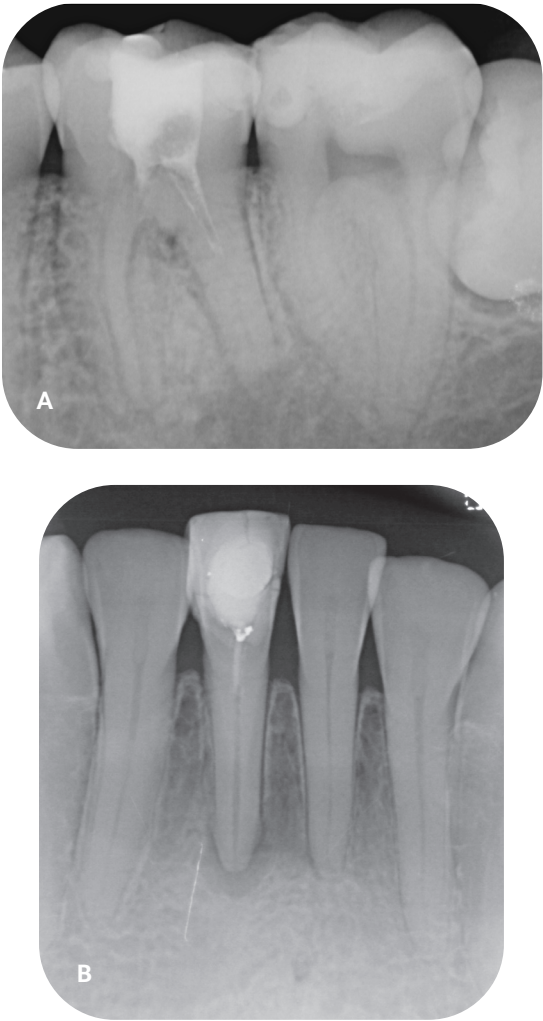


Figura 2.7. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico clínico de tratamiento previamente iniciado. En ambos casos es posible observar una cavidad obturada que llega a la cámara pulpar y medicación de hidróxido de calcio en el tercio cervical de los canales. A. Diente 3.6 con espacio del ligamento periodontal sano o normal. B. Diente 4.1 con lesión radiolúcida en relación al ápice.

Tratamiento previamente iniciado	
Definición	Hallazgo clínico que indica que el diente ha recibido un tratamiento endodóntico parcial, pulpotomía o pulpectomía.
Presentación clínica	Tratamiento endodóntico iniciado, apertura cameral en estado de inicio variable. Relativa presencia de signos y síntomas clínicos.
Imagen radiográfica	Apariencia radiográfica variable. Relativo al estado periapical
Validación de pruebas de sensibilidad	Relativo ante la presencia de signos y síntomas clínicos o radiográficos

Tabla 2.7. Resumen del diagnóstico de tratamiento previamente iniciado (Marroquín y García, 2015).

RESUMEN ESTADOS PULPARES

Pulpar	Características clínicas	Características radiográficas
Pulpa normal	• Clínicamente está libre de síntomas y responde positivamente dentro de parámetros normales a las pruebas de sensibilidad.	• Sin alteración periapical.
Pulpitis reversible	• Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos en donde la pulpa vital inflamada retornará a la normalidad. • No existen antecedentes de dolor espontáneo. • Dolor transitorio de leve a moderado provocado por estímulos; frío, calor y/o dulce. • Pruebas de sensibilidad positivas, térmicas y eléctricas. • Obturaciones fracturadas, desadaptadas o caries.	• No presenta cambios.
Pulpitis irreversible sintomática	• Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse. • Dolor ante los cambios térmicos. • Dolor referido, espontáneo, de moderado a severo. • Dolor que disminuye con el frío y aumenta con el calor. • Pruebas de sensibilidad positivas, térmicas y eléctricas. • Dolor que permanece después de retirado el estímulo. • Dolor ante la percusión. • Puede presentar caries.	• Posible engrosamiento del espacio del ligamento periodontal. • Zona radiolúcida en la corona compatible con caries. • Imagen radiopaca compatible con restauraciones profundas.
Pulpitis irreversible asintomática	• Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse. • No hay síntomas clínicos. La inflamación es producida por caries, trauma. • Exposición pulpar por caries, fractura coronal complicada sin tratamiento. • Pruebas de sensibilidad (+) con respuesta anormal prolongada, en ocasiones retardadas.	• Sin alteración periapical o posible engrosamiento del espacio del ligamento periodontal. Se relaciona también con osteítis condensante. • Zona radiolúcida en la corona compatible con caries, restauraciones profundas o trauma.
Necrosis pulpar	• Diagnóstico clínico que indica muerte pulpar. • Usualmente no responde a las pruebas de sensibilidad, pudiendo dar falsos positivos en dientes multirradiculares donde no hay necrosis total de todos los canales. • Cambio de coloración coronal que puede ser de matiz pardo, verdoso o gris. • Presenta pérdida de la translucidez y opacidad que se extiende por la corona. • Puede presentar movilidad y dolor a la percusión. • Puede encontrarse el canal abierto a la cavidad oral.	• Ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal hasta una lesión radiolúcida de tamaño variable. • Radiolucidez de la corona compatible con caries. • Radiopacidad compatible con restauraciones profundas.
Diente previamente tratado o diente tratado endodónticamente	• Diagnóstico clínico que indica que el diente ha sido endodónticamente tratado.	• El espacio del ligamento periodontal se puede observar sano, engrosado o con una lesión radiolúcida de tamaño variable. • Uno o más canales radiculares obturados con material de relleno.
Tratamiento previamente iniciado o diente con terapia iniciada	• Diagnóstico clínico que indica que el tratamiento endodóntico ha sido iniciado, cuyo estado de avance es variable.	• Diente sometido a un tratamiento de urgencia con una cavidad que llega a la cámara pulpar. • El espacio del ligamento periodontal se puede observar sano, engrosado o con una lesión radiolúcida de tamaño variable.

Tabla 2.8. Resumen de diagnósticos pulpares.

OTROS ESTADOS PULPARES QUE NO CONSTITUYEN UN DIAGNÓSTICO CLÍNICO

REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA

Evento patológico de naturaleza inflamatoria irreversible, con pérdida de tejido dental mineralizado al interior del canal como resultado de actividades clásticas.

• **Clínica:** puede pasar desapercibida y ser detectada exclusivamente como un hallazgo radiográfico. Generalmente asintomática, puede presentar dolor al evolucionar e involucrar al tejido periodontal. Si se presenta necrosis pulpar, los síntomas serán similares a los de las patologías apicales, con dolor, inflamación y tracto sinusal. Se relaciona con una coloración rosada de la corona cuando se ubica al nivel de la cámara pulpar en la región cervical.

• **Radiografía:** imagen radiolúcida que altera la continuidad del canal radicular, cuya posición no cambia al variar el ángulo de incidencia del haz de rayos X. Se define como lesión circular u ovalada simétrica, con márgenes lisos definidos (fig. 2.8) (Marroquín y García, 2015; Perinetti et al., 2004).



Figura 2.8. Radiografía periapical de diente 2.1 con diagnóstico clínico de diente tratado endodónticamente, donde es posible observar una reabsorción radicular interna. Nótese cómo la reabsorción modifica la continuidad del canal.

HIPERPLASIA PULPAR

Patología de naturaleza proliferativa, atribuida a un proceso de irritación crónica de baja intensidad.

• **Clínica:** tejido pulpar hiperplásico que emerge de la cámara pulpar. De consistencia fibrosa y color rojizo, ocupa la mayor parte de la corona del diente, y es propio de destrucciones coronales severas de larga evolución y en pacientes jóvenes. Produce dolor ligero al morder y puede presentar hemorragia durante la masticación. Caries extensa con gran destrucción coronal y cámara pulpar expuesta al medio oral. Es asintomático, el paciente no refiere dolor espontáneo. El tejido hiperplásico que emerge de la cámara pulpar se conoce como pólipo pulpar. Generalmente la respuesta a los test de sensibilidad es similar a la de una pulpa clínicamente normal o de una pulpitis irreversible asintomática y ocasionalmente se acompaña de síntomas clínicos de pulpitis irreversible sintomática, como dolor espontáneo o prolongado a estímulos de presión, frío y calor.

• **Radiografía:** podemos observar destrucción coronal severa y dientes jóvenes con formación radicular incompleta. A nivel apical se observa la zona normal sin cambios en los tejidos de soporte (fig. 2.9) (Marroquín y García, 2015).



Figura 2.9. Radiografía de diente 3.6 con hiperplasia pulpar. Se observa gran destrucción coronaria en un diente joven, sin cambios en los tejidos periapicales.

MINERALIZACIÓN PULPAR

Consiste en cambios degenerativos del tejido pulpar relacionados con la calcificación, atrofia o fibrosis del tejido. Está asociada al envejecimiento, antecedentes de trauma dentoalveolar o lesiones de baja intensidad.

Produce una aposición de tejido mineral en el interior del canal radicular en un periodo de tiempo que determina la extensión de la calcificación. Es definida como «aposición anormal de sales de calcio dentro del tejido pulpar», por lo que el término más aceptado es mineralización pulpar.

• **Clínica:** cambio de color hacia el amarillo en un 69 a 79 % de los casos, por pérdida de translucidez normal del diente. Generalmente es asintomática. Puede atribuirse dolor pulpar, necrosis o patologías apicales asociadas en porcentajes de 7 a 27 %. La decoloración grisácea se ha reportado en un 2.5 % de los dientes con esta condición. Las respuestas a los test de sensibilidad tienden a ser leves, retardadas o nulas.

• **Radiografía:** puede ser visible en la radiografía una disminución del espacio de la cámara pulpar y/o del canal radicular (fig. 2.10) (Marroquín y García, 2015).

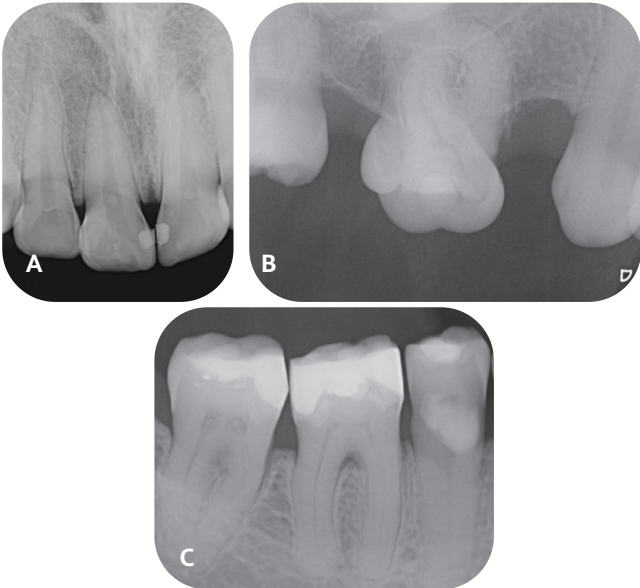


Figura 2.10. Radiografías periapicales de dientes con mineralización pulpar. **A.** Dientes 1.1 y 2.1 con formación de pulpolitos en su cámara pulpar. **B.** Diente 1.6 con una disminución del tamaño de la cámara pulpar y canales radiculares producto de la mineralización pulpar. **C.** Diente 4.6 con una disminución del tamaño de la cámara pulpar y canales radiculares producto de la mineralización pulpar.

ENFERMEDAD APICAL

Cuando las bacterias desarrollan una inflamación de la pulpa y esta no ha sido tratada de manera precoz, la inflamación se extenderá por un periodo de tiempo variable y será seguida de una necrosis del tejido pulpar. Las toxinas bacterianas e incluso las bacterias alcanzarán el periodonto apical u otras zonas de él a través del foramen apical, canales laterales o comunicaciones frecuentes entre el piso de la cámara pulpar y el periodonto (Canalda, 2007).

La inflamación apical se inicia antes de que se complete la necrosis pulpar y puede haber lisis ósea en el ápice, visible en radiografías sin necesidad de que esté destruido el tejido pulpar en la zona final del canal.

La inflamación de los tejidos apicales es una barrera defensiva del organismo ante la llegada de bacterias, con la finalidad de contenerlas al interior del canal. Se inicia con la aparición de un infiltrado inflamatorio de tipo crónico en la proximidad del foramen apical, observándose osteoclastos que inician la reabsorción ósea, estimulados por diversos mediadores. Una vez que se absorbe el hueso, como mecanismo defensivo, se produce la formación de tejido granulomatoso como consecuencia de la proliferación de fibroblastos de la periferia.

La formación de este tejido es consecuencia de la imposibilidad del sistema defensivo celular de eliminar totalmente las bacterias y los componentes antigénicos que siguen llegando a partir del canal radicular (Baumgartner et al., 2009).

A continuación se presentan los diagnósticos apicales.

TEJIDOS APICALES NORMALES

• **Clínica:** el paciente está asintomático. El diente responde de manera normal a la percusión y palpación.

• **Radiografía:** se observa una lámina dura y un espacio del ligamento periodontal alrededor del ápice radicular intacto (fig. 2.11).

• **Tratamiento:** si no va acompañado de una patología pulpar, no requiere tratamiento de endodoncia.

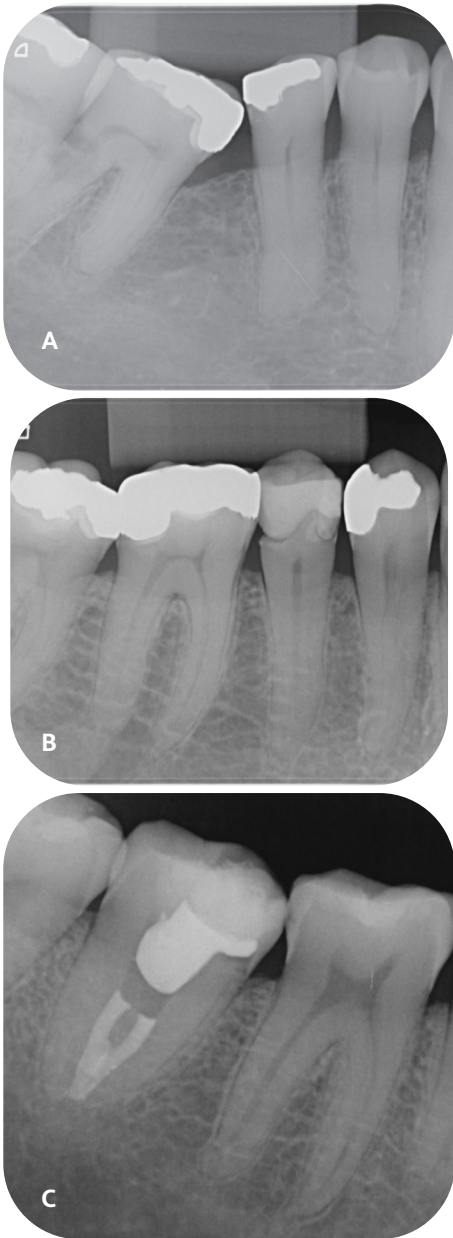


Figura 2.11. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico de tejidos apicales normales y distintos estados pulpares. **A.** Dientes 4.4 y 4.5 con diagnóstico clínico de pulpa normal y tejidos apicales normales. **B.** Diente 4.4 con diagnóstico clínico de pulpitis irreversible sintomática y tejidos apicales normales. **C.** 4.7 con diagnóstico de diente previamente tratado y tejidos apicales normales.

Tejidos apicales normales	
Definición	Diente con tejido perirradicular normal, sin sensibilidad a los test de palpación o percusión. La lámina dura que rodea la raíz está intacta y el espacio del ligamento periodontal es uniforme.
Presentación clínica	No hay evidencia de signos relacionados con condiciones patológicas, la condición pulpar puede variar desde una pulpa normal hasta la de un diente previamente tratado.
Imagen radiográfica	Lámina dura intacta, el espacio del ligamento periodontal tiene una apariencia normal y uniforme, sin interrupciones a lo largo del contorno radicular.
Validación de pruebas de sensibilidad	Dependiente de la condición del tejido pulpar

Tabla 2.9. Resumen del diagnóstico de tejidos apicales normales (Marroquín y García, 2015).

PERIODONTITIS APICAL SINTOMÁTICA

- **Clínica:** el paciente experimenta dolor en la masticación o la percusión. La respuesta a los test de sensibilidad es variable (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Radiografía:** Se observa un espacio del ligamento periodontal ensanchado o ausente. Puede existir o no una radiolucidez apical asociada a la raíz (fig. 2.12) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.



Figura 2.12. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico de periodontitis apical sintomática y distintos estados pulpaes. **A.** 2.4 con diagnóstico clínico de diente tratado endodónticamente y periodontitis apical sintomática. **B.** Diente 2.6 con diagnóstico clínico de pulpitis irreversible sintomática y periodontitis apical sintomática.

Periodontitis apical sintomática					
Definición	Inflamación del periodonto apical, relacionada a sintomatología clínica, que incluye respuesta dolorosa a la masticación, percusión o a la palpación, puede o no estar relacionada a patologías de origen pulpar o a necrosis, con o sin asociación de radiolucidez apical.				
Presentación clínica	Este diagnóstico se asocia a dolor en actividades funcionales de la cavidad oral, como la masticación, al contacto interoclusal y al test de percusión.				
Imagen radiográfica	Apariencia radiográfica variable, el espacio del ligamento periodontal y la lámina dura pueden tener apariencia normal o con ligero ensanchamiento y pérdida de la continuidad. En otros casos, se relaciona a una lesión radiolúcida apical de tamaño variable. El tamaño de la radiolucidez dependerá del tiempo de evolución.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Sensibilidad
	Térmica frío	Dependiente de la condición del tejido pulpar			
	Térmica calor				
	Eléctrica				
	Cavitaria				
	Percusión	+++	Severa	+++	Severa
	Palpación	+	Severa		
	Movilidad	+	Grado 1 a 2		

Tabla 2.10. Resumen del diagnóstico de periodontitis apical sintomática (Marroquín y García, 2015).

PERIODONTITIS APICAL ASINTOMÁTICA

- **Clínica:** el diente se presenta de manera normal, sin síntomas clínicos. No responde a los test de sensibilidad pulpar. El paciente no señala sentir dolor, pero al realizar el test de percusión puede manifestar que siente el diente de manera distinta (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Radiografía:** Se observa una radiolucidez apical de tamaño variable (fig. 2.13) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

Siempre que nos encontramos con una lesión radiolúcida a nivel apical, el espacio del ligamento periodontal se encuentra ausente.

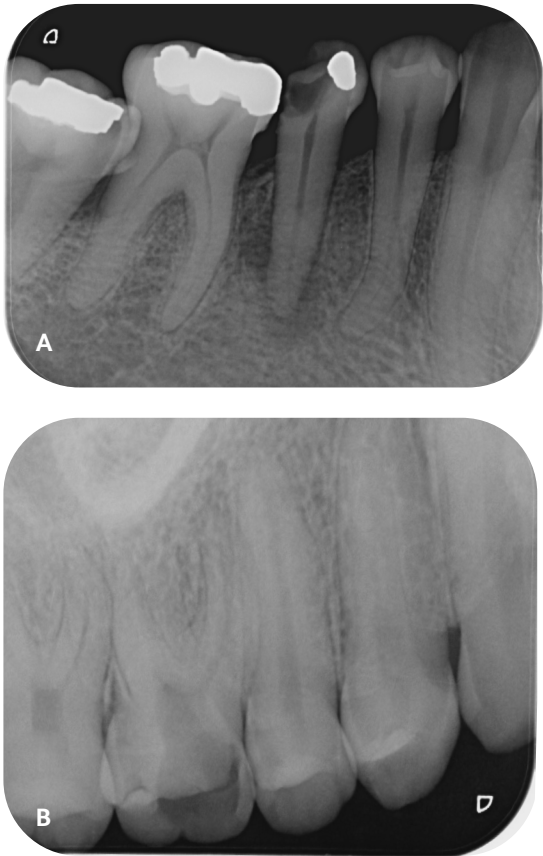


Figura 2.13. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico apical de periodontitis apical asintomática y distintos estados pulpaes. **A.** Diente 4.4 con diagnóstico clínico de necrosis pulpar y periodontitis apical asintomática. **B.** 2.6 con diagnóstico clínico de diente con terapia iniciada y periodontitis apical asintomática.

Periodontitis apical asintomática					
Definición	Inflamación y destrucción del tejido periapical ocasionada por la evolución de patologías pulpaes previas, sin resolución. Se presenta como un área radiolúcida apical en ausencia de sintomatología clínica.				
Presentación clínica	Relacionados con antecedentes de necrosis pulpar o condiciones especiales, tales como tratamiento previamente iniciado, diente previamente tratado, con evidencia radiográfica de contaminación bacteriana.				
Imagen radiográfica	Aumento del espacio del ligamento periodontal, lesión radiolúcida asociada al ápice radicular, de tamaño variable según la actividad osteoclástica presente.				
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración	Sensibilidad
	Térmica frío	-			68-92 %
	Térmica calor	-			68-86 %
	Eléctrica	-			71-98 %
	Cavitaria	-			
	Percusión	-/+	Negativa o leve		70 %
	Palpación	-/+	Según las condiciones de las corticales óseas		
	Movilidad		Según la condición del tejido óseo de soporte		

Tabla 2.11. Resumen del diagnóstico de periodontitis apical asintomática (Marroquín y García, 2015).

ABSCESO APICAL AGUDO

- **Clínica:** produce mucho dolor al morder, a la percusión y a la palpación. No responde a los test de sensibilidad pulpar y puede mostrar grados variables de movilidad. El paciente casi siempre mostrará el pliegue mucobucal o los tejidos faciales próximos al diente con cierto grado de tumefacción. En algunos casos puede evidenciarse compromiso sistémico como fiebre y ganglios linfáticos cervicales y submandibulares sensibles a la palpación (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Radiografía:** puede evidenciar desde ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal hasta una radiolucidez apical (fig. 2.14) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.



Figura 2.14. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico de absceso apical agudo. A. Diente 2.6 con tratamiento iniciado y absceso apical agudo. B. Diente 2.4 con diagnóstico de absceso apical agudo.

Absceso apical agudo				
Definición	Reacción inflamatoria al proceso infeccioso y necrosis del tejido pulpar, caracterizada por su rápido inicio, dolor espontáneo, sensibilidad a la presión dental, formación de pus e inflamación de los tejidos asociados.			
Presentación clínica	Dolor severo, constante y espontáneo, alta sensibilidad asociada a percusión y palpación. Sensación de extrusión. Inflamación intra y extraoral en la zona mucogingival, debido a la colección de pus localizada en el espacio subperiostio, que incluye planos y espacios faciales. Presenta movilidad dental variable dependiente del tamaño de la destrucción ósea y el edema generado por el proceso inflamatorio. El paciente puede exhibir manifestaciones sistémicas que incluyen fiebre y linfadenopatías, requiere atención inmediata, con medicación analgésica y antibiótica.			
Imagen radiográfica	Apariencia radiográfica variable, el espacio del ligamento periodontal y la lámina dura pueden presentar ligero ensanchamiento y/o pérdida de la continuidad. En otros casos, se relaciona a una lesión radiolúcida periapical. El tamaño de la radiolucidez dependerá del tiempo de evolución.			
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración
	Térmica frío	-	-	
	Térmica calor	-	-	
	Eléctrica	-	-	
	Cavitaria	-	-	
	Percusión	+++	+++	Persistente al aplicar la prueba
	Palpación	+++	+++	
	Movilidad	++	++	

Tabla 2.12. Resumen del diagnóstico de absceso apical agudo (Marroquín y García, 2015).

ABSCESO APICAL CRÓNICO

- **Clínica:** normalmente estos dientes no presentan síntomas clínicos ni responden a los test de sensibilidad pulpar. Generalmente, el diente no está sensible al morder, pero el paciente puede manifestar que lo siente diferente a la percusión. El signo patognomónico de esta enfermedad es la presencia de un tracto sinusal intraoral a través del cual drena una supuración intermitente (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Radiografía:** se observa radiolucidez apical de tamaño variable. Es imprescindible realizar fistulografía (fig. 2.15) (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

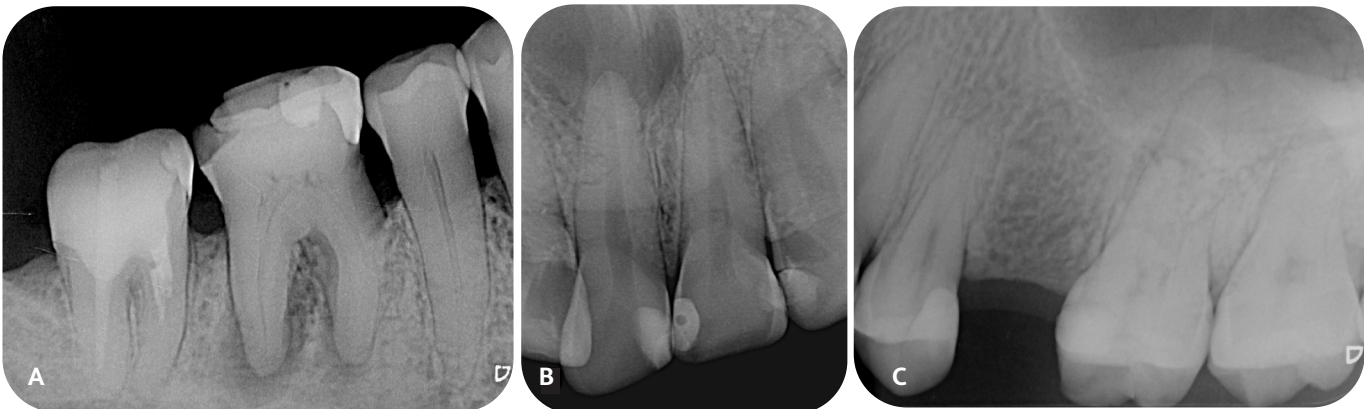


Figura 2.15. Radiografías periapicales de dientes con diagnóstico de absceso apical crónico. A. Diente 4.6. B. Diente 1.1. C. Diente 2.6.

Absceso apical crónico				
Definición	Reacción inflamatoria a la infección y necrosis pulpar, caracterizada por su inicio gradual y la descarga intermitente de pus a través de un tracto sinuoso asociado.			
Presentación clínica	Presencia de condiciones variables del estado interno del canal radicular, con una exclusiva condición, y es la presencia de una infección bacteriana que ocasionó la muerte del tejido pulpar o la persistencia del proceso infeccioso postratamiento.			
	Presencia de un tracto sinuoso estableciendo una vía de drenaje continuo hacia el exterior producto de la actividad bacteriana.			
Imagen radiográfica	Lesión radiolúcida asociada al ápice radicular, de tamaño variable, según la actividad osteoclástica presente.			
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración
	Térmica frío	-		
	Térmica calor	-		
	Eléctrica	-		
	Cavitaria	-		
	Percusión	-/+	Negativa o leve	70 %
	Palpación	-/+		
	Movilidad		Variable según la condición del tejido óseo de soporte	

Tabla 2.13. Resumen del diagnóstico de absceso apical crónico (Marroquín y García, 2015).

OSTEÍTIS CONDENSANTE

Reacción localizada del tejido óseo a un estímulo inflamatorio de baja intensidad y prolongado en el tiempo.

- **Clínica:** puede estar asociado a un diente con pulpa necrótica o con diagnóstico de pulpitis irreversible asintomática. De esto dependerá la respuesta a los estímulos térmicos. Presenta percusión normal o aumentada (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Radiografía:** se observa densidad ósea aumentada o radiopacidad apical en relación con el ápice del diente causante o cercano a él (AAE, 2009; Marroquín y García, 2015).
- **Tratamiento:** endodoncia o exodoncia.

Osteítis condensante				
Definición	Lesión radiopaca difusa en relación con el ápice radicular, que representa una reacción ósea localizada, como respuesta a un estímulo inflamatorio de baja intensidad y larga evolución.			
Presentación clínica	Se relaciona con la presentación clínica de pulpitis irreversible asintomática o necrosis pulpar.			
Imagen radiográfica	Lesión radiopaca periapical concéntrica y difusa.			
Validación de pruebas de sensibilidad	Pruebas y resultado		Intensidad	Duración
	Térmica frío	-/+	Variable	Si es positiva, puede mantenerse varios segundos una vez se aplique la prueba
	Térmica calor	-/+	Variable	
	Eléctrica	-/+	Variable	
	Cavitaria	-/+	Variable	
	Percusión	-/+	Variable	
	Palpación	-		
Movilidad		+		

Tabla 2.14. Resumen del diagnóstico de osteítis condensante (Marroquín y García, 2015).

Para establecer el correcto diagnóstico de un diente debemos especificar: su estado pulpar y su estado apical; con excepción de los diagnósticos de absceso apical agudo y crónico.

RESUMEN ESTADOS APICALES

Pulpar	Características clínicas	Características radiográficas
Tejidos apicales normales o sanos	• Periodonto perirradicular sano. • Negativo a palpación y percusión.	• Espacio del ligamento periodontal uniforme. • Lámina dura intacta.
Periodontitis apical sintomática	• Dolor espontáneo o severo. • Dolor localizado, persistente y continuo. • Dolor tan severo que puede interrumpir actividades cotidianas. • Dolor ante percusión y palpación. • Sensación de presión en la zona apical del diente.	• Se pueden o no observar cambios en los tejidos de soporte circundante. • Puede observarse un ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. • Puede o no estar asociada a radiolucidez apical.
Periodontitis apical asintomática	• Generalmente asintomática o asociada a molestias leves. • Tejidos circundantes dentro de parámetros normales. • Respuesta normal o “distinta” a percusión. • Sensibilidad a la palpación, si existe compromiso de la tabla ósea vestibular. • Pruebas de sensibilidad y eléctricas negativas.	• Zona radiolúcida apical de origen pulpar.
Absceso apical agudo	• Proceso infeccioso originado por una necrosis pulpar. • De comienzo rápido. • Dolor espontáneo, dolor ante la presión, percusión y palpación. • Exudado purulento. • Inflamación intra o extraoral. • Dolor localizado y persistente. • Dolor constante y/o pulsátil. • Dolor a la presión (sensación de diente extruido). • Dolor localizado o difuso de tejidos blandos intraorales. • Movilidad aumentada. • Dolor a la percusión. • Malestar general.	• Puede o no revelar cambios en el tejido circundante periapical. • Puede observarse ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal o una zona de reabsorción ósea apical, asociada a una periodontitis apical asintomática.
Absceso apical crónico	• Proceso infeccioso originado por una necrosis pulpar, caracterizado por un comienzo gradual. • Ligera sensibilidad. • Presencia de tracto sinusal intraoral. • Asintomático. • Pruebas de sensibilidad negativas.	• Zona radiolúcida apical. • Se debe realizar una fistulografía.
Osteítis condensante	• Proceso Inflamatorio crónico de baja intensidad. • Puede o no responder a pruebas de sensibilidad. • Puede o no ser sensible a la palpación y/o percusión.	• Presencia de una zona radiopaca apical difusa y concéntrica alrededor del tercio apical radicular. • Se observa presencia del espacio del ligamento periodontal.

Tabla 2.15. Resumen del diagnóstico apicales.

Bibliografía

AAE (2009). Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology. *Journal of Endodontics*, 35(12).

Baumgartner, J. C., Gluskin, A. H., Hartwell, G. R. y Walton, R. E. (2009). Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. *J. Endod.*, 35(12), 1658-1674.

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Chong, BS. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Marroquín, T. y García, C. (2015). Guía de diagnóstico clínico para patologías pulpaes y periapicales. Versión adaptada y actualizada del «Consensus conference recommended diagnostic terminology», publicado por la Asociación Americana de Endodoncia. *Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq.*, 26(2), 398-424.

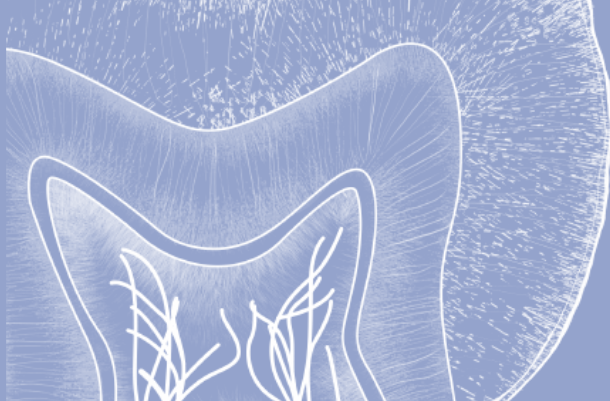
Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Perinetti, G., Varvara, G., Festa, F. y Esposito, P. (2004). Aspartate aminotransferase activity in pulp of orthodontically treated teeth. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 125(1), 88-92.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Torabinejad, M., Walton, R. E., y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: principles and practice* (5.ª edición). Elsevier.



Imagenología en endodoncia

Carla Carvajal Anabalón, Ivonne Garay Carrasco, Daniela Matus Rosas y José Luis Quintana Gutiérrez

Las radiografías

Las radiografías son una fuente de información valiosa y su uso es esencial en todas las etapas del tratamiento de endodoncia. Son empleadas en el diagnóstico, durante el tratamiento y en los controles (Leonardo, 2005), permitiendo evaluar el éxito o fracaso de la intervención a mediano y largo plazo (Canalda, 2007).

Tanto la obtención de la imagen como su interpretación necesitan de un profundo conocimiento. De esta manera, se evitará la exposición innecesaria del paciente por placas repetidas, se podrán reconocer en ellas procesos patológicos, así como anatomías desafiantes, y se obtendrá la información necesaria para realizar tratamientos bien fundamentados (Leonardo, 2005). A pesar de su importancia, no debemos olvidar que son un examen complementario que debe ser integrado a la información proporcionada por la historia médica y dental del paciente, la exploración clínica y las pruebas de sensibilidad pulpar, entre otras (Canalda, 2007; Berutti y Gagliani, 2017).

SEGURIDAD CONTRA LAS RADIACIONES

Antes de comenzar un tratamiento endodóntico es importante que le expliquemos al paciente que este procedimiento requiere de la toma de radiografías en cada una de sus etapas y su uso se justifica porque la información que nos entregan es muy superior al riesgo de recibir una dosis menor de radiación ionizante (Canalda, 2007).

Siempre que planifiquemos la toma de radiografías, para evitar exposiciones innecesarias tanto de los pacientes como del personal de salud, debemos aplicar el concepto expresado por el acrónimo estadounidense ALARA (*as low as reasonably achievable*, o «tan bajo como resulte razonable») y manejar todos los factores que permiten una disminución de la irradiación. Dentro de estos últimos destacan (Canalda, 2007; Berutti y Gagliani, 2017):

- usar películas de sensibilidad alta o técnicas radiográficas digitales;
- emplear equipos de alta frecuencia, idealmente de 90 kVp;
- aplicar una técnica radiográfica meticulosa que reduzca al mínimo la repetición de radiografías;
- proteger al paciente con delantal y collar tiroideo de plomo en cada exposición;
- evitar exponerse a la irradiación, para lo cual el clínico y el personal de salud deben accionar el disparador con mando a distancia a través de una barrera que ofrezca la protección necesaria (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

EQUIPOS DE RAYOS X

Operan en un rango de entre 70 y 90 kV, cuanto menor sea el kilovoltaje, mayor será la dosis sobre la piel del paciente. Las unidades deben tener una filtración equivalente a 2.5 mm de aluminio para eliminar las radiaciones de baja energía antes de que sean reabsorbidas por el paciente.

La colimación también reduce el grado de exposición, y consiste en la disminución del tamaño del haz de rayos X por medio de un diafragma de plomo para que el haz no sea de más de 7 cm sobre la piel del paciente. Los tipos de conos largos son de 30 a 40 cm de longitud para que la

distancia entre la fuente y la película sea mayor. Los tipos de conos de 20 cm (cortos) producen una mayor divergencia de rayos X y más exposición del paciente (Leonardo, 2005; Berutti y Gagliani, 2017).

TIPOS DE PELÍCULAS CONVENCIONALES

Existen distintos tipos de películas usadas en endodoncia: las de tipo D (*ultraspeed*), tipo E (*ekta speed*) y tipo F. Las dos últimas permiten una reducción del 50% de la exposición en comparación a las de tipo D, y el procesamiento también es más sensible al tiempo.

Para la toma de radiografías periapicales se recomienda el uso de dispositivos o soportes portaplacas (fig. 3.1A), que permiten obtener imágenes idénticas para poder compararlas (fig. 3.1B) (Leonardo, 2005).

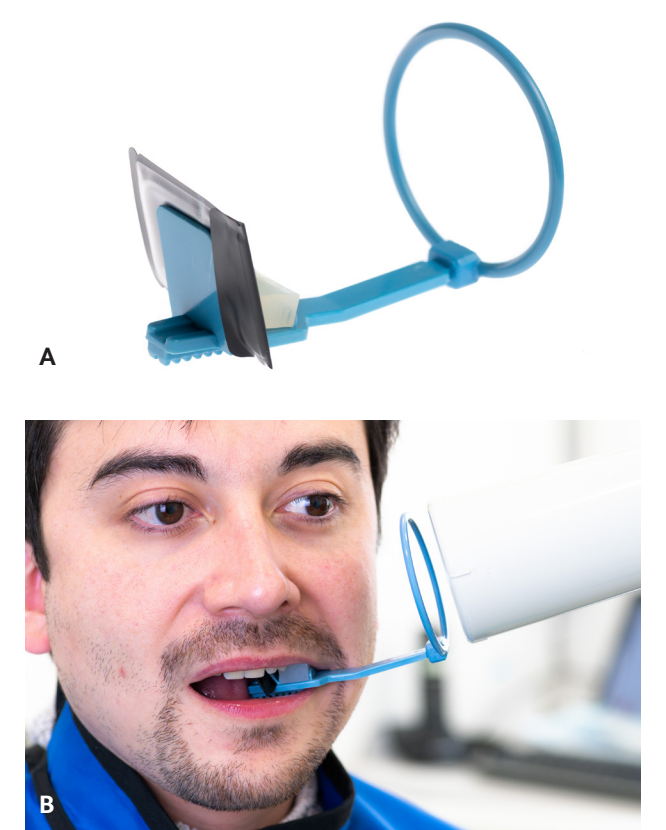


Figura 3.1. A. Soporte portaplacas también conocido como posicionador de películas. **B.** Uso del posicionador que permite la toma de imágenes idénticas.

PROCESADO DE LAS PELÍCULAS

El procesamiento de la película se refiere a una serie de pasos que producen una imagen visible permanente en la radiografía. El propósito del procesamiento de la película es doble: convertir la imagen latente (invisible) en una imagen visible y preservar la imagen visible de modo que sea permanente (Iannucci y Howerton, 2013).

Este proceso puede ser manual o automático. El primero requiere una mayor manipulación y, por lo tanto, conduce con frecuencia a errores. Las causas más frecuentes de errores o defectos del procesamiento son (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994; Brocklebank, 1998):

- **Radiografías claras:** se deben a defectos de procesamiento del líquido revelador a temperaturas bajas, poco tiempo en el revelado, revelador vencido y fijación excesiva, así como subexposición por tensión (kV), intensidad (mA) y tiempo insuficiente o distancia al foco excesiva. También se pueden producir por defectos en el aparato y por poner erróneamente la película de forma invertida.
- **Radiografías oscuras:** se deben a defectos de procesamiento del líquido revelador por temperaturas altas o excesivo tiempo en el líquido, escasa fijación, exposición accidental a la luz y sobreexposición por tensión, intensidad y tiempos excesivos.
- **Radiografías mal o insuficientemente contrastadas:** se deben a subexposición, tensión excesiva y niebla en la película. La niebla suele producirse por manchas oscuras, claras, amarillas y marrones, borrosas, doble exposición o imágenes parciales.

CALIDAD DE LA IMAGEN

La radiografía dental ideal no es demasiado clara ni demasiado oscura. La calidad de una radiografía dental está determinada por las características de la imagen. Estas incluyen las características visuales de densidad apropiada y contraste, así como las características geométricas de nitidez con mínima magnificación y distorsión. La radiografía ideal proporciona gran cantidad de información, las imágenes muestran la densidad y el contraste adecuados, tienen contornos definidos, y son de la misma forma y tamaño que el objeto radiografiado (fig. 3.2) (Iannucci y Howerton, 2013).

La definición y nitidez de la imagen dependen de diversos factores. La fuente radiógena no es de tipo puntiforme y el haz de rayos que deriva es, en consecuencia, cónico (Berutti y Gagliani, 2017).



Figura 3.2. Radiografía con una correcta calidad de imagen.

ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS

TÉCNICA DE LA BISECTRIZ

También conocida como técnica periapical, técnica del cono corto y técnica bisectal. En ella, el rayo central debe ser perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por el eje mayor del diente y el plano de proyección, pasando por el ápice dentario (fig. 3.3).

Cuando la angulación se efectúa de una manera correcta, se debe obtener una imagen del diente con la misma longitud (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994). La imagen en el receptor es igual a la longitud del diente cuando el rayo central se dirige en 90 grados con respecto a la bisectriz imaginaria. Un diente y su imagen serán iguales en longitud cuando los dos triángulos iguales que se formen compartan un lado en común (bisectriz imaginaria) (Iannucci y Howerton, 2013).

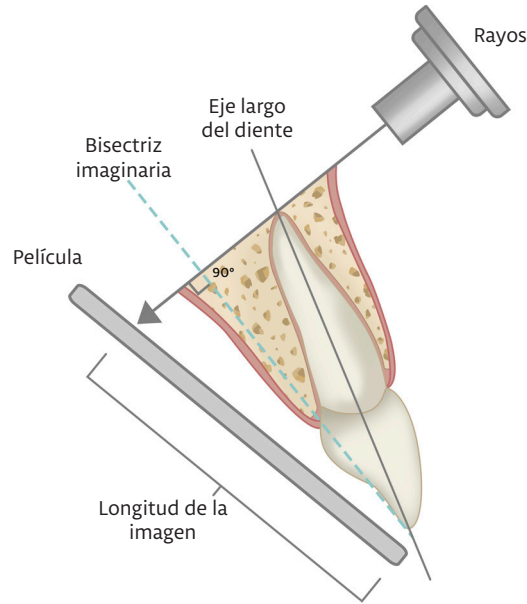


Figura 3.3. Técnica de la bisectriz.

Sin embargo, es necesario saber que todas las estructuras anatómicas circundantes están expuestas a los rayos que inciden con la bisectriz en ángulos no rectos, y esto trae como consecuencia que la falta de paralelismo entre el diente y la película, y la falta de intersección en ángulo recto entre el rayo, el diente y la película, hacen que todas las zonas que rodean el ápice del diente estén distorsionadas (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994).

CONSIDERACIONES DE ESTA TÉCNICA

a) Posición de la película

- Dientes anteriores: vertical.
- Dientes posteriores: horizontal.
- Punto convexo hacia oclusal y vestibular.
- Borde de película sobresaliente de 4 a 5 mm.

b) Posición del paciente

- Línea tragus-ala de la nariz paralela al piso para radiografía de arcada superior (fig. 3.4A).
- Línea tragus-comisura labial paralela al piso para radiografía de arcada inferior (fig. 3.4B).
- Plano sagital perpendicular al piso.

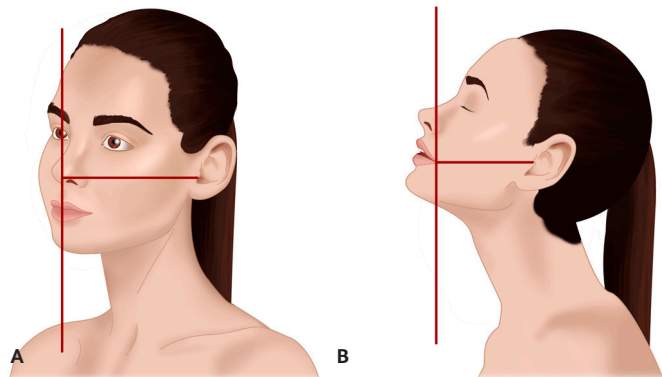


Figura 3.4. A. Posición del paciente para la arcada superior con la línea tragus-ala de la nariz paralela al piso y el plano sagital perpendicular al piso. B. Posición del paciente para la arcada inferior con la línea tragus-comisura labial paralela al piso y el plano sagital perpendicular al piso.

c) Angulaciones de referencia (Iannucci y Howerton, 2013)

Rangos recomendados en la angulación vertical: técnica de la bisectriz		
	Dientes maxilares: angulación vertical (grados)	Dientes mandibulares: angulación vertical (grados)
Caninos	+ 45 a + 55	- 20 a - 30
Incisivos	+ 40 a + 50	- 15 a - 25
Premolares	+ 30 a + 40	- 10 a - 15
Molares	+ 20 a + 30	- 5 a 0

Tabla 3.1. Angulaciones de referencia para la técnica de la bisectriz.

d) Angulación horizontal

El rayo se dirige perpendicular a la curvatura de la arcada y a través de las superficies proximales (fig. 3.5A).

Cuando la angulación horizontal es incorrecta las superficies proximales se observan traslapadas en la radiografía (fig. 3.5B).

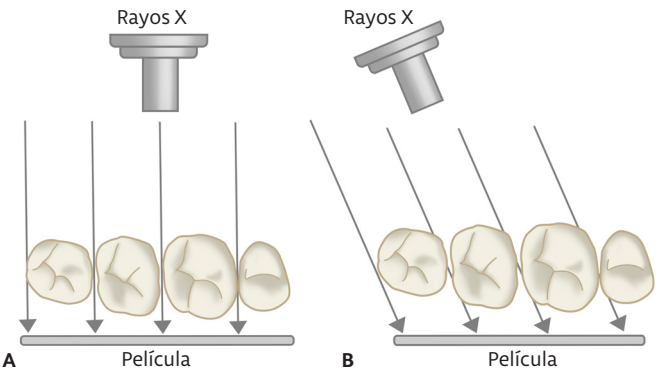


Figura 3.5. A. Angulación horizontal correcta. B. Angulación horizontal incorrecta.

e) Angulación vertical

El rayo central se dirige perpendicular a la bisectriz imaginaria.

Angulación vertical correcta: imagen radiográfica de la misma longitud del diente.

Distorsión vertical: escorzo, elongación.

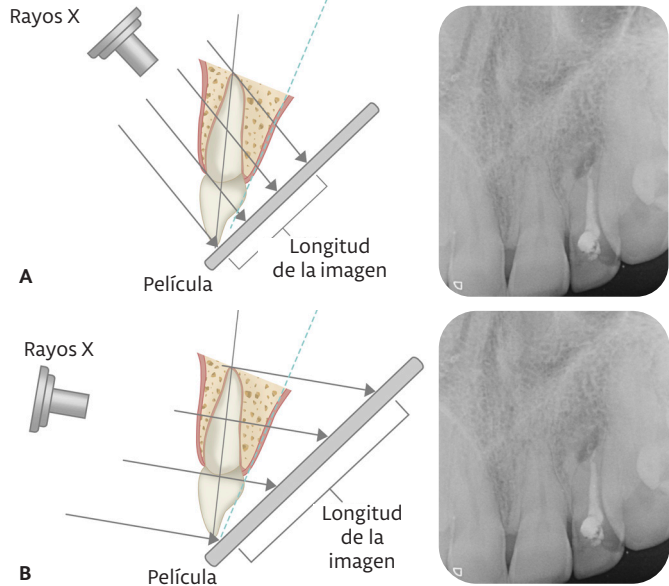


Figura 3.6. Errores en la angulación vertical. A. Escorzo. B. Elongación.

• Ventajas de la técnica de la bisectriz:

- nitidez de la imagen por proximidad de película y diente a radiografiar;
 - procedimiento de baja dificultad;
 - ausencia de artefactos;
 - bajo nivel de radiación;
 - bajo costo.
- **Desventajas de la técnica de la bisectriz:** el dedo del paciente sufre irradiación y puede ejercer demasiada presión sobre la película, provocando distorsiones en la imagen. Tanto el ángulo vertical como el horizontal se seleccionan visualmente sin usar una guía, lo que aumenta el riesgo de que se usen ángulos incorrectos. Puede presentar distorsión y magnificación.

TÉCNICA DE PARALELISMO

También conocida como técnica de extensión de cono paralelo, técnica de ángulo recto y técnica de cono largo (fig. 3.7).

Como el término lo indica, esta técnica se basa en el concepto de paralelismo. El receptor se pone en la boca de forma paralela al eje longitudinal del diente que se está radiografiando. El rayo central de rayos X se dirige perpendicular al eje longitudinal del diente. Un dispositivo de alineación (posicionador) del haz debe ser usado para mantener el paralelismo del receptor con el eje longitudinal del diente (Iannucci y Howerton, 2013).

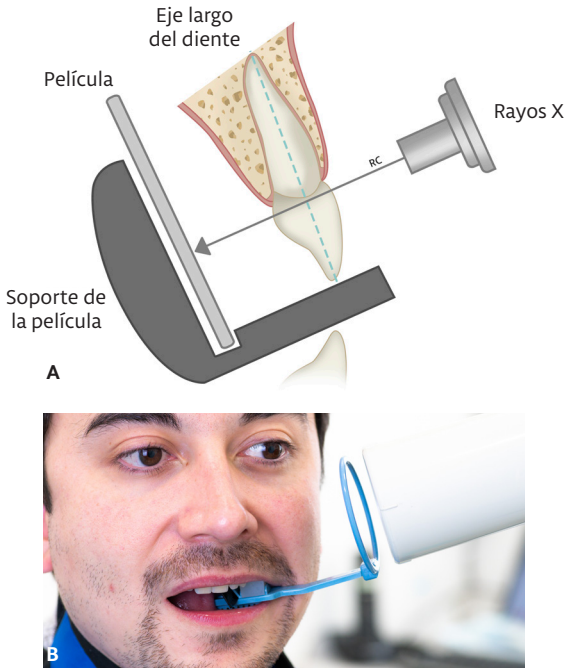


Figura 3.7. A. Técnica de paralelismo. B. Uso del posicionador.

Los posicionadores o portaplaques son necesarios para la técnica paralela debido a que reducen la distorsión geométrica causada por una mala orientación de la película, el haz central y el diente. También minimizan el corte del cono, mejoran la calidad diagnóstica y permiten tomar radiografías con angulación similar durante el tratamiento y seguimiento posterior (Canalda, 2007).

• **Ventajas de la técnica de paralelismo:** proporciona una reproducción más exacta de las dimensiones del diente, debido a que hay una menor distorsión por desplazamiento vertical, con lo que mejora la visualización de la longitud del diente y su relación con las estructuras anatómicas adyacentes. Si se emplea correctamente, logra imágenes con una reproducción menos distorsionada, superposición mínima y máxima claridad (Canalda, 2007; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994).

• **Desventajas de la técnica de paralelismo:** no podemos emplear esta técnica en pacientes con variaciones de tamaño y forma en las estructuras orales (bóveda palatina plana o torus palatino o), y la presencia de náuseas puede hacer que resulte imposible la colocación de una placa paralela (Canalda, 2007). Requiere el uso de un dispositivo que aumenta la distancia objeto-película y un mayor tiempo de exposición, costo y tiempo de trabajo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994).

APLICACIONES DE LA RADIOLOGÍA EN ENDODONCIA

Para contar con un correcto diagnóstico y tratamiento endodóntico, es indispensable el uso de radiografías dentales; para ello también es necesario realizar un correcto análisis de esta herramienta, además de tener un conocimiento de las estructuras orales y una comprensión de la anatomía ósea-dentaria, cambios fisiológicos y cambios patológicos de relevancia en endodoncia.

Las variaciones en el fenómeno de absorción radiográfica por parte de los tejidos orales permiten la diferenciación de las estructuras presentes, que da como resultado una imagen radiográfica que podemos utilizar para nuestra evaluación endodóntica; estas variaciones nos permitirán visualizar estructuras más densas y menos densas que eventualmente serán mencionadas en este libro como radiopaco y radiolúcido.

La anatomía dentaria y oral varía dependiendo de la zona de estudio. Su conocimiento debe ser básico para no caer en errores a la hora de interpretar una imagen radiográfica. Además, se debe considerar la proyección de las estructuras extraorales que se observarán en nuestros exámenes radiográficos y que podrán generarnos dudas e incluso errores diagnósticos vitales para nuestra evaluación (por ejemplo, la fosa nasal proyectada en la zona apical del incisivo lateral); no hay que dejar de lado la posibilidad (mínima, pero no menos importante) de encontrar variables anatómicas, lo cual podrá dificultar aún más nuestro tratamiento endodóntico.

Los rayos X se usan en endodoncia para (Leonardo, 2005; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

- Complementar el diagnóstico de las patologías en las que existe una alteración de los tejidos duros del diente y de los tejidos apicales.
- Valorar la ubicación, forma, tamaño y dirección de las raíces y canales radiculares.
- Calcular la longitud de trabajo antes de la instrumentación del canal.
- Localizar canales difíciles o revelar la presencia de canales no sospechados al examinar la ubicación de un instrumento en el canal.
- Establecer una posición relativa de las estructuras en posición vestibulolingual.
- Confirmar la posición y adaptación del cono maestro.
- Ayudar a valorar la obturación final del canal, sobre todo en relación con su extensión apical y la calidad de la condensación.
- Facilitar la localización de cuerpos extraños metálicos como limas fracturadas.
- Localizar una raíz antes de la cirugía apical.
- Controlar a largo plazo, valorando el éxito o fracaso de un tratamiento endodóntico. Esto es especialmente relevante en dientes con lesiones apicales, ya que deben ser controlados radiográficamente para determinar si con el tratamiento endodóntico se logró la reparación apical buscada.

REQUISITOS DE LA RADIOGRAFÍA ENDODÓNTICA

El diente a tratar o que estamos evaluando endodónticamente debe observarse en el centro de la placa. De esta manera se minimizan los errores de interpretación, ya que es la zona con menos distorsión de la imagen radiográfica. Además, deben verse al menos 3 mm sobre el borde incisal o superficie oclusal y 3 mm de hueso más allá del ápice del diente. No incluir esta zona ósea puede conducir a un error diagnóstico o a interpretar de manera incorrecta la extensión apical de una raíz (Canalda, 2007).

INTERPRETACIÓN DE LAS RADIOGRAFÍAS

Para interpretar adecuadamente las radiografías se debe seguir un procedimiento sistemático. En primer lugar, es adecuado observar la corona para posteriormente ir descendiendo hacia las raíces, fijándose en los canales y el hueso.

Se sugiere seguir la siguiente pauta:

1. Evaluación del estado coronario: profundidad y extensión de restauraciones, caries o fracturas.
2. Evaluación de la cámara pulpar: amplitud, obliteración, presencia de calcificaciones.
3. Evaluación de las raíces: número, dirección, curvaturas. Presencia de exorizálisis.
4. Evaluación de los canales: número, orientación, amplitud. Presencia de endorizálisis.
5. Evaluación del estado periapical: estado del espacio periodontal, cortical y alveolar. Presencia de lesiones apicales. Compromiso de estructuras vecinas.
6. Signos radiográficos de bifurcación del canal: cambio brusco en la densidad y/o el calibre del canal.
7. Signos radiográficos de bifurcación radicular:
 - cambio brusco en la densidad y/o el calibre del canal;
 - doble contorno radicular;
 - número de ápices;
 - presencia de más de una línea periodontal;
 - línea periodontal oblicua que cruza la raíz principal;
 - proyección de la zona de bifurcación: en V o U.

ERRORES EN LA INTERPRETACIÓN DE LAS RADIOGRAFÍAS

La interpretación radiográfica no acompañada de un examen clínico puede conducir a errores. Es común confundir estructuras anatómicas y lesiones osteolíticas con lesiones apicales. El agujero mentoniano y el agujero incisivo comúnmente son interpretados como condiciones patológicas, que se pueden diferenciar mediante exposiciones con angulaciones distintas y utilizando pruebas pulpares. Las radiotransparencias no asociadas con el ápice radicular se moverán o proyectarán separadas del ápice al variar la angulación.

Los cambios en la integridad del espacio del ligamento periodontal, la lámina dura y el hueso perirradicular adyacente tienen un valor diagnóstico. Sin embargo, el significado de estos cambios se debe interpretar mediante un conocimiento profundo de las características que dan lugar a las imágenes (Canalda, 2007).

LIMITACIONES DE LA TÉCNICA RADIOGRÁFICA

Las limitaciones de la radiología bidimensional son múltiples, aun cuando es bien ejecutada, ya que son intrínsecas a este sistema (Berutti y Gagliani, 2017). La mayor limitación de la radiografía es que solo permite observar dos dimensiones, con lo que falta una tercera dimensión, vestibulolingual, que quedará sujeta a la interpretación del operador (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Además, se produce la superposición de estructuras anatómicas densas, lo que dificulta la visualización de los ápices radiculares y los instrumentos (Berutti y Gagliani, 2017). No es posible determinar la constricción apical a través de una imagen radiográfica y es una técnica sensible a la exposición e interpretación.

FACTORES A CONSIDERAR PARA OBTENER RADIOGRAFÍAS DE CALIDAD (LEONARDO, 2005)

1. Encuadrar correctamente el área deseada: la película se posiciona de forma que el diente o el área de estudio queden bien enmarcados, para evitar que los puntos importantes queden fuera del área útil de la película.
2. Posicionar correctamente la película: para los dientes anteriores el eje mayor de la película se pone en posición vertical y para los dientes posteriores ese eje se ubica en posición horizontal. El paciente debe presionar la película

en la región correspondiente al ápice, para evitar que se separe de la región a examinar.

3. Ajustar el ángulo vertical: un ángulo vertical correcto impide que las radiografías se presenten con alargamiento o con acortamiento.
4. Ajustar el ángulo horizontal: normalmente la incidencia del ángulo horizontal de rayos X es frontal al diente, ortorradiar, excepto cuando se realiza la técnica de Clark.
5. Posicionar correctamente el haz central: el cilindro de los rayos X se debe posicionar de manera que la proyección imaginaria de su haz central pase a la altura del ápice del diente a tratar.
6. Dejar un tiempo de exposición adecuado: de este factor dependen el contraste y la calidad de la radiografía.
7. Revelar, fijar y lavar correctamente: estos factores influyen en la calidad de la imagen y en su durabilidad.

REGLA DEL OBJETO VESTIBULAR

También conocida como regla de Clark, su aplicación permite localizar canales o raíces adicionales, distinguir entre objetos superpuestos y diferenciar entre distintos tipos de reabsorción. También ayuda a determinar la posición vestibulolingual de las fracturas, perforaciones, localizar cuerpos extraños y localizar los detalles anatómicos, como el canal mandibular, en relación con el ápice radicular (Canalda, 2007).

La regla del objeto vestibular relaciona la forma en que cambia la posición relativa de las imágenes radiográficas de dos objetos separados al cambiar el ángulo de proyección con el que se toman las imágenes. El principio establece que el objeto más cercano a la superficie vestibular se mueve en dirección opuesta al movimiento del cono y así los objetos más próximos a la superficie lingual se mueven en la dirección del cono (fig. 3.8) (Canalda, 2007).

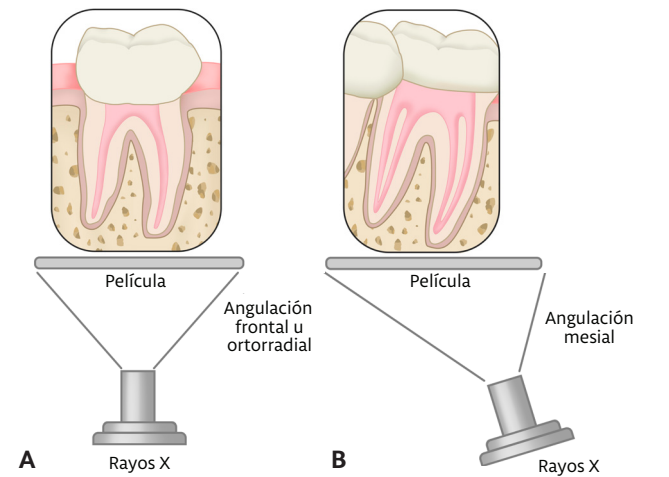


Figura 3.8. Regla del objeto vestibular. **A.** Radiografía ortorradiar en donde podemos observar la superposición de los canales mesiales y distales. **B.** Radiografía con distorsión mesial que nos permite desproyectar los canales.

CONSEJOS PARA EL CORRECTO USO DE RADIOGRAFÍAS EN ENDODONCIA

- Nunca emplee la radiografía que pudiera traer el paciente, porque puede no corresponder al estado actual del diente.
- Todo tratamiento debe comenzar con la toma de una correcta radiografía previa.
- Evite manipular las radiografías reveladas con guantes o con las manos mojadas. Una vez procesada, la radiografía debe ser posicionada en un cartón para su observación, evitando así ensuciarla con talco o marcarla con las huellas dactilares, lo que disminuye su calidad.
- En la radiografía de conductometría es fundamental que se observe el tope de goma del instrumento, el ápice dentario y 3 mm de hueso apical.
- Si durante la sesión clínica obtuvo un diente, no despache al paciente antes de revelar la radiografía final.

SISTEMAS DIGITALES

El término proyección de la imagen digital se refiere a un método de captura de una imagen radiográfica usando un sensor, rompiendo la imagen en piezas electrónicas, presentándolas y almacenando la imagen con una computadora. La imagen digital es una matriz de elementos de imagen, llamados píxeles, con discretos valores de gris de cada píxel. En la imagen digital, un sensor o detector pequeño se pone dentro de la boca del paciente para capturar la imagen radiográfica. Al igual que en la radiografía convencional, el haz de rayos X se dirige para golpear el sensor. Una carga electrónica se produce en la superficie del sensor; esta señal electrónica se digitaliza y la información se transmite a una computadora que almacena la señal electrónica entrante (Iannucci y Howerton, 2013). Los sistemas digitales muestran una serie de ventajas con respecto a los sistemas tradiciones, como (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Goaz y White, 1994; Brocklebank, 1998):

- reducción de la dosis suministrada al paciente en un 50 a 90 % (Canalda, 2007);
- elaboración y mejor lectura de la imagen;
- rapidez en la adquisición de la imagen;
- archivo digital;
- posibilidad de transmitir la imagen al mismo paciente o a su odontólogo derivador;
- eliminación de la cámara oscura y de los líquidos de revelado;
- mayor cuidado del medio ambiente, al tener la posibilidad de prescindir de las películas radiográficas;
- posibilidad de manejar digitalmente características visuales como la densidad y el contraste, lo que reduce repeticiones de toma radiográfica por defectos en estas características.

Una desventaja de estos sistemas es el costo inicial elevado. A continuación, se describen dos sistemas digitales ampliamente usados en endodoncia en la actualidad.

INDIRECTO

- Utiliza una lámina de poliéster cubierta por una sustancia fotoestimable. Su tamaño es similar al de las películas de uso convencional (fig. 3.9A) (Goaz y White, 1994; Brocklebank, 1998).
- Luego de realizada la exposición de la película a la radiación, se introduce la lámina en un sistema lector láser (fig. 3.9B) que envía la señal detectada de los fósforos al monitor, donde se observa la imagen. El tiempo promedio de lectura es de seis segundos (fig. 3.9C) (Goaz y White, 1994; Brocklebank, 1998).



Figura 3.9. **A.** Sensor. **B.** Lector láser. **C.** Monitor donde se observa la imagen.

DIRECTO

- Utiliza detectores como el FFS (fósforo fotoestimulable) o el CCD (dispositivo acoplado de carga), que están conectados mediante un cable al computador. Este sistema también es conocido como radiovisiógrafo (fig. 3.10) (Goaz y White,1994; Brocklebank,1998).
- El digitalizador o convertidor analógico-digital cambia la señal de salida de estos detectores por una representación numérica (algoritmos), la que es reconocida por el ordenador y le otorga un grado de gris (Goaz y White, 1994; Brocklebank,1998).



Figura 3.10. Radiovisiógrafo.

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Brocklebank, L. (1998). Dental Radiology: Capture your Image. *Dental Update*, 25, 95-102.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Goaz, P. y White, S. (1994). *Oral Radiology* (3.ª edición). Mosby.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Iannucci, J. y Howerton, L. (2013). *Radiografía dental. Principios y técnicas* (4.ª edición). Amolca.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

Matus, D. y Betancourt, P. (2018). Mechanical root canal preparation using the WaveOne gold system. Case series. *Biomedical Research*, 29(13), 2686-2689.

Matus, D., Garay, I. y Betancourt, P. (2017). Root canal preparation of maxillary second premolar with three roots and three separate root canals: a micro-computed tomography study. *Biomedical Research*, 28(10), 4657-4659.

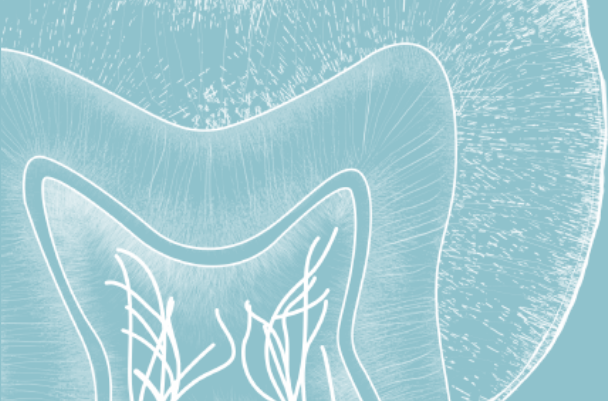
Matus, D., Fuentes, R., Navarro, P. y Betancourt, P. (2020). Morphological Analysis of Maxillary First Premolars by Cone Beam Computed Tomography in a Chilean sub-population. *International Journal of Morphology*, 38(5), 1266-1270.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.



Instrumentos, materiales y dispositivos usados en endodoncia

Daniela Matus Rosas

Introducción

La constante evolución que ha experimentado la especialidad de endodoncia se ha visto reflejada en la aparición de nuevos equipamientos, instrumentos, aleaciones y técnicas de trabajo, todo con el fin de lograr los objetivos principales de este procedimiento, que son obtener una correcta limpieza, conformación y obturación del sistema de canales radiculares.

En este capítulo se abordarán los distintos insumos, instrumentos y dispositivos usados para llevar a cabo un correcto tratamiento, los que serán presentados de acuerdo con la etapa en la que se utilizan.

DIAGNÓSTICO

• **Spray refrigerante:** permite hacer la prueba de sensibilidad pulpar al frío, mediante la aplicación de un refrigerante (cloruro de etilo) almacenado en contenedores a presión que lo mantienen en estado líquido. Su vaporización permite la transformación del compuesto a un estado cristalino, pudiendo alcanzar temperaturas comprendidas entre -10 °C y -25 °C (fig. 4.1).

La prueba se realiza llevando una mota de algodón empapada con el líquido, posicionándola sobre la cara vestibular-cervical del diente control y luego repitiendo el paso en el diente en estudio (Berutti y Gagliani, 2017).



Figura 4.1. A. Cloruro de etilo usado para la prueba de sensibilidad de frío. B. Modo correcto de llevarlo al diente.

• **Bastón de gutapercha:** la prueba de calor se puede realizar con un bastón de gutapercha calentado a la llama del mechero hasta que se ablande y la superficie brille (fig. 4.2).



Figura 4.2. Bastón de gutapercha calentado a la llama del mechero para realizar el test de sensibilidad de calor.

• **Sonda periodontal:** permite realizar el sondaje periodontal tanto de la superficie vestibular como palatina/lingual, así como evaluar interproximalmente cada milímetro (fig. 4.3). Su uso está indicado durante el examen clínico de todos los dientes, con el fin de detectar fracturas radiculares verticales, así como lesiones de origen endoperiodontal (Berutti y Gagliani, 2017). Un signo de fractura radicular vertical es la presencia de un saco periodontal aislado, profundo y estrecho, lo que resulta aún más indicativo cuando no hay datos de enfermedad periodontal asociada a otras áreas del diente o a dientes adyacentes (Canalda, 2019).



Figura 4.3. Sonda periodontal usada para determinar la presencia de sacos periodontales y descartar fracturas radiculares verticales.

• **Tintes:** resultan de gran ayuda para intentar determinar la presencia de una fisura en la superficie del diente (fig. 4.4) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 4.4. Tinte Sable Seek de Ultradent.

• **Radiografías intraorales:** hay diversas películas usadas para endodoncia, las de tipo D (ultra speed), tipo E (ekta speed) y tipo F. Estas dos últimas permiten una reducción del 50 % de la exposición a las radiaciones respecto a la requerida por las de tipo D, y el procesado también es más sensible en el tiempo (Canalda, 2019).

• **Posicionador de radiografías periapicales:** son necesarios para la técnica de paralelismo debido a que reducen la distorsión geométrica causada por una mala orientación de la película, el haz central y el diente (fig. 4.5) También reducen el número de exposiciones por repetición de radiografías, ya que impiden el corte del cono y el desplazamiento de la película. Además, mejoran la calidad diagnóstica de la imagen y permiten tomar radiografías con una angulación similar durante el tratamiento y su posterior seguimiento (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 4.5. Posicionador de radiografías periapicales.

AISLAMIENTO ABSOLUTO

• **Goma dique o dique de goma:** láminas finas y planas de látex bruto compuesto de hidrocarburos de caucho (30-35%), agua (60-65%), proteínas, lípidos, hidratos de carbono (1%) y componentes inorgánicos (0.5%) (Canalda, 2019). Se encuentran disponibles en distintos grosores (fino, medio, grueso, extragrueso y grueso especial) y en dos tamaños (12.5 x 12.5 cm y 15.2 x 15.2 cm) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). De acuerdo con el caso, puede emplearse uno u otro grosor, dependiendo de la facilidad de aplicación, la resistencia al desgarro y la retracción que provoca en los tejidos adyacentes para los tratamientos de endodoncia; los grosores medio y fuerte son los más utilizados. Están disponibles además en distintos colores, como beige, gris, verde, azul y rosado, y la elección dependerá del profesional, ya que los colores oscuros ofrecen un mayor contraste visual pero una menor reflectancia, disminuyendo la iluminación natural del campo operatorio (fig. 4.6) (Canalda, 2019).

Para los pacientes con alergia al látex, Coltène ofrece una goma dique sintética sin látex de tamaño 15.2 x 15.2 cm y un grosor medio (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Es importante considerar la caducidad de la goma dique, que es de un máximo de seis meses desde la fecha de fabricación, limitada por su composición. La caducidad puede verse acelerada si es almacenada cerca de una fuente de calor, ya que la goma envejece, tornándose quebradiza.

Para comprobar su estado se puede realizar una perforación, y esta debe poder agrandarse 2.5 veces su tamaño (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

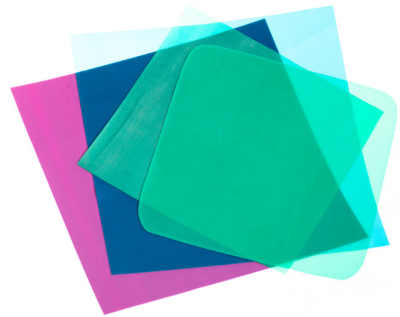


Figura 4.6. Gomas diques de distintos colores, tamaños y espesores.

• **Perforador de goma dique:** los perforadores tipo Ainsworth poseen una placa rotatoria ajustable que permite realizar agujeros de distintos tamaños en la goma dique, dependiendo del diente a aislar (fig. 4.7) Los agujeros creados deben ser netos, sin desgarros ni salientes. Si la goma dique se desgarra puede originar filtraciones y es posible que el desgarro aumente al estirla (Soares y Goldberg, 2003).



Figura 4.7. Perforador de goma dique tipo Ainsworth.

• **Portaclamps o portagrapas:** se utiliza para separar los brazos del *clamp* y facilitar su posicionamiento y retiro (Soares y Goldberg, 2003). Existen varios modelos en el mercado; Ivory, Martin, Krauskopf, Esculapio, Hu Friedy, Ash, etc. El más utilizado es el Ivory, en el que se distinguen los siguientes componentes: empuñaduras, resorte, anillo (para mantenerlo abierto) y extremo o punta. La parte más importante es el extremo, que debe facilitar la unión y separación de la grapa (figura 4.8) (Leonardo, 2005).



Figura 4.8. Portaclamps tipo Ivory.

• **Clamps o grapas:** son fabricadas de acero inoxidable, acero cromado o plástico. Su función es anclar la goma dique al diente que requiere el tratamiento, contribuyendo al mismo tiempo a la retracción de tejidos blandos. Existen en el comercio distintas marcas y diseños para adaptarse a las diferentes configuraciones anatómicas (Soares y Goldberg, 2003).

Se componen de dos brazos simétricos unidos por un arco resorte o abrazadera que les confieren la elasticidad suficiente para su aplicación (fig. 4.9) Los brazos presentan la misma forma, pero invertida, y en ellos se distingue un orificio en la parte central, que permite introducir el extremo del portaclamps. En el borde externo pueden tener aletas (extensiones de los brazos) que no solo proporcionan retracción adicional de los tejidos blandos, sino que también facilitan la colocación de la goma dique, el arco y el *clamp* a un tiempo. El borde interno está constituido por una concavidad de diámetro diferente según el cuello del diente al que está destinado (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

En un plano sagital el *clamp* puede ser plano o con grapas inclinadas hacia la zona apical, que permiten enganchar la estructura del diente en el margen gingival libre o por debajo (Leonardo, 2005).

La correcta selección de la grapa es fundamental para la eficacia del aislamiento y se basa en las siguientes características del diente: tamaño del cuello, anatomía y posición en la arcada (Leonardo, 2005). Debe quedar firme, sin ejercer una presión exagerada y tocar el diente en cuatro puntos para que se mantenga estable (Soares y Goldberg, 2003).



Figura 4.9. Distintos clamps usados para realizar aislamiento absoluto.

• **Arco de Young:** también conocido como marco de sostén o porta dique, permite delimitar el campo operatorio, ya que tensa y estabiliza la goma dique permitiendo además retraer las mejillas, labios y lengua (Canalda, 2019). Son fabricados de acero inoxidable (fig. 4.10A) o plástico (fig. 4.7B, C, D). Una novedad es el arco de plástico plegable, especialmente diseñado para endodoncia, que permite articularlo en la toma de radiografías sin necesidad de perder el aislamiento absoluto (fig. 4.10B, C)(Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

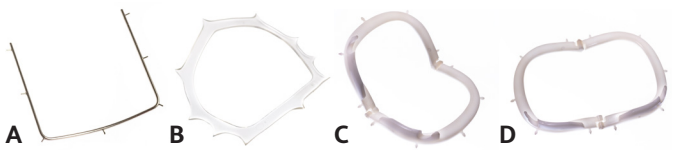


Figura 4.10. Distintos arcos de Young. A. Arco metálico. B. Arco plástico Ostby. C. Arco plástico articulado extendido. D. Arco plástico articulado flectado.

• **Selladores especiales:** son materiales a base de metacrilato o resinas fotopolimerizables diseñados para reforzar el aislamiento absoluto, previniendo filtraciones de saliva al campo operatorio, así como filtraciones de irrigantes a la cavidad bucal (fig. 4.11).

Una vez realizado el aislamiento absoluto, se evalúa su calidad. Si el *clamp* tiene una buena estabilidad, pero una incorrecta adaptación al diente, se refuerza aplicando esta resina alrededor del cuello y se fotopolimeriza antes de comenzar a trabajar. No se debe olvidar retirarla con una sonda o cuchareta de caries antes de retirar el aislamiento absoluto (Leonardo, 2005).



Figura 4.11. Sellador especial Top dam de FGM.

• **Abrebocas:** es un aparato utilizado para mantener la apertura bucal del paciente durante un periodo de tiempo prolongado sin causar incomodidad (fig. 4.12). Este dispositivo se coloca entre las superficies oclusales de los dientes opuestos al lado en que se trabajará (Leonardo, 2005).



Figura 4.12. Abrebocas.

CAVIDAD DE ACCESO

• **Fresas:** el instrumental empleado en esta etapa dependerá del tejido o material que se deba desgastar para comunicar la cámara pulpar, ya sea tejido dentario, restauraciones de amalgama, resina compuesta o coronas. Se emplean generalmente fresas de alta velocidad de diamante. La forma de la fresa puede ser redonda o cónica; también se han diseñado fresas mixtas especialmente fabricadas para realizar accesos de endodoncia, como la fresa Endoaccess (fig. 4.13A). Si el clínico no es experimentado, se debe emplear alta velocidad para eliminar esmalte y luego cambiar a una fresa de carburo de tallo largo y baja velocidad, que permite un mejor control y sensación táctil, evitando errores en esta etapa, como perforaciones. Una vez obtenida la comunicación con la cámara pulpar, se debe cambiar a una fresa de punta inactiva como la fresa Endozeta (fig. 4.13B), diseñada para endodoncia, que permite apoyar la fresa en el piso cameral sin debilitarlo. Con ella se delimitan los contornos de la cavidad de acceso y se elimina el techo cameral, obteniéndose una cavidad de acceso con una ligera divergencia hacia oclusal, con el fin de observar la totalidad del piso cameral y la entrada de los canales. Se terminan de alisar las paredes con una fresa de baja velocidad de punta inactiva.

Para realizar la apertura de los canales e instrumentar los dos tercios coronarios de estos, se utilizan fresas Gates Glidden (fig. 4.14).



Figura 4.13. Fresas usadas para la realización de la cavidad de acceso. A. Endoaccess. B. Endozeta de alta velocidad.

Las fresas Gates Glidden (GG) son instrumentos rotatorios para contraángulo, poseen calibres variados, que van de 0.50 a 1.50 mm, y son fabricadas a partir de un vástago de acero al carbono, de acero inoxidable o de Ni-Ti, el cual es largo y fino, con su zona más frágil junto al mandril para facilitar su extracción si se fractura. Además, presenta una parte activa cortante pequeña (3 mm), en forma de pelota de fútbol americano (forma fusiforme), que ejecuta los desgastes, terminando en una punta esférica inactiva. Su rigidez y diámetro menor, correspondiente a 0.5 mm, impiden su uso en zonas del canal con curvaturas. Se fabrican en longitudes de 28 a 32 mm, y es el tallo inactivo el que varía entre 15 y 19 mm (fig. 4.14). Las fresas GG de Ni-Ti poseen una mayor flexibilidad que las de acero inoxidable, una parte activa menor y un diseño levemente diferente. La técnica para su uso es idéntica a la de acero inoxidable (Soares y Goldberg, 2003).



Figura 4.14. Gates Glidden del número 1 al 6.

Calibre de los instrumentos Gates-Glidden y Peeso respecto a las dimensiones ISO		
ISO	Gates-Glidden	Peeso
50	N.º 1	-----
70	N.º 2	N.º 1
90	N.º 3	N.º 2
110	N.º 4	N.º 3
130	N.º 5	N.º 4
150	N.º 6	N.º 5
170	-----	N.º 6

Tabla 4.1. Equivalencia de las fresas Gates Glidden y Peeso con limas de endodoncia.

• **Explorador endodóntico:** instrumento que consta de dos extremos rectos y muy finos, angulados en dos direcciones opuestas (fig. 4.15). Permite detectar el punto de trepanación y así orientar correctamente la conformación de acceso, identificar la entrada de los canales y determinar su angulación (Leonardo, 2005).



Figura 4.15. Explorador endodóntico DG-16 de Denstply.

• **Puntas de ultrasonido:** trabajan con movimientos vibratorios, que pueden ser definidos como un método de corte no rotatorio de tejidos duros del diente y materiales restauradores, utilizando las oscilaciones piezoeléctricas. El desgaste de dentina realizado por las puntas es preciso y seguro, con un mejor control del corte si lo comparamos con el uso de

fresas. Existe una gran variedad de puntas disponibles en el mercado, que van desde rectas, con curvas simples, hasta multianguladas (fig. 4.16). También varían en relación con el diámetro, longitud, material de fabricación (Zuolo, 2012) y uso. En endodoncia se emplean para mejorar la cavidad de acceso, ampliar y profundizar los surcos de desarrollo, localizar canales, eliminar calcificaciones, activar irrigantes, etc. (Canalda, 2019).

Por su tamaño y angulación proporcionan una visibilidad excelente en comparación con fresas montadas en turbinas o contraángulos.



Figura 4.16. Puntas de ultrasonido para endodoncia Star-X de Dentsply.

INSTRUMENTOS PARA LIMPIAR Y CONFORMAR EL ESPACIO DEL CANAL RADICULAR

Los dos principales objetivos de la preparación de los canales radiculares son: 1) proporcionar un entorno biológico que favorezca la curación y 2) conformar el canal de manera que permita un correcto sellado final (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Este último objetivo se debe lograr modificando la morfología del canal, pero respetando al máximo la anatomía interna original, de manera que los canales adquieran una forma progresivamente cónica desde el orificio de entrada a la altura de la cámara pulpar hasta el ápice, manteniendo la posición y el diámetro de la constricción apical (Canalda, 2019).

Los instrumentos endodónticos desempeñan un papel de extraordinaria importancia en la etapa de preparación químico-mecánica de los canales radiculares. Actualmente existe una gran variedad de instrumentos en el mercado, por lo que el profesional debe conocer las características particulares de cada uno para su correcto dominio y empleo, lo que contribuirá finalmente a lograr un tratamiento exitoso (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Los primeros instrumentos de uso endodóntico datan de 1875 y fueron fabricados de forma manual usando alambres de acero para ser utilizados como extractores pulpares. Posteriormente, casi un siglo después, en 1955, Ingle fue el primero en pronunciarse respecto a la necesidad de estandarizar los instrumentos utilizados en la preparación del canal radicular, ya que, hasta entonces, cada fábrica producía sus propios instrumentos sin adherirse a ningún criterio preestablecido. Consecuentemente, los instrumentos de un fabricante raramente coincidían con los de otras marcas. En 1958 se ratificó nuevamente la necesidad de estandarización en la Segunda Conferencia Internacional de Endodoncia, en Filadelfia.

En 1962 se conformó un comité de estandarización integrado por los fabricantes, la American Association of Endodontists (AAE) y la Asociación Dental Americana (ADA). Este grupo evolucionó hasta formar parte de lo que hoy se denomina la International Standards Organization (ISO). Sin embargo, no fue sino hasta 1976 que se publicaron las primeras especificaciones aprobadas acerca de instrumentos para el canal radicular, dieciocho años después de que Ingle y Levine propusieran por primera vez la estandarización en 1958 (Canalda, 2019).

Hoy existen dos normas ISO aplicables a estos instrumentos, las que fueron actualizadas en 2008 (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

- 1. ISO 3630-1: se aplica a las limas K, limas H y escariadores.
- 2. ISO 3630-3: se aplica a condensadores y espaciadores.

CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS POR LA ISO

- **Grupo I.** Uso manual: entre ellos se encuentran las limas tipo K (Kerr) y H (Hedström), escariadores tipos K y U, y extractores pulpares, condensadores y espaciadores.
- **Grupo II.** Propulsión mecánica con seguro: con el mismo diseño que el grupo I, pero fabricados para usarse en piezas de mano (sistemas mecanizados). También se incluyen los lentulos.
- **Grupo III.** Trépanos para ser usados de manera mecánica: brocas o ensanchadores como las fresas Gates Glidden y Peeso.
- **Grupo IV.** Instrumentos y materiales para la obturación.

INSTRUMENTOS DE ACCIÓN MANUAL UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN DEL CANAL

Este es un grupo importante de instrumentos, ya que con ellos se interviene el campo de acción del endodoncista, o sea, el interior de los canales radiculares. Tienen como finalidad realizar la limpieza y modelado del canal, dándole una conformación cónica desde el ápice hasta la cámara pulpar lo más regular posible, favoreciendo y facilitando la posterior obturación (Leonardo, 2005).

Los instrumentos endodónticos se fabrican a partir de vástagos metálicos triangulares, cuadrangulares o circulares (fig. 4.17A), que se torsionan o tornean de acuerdo con las características de cada instrumento (fig. 4.17B) (Zuolo, 2012).

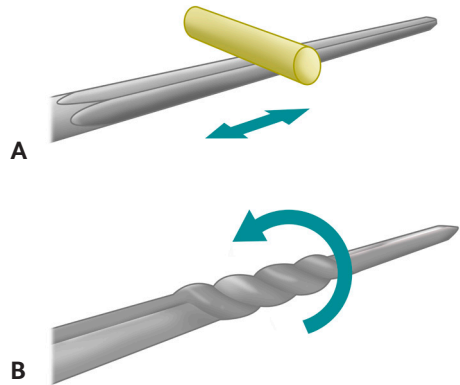


Figura 4.17. Fabricación de instrumentos de acción manual para la conformación del canal. **A.** Modelado de un alambre de acero inoxidable de acuerdo a la sección transversal del instrumento a fabricar. **B.** Torsión del alambre previamente modelado sobre su eje de acuerdo a las características de cada instrumento.

Están constituidos por cuatro partes (Soares y Goldberg, 2003):

- **Mango:** por lo general es de plástico, tiene forma de cilindro con extremos redondeados y superficie estriada para permitir una mejor prensión. El color identifica el número del instrumento (fig. 4.18A).
- **Intermediario:** corresponde al segmento de vástago comprendido entre el mango y la parte activa (fig. 4.18B).
- **Parte activa:** realiza el trabajo inherente al instrumento, es su esencia y define sus características. De D0 a D16 (fig. 4.18C).
- **Guía de penetración:** es el extremo de la parte activa y tiene una forma especial para cada tipo de instrumento. D0 (fig. 4.18D).

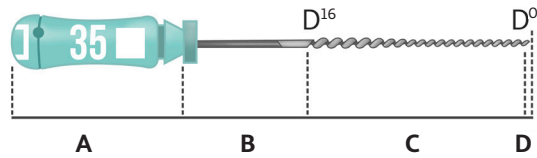


Figura 4.18. Esquema de un instrumento endodóntico. **A.** Mango. **B.** Intermediario. **C.** Parte activa. **D.** Guía de penetración o punta.

NORMAS DE ESTANDARIZACIÓN SEGÚN ISO 3630-1

1. Los primeros 16 mm del instrumento son estandarizados (parte activa), cualquiera sea el largo del tallo, pudiéndose encontrar instrumentos de 21, 25, 28 o 31 mm, al sumar la longitud de la parte activa más la longitud del tallo (Soares y Goldberg, 2003).
2. El diámetro del extremo de la parte activa (D0), expresado en centésimas de mm, identifica al instrumento con un número. Por ejemplo, una lima # 15 tiene en su extremo un diámetro inicial de 0.15 mm (Soares y Goldberg, 2003).
3. El instrumento posee un diámetro D16 a 16 mm de la punta de la parte activa (Soares y Goldberg, 2003).
4. El diámetro D16 es siempre 0.32 mm mayor que el medido en D0, ya que el incremento del diámetro de la parte activa por cada mm desde su punta hacia el tallo es de 0.02 mm (16 mm x 0.02 mm = 0.32 mm) (Soares y Goldberg, 2003).
5. Poseen mangos de colores con números y símbolos para su identificación (Soares y Goldberg, 2003).
6. El aumento de diámetro entre un instrumento y el siguiente sigue una progresión definida (Soares y Goldberg, 2003).
7. Los instrumentos se agrupan en series, cuyos colores se repiten en orden de diámetros que son: blanco, amarillo, rojo, azul, verde y negro. Existe una serie especial de instrumentos extrafinos denominados subserie, identificados con los colores rosado, gris y morado (Soares y Goldberg, 2003).
8. Las tolerancias dimensionales en su diámetro no exceden los 0.02 mm, de más o de menos, en los instrumentos de la primera serie en adelante. Por ejemplo, un instrumento # 25 en su punta tiene un D0 = 0.25 mm y se permite una tolerancia dimensional de 0.02 mm, por lo que es posible encontrar en ese instrumento un D0 = 0.23, o bien uno 0.27 mm. En los instrumentos de la subserie (# 6, # 8 y # 10) se permite una tolerancia dimensional de 0.01 mm. Por ejemplo, un instrumento # 6 puede presentar un D0 = 0.05, o bien 0.07 mm (Soares y Goldberg, 2003).
9. Son elaborados con acero inoxidable (Soares y Goldberg, 2003).
10. El incremento de diámetro entre un instrumento y el siguiente está relacionado con la cantidad de material necesaria para su resistencia a la fatiga. Por lo tanto, en los instrumentos de la subserie el aumento es de 0.002 mm. En los instrumentos del # 10 al # 55 los diámetros aumentan en 0.05 mm (correspondientes a # 15, # 20, # 25, # 30, etc.). Los instrumentos que van del # 60 al # 140 tienen un incremento de 0.10 mm (# 60, # 70, # 80, # 90, etc.) (Soares y Goldberg, 2003).

Actualmente, en el comercio hay una amplia gama de instrumentos manuales con distintas aleaciones, diseños, cinemáticas, ventajas y desventajas. Frente a esto, es nuestra responsabilidad como clínicos planificar los procedimientos endodónticos seleccionando las limas que se adapten de mejor manera a las particularidades de cada caso, con el máximo de seguridad y eficiencia, para obtener una correcta instrumentación (Leonardo, 2005).

Dimensiones en milímetros de los instrumentos tipo K de acuerdo con la especificación N°28 de la ADA. La tolerancia de los diámetros es de +/- 0,02 mm.			
Tamaño	D0	D16	Color de mango
06	0.06	0.38	Rosa
08	0.08	0.40	Gris
10	0.10	0.42	Morado
15	0.15	0.47	Blanco
20	0.20	0.52	Amarillo
25	0.25	0.57	Rojo
30	0.30	0.62	Azul
35	0.35	0.67	Verde
40	0.40	0.72	Negro
45	0.45	0.77	Blanco
50	0.50	0.82	Amarillo
55	0.55	0.87	Rojo
60	0.60	0.92	Azul
70	0.70	1.02	Verde
80	0.80	1.12	Negro
90	0.90	1.22	Blanco
100	1.00	1.32	Amarillo
110	1.10	1.42	Rojo
120	1.20	1.52	Azul
130	1.30	1.62	Verde
140	1.40	1.72	Negro

Tabla 4.2. Dimensiones en milímetros de los instrumentos que cumplen con la estandarización ISO 3630-1 en D0 y D16 y el correspondiente color de su mango.

A continuación, presentaremos distintos instrumentos manuales usados para preparar el sistema de canales radiculares.

• **Tiranervios, extractor pulpar o pulpótomo:** su símbolo identificador es una estrella de ocho puntas. Son instrumentos fabricados desde mediados del siglo XIX, a partir de un alambre redondo de acero blando y fino, en cuya superficie lisa se labran muescas en forma de ganchos o barbas en ángulo agudo respecto al eje del instrumento (fig. 4.19A) (Leonardo, 2005). Se utilizan para extraer el tejido pulpar canalicular o para retirar conos de papel o algodón que accidentalmente se hayan alojado en el interior del canal o que se hayan utilizado para llevar fármacos al interior de él; no corta la dentina (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Sus dimensiones no tienen relación con las medidas estandarizadas de los otros instrumentos, sino que solo se aproximan, y el color del mango es apenas una referencia del calibre de menor a mayor. Dentsply lo fabrica en cinco tamaños: extra-extra finos, extra finos, finos, medianos y gruesos, con mangos de colores blanco, amarillo, rojo, azul y verde. Zipperer usa los mismos, pero agrega uno aún más delgado, de color morado (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) (fig. 4.19B).

Entre sus falencias, se describe su fragilidad, por lo que debe utilizarse correctamente para evitar su fractura.

Mecanismo de acción:

- Su modo de uso consiste en introducir el instrumento al interior del canal y hacerlo girar con cuidado y luego retirarlo con un movimiento.

- No olvidar que es de uso único (desechable) y que por sus características y fragilidad debe girar con libertad dentro del canal sin ejercer acción sobre las paredes.
- Nunca debe ser usado para tomar conductometría, permeabilizar o ensanchar el canal.

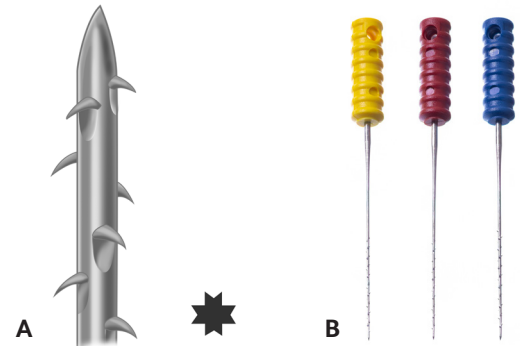


Figura 4.19. A. Ilustración de la parte activa de un escariador y su símbolo identificador. **B.** Tiranervios.

- **Escariadores o ensanchadores:** su símbolo identificador es un triángulo equilátero. Se confeccionan a partir de un vástago de acero inoxidable de sección triangular que se torsiona ocho veces sobre su eje en sentido antihorario, dando origen a los ocho espirales que posee en su parte activa (fig. 4.20A). Se denominan escariadores tipo K y sus calibres van del # 8 al # 140 (Dentsply) o del # 6 al # 140 (Zipperer), en longitudes de 21, 25, 28 y 31 mm (fig. 4.20B).

La punta del instrumento es activa y son utilizados para ensanchar los canales radiculares de manera uniforme y progresiva.

Mecanismo de acción:

- En canales rectos se introduce pasivamente dentro del canal, se rota entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ vuelta en sentido horario y se retira (Leonardo, 2005). La acción de corte tiene lugar durante la fase de retiro (Zuolo, 2012).
- Para canales curvos el movimiento debe ser en sentido horario/antihorario.
- Son usados preferentemente para instrumentar canales rectos, para realizar conductometría o para llevar medicamentos o cemento sellador al interior del canal.
- No es aconsejable que la rotación exceda la $\frac{1}{2}$ vuelta, ya que esto podría causar la fractura del instrumento dentro del canal.
- Por su escasa flexibilidad, no se aconseja su uso en canales atrésicos (Leonardo, 2005), curvos ni tampoco para realizar la exploración inicial del canal (Zuolo, 2012).

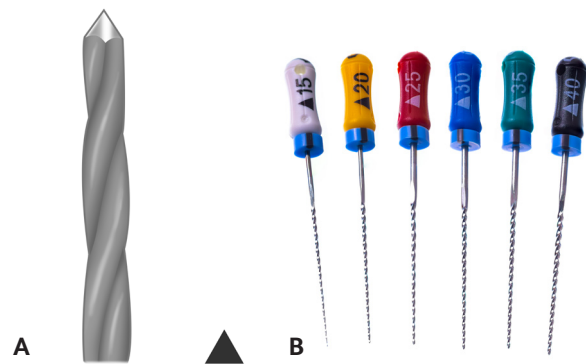


Figura 4.20. A. Ilustración de la parte activa de un escariador y su símbolo identificador. **B.** Escariadores.

- **Limas K:** su símbolo identificador es un cuadrado. Son fabricadas a partir de un vástago de acero inoxidable de sección cuadrangular hasta el calibre # 40, y triangular a partir del # 45 (fig. 4.21A). Así se obtiene una mayor resistencia a la fractura en calibres pequeños y una mayor flexibilidad en las limas con calibre más amplio. Su proceso de fabricación es similar al del escariador, pero el vástago se torsiona quince veces, dando origen a quince espirales en su parte activa. Se venden en longitudes de 21, 25 y 31 mm y en diámetros que van del # 6 al # 140 (fig. 4.21B). Las limas tipo K poseen espirales más retorcidas y con menor espacio entre sus filos, lo que hace que su acción sea más efectiva, cortando dentina en sentido longitudinal. La lima trabaja eliminando la dentina que rodea el canal mediante movimientos de compresión y relajación. Posee una punta activa que es aguda y cortante. Cuando las estrías se enroscan excesivamente o se abren en exceso, se produce la deformación permanente del instrumento y debe eliminarse (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Mecanismo de acción:

- En canales rectos se debe introducir pasivamente. Al encontrar resistencia se realiza una presión en dirección al ápice y una rotación de entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ vuelta en sentido horario y finalmente una tracción (remoción) con presión lateral hacia las paredes del canal (Leonardo, 2005).
- En canales curvos se debe introducir pasivamente y traccionar con presión lateral contra la pared de seguridad del canal radicular (Soares y Goldberg, 2003).
- La lima K de acero inoxidable se puede precurvar para minimizar la posibilidad de transporte del canal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
- La morfología de estos instrumentos posibilita su uso tanto para movimientos de rotación como para movimientos de limado.
- Por sus características de gran resistencia, rigidez y poca flexibilidad, son los más indicados para la exploración y cateterismo de canales atrésicos.

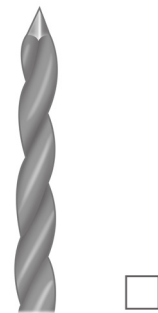


Figura 4.21. Ilustración de la parte activa de una lima K y su símbolo identificador.

A partir de la lima K convencional se hicieron modificaciones en la sección del vástago, creándose las limas K Flexofile de sección triangular y las limas K Flex de sección romboidal.

- **Limas K Flexofile® (Dentsply-Sirona):** su símbolo es un cuadrado lleno y se obtienen por torsión de un alambre de acero de sección triangular (fig. 4.22A). Son instrumentos ampliamente usados en la actualidad por dos características fundamentales: 1) su mayor flexibilidad, otorgada por su sección triangular, que significa un 37.5 % menos de masa que una lima K convencional, y 2) su punta redondeada en un ángulo menos agudo de transición (punta Batt), que proporciona una mayor seguridad durante la preparación de canales curvos.

Comparadas con las limas K convencionales, difieren en su punta y sección transversal, y en los escariadores por el número de espirales (Leonardo, 2005). Esta sección transversal triangular permite contactar el canal en tres puntos, reduciendo la fricción, favoreciendo la penetración del instrumento en dirección apical y creando un mayor espacio para la eliminación de limalla, con lo que se evita el taponamiento del canal (Zuolo, 2012).

Las limas K Flexofiles® (Dentsply-Sirona) solo están disponibles en la primera serie (# 15 al # 40) y en longitudes de 21, 25 y 31 mm (fig. 4.22B).

Mecanismo de acción:

- Introducción pasiva dentro del canal radicular y tracción activa con presión lateral contra las paredes de seguridad del canal.
- Introducción pasiva, giro de entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ vuelta y retiro.

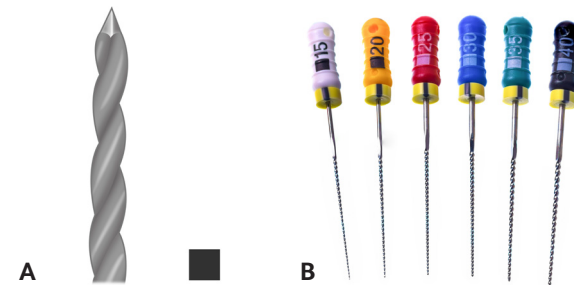


Figura 4.22. A. Ilustración de la parte activa de una lima K Flexofile y su símbolo identificador. **B.** Limas K Flexofile.

- **Lima K Flex:** representa el primer intento de crear un instrumento híbrido, capaz de integrar la fuerza y versatilidad de una lima K, con la capacidad cortante de una lima H. Se caracteriza por su sección transversal romboidal, que aumenta su flexibilidad en comparación con una lima K convencional. Está disponible en acero inoxidable y en longitudes de 21, 25 y 31 mm.

- **Limas H o Hedström:** el símbolo identificador de estas limas es un círculo. Su sección transversal tiene forma de gota invertida y se caracterizan por sus bordes estriados, de forma que cortan la dentina solo al realizar movimientos de propulsión o tracción (fig. 4.23A). Actualmente, las limas H se obtienen de una varilla ahusada en la que se torne una estría única y continua, haciendo que la masa central del instrumento sea menor que otras limas, lo que provoca una debilidad estructural cuando se usa con movimientos de rotación (Zuolo, 2012). Como tiene bordes afilados, existe también el peligro de que se enclave en la pared del canal al realizar movimientos de rotación y posteriormente se fracture. Los diámetros varían del # 8 al # 140, en longitudes de 21, 25, 28 y 31 mm (fig. 4.23B).

Mecanismo de acción:

- Introducción en el canal radicular hasta la longitud de trabajo, en el espacio abierto previamente por limas K o ensanchadores, y movimiento de tracción (remoción) con presión lateral hacia las paredes del canal (Leonardo, 2005).
- Los ensanchadores o las limas K preceden a las limas H, porque abren espacio en profundidad para el posterior uso de estas (Leonardo, 2005).
- La lima H es frágil, por eso se recomienda su uso en canales amplios y rectos o para regularizar las paredes del canal después de su instrumentación con limas K.
- Nunca se deben hacer girar (movimiento de rotación) al interior del canal.
- Se indica su uso en retratamientos y nunca para permeabilizar canales o medir su longitud.

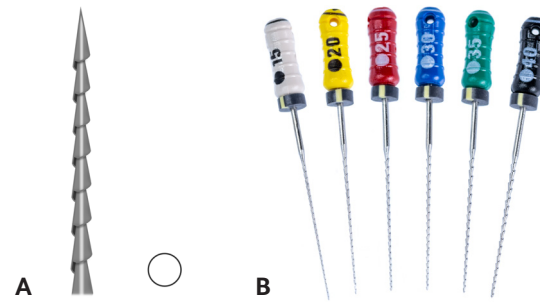


Figura 4.23. A. Ilustración de la parte activa de una lima H y su símbolo identificador. **B.** Limas Hedström.

- **Instrumentos de níquel-titanio:** actualmente se fabrican limas manuales (fig. 4.24A) y mecanizadas (fig. 4.24B), con 55 % de níquel y 45 % de titanio. Los instrumentos fabricados con vástagos de níquel-titanio son torneados, ya que ese metal no acepta la torsión. Poseen una resistencia considerable a la fatiga y por consiguiente duran más que los de acero inoxidable.

La aleación Ni-Ti es conocida como superelástica y posee un bajo módulo de elasticidad. Es por esto que las limas fabricadas con ella toman bien las curvaturas y recuperan su forma recta al sacarlas del canal. Esta misma característica impide que puedan ser precurvadas como las de acero inoxidable. Esta aleación posee dos formas cristalográficas: austenita y martensita. La transformación desde la fase austenita hacia la martensita se produce cuando se aplica un estrés al instrumento (presión, calor). Al iniciarse esta transformación la lima se vuelve frágil y se puede romper con facilidad. Al utilizarlas se debe tener cuidado de no aplicar una presión excesiva, no hacerlas girar durante mucho tiempo en el mismo punto o cortar la dentina con toda su parte activa. No debemos confundir las propiedades de superelasticidad con la resistencia a la torsión. Por sus características, las limas de Ni-Ti son más eficaces cuando se usan con movimientos de rotación, ya sea manual (sentido horario/antihorario) o en sistemas mecanizados. Las características que permiten que se utilicen preferentemente en la preparación de canales curvos son: 1) mayor flexibilidad, 2) memoria elástica, y 3) punta inactiva.

Las limas Ni-Ti manuales se fabrican a partir de un alambre redondo al que se le labran las muescas a partir de un proceso de micropulido, fabricación completamente distinta a las limas de acero inoxidable, dada por las características propias de esta aleación. Se comercializan en longitudes de 21 y 25 mm, en diámetros ISO del # 15 al # 60 y se identifican con un símbolo cuadrado mitad blanco (fig. 4.24A). Se caracterizan por su punta redonda no cortante (inactiva) y por su sección transversal que varía progresivamente con el tamaño de los instrumentos, con el objetivo de mantener la flexibilidad y resistencia a la torsión. De esta manera, las limas de menor calibre tienen un diseño transversal triangular con lados convexos para aumentar la masa del metal y, por lo tanto, la resistencia a la torsión, mientras que los tamaños más grandes tienen un diseño triangular con lados cóncavos para aumentar la flexibilidad (Zuolo, 2012).

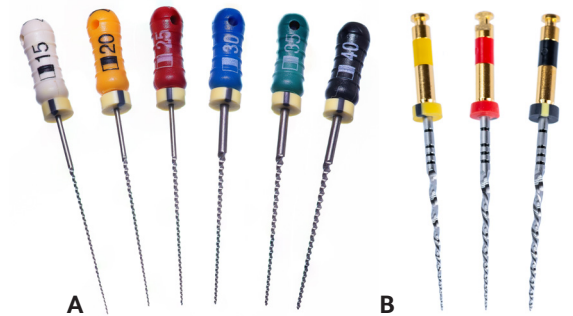


Figura 4.24. A. Limas manuales de níquel-titanio y su símbolo identificador. **B.** Lima mecanizada confeccionada con níquel-titanio.

- **Limas K Flexofile Golden Medium® (Dentsply-Sirona):** su símbolo es un cuadrado dorado. Se crearon para facilitar la preparación de canales finos, ya que son similares a las limas K Flexofile, pero de calibres intermedios: # 12, # 17, # 22, # 27 y # 32. Con ellos, si un calibre determinado llega con facilidad a la longitud de trabajo y el siguiente no, en lugar de forzar este último en dirección apical (con el riesgo de que se fracture el instrumento o de deformar el canal), se utilizan calibres intermedios, facilitando el paso de la lima # 10 a la # 15, de la # 15 a la # 20 y así sucesivamente (Leonardo, 2005).

• **Lima C+® (Dentsply-Sirona) o C Pilot® (VDW):** limas de acero inoxidable con punta piramidal que facilita su inserción al canal. Se utilizan para la localización y exploración inicial de canales calcificados. Se venden en tres longitudes: 18, 21 y 25 mm, en diámetros de # 8, # 10 y # 15 (fig. 4.25). Estas limas muestran una resistencia a la deformación, derivada de su robusta sección transversal cuadrangular que le permite al operador ejercer 143 % más de presión durante la inserción del instrumento en el canal, el que deformaría una lima K equivalente en calibre. Poseen marcas negras que indican las medidas 18, 19, 20, 22 y 24 mm, desde la punta para orientar la profundidad de inserción (Zuolo, 2012).



Figura 4.25. Limas C+.

ELEMENTOS AUXILIARES EN LA PREPARACIÓN DE CANALES

• **Clean stand:** dispositivo que permite mantener los instrumentos limpios y ordenados durante la preparación de los canales radiculares. Debe mantenerse en el bráquet lo más próximo posible a las manos y a la vista del operador. En su interior se deposita agua oxigenada para facilitar la eliminación de detritus de los instrumentos y se cubre con una esponja o gasa estéril (fig. 4.26).



Figura 4.26. Clean stand cubierto con gasa estéril.

• **Flexobend® (Dentsply-Sirona):** es un instrumento manual esterilizable de la marca Dentsply (fig. 4.27A), usado para precurvar limas y ensanchadores de manera precisa, permitiendo que se adapten con facilidad a canales con curvaturas pronunciadas. Para usarlo, se coloca la punta de la lima o el ensanchador entre los dos rodillos cilíndricos próximos entre sí y cubiertos de teflón, los que se presionan hasta juntarlos (fig. 4.27B y C), doblando la lima con la intensidad que se precisa (fig. 4.27D).

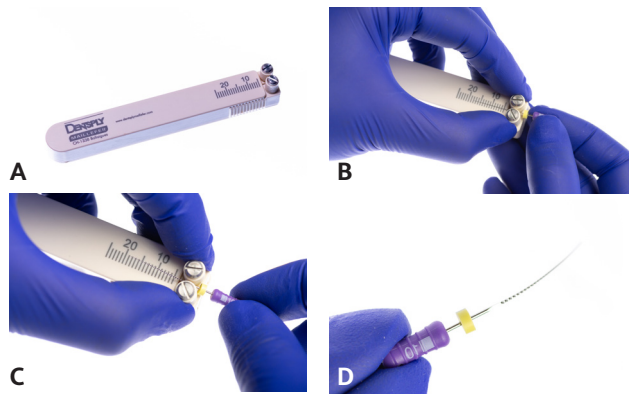


Figura 4.27. A. Flexobend. B. Modo de uso del dispositivo. C. Modo de uso del dispositivo. D. Lima precurvada, lista para llevar a un canal curvo.

• **Agujas y jeringas de irrigación:** las jeringas usadas para la limpieza del canal radicular deben asegurar la llegada de la solución irrigadora a toda su longitud (fig. 4.28) y cumplir con algunos requisitos que garanticen la seguridad del procedimiento, como:

1. Permitir una fácil renovación del irrigante, o sea, que sea sencillo volver a llenar la jeringa una vez terminados los mL máximos que puede contener (Berutti y Gagliani, 2017).
2. Poseer un atache atornillado que impida la impulsión de la punta de la jeringa al presionar el émbolo. El clínico debe verificar en cada recambio que el atache esté debidamente atornillado y no solo presionado, para evitar así la salida repentina de la aguja, que trae como consecuencia el esparcimiento de la solución irrigadora en paciente y clínico (Berutti y Gagliani, 2017).
3. Contar con una apertura de aguja adecuada, que puede ser plana o con salida lateral. Las jeringas con apertura lateral reducen la posibilidad de inyectar involuntariamente parte de la solución irrigadora fuera del ápice (Berutti y Gagliani, 2017).
4. Poseer un diámetro adecuado. Un diámetro más pequeño permite la llegada del irrigante más hacia apical. Es importante verificar que la aguja se encuentre holgada en el canal y evitar ejercer una presión excesiva durante la irrigación. Se recomienda que después de haber introducido la aguja en el canal se libere la punta y luego se proceda con la irrigación, realizando movimientos de entrada y salida, o vaivén (Berutti y Gagliani, 2017).



Figura 4.28. Jeringa Monojet usada para la irrigación de los canales radiculares.

• **Reglas:** existen en distintos diseños, materiales, colores y marcas. Se utilizan para medir la longitud en milímetros de las limas, conos de papel y gutapercha. Un requisito fundamental es que puedan someterse a un proceso de esterilización (fig. 4.29A, B, C, D, E y F) (Berutti y Gagliani, 2017).

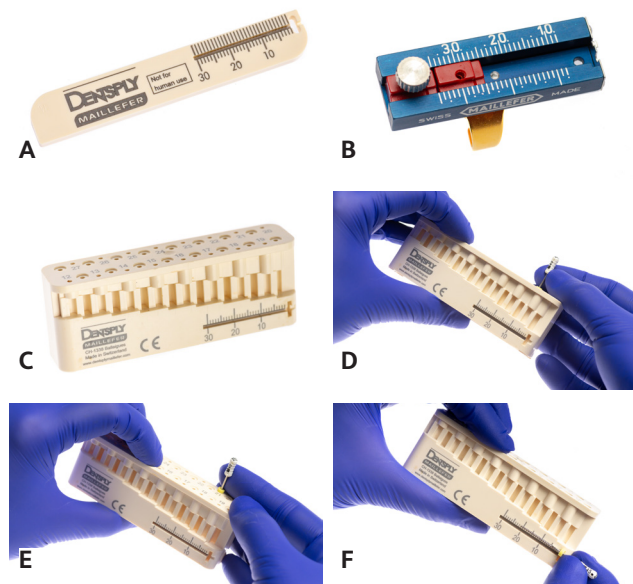


Figura 4.29. Reglas de endodoncia. A. Regla convencional. B. Regla tipo anillo. C. Regla Mini Endo-Block. D. y E. Modo de uso de la regla Mini Endo-Block: primero se baja el tope de goma de la lima y se introduce en el orificio correspondiente a la longitud que se desea transferir al instrumento. F. Se corrobora la medida en la regla lateral.

• **Topes de silicona:** pequeño anillo fabricado de silicona de 1.5 mm de grosor cuya función es marcar la longitud de trabajo en el vástago del instrumento seleccionado para la preparación del canal (fig. 4.30).



Figura 4.30. Topes de silicona.

• **Dispensador de topes de silicona:** dispositivo que permite la reposición de topes de silicona, facilitando la determinación de la longitud de trabajo y preparación quimiomecánica (fig. 4.31). Todos los instrumentos de conformación del canal deben estar provistos de topes de silicona, cuya finalidad es marcar la longitud de trabajo. Es fundamental que estos se encuentren en 90° respecto al eje del instrumento y fijos, ya que un tope inclinado oblicuamente puede variar la longitud de trabajo hasta en 2 mm (Zuolo, 2012). Los topes también pueden ser usados para marcar la longitud de entrada de los espaciadores durante la etapa de obturación radicular, estableciendo la longitud de entrada de los conos accesorios en operadores menos experimentados.



Figura 4.31. Dispensador de topes de silicona.

• **Endoactivador:** sistema constituido por una pieza de mano y puntas de material polimérico con diferentes diámetros y conicidades (fig. 4.32). El motor puede trabajar a tres velocidades: 2000, 6000 o 10 000 ciclos por minuto. Las puntas de 22 mm que se adaptan al motor son de color amarillo, rojo y azul para identificar sus diámetros que corresponden a 20.02, 25.04 y 30.06 mm, respectivamente. Cada punta tiene marcadores a los 18, 19 y 20 mm, que permiten determinar la longitud a la que se lleva el activador al interior del canal. El fabricante recomienda seleccionar la punta que llegue 2 mm menos que la longitud de trabajo, usarlo con movimientos de vaivén para la activación del irrigante una vez terminada la preparación quimiomecánica y por un tiempo no menor a sesenta segundos por canal.

Se utiliza para generar activación sónica de la solución irrigadora, desencadenando un fuerte fenómeno hidrodinámico. Las vibraciones de la punta sónica producen ondas intrarradiculares que, al romperse sobre las paredes del canal, crean burbujas que pueden expandirse y tornarse inestables hasta implosionar. Cada implosión favorece la formación de microondas que penetran en el interior de las micropelículas bacterianas, destruyéndolas y reduciendo la carga bacteriana presente en el sistema de canales radiculares (Berutti y Gagliani, 2017).



Figura 4.32. Endoactivador.

INSTRUMENTAL DE OBTURACIÓN

Cuando el canal radicular se encuentra limpio y conformado, es necesario sellar el nuevo espacio creado. Para esto hay diversas técnicas de obturación, y existe una amplia gama de instrumentos especializados y específicos para cada una.

A continuación, revisaremos el instrumental básico utilizado para lograr una correcta técnica de condensación lateral en frío (Berutti y Gagliani, 2017).

• **Calibrador de conos de gutapercha:** instrumento que consta de regla y calibrador, cuya finalidad es medir la longitud y comprobar el diámetro de un cono de gutapercha o transformar una punta de gutapercha en un calibre deseado (fig. 4.33).

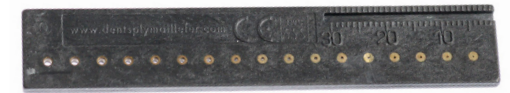


Figura 4.33. Calibrador de conos de gutapercha.

• **Espaciadores digitopalmes:** instrumentos de acero inoxidable con una parte activa cilindro-cónica de extremo aguzado, provistos de un mango largo (fig. 4.34). Se usan en la técnica de condensación lateral en frío para crear un espacio en profundidad que permitirá introducir conos accesorios. Presentan el inconveniente de que, al tener un brazo de palanca grande, ejercen mucha presión en las paredes del canal, aumentando las posibilidades de que se produzcan microfracturas (Zuolo, 2012).



Figura 4.34. Espaciadores manuales.

• **Espaciadores digitales (finger spreaders):** son instrumentos cilindro-cónicos de punta aguda que poseen un pequeño mango digital, fabricados en acero inoxidable o níquel-titanio. Su función, al igual que la de los espaciadores digitopalmes, es abrir un espacio en profundidad, donde se colocarán los conos de gutapercha accesorios durante la obturación (Zuolo, 2012).

Hay de dos tipos, los no estandarizados, con mayor conicidad, que vienen en juegos de cuatro instrumentos (A, B, C y D) y los espaciadores estandarizados, que Zipperer fabrica del # 15 al # 40, y Dentsply en diámetros de # 10, # 20, # 30 y # 40 (fig. 4.35).



Figura 4.35. Espaciadores digitales.

• **Condensadores manuales verticales (pluggers):** instrumentos de acero inoxidable con dos puntas cilíndricas y cortadas perpendicularmente. Están provistos de mangos largos. Su función es condensar la gutapercha en el canal en sentido vertical (fig. 4.36) (Zuolo, 2012).



Figura 4.36. Condensadores manuales verticales.

• **Lentulo:** instrumento rotatorio, no estandarizado, consistente en un hilo metálico fino y flexible dispuesto en espiral, de distintos calibres y cuya finalidad es introducir cementos o medicamentos al interior de los canales radiculares (fig. 4.37) (Canalda, 2019).



Figura 4.37. Lentulo.

- **Condensadores verticales digitales (finger pluggers):** tienen la misma función y forma que los anteriores, pero presentan un mango corto digital. Tanto espaciadores como condensadores digitales tienen mangos con códigos de colores (Leonardo, 2005).
- **Atacadores:** son instrumentos metálicos de forma cilíndrica de punta cortada. Los de mango largo sirven para derretir el excedente de conos y condensar en frío la gutapercha en el canal. Pueden ser fabricados a partir de sondas rectas desechadas. También existen en el mercado y los más indicados son el n.º 12 de Kerr y el n.º 11 de Starlite (Leonardo, 2005).
- **Puntas de papel absorbentes:** puntas desechables ligeramente cónicas, elaboradas de papel y estandarizadas según las normas ISO (fig. 4.38). Se utilizan para secar los canales radiculares o para llevar medicamentos al interior de ellos. Antes de usarlas se deben esterilizar y medir para evitar lesionar los tejidos apicales. En la actualidad se comercializan en distintas marcas y conicidades, y son vendidas por algunas casas comerciales, esterilizadas y empaquetadas de fábrica. Su modo de empleo es de entrada y salida en el canal a una longitud predeterminada, evitando los movimientos de vaivén al interior del canal (Leonardo, 2005).



Figura 4.38. Puntas de papel absorbente esterilizadas y empaquetas de fábrica.

• **Conos de gutapercha:** es el principal material de obturación endodóntico, utilizado por sus adecuadas propiedades físicas, químicas y biológicas desde su introducción en 1867 por Bowman. Cuando utilizamos el término

gutapercha nos referimos a compuestos a base de gutapercha, de los cuales, si bien este material determina sus propiedades, solo representa el 20 % de su peso, mientras que el resto de su composición corresponde fundamentalmente a óxido de zinc. Para mejorar sus propiedades físicas se adicionan ceras, resinas y sulfatos metálicos que le confieren radiopacidad.

La gutapercha, hasta una temperatura de entre 42 y 47 °C, se encuentra en una fase principalmente cristalina y es un material sólido. En este estado no puede penetrar y llenar espacios complejos, pero si utilizamos solventes o calor es posible modificar su estado físico y llevarlo a una fase plástica. De esta forma, adquiere las propiedades de un fluido de alta viscosidad, muy deformable y ligeramente elástico.

Es comercializada en distintas formas y su presentación más común es en puntas o conos. Los conos utilizados en la técnica de condensación lateral en frío están estandarizados, de acuerdo con la ISO/FDI 6877, en relación con los instrumentos manuales desde el calibre # 15 hasta el # 140, con una conicidad de .02. También es posible encontrar conos con la misma conicidad (.04, .06, etc.) de los instrumentos mecanizados para aquellos casos en que la preparación quimiomecánica fue realizada de manera rotatoria (fig. 4.39).

Para desinfectarlas antes de la obturación se aconseja su inmersión en una solución antiséptica.



Figura 4.39. Gutapercha para la obturación de canales en distintos formatos. **A.** Conos de calibre # 20 y conicidad .02. **B.** Conos de calibre # 35 y conicidad .04. **C.** Conos calibre # 25 y conicidad .06. **D.** Vástagos de gutapercha para técnica termoplástica. **E.** Pellets de gutapercha para la técnica de condensación central mediante onda continua.

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.

Chong, BS. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

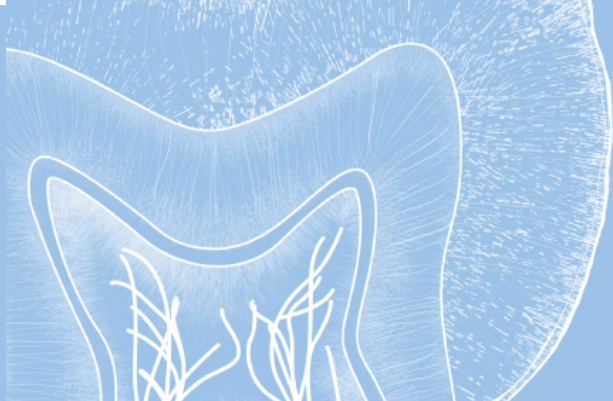
Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.

Zuolo, M. L. (2012). *Reintervención en endodoncia* (1.ª edición). Gen Santos.

05



Asepsia y aislamiento absoluto

Daniela Matus Rosas y Kathia Yáñez Flores

Durante la atención odontológica rutinaria estamos expuestos a una gran variedad de microorganismos patógenos, o potencialmente patógenos, presentes en la saliva y la sangre de los pacientes. Sin embargo, la exposición o contacto con un microorganismo no es, en todos los casos, sinónimo de infección. La transmisión de infecciones en el medio sanitario general depende de un conjunto de factores que condicionan un mayor o menor riesgo de infección, como el producto biológico implicado, el tipo de accidente, el estadio evolutivo del proceso infeccioso y los factores relacionados con el microorganismo y/o huésped (Canalda, 2019; Ahmad, 2009).

Las medidas de prevención que deben adoptarse en el medio odontológico se denominan precauciones estándar y presentan elevados grados de eficacia. Estas se fundamentan en el hecho de que prácticamente la totalidad de los productos biológicos de los pacientes son susceptibles de transmitir microorganismos patógenos o potencialmente patógenos (Canalda, 2019).

Las precauciones estándar tienen por objetivo prevenir la transmisión de la mayoría de los agentes microbianos durante la atención de salud, en particular la transmisión cruzada entre pacientes por las manos del personal o uso de equipos clínicos. Se aplican a la atención de todos los pacientes, independientemente de si se trata o no de pacientes infecciosos, sintomáticos o portadores de los agentes microbianos. Son las precauciones básicas para el control de infecciones que se deben tomar, como mínimo, en la atención de todos los pacientes. Los componentes son: higiene de manos, uso de guantes, protección facial, uso de delantal, prevención de punciones y cortes con artículos afilados, «higiene respiratoria», buenos hábitos al toser/estornudar y manejo de equipos, desechos y ropa de pacientes (Minsal, 2013).

Los dientes forman parte del sistema integumentario (como la piel y las mucosas) que actúa, entre otras funciones, protegiendo al cuerpo de la invasión de microorganismos. Durante un procedimiento endodóntico esta barrera es traspasada, lo que permite abrir una entrada hacia el espacio pulpar del diente. Por ello, el tratamiento endodóntico es considerado un procedimiento quirúrgico que debe contemplar tres puntos de vista: prevenir el contagio paciente-profesional, prevenir el contagio cruzado paciente-paciente y evitar la contaminación de la cavidad pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). En relación con este último punto, debe evitarse la contaminación del espacio pulpar presuntamente estéril con bacterias patógenas provenientes de la cavidad oral o por la utilización de limas contaminadas y, en canales colonizados de manera previa, debe evitarse inocular bacterias nuevas, aunque no sean patógenas, ya que la virulencia de los microorganismos presentes podría exacerbarse (Canalda, 2019).

Durante el procedimiento endodóntico, se utiliza el aislamiento absoluto, que es una barrera mecánica defensiva cuyo uso reduce el riesgo de contagio del profesional, al aislar el campo de trabajo de productos biológicos (supuestamente contaminados) ajenos al diente que se está tratando (Canalda, 2019; European Society of Endodontology, 2006).

En 1993 la Asociación Dental Americana y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) recomendaron una serie de medidas para el control de la infección, las que fueron actualizadas en 2003 por los Centers for Disease Control and Prevention (CDC). El documento actual enfatiza

el empleo de precauciones estándar, entre ellas (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

1. Que todo el personal dedicado al cuidado de la salud dental con posible exposición ocupacional a sangre u otros fluidos potencialmente infecciosos estén vacunados contra la hepatitis B.
2. Realizarles una correcta historia clínica a los pacientes.
3. Que el personal odontológico use prendas protectoras y técnicas de barrera apropiadas. En este ítem se incluye:
 - Uso de guantes desechables, los que se deben cambiar entre pacientes y siempre que estos experimenten desgarros o punciones.
 - Lavado de manos, muñecas y porción distal de los antebrazos usando agua y jabón antimicrobiano antes y después de la atención de pacientes. Esta acción se debe realizar inmediatamente después de retirados los guantes.
 - Uso de mascarillas y lentes protectores o un protector facial hasta el mentón. Para retirar la mascarilla es importante tomarla de los cordones y no de la mascarilla misma. El uso de lentes protectores en el paciente es imprescindible, ya que en endodoncia se utilizan de manera continua irrigantes, además de instrumental punzante y cortante.
 - La ropa del paciente debe protegerse de salpicaduras con hipoclorito de sodio, usando pecheras desechables.
 - Uso de aspiración, la que reduce el número de bacterias en aerosoles de origen dental y debe emplearse cuando se usen fresas de alta velocidad, pulverización de agua o instrumentos ultrasónicos.
 - Empleo de goma dique como barrera protectora, que es obligatoria y cuya falta de uso se considera una infracción de la atención estándar.
4. Una vez concluida la atención dental, los instrumentos afilados reutilizables, como las limas, deben almacenarse en contenedores plásticos cerrados y no manipularse hasta después de haber sido descontaminados o esterilizados.
5. Las superficies como el mango de la lámpara, el cabezal del equipo de rayos X, bráquet, superficie de mesones, etc., que pueden contaminarse durante la atención, se deben limpiar y luego desinfectar antes de atender al paciente, entre pacientes y una vez concluida la sesión. Con este fin, durante las rotaciones de endodoncia, se dispone de toallas limpiadoras y desinfectantes (CaviWipes), las que deben manipularse con guantes (fig. 5.1).



Figura 5.1. Toallas desinfectantes CaviWipes de Metrex.

6. Los paquetes de las películas radiográficas una vez llevadas a boca se encuentran contaminados, por lo que su manipulación debe evitar una contaminación cruzada. Para ello, antes de entregarlas al personal encargado de revelarlas, deben ser limpiadas y desinfectadas usando toallas CaviWipes.

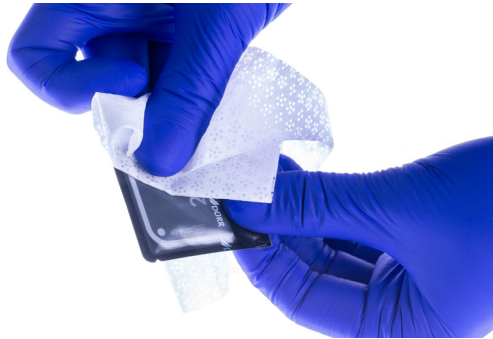


Figura 5.2. Desinfección de las películas luego de tomada la radiografía y antes de ser revelada.

7. Se recomienda implementar el enjuague bucal del paciente con peróxido de hidrógeno al 1% (agua oxigenada) por treinta segundos antes de la atención odontológica, con la finalidad de disminuir el número de bacterias presentes en la cavidad oral.

PROTOCOLO PREOPERATORIO

SELECCIÓN DEL INSTRUMENTAL

La preparación del tratamiento comienza con la selección del instrumental endodóntico. Los instrumentos escogidos deben estar previamente esterilizados y correctamente empaquetados (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Las limas nuevas (si no vienen esterilizadas de fábrica) y reutilizadas deben pasar por un proceso de esterilización eficaz. No es suficiente sumergirlas en una solución desinfectante antes de su reutilización, ya que las sustancias químicas no logran esterilizarlas (Canalda, 2019).

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL INSTRUMENTAL

Antes de someter el instrumental a un proceso de esterilización es importante realizar su correspondiente proceso de limpieza y desinfección, cuyo objetivo es la eliminación de restos orgánicos e inorgánicos de la superficie de él y así facilitar la acción del método de esterilización (Canalda, 2019; European Society of Endodontology, 2006).

ESTERILIZACIÓN DEL INSTRUMENTAL

El uso de instrumental estéril busca evitar el contagio paciente-paciente, el contagio accidental del personal auxiliar durante su manipulación y la contaminación del canal. Todo el instrumental debe ser esterilizado antes de comenzar la atención del paciente sin que esto afecte de forma significativa sus propiedades físicas (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; European Society of Endodontology, 2006).

En la actualidad existen limas, tanto manuales como mecanizadas, así como conos de papel, que vienen estériles de fábrica y se comercializan en blíster, que en su parte posterior indican este estado. Esto facilita el uso y permite tener preparado el instrumental en caso de urgencias (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Es importante no olvidar la diferencia entre desinfección y esterilización. La primera disminuye el número de microorganismos vegetativos hasta valores que reducen al mínimo o eliminan el riesgo de infección, en cambio, en la esterilización se destruyen todas las formas de vida vegetativa, incluso los virus, esporas bacterianas y esporas de hongos.

PREPARACIÓN DEL BOX

Para preparar el box es necesario que la persona encargada de esta etapa se realice un lavado clínico de manos y se ponga guantes de examen. La preparación se hace antes de que el paciente ingrese al box y consta de dos etapas:

1. Desinfección de los equipos que no pasan por un proceso de esterilización, como la lámpara de fotocurado, el localizador de ápice, los protectores oculares y las superficies del box, como los mesones, el bráquet y el sillón dental (luz, sillón propiamente tal, mangueras y salivero), usando toallas desechables CaviWipes (fig. 5.3).



Figura 5.3. Desinfección de los equipos y superficies que no pasan por un proceso de esterilización.

2. Organización del instrumental y de los insumos que se utilizarán en la sesión clínica en las distintas áreas de trabajo.

Este último punto busca que el procedimiento clínico se realice de manera eficiente sin interrupciones. Una forma de planificar la sesión clínica consiste en plantearse un objetivo claro y realista, y, sobre la base de este, pensar en las distintas etapas, anotando el instrumental y los insumos necesarios para cada una de ellas. Por ejemplo, si durante la primera sesión planeamos llegar hasta la toma de la longitud de trabajo, debemos pensar en el instrumental y los insumos necesarios para anestesiarse, aislar, realizar el acceso, preparar el tercio cervical canalicular, debridar, irrigar, medir, medicar el canal, y finalmente sellar el diente de manera provisoria.

Las áreas de trabajo en las que se organiza el instrumental son:

a. **Áreas estériles:** se trabaja con tres áreas delimitadas por paños de campo desechables estériles entregados por la asistente de ventanilla. Estos se abren con guantes distintos a los usados en la limpieza y desinfección, tomándolos por las puntas y evitando manipularlos, y se deja uno en el bráquet, uno en la mesa lateral y otro sobre el paciente como pechera. Sobre los dos primeros se deja caer el siguiente instrumental:

i. Bráquet: bandeja e instrumental de examen, fresario con fresas de alta y baja velocidad, dos copelas (una que será utilizada como basurero y otra con gasas y tómulas de algodón), vaso precipitado, *clean stand*, regla de endodoncia, limas, jeringa desechable con punta Nipro y vasos Dappen transparente y azul (fig. 5.4).



Figura 5.4. Área estéril sobre el bráquet del sillón dental y el instrumental correctamente organizado.

ii. Mesa lateral móvil: arco de Young, perforador de goma dique (si fue esterilizado), *clamps*, espátula de cemento, espátula cola de castor, carpule, loseta de vidrio y el tercer paño de campo. Si está planificada la obturación en esa sesión, se dejan además los espaciadores y el atacador (fig. 5.5).

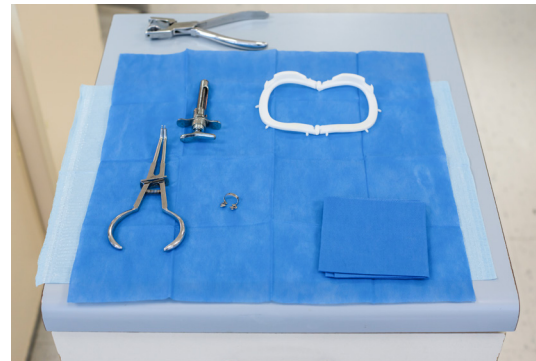


Figura 5.5. Área estéril sobre la mesa lateral móvil.

iii. Pechera: este paño de campo se instala una vez que el paciente está cómodamente posicionado para la atención, sobre la pechera habitualmente usada para procedimientos odontológicos. Su objetivo es mantener sobre ella instrumental de pequeño tamaño que es utilizado de manera inmediata y queremos tener a mano, evitando movimientos poco ergonómicos. Por ejemplo, durante la preparación quimiomecánica podemos dejar la regla y las limas abiertas que aún no hemos utilizado (las ya usadas se dejan en el *clean stand* ubicado en el bráquet), y durante la etapa de obturación podemos mantener el espaciador y una pequeña loseta con el cemento (fig. 5.6).



Figura 5.6. Área estéril sobre la pechera del paciente, delimitada en este caso con un paño de campo estéril de color blanco.

Todo el instrumental que se deja sobre los campos debe estar abierto (sin empaquetar) y previamente esterilizado. Si durante la atención se contamina uno de ellos, se debe retirar tanto el paño como el instrumental y repetir el proceso con un nuevo campo e instrumental estéril.

b. **Áreas limpias:** se consideran áreas limpias todas las superficies que fueron desinfectadas, pero que no están cubiertas con un paño de campo estéril (fig. 5.7). Sobre ellas podemos dejar:

- instrumental estéril aún empaquetado que no tenemos la seguridad de usar, como limas de segunda serie durante la preparación quimiomecánica;
- localizador de ápice;
- bandeja transportadora (utilizada para ir a buscar insumos a ventanilla, como irrigantes, goma dique, anestesia, jeringas, radiografías, etc.);
- caja de guantes;
- mascarilla limpia.



Figura 5.7. Área limpia.

c. **Área administrativa:** corresponde a la mesa plegable del box y en ella se deja la ficha del paciente, el lápiz y las radiografías que no corresponden al procedimiento que se está realizando.

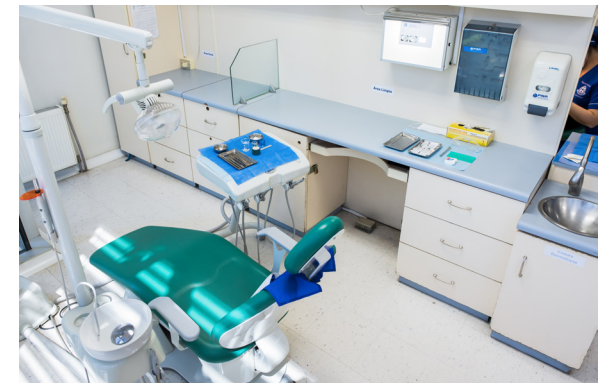


Figura 5.8. Visión general de un box preparado para un tratamiento de endodoncia en donde destacan las superficies limpias y despejadas, solo el instrumental necesario para la acción a realizar y el negatoscopio encendido con la radiografía correspondiente a la etapa del tratamiento a ejecutar.

Una vez que el paciente ingresa al box se guardan en el closet sus artículos personales, como chaqueta y cartera. Ya instalado cómodamente en el sillón se le entrega su protector ocular y se posiciona la pechera de uso habitual. Luego el clínico se pone la mascarilla, el protector facial y se realiza un lavado de manos quirúrgico con una duración de entre dos y cinco minutos, antes de ponerse unos nuevos guantes desechables. Con los guantes que usará para el procedimiento, comienza a ordenar el instrumental que previamente se había dejado caer en los campos estériles y pone el tercer paño de campo sobre la pechera del paciente.

Algunas consideraciones importantes durante la atención de pacientes son:

- Está contraindicado el uso de jeringa triple en endodoncia. Esto se debe a dos causas; primero, para evitar la contaminación de la cavidad pulpar y, segundo, para impedir la formación de un enfisema, producido por la penetración de aire a presión hacia el interior del sistema de canales radiculares, que se caracteriza por la aparición de un aumento de volumen súbito, indoloro y crepitante de la zona (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
- Durante la atención, hay insumos que no es posible esterilizar, como los conos de gutapercha, que requieren, por lo tanto, una descontaminación rápida en el box dental para no romper la cadena de asepsia del tratamiento endodóntico. Con este fin se sumergen en hipoclorito de sodio al 2.5% por dos minutos. Esto desinfecta la superficie del cono, pero al mismo tiempo deposita cristales de cloruro sódico en él, los que son eliminados con una posterior inmersión en alcohol por un minuto (Canalda, 2019).

• Al igual que los conos de gutapercha, la goma dique no se puede esterilizar, pero sí podemos desinfectarla pincelándola con una tórula de algodón embebida en clorhexidina al 0.12 %.

PROTOCOLO OPERATORIO

La endodoncia, como todo procedimiento quirúrgico, está fundada en acatar ciertos principios fundamentales, entre los cuales se incluye la asepsia del campo operatorio. Por esto, sería incomprensible iniciar el tratamiento endodóntico en un campo bañado por un líquido contaminado, como la saliva, que inutilizaría todas las propiedades y ventajas del uso de instrumental estéril, y la desinfección de equipos y superficies (Soares y Goldberg, 2003). Este objetivo, entre muchos otros, busca la utilización de aislamiento absoluto en el tratamiento de endodoncia.

AISLAMIENTO ABSOLUTO

El uso de goma dique para aislar fue descrito por primera vez en 1864 por el Dr. Barnum (Ahmad, 2009; Brunini, Pimenta y Souza, 2014). Esta metodología no solo es válida hasta el día de hoy, sino que es considerada el estándar al momento de realizar un tratamiento endodóntico (Berutti y Gagliani, 2017). Su uso es tan trascendental que incluso el conocido Dr. Ingle dijo: «El aislamiento del campo operatorio en endodoncia es tan importante que si el operador se diera cuenta de que no sabe utilizar en forma adecuada el dique, lo mejor sería que abandonara del todo la endodoncia y no perdiera el tiempo tratando de aprender las delicadas técnicas de instrumentación y obturación del conducto radicular». El aislamiento absoluto permite mantener las condiciones de asepsia y facilita los procedimientos de antisepsia, aísla el diente de obstáculos (saliva, lengua, mejillas, etc.) y protege tanto al paciente como al clínico, por lo que tiene un efecto directo en la seguridad del paciente y en el resultado final del procedimiento (Ahmad, 2009). Es importante su uso en endodoncia debido a que (Ahmad, 2009; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

- protege al paciente frente a la posibilidad de aspiración o deglución de instrumentos, residuos, medicamentos y soluciones de irrigación;
- disminuye el riesgo de contaminación cruzada del canal, ya que evita la filtración de saliva y/o sangre, lo que podría producir una invasión bacteriana;
- proporciona una barrera contra la diseminación potencial de agentes infecciosos;
- protege y separa tejidos blandos;
- mejora la visibilidad del campo operatorio, ya que la goma dique proporciona un campo seco y reduce la condensación del espejo;
- aumenta la eficiencia, ya que tener un campo de visión claro y limpio permite ahorrar tiempo, acortando de forma importante la duración del tratamiento.
- evita el contagio entre el paciente y el clínico, y viceversa. La transmisión de enfermedades por el medio bucal es frecuente, por lo que evita la transmisión de enfermedades en ambos sentidos;
- permite delimitar claramente el diente que se va a tratar;
- produce una asepsia total del campo de trabajo;
- libera al clínico de tener que preocuparse de la posible ingestión/ inhalación de los instrumentos, con lo que puede manipularlos con menor fuerza, aumentando la sensibilidad y delicadeza durante las fases de instrumentación.
- disminuye el estrés del profesional;
- facilita el trabajo a cuatro manos durante el tratamiento endodóntico.

El profesional y el asistente se pueden concentrar en el procedimiento mismo en lugar de estar preocupados de proteger las vías aéreas del paciente y retraer tejidos blandos.

Desventajas: en la literatura y en los textos científicos de endodoncia, ningún autor refiere desventajas derivadas de un uso adecuado del aislamiento absoluto. Por el contrario, reduce el tiempo clínico del procedimiento y solo un 1.5 % de los pacientes se refieren a un momento

de pánico con su uso (Ahmad, 2009; Berutti y Gagliani, 2017).

Cuidados antes de realizar el aislamiento absoluto: el tratamiento de endodoncia requiere de sesiones prolongadas de atención. Por este motivo, es necesario que el paciente se ubique en una posición cómoda, que le posibilite al profesional buenas condiciones de trabajo. En función de esto, será necesario que el profesional ajuste la altura e inclinación del sillón dental (Soares y Goldberg, 2003).

PREPARACIÓN DEL DIENTE ANTES DEL AISLAMIENTO ABSOLUTO

- Profilaxis del diente, con el fin de levantar los cálculos dentarios, lo que permite conseguir que el *clamp* seleccionado se sujete de manera correcta al diente a tratar (Soares y Goldberg, 2003).
- Eliminación de dentina cariada para evitar filtraciones, mantener la asepsia y mejorar la visión del campo operatorio.
- Eliminación de restauraciones en mal estado con los mismos objetivos anteriormente mencionados.
- Eliminación de esmalte sin sustento dentinario para evitar fracturas coronarias y/o radiculares.
- Reconstrucción coronaria. Es importante que el diente a tratar tenga todas sus paredes coronarias o la reconstitución de las faltantes, lo que evitará la filtración de hipoclorito de sodio a los tejidos vecinos durante la preparación quimiomecánica y la llegada de saliva y sangre al campo de trabajo.
- En endodoncia se realiza un aislamiento absoluto unitario, o sea, solo del diente a tratar, pero si este se encuentra muy debilitado, es posible que la fuerza del *clamp* provoque su fractura coronaria, generando un accidente desagradable que debe evitarse. Si durante el examen clínico se detecta esta situación, el aislamiento no podrá ser unitario y tendremos que aplicar el *clamp* en el diente distal al que vamos a tratar (Estrela et al., 2017).

¿EN QUÉ MOMENTO DEBEMOS AISLAR?

El aislamiento absoluto se puede realizar antes o después del acceso coronario. En casos en que el acceso es complejo, como en dientes rotados, con canales calcificados o rehabilitados con coronas o amplias restauraciones, se aconseja primero obtener un punto de trepanación desgastando la estructura dentaria, utilizando como referencia la estructura radicular y los dientes adyacentes antes de aislar, ya que la goma dique enmascara su inclinación real, lo que puede contribuir a errores indeseables como perforaciones (Soares y Goldberg, 2003).

Una vez localizado el canal, se debe colocar inmediatamente la goma dique para evitar la contaminación por la llegada de saliva al canal. Otra preocupación antes de proceder al aislamiento absoluto del campo operatorio es verificar el efecto de la anestesia, así evitamos tener que retirar todo el aislamiento para reforzarla (Soares y Goldberg, 2003).

INSTRUMENTAL

El instrumental y material usado es (Berutti y Gagliani, 2017):

- goma dique, hoja de goma o dique de goma;
- arco de Young;
- *clamps* o grapas;
- portaclamps;
- perforador de goma dique;
- seda dental;
- sistemas auxiliares de sellado.

En este capítulo solo mencionaremos el instrumental y los insumos que se utilizan para llevar a cabo el aislamiento absoluto. Para conocer más detalles, se recomienda revisar el capítulo 4, dedicado al instrumental endodóntico.

SELECCIÓN DEL *CLAMP*

El *clamp*, también conocido como grapa, se debe seleccionar de acuerdo con las dimensiones del cuello del diente a tratar y quedar estable durante todas las fases del tratamiento una vez posicionado. Para ser aplicado en el diente, se abre usando el portaclamps. Una vez alcanzada la zona en la que se desea posicionar, el portaclamps se comienza a cerrar delicadamente, de manera que la grapa ejerza una presión progresiva y no repentina sobre las estructuras dentarias. Cuando el *clamp* sujeta el diente con sus cuatro puntos de contacto, la fuerza que ejerce sobre el diente se distribuye en esos puntos. La estabilidad debe ser comprobada clínicamente ejerciendo una presión basculante sobre los brazos del *clamp* y realizando sobre el arco una tracción desde el interior hacia el exterior de la cavidad oral (Berutti y Gagliani, 2017).

Hay muchos diseños de grapas y las casas fabricantes las dividen comercialmente en tres grupos: para dientes anteriores, para premolares y para molares (fig. 5.9). Esta división no representa una indicación absoluta para la selección apropiada, por lo que, si la situación clínica lo requiere, no debe dudarse en usar un *clamp* para dientes anteriores sobre premolares, y grapas para premolares sobre los molares, siempre que se respete la regla de los cuatro puntos (Berutti y Gagliani, 2017).



Figura 5.9. Distintos diseños de *clamps*.

TÉCNICAS DE COLOCACIÓN DEL DIQUE DE GOMA

Se usan muchas técnicas para la colocación de goma dique y su selección depende de varios factores, como:

- a) el tipo de trabajo que se va a realizar (endodoncia, operatoria, etc.);
- b) el diente en tratamiento y su posición en la arcada dentaria;
- c) la preferencia del operador.

En endodoncia solo se debe aislar el diente que vamos a tratar, lo que hace que esta acción sea más rápida. Cuando son tratados dos dientes de manera simultánea, deben aislarse ambos. En algunos casos no es aconsejable colocar el *clamp* de manera directa sobre el diente a intervenir, como en tratamientos de dientes que han sufrido traumatismos o se encuentran muy debilitados. En estos casos, el *clamp* debe ser colocado en el diente vecino posterior al diente a tratar, lo que permitirá mantener la goma en posición (Canalda, 2019).

TÉCNICA DE UN TIEMPO (APLICACIÓN SIMULTÁNEA DEL CLAMP, GOMA DIQUE Y ARCO DE YOUNG)

1. Seleccionar la goma dique (fig. 5.10).
2. Determinar la ubicación y tamaño de la perforación mediante una plantilla estándar, según el diente que se quiere aislar (fig. 5.11).
3. Perforación de la goma con el perforador de goma dique (fig. 5.12).
4. Sujetar la goma dique con el arco (fig. 5.13).
5. Seleccionar el *clamp* de acuerdo con el diente que se desea aislar (fig. 5.14).
6. Probar el *clamp* en el diente que se desea aislar (fig. 5.15).
7. Fijar el *clamp* en la goma dique por sus aletas (fig. 5.16).
8. Sujetar el *clamp* con el portaclamps (fig. 5.17).
9. Aplicar el complejo (portaclamps, *clamp*, goma dique y arco) al diente (fig. 5.18) y soltar el portaclamps.
10. Soltar la goma dique de las aletas del *clamp* (fig. 5.19).
11. Ajustar la goma dique a través de las paredes proximales mediante seda dental y colocar el eyector de saliva debajo de la goma dique (fig. 5.20).
12. Control global del aislamiento (fig. 5.21).

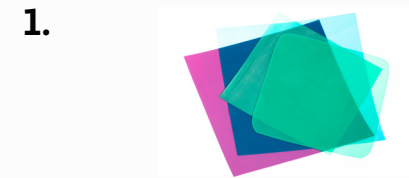


Figura 5.10. Selección de la goma dique.

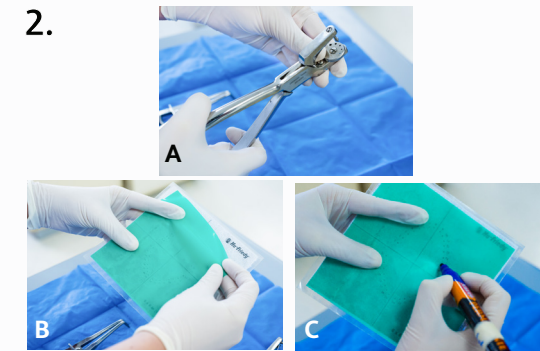


Figura 5.11. A. Selección del tamaño de la perforación. B. Uso de una plantilla estándar para determinar la ubicación de la perforación. C. Marcado de la goma dique en la zona a perforar.

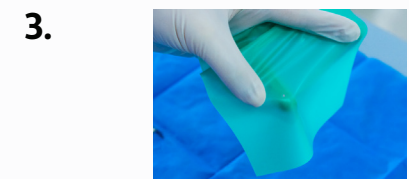


Figura 5.12. Perforación de la goma dique.

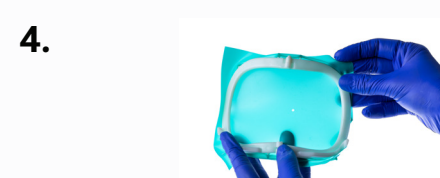


Figura 5.13. Goma dique perforada sujeta en el arco.

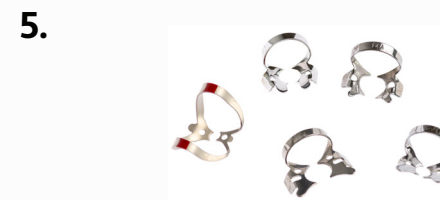


Figura 5.14. Selección del *clamp*.

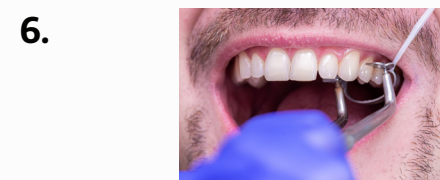


Figura 5.15. Prueba del *clamp* sujeta con hilo dental para evitar accidentes.

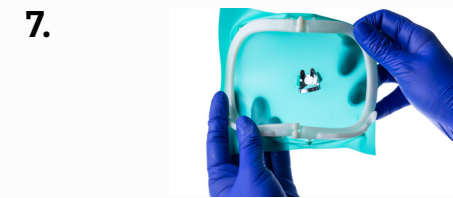


Figura 5.16. *Clamp* fijo al complejo goma dique-arco por sus aletas.



Figura 5.17. *Clamp* sujeto por el portaclamps listo para llevarlo al diente.



Figura 5.18. Complejo en el diente.



Figura 5.19. Se pasa la goma dique por debajo de las aletas del *clamp*.

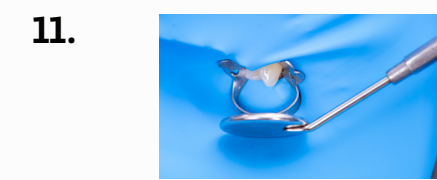


Figura 5.20. Goma dique ajustada a las superficies proximales.

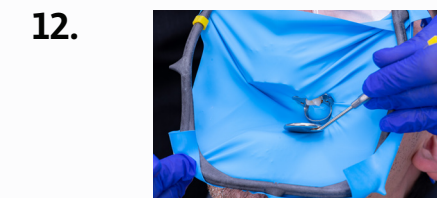


Figura 5.21. Control global del aislamiento absoluto.

TÉCNICA DE DOS TIEMPOS (APLICACIÓN DEL CLAMP Y LA GOMA DIQUE SEGUIDA DEL ARCO DE YOUNG)

1. Seleccionar la goma dique (fig. 5.22).
2. Determinar la ubicación de la perforación de la goma dique (fig. 5.23).
3. Seleccionar el *clamp* según el diente que se desea aislar (fig. 5.24).
4. Probar el *clamp* en el diente a tratar (fig. 5.25).
5. Fijar el *clamp* a la goma dique (fig. 5.26).
6. Fijar el portaclamps al *clamp* (fig. 5.27).
7. Aplicar el complejo (portaclamps, grapa y goma dique) al diente (fig. 5.28) y soltar el portaclamps del *clamp*.
8. Colocar el arco de Young (fig. 5.29).
9. Soltar la goma dique de las aletas (fig. 5.30).
10. Ajustar la goma en el espacio interproximal mediante hilo dental (fig. 5.31) y colocar el eyector de saliva bajo la goma dique, y realizar un control global del aislamiento.



Figura 5.22. Selección de la goma dique.

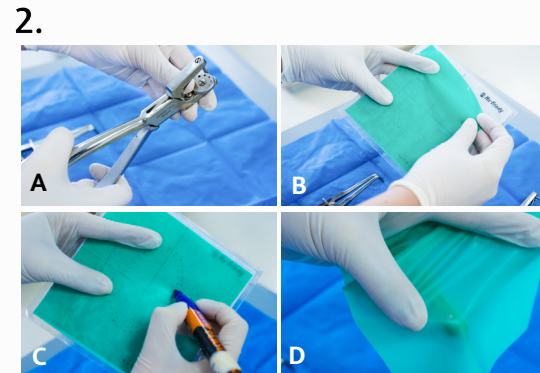


Figura 5.23. A. Selección del tamaño de la perforación. B. Uso de plantilla para ubicar la perforación. C. Marcado de la goma dique. D. Goma dique perforada.

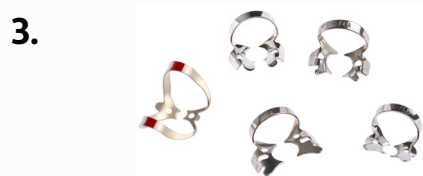


Figura 5.24. Selección del *clamp*.

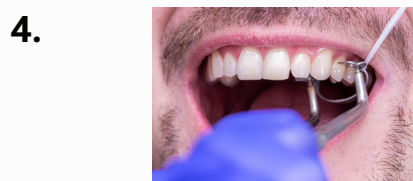


Figura 5.25. Prueba del *clamp* sujeto con hilo dental para evitar accidentes.



Figura 5.26. *Clamp* fijo a la goma dique por sus aletas.



Figura 5.27. Complejo *clamp*-portaclamps.



Figura 5.28. Complejo en el diente.



Figura 5.29. Se instala el arco estirando la goma dique.



Figura 5.30. Se pasa la goma dique por debajo de las aletas del *clamp*.



Figura 5.31. Control global del aislamiento absoluto.

El aislamiento conferido por la goma dique puede reforzarse con la aplicación de un material a base de metacrilato tipo Opaldam (Ultradent) o de un adhesivo, rodeando el cuello del diente (Canalda, 2019; Rørslett Hardersen et al., 2019). Concluido el aislamiento, la goma dique debe estar distendida en forma adecuada. El aislamiento debe ser complementado con el uso de un eyector de saliva y por la asepsia del campo operatorio, lo que se logra pincelando la goma dique con una tórula de algodón o gasa embebida en clorhexidina al 0.12 % (Rørslett Hardersen et al., 2019).

AISLAMIENTOS COMPLEJOS

Los casos complejos, como dientes con coronas clínicas gravemente comprometidas por caries y/o fracturas, muñones protésicos o dientes con malposición, no representan una justificación para no realizar un adecuado aislamiento absoluto; es más, su uso facilitará la ejecución del tratamiento endodóntico haciéndolo más predecible y seguro. Es importante planificar este aislamiento adecuadamente, poseer el instrumental necesario y una variedad de *clamps* que permita seleccionar el más idóneo. En estos casos, es frecuente observar una escasa adaptación del complejo goma dique-*clamp* al diente a nivel cervical, a pesar de que la goma dique haya sido aplicada adecuadamente y el *clamp* se encuentre estable, con lo que no se obtiene un sellado perfecto y se facilita la entrada de saliva y/o sangre al campo operatorio, y la filtración de soluciones irrigadoras a la cavidad bucal. Si el *clamp* se encuentra estable, no es necesario buscar otro, ya que la brecha puede ser sellada usando materiales específicos para esto, como diques líquidos y resinas fotopolimerizables, o, de no poseer estos elementos auxiliares específicos, se puede emplear cemento para obturaciones provisionarias de óxido de zinc-eugenol (Berutti y Gagliani, 2017).

PROCEDIMIENTOS POSOPERATORIOS

Una vez terminada la sesión y luego de haber realizado un lavado clínico de manos y despachado al paciente, se ordena usando guantes desechables. Las agujas de las jeringas (sin su tapa) y las limas en malas condiciones se eliminan en las cajas de material cortopunzante (fig. 5.32); el instrumental que se va a esterilizar se deja en la caja plástica destinada para este fin, que se debe mantener con agua en el área sucia del box. El instrumental, una vez entregado a la central de esterilización, pasa por cuatro fases: limpieza, desinfección, esterilización y almacenamiento (Canalda, 2019).

• **Limpieza y desinfección:** las recomendaciones de la ADA, la Food and Drug Administration y los CDC se centran en disminuir la carga bacteriana del instrumental contaminado antes de iniciar cualquier manipulación, ya que implica un elevado riesgo de contagio. El instrumental contaminado se sumerge durante unos quince minutos en un recipiente que contenga detergente enzimático con propiedades desinfectantes y desincrustantes. Comúnmente es utilizado el glutaraldehído al 2%, ya que logra una desinfección de alto nivel. Una vez completado el ciclo de limpieza y desinfección, tiene que enjuagarse todo el instrumental con abundante agua, de modo que se consiga eliminar todo el detergente, y finalmente se seca (Canalda, 2019).

• **Esterilización:** el método de esterilización con calor húmedo, autoclave, es el más indicado para endodoncia. Destruye microorganismos por coagulación proteica, por acción sobre los ácidos nucleicos y por liberación de constituyentes intracelulares de bajo peso molecular (Canalda, 2019).

• **Almacenamiento:** el almacenamiento permite asegurar una asepsia del material previamente esterilizado de hasta seis meses (Canalda, 2019). Este tiempo de vigencia se puede ver acortado si el empaque es alterado o si el lugar en que es almacenado no cumple con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Lo ideal es que todo el material previamente esterilizado sea almacenado en cajas plásticas hasta el momento de su uso.

Si durante una jornada se atiende a dos pacientes, se deben volver a limpiar y desinfectar todas las superficies y equipos, debido a que los

aerosoles generados durante el procedimiento odontológico pueden aterrizar en cualquier parte. Hay que prestar atención al mango de la luz, pomos de puertas y cajones; lápices e incluso la ficha del paciente deben considerarse contaminados. El segundo paciente debe pasar una vez que el box está limpio, desinfectado, ordenado y preparado para su atención (Minsal, 2013).



Figura 5.32. Eliminación de material cortopunzante.

Bibliografía

- Ahmad, I. A. (2009). Rubber dam usage for endodontic treatment: a review. *International Endodontic Journal*, 42, 963-972.
- Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.
- Brunini, S. H. S., Pimenta, R. L. S. y Souza, L. R. R. (2014). A new option for complete isolation in endodontics. *Dental Press Endodontics*, 4(2), 83-87.
- Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.
- Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.
- Estrela, C., Pécora, J. D., Estrela, C. R. A., Guedes, O. A., Silva, B. S. F., Soares, C. J. y Sousa-Neto, M. D. (2017). Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal treatment. *Brazilian Dental Journal*, 28(2), 179-190.
- European Society of Endodontology (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39, 921-930.
- Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.
- Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.
- Ingle, J. I. (2008). *Endodontics* (6.ª edición). BC Decker Inc Hamilton.
- Minsal (2013). Circular C13 n.º 09-2013. Precauciones estándares para el control de infecciones en la atención en salud y algunas consideraciones sobre aislamiento de pacientes. Ministerio de Salud de Chile. <https://www.minsal.cl/portal/url/item/d8615b8fdab6c48fe04001016401183d.pdf>
- Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

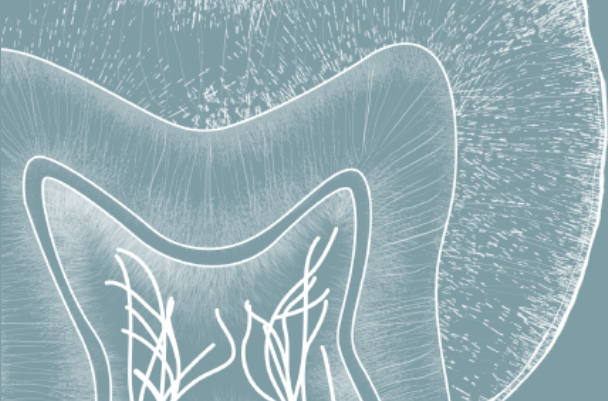
Patel, S., Simon H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle’s Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Rørslett Hardersen, L., Enersen, M., Kristoffersen, A. K., Ørstavik, D. y Sunde, P. T. (2019). Maintenance of te aseptic working field during endodontic treatment. *Acta Odontologica Scandinavica*, 77(7), 502-507.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.



Anatomía del sistema de canales radiculares

Camila Fuentes Prieto

- **Piso:** es la cara opuesta al techo, tiene forma convexa y se encuentra a nivel de la unión cemento-esmalte. Está presente solo en dientes multirradiculares y determina el inicio de los canales radiculares.
- **Paredes laterales circundantes:** reciben el nombre correspondiente a la cara hacia la cual están orientadas (mesial, distal, vestibular, lingual/palatina).

CONCEPTOS BÁSICOS DE ANATOMÍA DENTARIA

Conocer la anatomía dentaria es imprescindible para un correcto tratamiento endodóntico. Los dientes presentan una anatomía interna muy compleja y en ella encontramos la cavidad pulpar (figs. 6.1 y 6.2), que se divide en cámara pulpar, canal radicular y ápice radicular. La cavidad pulpar está revestida por dentina, excepto en su parte final, que corresponde al canal cementario.

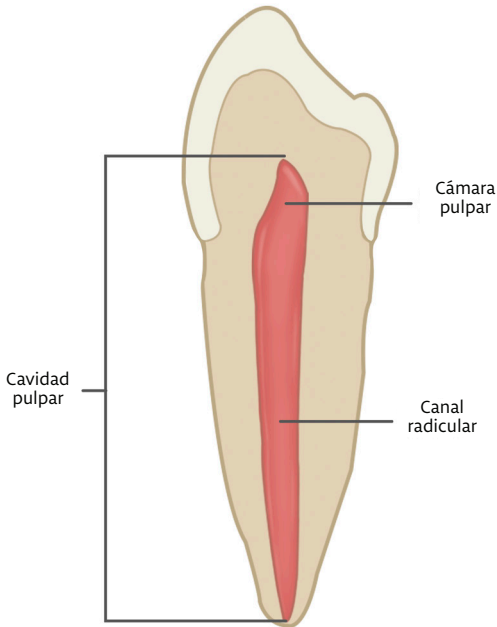


Figura 6.1. Cavidad pulpar de un premolar inferior unirradicular.

CONCEPTOS BÁSICOS DE ANATOMÍA DENTARIA

CÁMARA PULPAR (Leonardo, 2005; Soares y Goldberg, 2003)

Es el espacio existente al interior del diente, y está ocupada por la pulpa dental y revestida por dentina. Corresponde a la porción coronaria de la cavidad pulpar, está situada en el centro de la corona, siempre es única y acompaña la anatomía externa del diente. La cámara pulpar (fig. 6.2) está compuesta por:

- **Techo:** es la pared oclusal o incisal de la cavidad pulpar, presenta forma cóncava hacia la superficie oclusal y prominencias (divertículos) dirigidas hacia las puntas de las cúspides donde se alojan los cuernos pulpares.

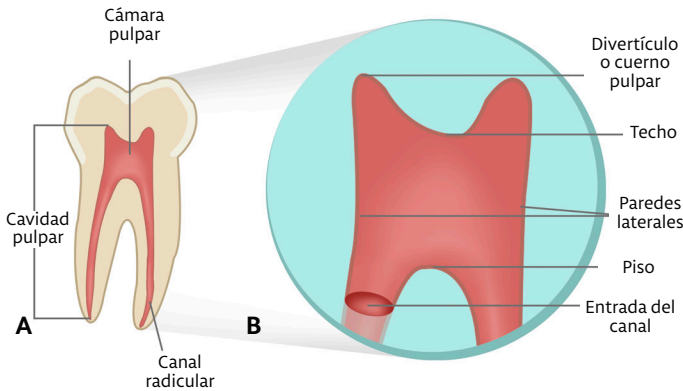


Figura 6.2. A. Cavidad pulpar de un diente multirradicular. B. Cámara pulpar con aumento.

CANAL RADICULAR

Corresponde a la porción radicular de la cavidad pulpar y puede encontrarse en diferentes cantidades dependiendo del diente. En dientes unirradiculares, el canal es la continuación de la cámara pulpar hacia la región apical y en multirradiculares comienza en el piso de la cámara pulpar y termina en el foramen apical.

Una raíz dentaria puede presentar uno o más canales principales, los cuales pueden tener diferentes ramificaciones (fig. 6.3). Debido a la compleja anatomía que presentan los canales radiculares, se denominan «sistema de canales» (Vertucci, 2005).

Ramificaciones de los canales principales (Soares y Goldberg, 2003)

- **Canal colateral:** corre casi paralelo al canal principal, con un diámetro menor a este, y puede terminar en un foramen único o por separado (fig. 6.3A).
- **Canal lateral:** se localiza en el tercio medio o cervical y surge del canal principal alcanzado el periodonto lateral. También es conocido como canal adventicio (fig. 6.3A).
- **Canal secundario:** está localizado en el tercio apical de la raíz, surge del canal principal y alcanza el periodonto lateral (fig. 6.3A).
- **Canal accesorio:** es una ramificación del canal secundario que llega a la superficie externa del cemento apical (fig. 6.3A).
- **Intercanal:** une dos canales entre sí (fig. 6.3A).
- **Recurrente:** surge del canal principal, recorre parte de la dentina radicular y retorna al primero sin alcanzar el periodonto lateral (fig. 6.3B).
- **Delta apical:** son las numerosas terminaciones del canal principal, que originan la aparición de varias foraminas (fig. 6.3C).
- **Cavo interradicular:** sale del piso de la cámara pulpar en dientes multirradiculares y termina en la bifurcación o trifurcación radicular (fig. 6.3D).

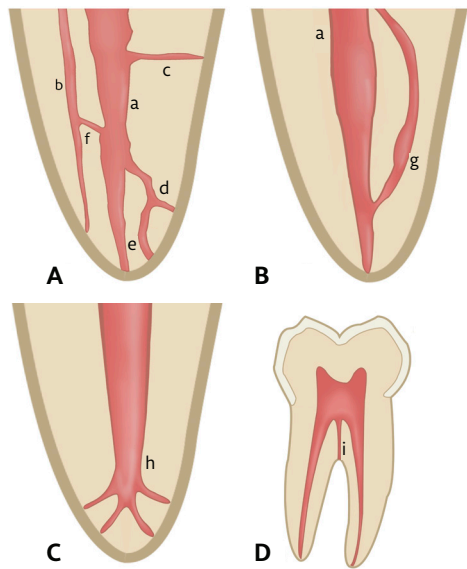


Figura 6.3. Denominación de las numerosas ramificaciones que puede presentar un canal principal. **A.** a) principal, b) colateral, c) lateral, d) secundario, e) accesorio. **B.** a) principal, g) recurrente. **C.** h) delta apical. **D.** i) cavo-interradicular.

Clasificación de Vertucci de la morfología de los canales (Vertucci, 2005, 1984)

Los canales presentan distintas morfologías al interior de una misma raíz. La clasificación más clásica es la que planteó Frank J. Vertucci en 1984, la cual está basada en el recorrido de los canales:

- Tipo I: un canal radicular único que se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (fig. 6.4A).
- Tipo II: dos canales radiculares que salen separados de la cámara pulpar y se unen para formar un solo canal antes de llegar al ápice (fig. 6.4B).
- Tipo III: sale de la cámara pulpar un solo canal que luego se divide en dos en el interior de la raíz, los que vuelven a unirse para salir como un único canal (fig. 6.4C).
- Tipo IV: dos canales separados e independientes que se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (fig. 6.4D).
- Tipo V: un solo canal sale de la cámara pulpar y antes de llegar al ápice se divide en dos canales con salidas independientes en apical (fig. 6.4E).
- Tipo VI: dos canales radiculares salen de la cámara pulpar, se unen en el cuerpo de la raíz y se dividen nuevamente antes de llegar al ápice para formar dos canales separados (fig. 6.4F).
- Tipo VII: un canal radicular sale de la cámara pulpar, se divide y reúne dentro del cuerpo del canal y, finalmente, cerca del ápice, se divide en dos canales (fig. 6.4G).
- Tipo VIII: tres canales radiculares distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (fig. 6.4H).

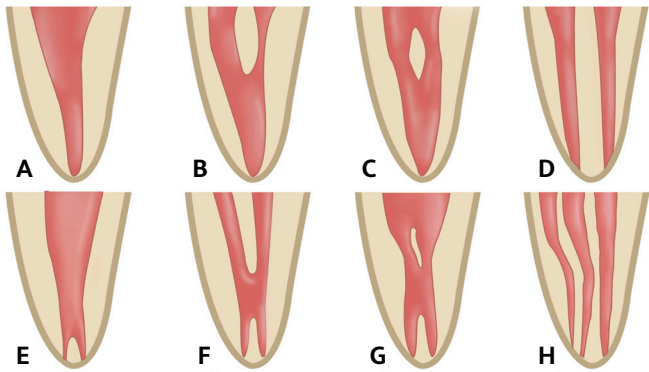


Figura 6.4. Clasificación de Vertucci de la morfología canalicular. **A.** Tipo I. **B.** Tipo II. **C.** Tipo III. **D.** Tipo IV. **E.** Tipo V. **F.** Tipo VI. **G.** Tipo VII. **H.** Tipo VIII.

ÁPICE RADICULAR

Corresponde a los últimos 2 a 3 mm del canal. Comienza en la constricción apical (área más estrecha del canal radicular) y termina en el foramen apical, el cual en un 80 % de los casos no sigue la dirección del canal principal (Beer, Baumann y Kim, 1998; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) (fig. 6.5).

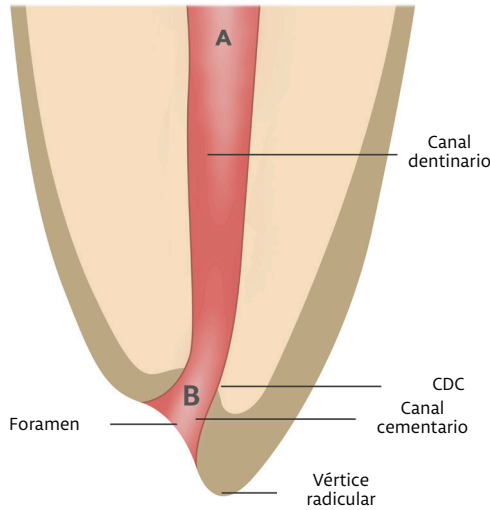


Figura 6.5. Morfología del ápice radicular. **A.** Canal dentinario. **B.** Canal cementario.

• **Unión cemento-dentinaria o área CDC:** es el área donde se une el cemento con la dentina. Esta unión puede estar a distintos niveles dentro de la misma raíz y solo es detectable en dientes extraídos y seccionados (fig. 6.6A). El área CDC no puede ser identificada clínica ni radiográficamente, y generalmente no coincide con la constricción apical (fig. 6.6B) (Beer y Bowman, 1998; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

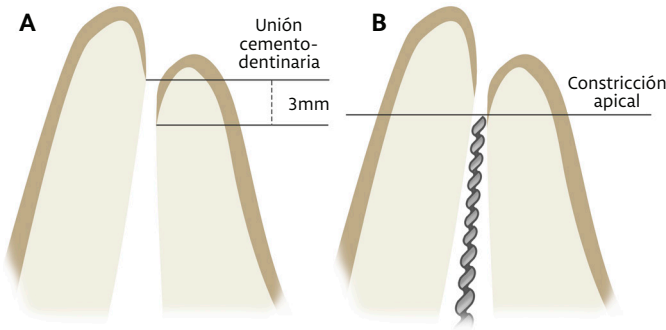


Figura 6.6. Unión cemento-dentinaria. **A.** Ubicación a distintas distancias de la unión cemento-dentinaria dentro de la misma raíz. **B.** Constricción apical no coincidente con el límite cemento-dentinario.

• **Constricción apical o foramen apical menor:** es la zona más estrecha o de menor diámetro del canal en la zona apical. Es una condición anatómica inconstante que también se denomina estrechez apical. Solo en el 5 % de los casos coincide con el área CDC. Es importante mencionar que no es detectable radiográficamente (figs. 6.5 y 6.6B). Puede presentar distintas configuraciones (Soares y Goldberg, 2003; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

- a. Propia: se produce un cambio brusco y una disminución del diámetro, que se vuelve muy estrecho (fig. 6.7A).
- b. Cónica: se produce una disminución imperceptible del diámetro (fig. 6.7B).
- c. Múltiple: el canal presenta múltiples constricciones (fig. 6.7C).
- d. Paralela: se presenta en paralelo, por lo cual no hay contacto entre las paredes del canal (fig. 6.7D).

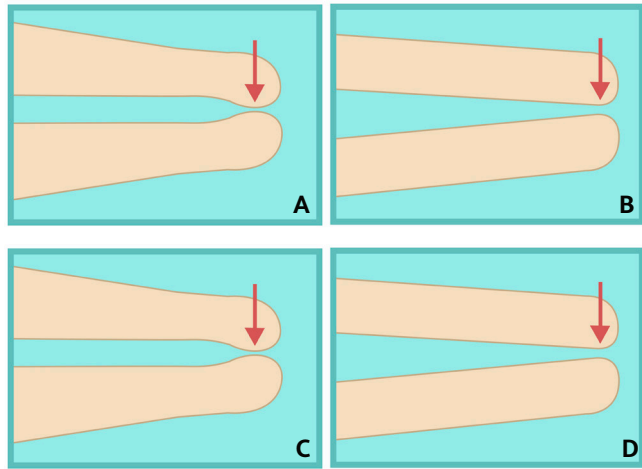


Figura 6.7. Configuraciones que puede presentar la constricción apical o foramen menor. **A.** Propia. **B.** Cónica. **C.** Múltiple. **D.** Paralela.

• **Foramen apical mayor:** desembocadura del canal cementario en la superficie externa, el cual es generalmente ovalado, asimétrico y en más del 60 % de los casos no coincide con el vértice anatómico, por lo que sale lateralmente (fig. 6.8A).

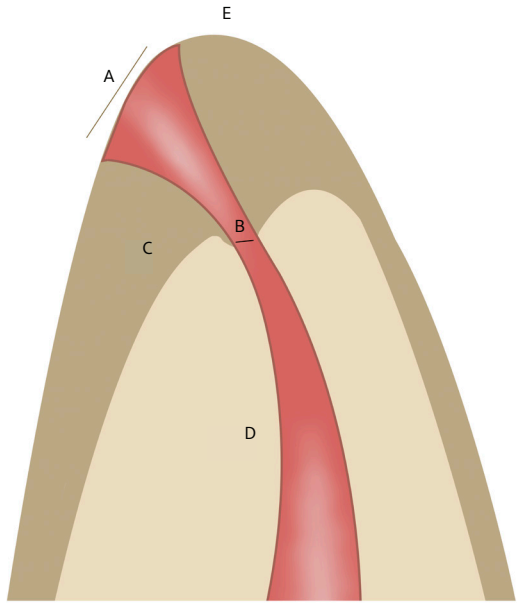


Figura 6.8. Anatomía de la porción apical radicular. **A.** Foramen apical mayor. **B.** Foramen apical menor. **C.** Cemento. **D.** Dentina. **E.** Ápice radicular o vértice.

La distancia entre el foramen apical mayor y el vértice radicular puede variar hasta en 3 mm, debido a la aposición de cemento o a patologías que pueden causar una reabsorción de la zona. En estos casos es muy útil determinar la longitud de trabajo con el localizador apical. La distancia entre la constricción apical y el foramen apical mayor es de 0.5 mm en dientes jóvenes y de 0.8 mm en dientes adultos. La distancia entre la constricción apical y el vértice radiográfico es de 0.5 a 1 mm (Soares y Goldberg, 2003; Tang, Wu y Smales, 2010).

ANATOMÍA DENTARIA

INCISIVO CENTRAL SUPERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Tang, Wu y Smales, 2010)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: forma trapezoidal que presenta un eje cervicoincisal de mayor longitud (fig. 6.9A).
- Raíz: en la mayoría de los casos es unirradicular, con una raíz cónica y por lo general rectilínea (fig. 6.9B, C).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: alargada en sentido mesiodistal y aplanada en sentido vestibulopalatino, generando dos cuernos pulpares (fig. 6.9A).
- Canal radicular: único y amplio, con un recorrido rectilíneo en el 3.4 % de los casos, una curvatura simple en el 87 % de los casos y doble curvatura en el 9.7 % de los casos (fig. 6.9B). Son muy frecuentes los canales laterales a nivel del tercio medio y apical de la raíz, con un porcentaje que varía del 24 al 84.5 %.

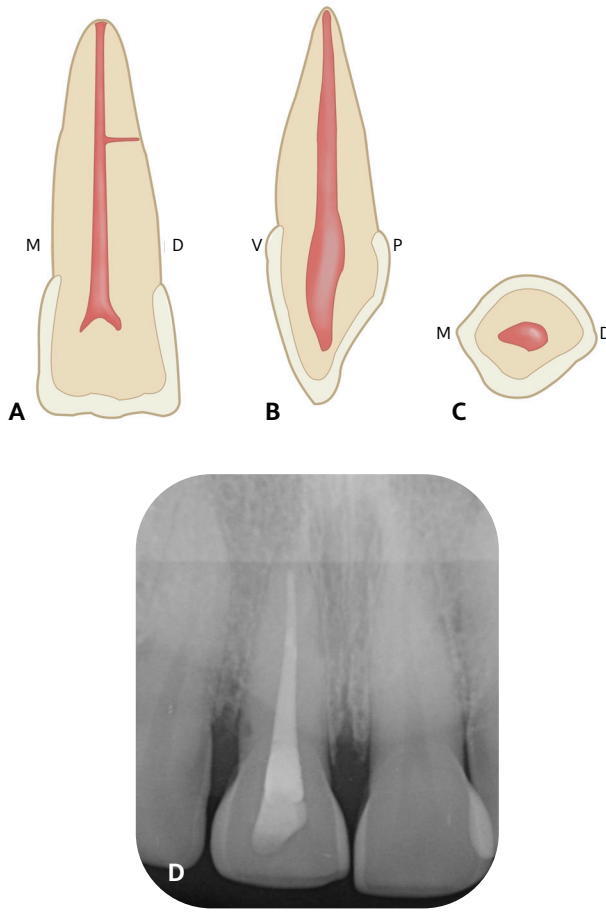


Figura 6.9. Incisivo central superior. **A.** Vista vestibular. **B.** Vista proximal. **C.** Corte transversal de la raíz. **D.** Tratamiento de endodoncia diente 2.1 posterior a un traumatismo dentoalveolar.

Longitud media	22.6 mm
Número de raíces	1
Número de canales	1
Diámetro apical	0.34 mm

Tabla 6.1. Resumen de las características morfológicas promedio de un incisivo central superior.

INCISIVO LATERAL SUPERIOR (Vertucci, 1984; Castellucci, 2009)
ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: forma trapezoidal, con una dimensión y volumen de la superficie coronal menores en comparación con el incisivo central superior (fig. 6.10A).
- Raíz: achatada en sentido mesiodistal, generalmente presenta una curvatura apical distopalatina que tiende a acentuarse en la porción apical. Es frecuente descubrir que su longitud es superior a la del incisivo central (fig. 6.10A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: la forma de la corona se proyecta en la cámara pulpar (fig. 6.10B).
- Canal radicular: presenta un canal centrado con respecto a la raíz en la mayoría de los casos (fig. 6.10C). Sin embargo, por el achatamiento mesiodistal, se pueden presentar dos canales (en un bajo porcentaje).

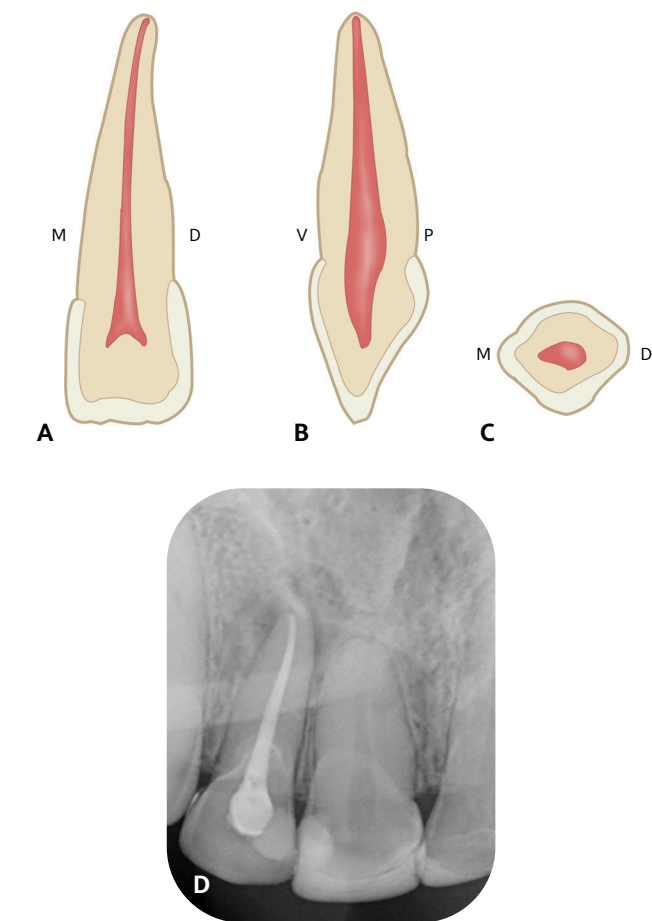


Figura 6.10. Incisivo lateral superior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia dientes 1.1 y 1.2, nótese la curvatura hacia distal en el incisivo lateral superior.

Longitud media	22.1 mm
Número de raíces	1
Número de canales	1 en un 97 % / 2 en un 3 %
Diámetro apical	0.45 mm

Tabla 6.2. Resumen de las características morfológicas promedio de un incisivo lateral superior.

CANINO SUPERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Beer y Bowman, 1998; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: forma pentagonal con una cúspide central en incisal (fig. 6.11A).
- Raíz: es cónica y única, con una curvatura apical en sentido vestibulodistal (fig. 6.11A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: forma lanceolada, con un divertículo pulpar siguiendo la anatomía externa (fig. 6.11B).
- Canal radicular: amplio y único (fig. 6.11C). En la zona más cervical se genera una sección ovoide muy pronunciada, denominada «aletas vestibulares», que representa una zona de difícil acceso en la preparación quimiomecánica.

Observaciones: su longitud promedio de 27.2 mm lo convierte en el diente más largo de la arcada, lo que se debe tener presente en el momento de seleccionar el instrumental para la preparación del canal.

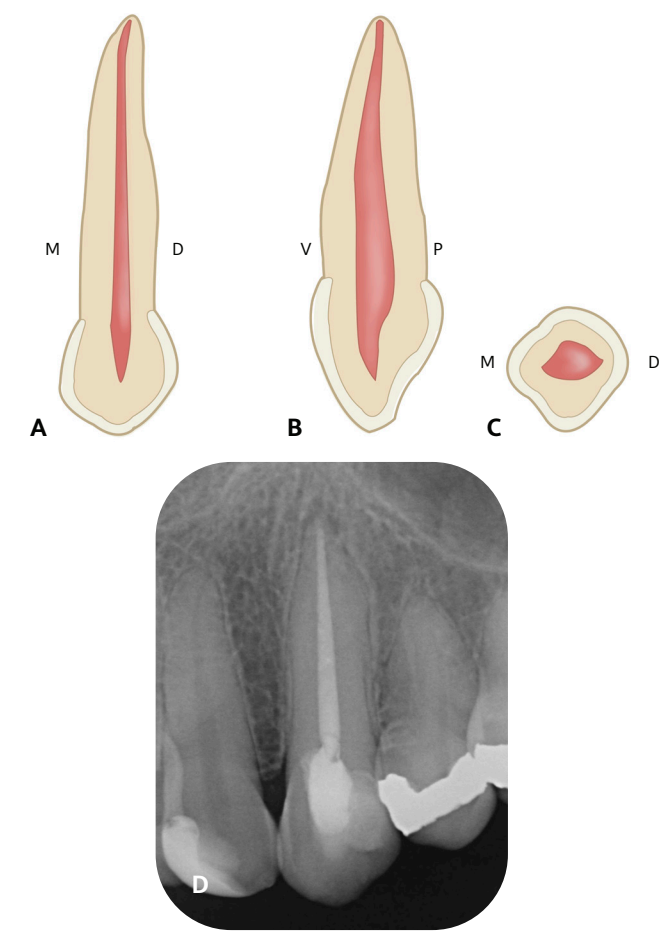


Figura 6.11. Canino superior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia diente 2.3.

Longitud media	27.2 mm
Número de raíces	1
Número de canales	1
Diámetro apical	0.31 mm

Tabla 6.3. Resumen de las características morfológicas promedio de un canino superior.

INCISIVO CENTRAL INFERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Beer, Baumann y Kim, 1998; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: forma trapezoidal, con una pequeña diferencia de longitud entre sus dos bases (fig. 6.12A).
- Raíz: única y recta, achatada en sentido mesiodistal, con surcos laterales en sus caras proximales (fig. 6.12A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: forma de cuña a nivel incisal y aplanada en sentido vestibulolingual, con divertículos pulpares poco acentuados. A nivel del cuello dentario es achatada en sentido mesiodistal (fig. 6.12B).
- Canal radicular: es recto y aplanado en sentido mesiodistal y no registra inclinación con respecto a la corona. Al corte transversal los canales son generalmente alargados o en forma de cinta en los niveles coronales y más redondos u ovalados cerca del foramen apical (fig. 6.12C). En algunas ocasiones, la presencia de septos de dentina puede determinar que el canal principal se divida en dos, uno vestibular y otro lingual.

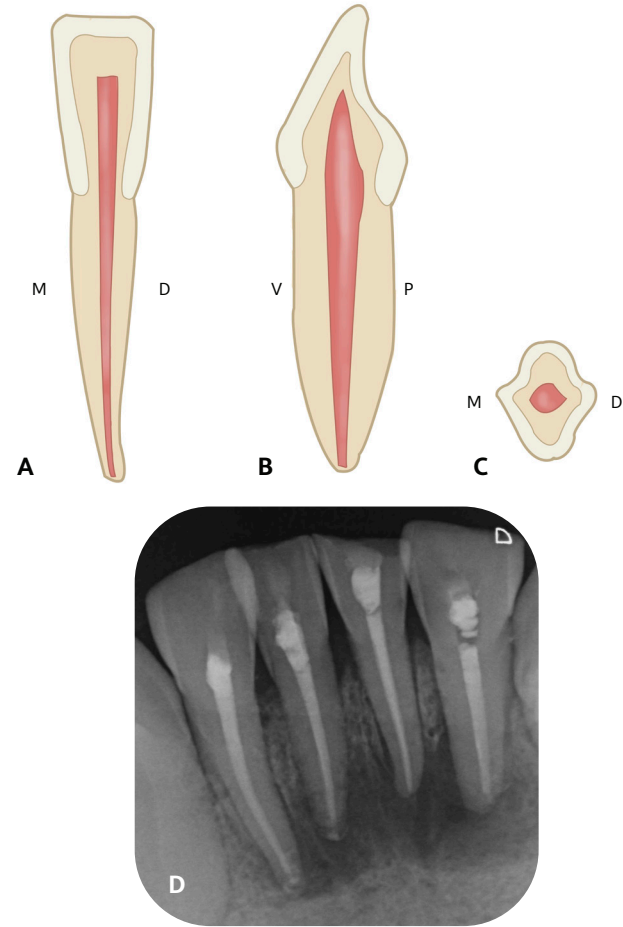


Figura 6.12. Incisivo central inferior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Endodoncia dientes 3.2, 3.1, 4.1 y 4.2.

Longitud media	21 mm
Número de raíces	1
Número de canales	1 en un 73.4 % / 2 en un 2.6 %
Diámetro apical	0.37 mm

Tabla 6.4. Resumen de las características morfológicas promedio de un incisivo central inferior.

INCISIVO LATERAL INFERIOR (Vertucci, 1984; Tang, Wu y Smales, 2010)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: forma trapezoidal. La diferencia de longitud entre sus dos bases es más marcada que en el incisivo central inferior (fig. 6.13A).
- Raíz: única y recta, achatada en sentido mesiodistal (fig. 6.13A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: forma de cuña a nivel incisal y aplanada en sentido vestibulolingual, con divertículos pulpares poco acentuados. A nivel del cuello dentario es achatada en sentido mesiodistal, pero menos marcada que en el incisivo central inferior (fig. 6.13B).
- Canal radicular: es recto y aplanado en sentido mesiodistal y no registra inclinación con respecto a la corona (fig. 6.13C). Al corte transversal el canal es generalmente alargado en los niveles coronales y ovalado cerca del foramen apical. En algunas ocasiones, la presencia de septos de dentina puede determinar que el canal principal se divida en dos, uno vestibular y otro lingual, pero en bajos porcentajes.

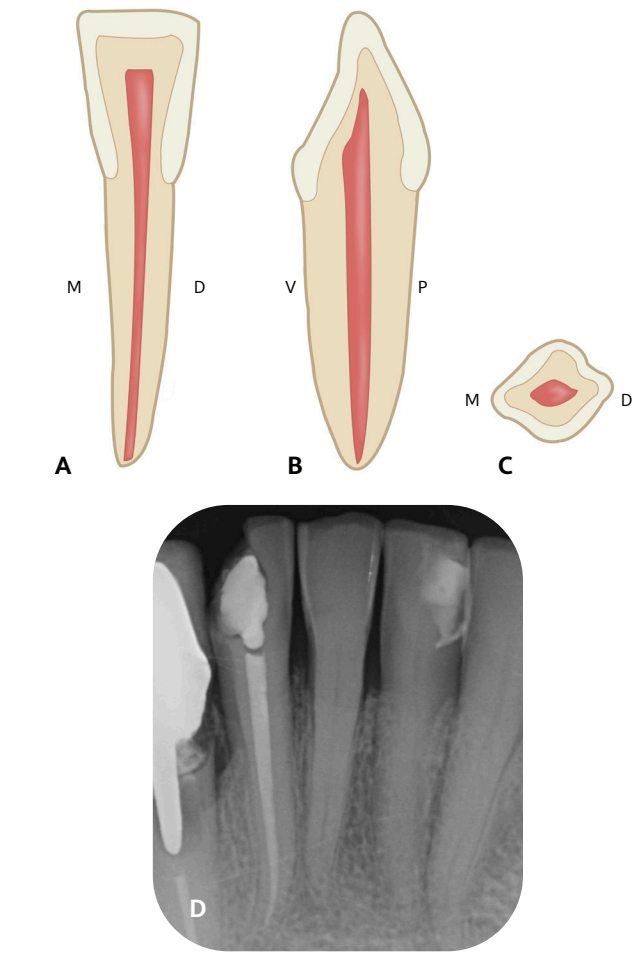


Figura 6.13. Incisivo lateral inferior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Endodoncia diente 4.2.

Longitud media	26.2 mm
Número de raíces	1
Número de canales	1 en un 73.4 % / 2 en un 2.6 %
Diámetro apical	0.37 mm

Tabla 6.5. Resumen de las características morfológicas promedio de un canino superior.

CANINO INFERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Vertucci, 2005; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: es pentagonal, alargada y fusiforme. Su superficie es convexa en ambos sentidos. Presenta dos vertientes, una mesial y una distal (fig. 6.14A).
- Raíz: es única, alargada y ovoidal, con estrechamiento mesiodistal. En algunos casos a nivel apical se forma una bifurcación que genera una raíz vestibular y otra lingual (fig. 6.14A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es amplia y aplanada en sentido mesiodistal, con un divertículo pulpar pronunciado (fig. 6.14B).
- Canal radicular: es recto, único y amplio. Presenta en los tercios cervical y medio una sección ovoide (con mayor diámetro vestibulolingual) y en la zona apical lo observamos circular (fig. 6.14C). El achatamiento mesiodistal puede determinar la división del canal radicular en dos, uno vestibular y otro lingual, que pueden seguir trayectorias independientes o unirse para terminar en un solo foramen apical.

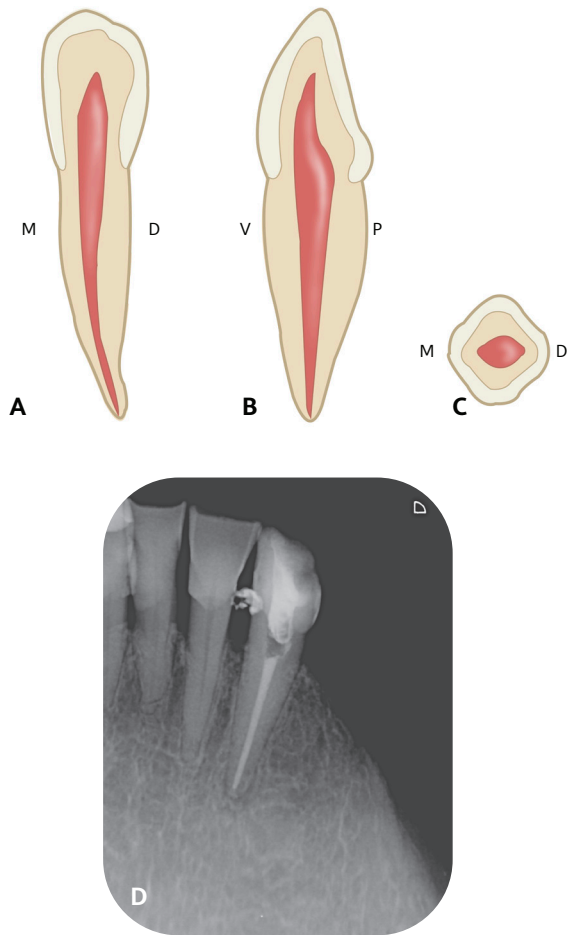


Figura 6.14. Canino inferior. **A.** Vista vestibular. **B.** Vista proximal. **C.** Corte transversal de la raíz. **D.** Endodoncia diente 3.3

Longitud media	25 mm
Número de raíces	1 en un 94 % / 2 en un 6 %
Número de canales	1 en un 88.2 % / 2 en un 11.8 %
Diámetro apical	0.47 mm

Tabla 6.6. Resumen de las características morfológicas promedio de un canino inferior.

PRIMER PREMOLAR SUPERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Fuentes et al., 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: es cuboidea y presenta dos cúspides, una vestibular alargada y de apariencia similar a la cúspide del canino y otra palatina más corta que la cúspide vestibular y situada mesial a la línea media mesiodistal. Su cara oclusal reflejará las dos cúspides (fig. 6.15A).
- Raíces: generalmente posee dos raíces, una vestibular y una palatina. La raíz vestibular se curva hacia palatino y la raíz palatina se curva hacia vestibular. Son bastante finas a nivel apical (fig. 6.15A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: tiene forma ovalada, irregular y achatada en sentido mesiodistal. El techo presenta dos concavidades, vestibular y palatina, de las cuales la vestibular es la más pronunciada (fig. 6.15B).
- Canales radiculares: la gran mayoría presenta dos canales circulares estrechos y casi siempre rectos, vestibular y palatino, cuya división generalmente está en el primer tercio radicular y de los cuales el vestibular es el más accesible. Cuando existe una sola raíz, lo más común es observar dos canales circulares o un canal de gran amplitud vestibulopalatina (fig. 6.15C). Durante la preparación quimiomecánica, es importante considerar la frecuente confluencia del canal vestibular con el palatino, con el fin de evitar la separación de instrumentos en su interior.

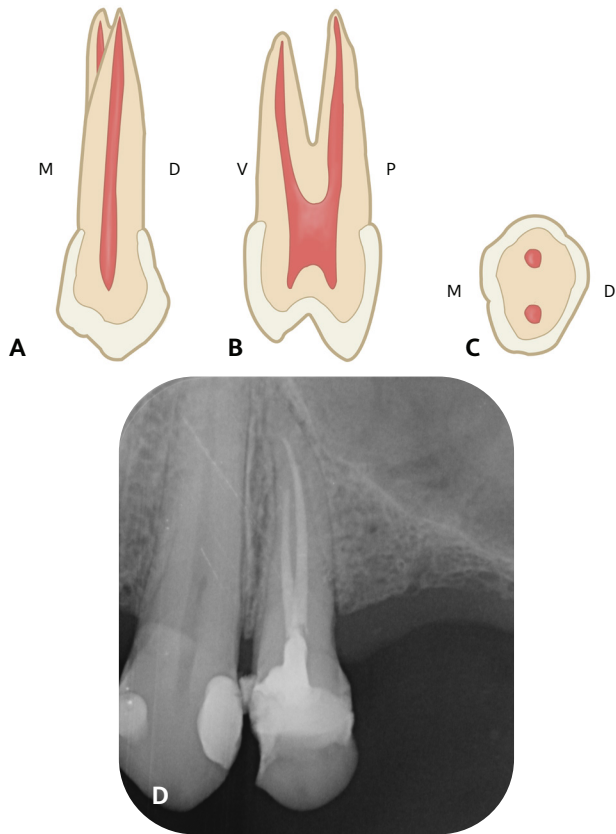


Figura 6.15. Primer premolar superior. **A.** Vista vestibular. **B.** Vista proximal. **C.** Corte transversal de la raíz. **D.** Tratamiento de endodoncia diente 2.4.

Longitud media	25 mm
Número de raíces	2 o 3
Número de canales	2 en un 80 % / 1 en un 13 % / 3 en un 7 %
Diámetro apical	0.37 mm

Tabla 6.7 Resumen de las características morfológicas promedio de un primer premolar superior.

SEGUNDO PREMOLAR SUPERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Fuentes et al., 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: es similar a la del primer premolar superior, pero de menor tamaño y más redondeada. Posee dos cúspides, una vestibular y una palatina. Ambas cúspides tienen un tamaño muy similar, pero son más bajas que las del primer premolar. Su cara oclusal reflejará las dos cúspides (fig. 6.16A).
- Raíces: normalmente presenta una raíz, la cual es más larga que la del primer premolar superior y aplanada en sentido mesiodistal, con una pequeña inclinación hacia distal (fig. 6.16A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es muy similar al primer premolar superior, aunque de mayores dimensiones. Posee dos prolongaciones que albergan los cuernos pulpares (fig. 6.16B). El piso de la cámara pulpar casi siempre está ausente en la clásica morfología monorradicular, en continuidad con la entrada del canal radicular y sin una delimitación neta.
- Canal radicular: generalmente presenta un canal, que es achatado en sentido mesiodistal y amplio en sentido vestibulopalatino, lo que le confiere una forma ovoide (fig. 6.16C). Sin embargo, a nivel apical lo observaremos circular. En menor porcentaje puede presentar dos canales con una disposición tipo II o IV de Vertucci.

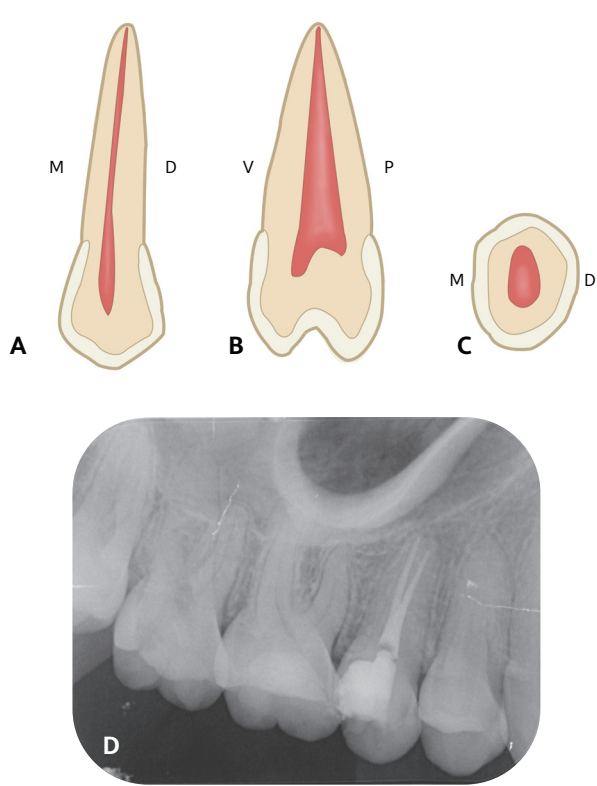


Figura 6.16. Segundo premolar superior. **A.** Vista vestibular. **B.** Vista proximal. **C.** Corte transversal de la raíz. **D.** Tratamiento de endodoncia diente 1.5 con dos canales independientes.

Longitud media	21.8 mm
Número de raíces	1 o 2
Número de canales	1 en un 80 % / 2 en un 20 %
Diámetro apical	0.30 mm

Tabla 6.8. Resumen de las características morfológicas promedio de un segundo premolar superior.

PRIMER PREMOLAR INFERIOR (Leonardo, 2005; Soares y Goldberg, 2003)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: tiene una forma inusual, y es considerada una transición entre el canino y el segundo premolar inferior. Con dos cúspides asimétricas, la vestibular es más pronunciada, mientras que la cúspide lingual es apenas evidente (fig. 6.17A).
- Raíz: en la mayoría de los casos presenta solo una y recta (fig. 6.17A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es ovoide, recostada casi completamente debajo de la cúspide vestibular. En el 90 % de los casos el acceso debe realizarse a expensas de esta cúspide (fig. 6.17B).
- Canal radicular: es único (74 %), oval y al principio recto (fig. 6.16C). En el 25 % de los casos se divide en dos canales entre el tercio medio o el apical (tipos IV y V de Vertucci) y es posible observar tres canales con una frecuencia del 0.5 %.

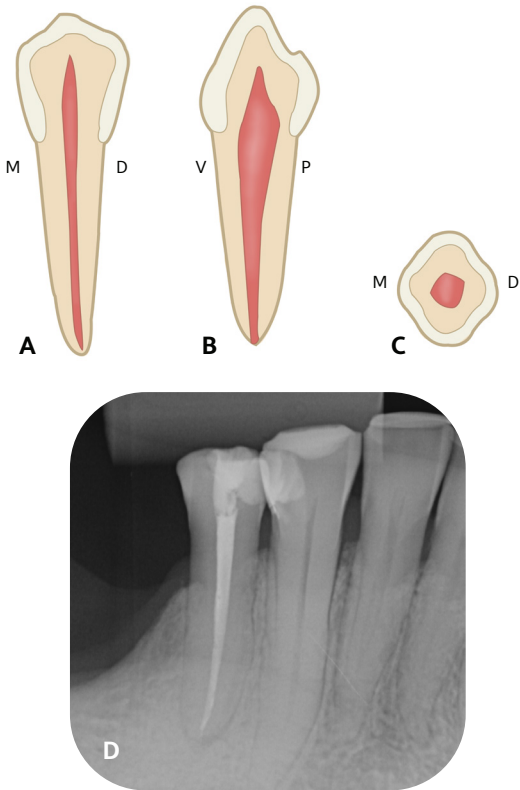


Figura 6.17. Primer premolar inferior. **A.** Vista vestibular. **B.** Vista proximal. **C.** Corte transversal de la raíz. **D.** Tratamiento de endodoncia diente 4.4.

Longitud media	22.1 mm
Número de raíces	1, 2 o 3
Número de canales	1 en un 74 % / 2 en un 25 % / 3 en un 0.5 %
Diámetro apical	0.20 mm

Tabla 6.9. Resumen de las características morfológicas promedio de un primer premolar inferior.

SEGUNDO PREMOLAR INFERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Zillich y Dowson, 1973)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: es circular y con cúspides similares en altura, en comparación con el primer premolar inferior. La corona presenta un eje distinto al de la raíz, lo que se debe considerar al momento de planificar el acceso para evitar perforaciones de la cara vestibular (fig. 6.18A).
- Raíz: generalmente es única con una curvatura apical hacia distal (fig. 6.18A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es similar a la del primer premolar inferior, pero con las siguientes diferencias: el cuerno pulpar lingual suele ser mayor y la cámara pulpar es más amplia en sentido vestibulolingual (fig. 6.18B).
- Canal radicular: es oval, con tendencia a presentar una curvatura hacia distal (fig. 6.18C). El foramen apical se localiza con frecuencia en la proximidad del foramen mentoniano, lo que hace que el operador deba realizar el diagnóstico diferencial con una lesión apical.

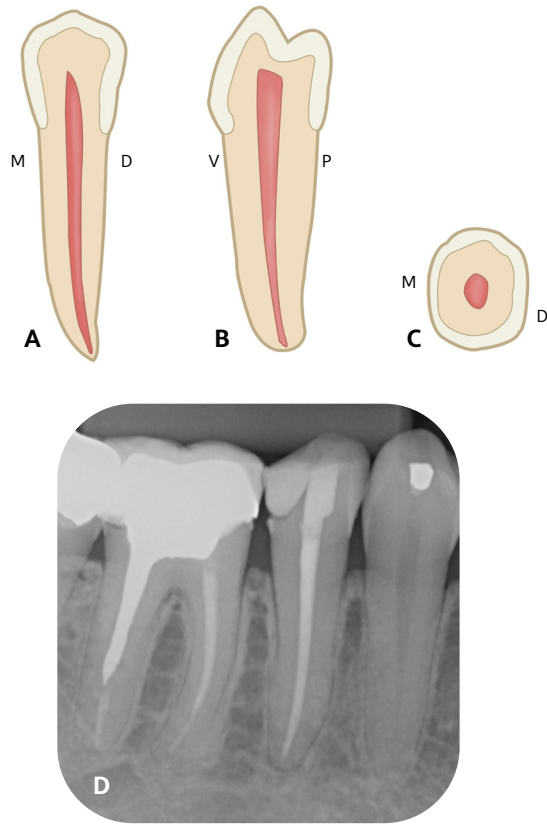


Figura 6.18. Segundo premolar inferior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia diente 4.5.

Longitud media	22.1 mm
Número de raíces	1 o 2
Número de canales	1 en un 96 % / 2 en un 4 %
Diámetro apical	0.35 mm

Tabla 6.10. Resumen de las características morfológicas promedio de un segundo premolar inferior.

PRIMER MOLAR SUPERIOR (Leonardo, 2005; Soares y Goldberg, 2003; Vertucci, 1984; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: la cara oclusal es de forma romboidal. Posee cuatro cúspides, dos vestibulares y dos palatinas. En el centro de la cara oclusal hay una fosa principal central de la cual parten dos surcos principales, uno hacia la superficie vestibular y otro hacia la mesial. El surco principal vestibular se prolonga sobre la cara vestibular hasta la mitad de la altura coronaria, terminando generalmente en una fosita vestibular. Hacia distal y palatino de la fosa principal central, se halla la fosa principal distal, algo más pequeña, de la cual emergen dos surcos, uno palatino y otro distal. La cúspide mesiopalatina, la mayor de todas, se une a la distovestibular por una cresta de esmalte llamada apófisis oblicua. En el 58 % de los casos se presenta el tubérculo de Carabelli, localizado en la unión de las caras palatina y mesial.
- Raíz: consta de tres raíces, mesiovestibular, distovestibular y palatina. La raíz palatina es la más larga, de mayor diámetro y la que ofrece un acceso más simple. Su sección transversal es circular. Desde vestibular la raíz palatina se ve inclinada hacia distal, siguiendo una trayectoria uniforme. Desde proximal se observa con frecuencia que se curva hacia el lado vestibular en su tercio apical, lo que quizás no se aprecia en la radiografía. La raíz distovestibular es cónica y habitualmente recta. La mayoría de las veces tiene un canal. La raíz mesiovestibular es de mayor tamaño y de menor longitud en comparación con la distal. El achatamiento mesiodistal determina la existencia de dos canales, denominados mesiovestibular 1 (MV1) y mesiovestibular 2 (MV2). Esta duplicidad de canales en la raíz mesiovestibular del primer molar superior se presenta en un porcentaje alto de casos (fig. 6.19A, B).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: tiene forma trapezoidal, y es alargada en sentido vestibulopalatino y estrecha en sentido mesiodistal. Es amplia y con cuatro divertículos bien nítidos, que se corresponden con las cuatro cúspides que posee el diente. De estos, el vestibulomesial es el de mayor calibre (fig. 6.19A, B). La existencia del tubérculo de Carabelli puede determinar la presencia de una quinta convexidad del techo, del lado palatino. Las paredes laterales son generalmente convexas, y la pared mesial presenta una acentuada convexidad, que muchas veces dificulta la localización e instrumentación del canal mesiovestibular. Al realizar el acceso coronal debemos retirar esa convexidad por medio de un cuidadoso desgaste compensatorio y una forma de conveniencia adecuada. El piso de la cámara pulpar es convexo y de forma triangular o trapezoidal, con base mayor vestibular y menor palatina. En los ángulos del triángulo o trapecio se localizan las entradas de los canales. En algunos casos se intercomunican por un surco (lecho de río), en forma de Y.
- Canales radiculares:
 - Canal palatino: se presenta recto en el 40 % de los casos, y con desviación hacia vestibular en el 55 % de los casos. Su orificio de entrada está desplazado hacia la superficie palatina (fig. 6.19C).
 - Canal distovestibular: es el más atrésico y presenta una discreta curvatura hacia distal. La mayoría de las veces es de fácil acceso (fig. 6.19C).
 - Canal mesiovestibular: es de menor longitud que el canal distovestibular, pero de mayor diámetro. Tiene forma de hendidura (sentido vestibulopalatino). En la mayoría de los casos encontramos un orificio en cada extremo de esta hendidura. Estos corresponden a la entrada de canales que pueden tener trayectos independientes o unirse en apical, y se denominan MV1 y MV2 (fig. 6.19C).

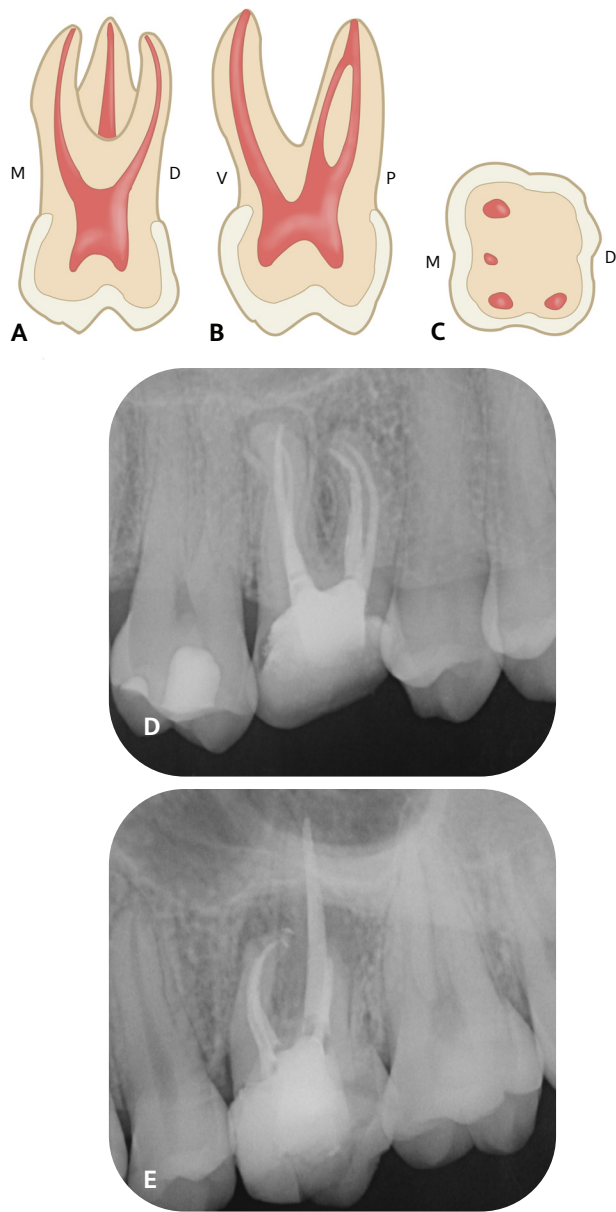


Figura 6.19. Primer molar superior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia diente 1.6 con dos canales mesiales independientes. E. Tratamiento de endodoncia diente 2.6 con dos canales mesiales que se unen en su tercio medio.

Longitud media	22.1 mm
Número de raíces	3
Número de canales	4 en un 85 % / 3 en un 15 %
Diámetro apical	0.25 mm

Tabla 6.11. Resumen de las características morfológicas promedio de un primer molar superior.

SEGUNDO MOLAR SUPERIOR (Soares y Goldberg, 2003; Vertucci, 2005; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: es similar a la del primer molar superior, pero de menor volumen. La disminución del tamaño de la cúspide distopalatina en relación con la corona del primer molar superior determina la aparición de distintos tipos de caras oclusales: romboidal, trapezoidal, triangular y de compresión.

- Raíces: es común observar la presencia de tres raíces de menor curvatura y longitud que tienden a fusionarse, con una fusión más frecuente de las raíces vestibulares. La raíz palatina es la más larga y voluminosa, y la distovestibular es la más pequeña (fig. 6.20A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es variable, dependiendo del tipo de cara oclusal que presente. Es fundamental tener en cuenta esta condición anatómica para planificar adecuados accesos endodónticos (fig. 6.20A, B).
- Canales radiculares: generalmente hay un canal principal por cada raíz, de manera que se encuentran tres canales principales y en menor porcentaje la raíz mesiovestibular puede presentar dos (fig. 6.20C). Sin embargo, cuando las raíces están fusionadas podemos encontrar solo dos y hasta un canal principal en total. En ocasiones, la ausencia de una cúspide o un desarrollo rudimentario de esta obedece a una fusión radicular. Es posible encontrar las siguientes opciones:
 - Tipo I: un canal principal en la raíz mesiovestibular.
 - Tipo II: dos canales principales que se unen hacia el ápice de la raíz mesiovestibular.
 - Tipo III: dos canales principales que no se unen hacia el ápice de la raíz mesiovestibular.
 - Tipo IV: un canal principal que se divide hacia el ápice de la raíz mesiovestibular.

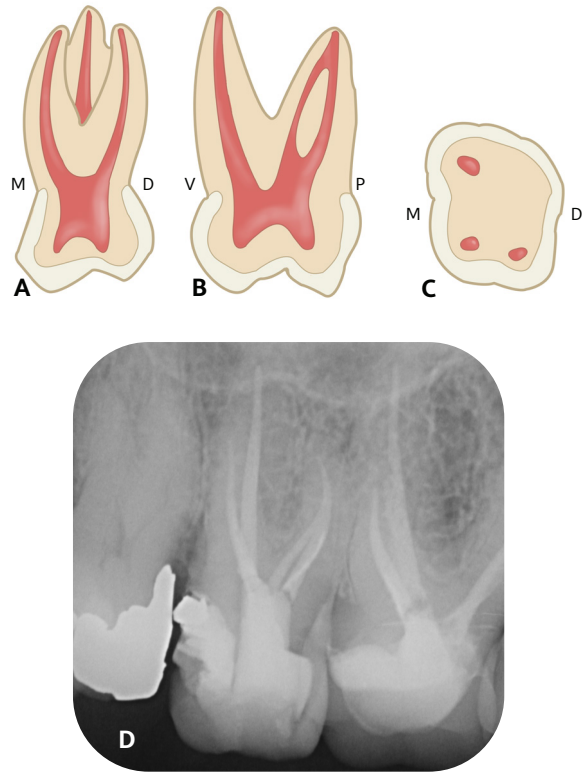


Figura 6.20. Segundo molar superior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Endodoncia diente 17, nótese la presencia de un segundo canal mesiovestibular.

Longitud media	21 mm
Número de raíces	3
Número de canales	4 en un 50 % / 3 en un 50 %
Diámetro apical	0.25 mm

Tabla 6.12. Resumen de las características morfológicas promedio de un segundo molar superior.

PRIMER MOLAR INFERIOR (Vertucci, 2005, 1984; Tang, Wu y Smales, 2010)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: este diente es el más voluminoso de la arcada dentaria. La corona se caracteriza por una forma trapezoidal con tres cúspides vestibulares y dos linguales separadas por dos surcos.
- Raíces: presenta dos raíces bien diferenciadas, una distal y otra mesial. Son achatadas en sentido mesiodistal y amplias en sentido vestibulolingual (fig. 6.21A).

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: tiene forma triangular y convexa, con base hacia los canales mesiales y vértice hacia la entrada del canal distal. El techo de la cámara posee tantas convexidades como cúspides presente el diente, lo cual será el punto de referencia para la ubicación de los canales radiculares (fig. 6.21A, B).
- Canales radiculares: por lo general este diente posee tres canales radiculares (56-80 %), dos en la raíz mesial y uno en la distal (fig. 6.21C). En el 33 % de los casos los mesiales terminan en un solo foramen. Sin embargo, en un porcentaje muy pequeño (2.7 %) existen solo dos canales, uno en cada raíz, que terminan en un solo foramen. A continuación, describiremos la morfología de cada canal por separado.
 - Canal distal: es amplio y alargado, por lo general con un trayecto recto (73.54 %). Solo el 10.5 % presenta una desviación distal.
 - Canales mesiales: son atrésicos, largos y redondeados. Representan la mayor complejidad de los molares inferiores, ya que su raíz mesial es curva hacia distal en el 79 % de los casos. Esta curvatura se acentúa aún más en el canal mesiolingual. En ocasiones se puede observar una doble curvatura en este canal.

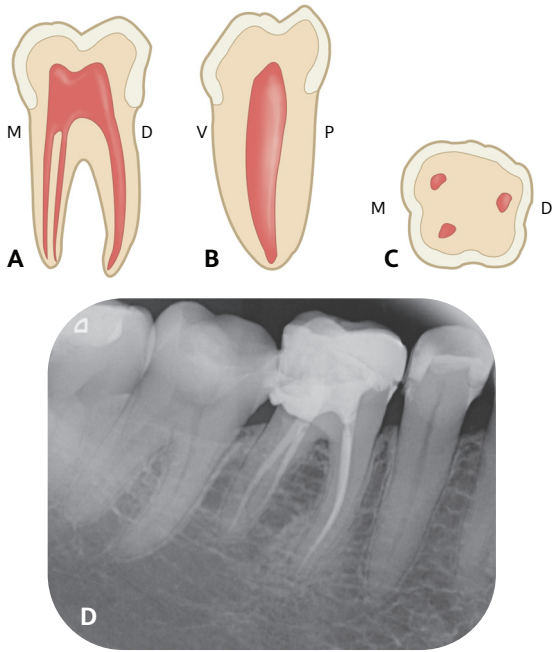


Figura 6.21. Primer molar inferior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia diente 4.6 con dos raíces y dos canales independientes.

Longitud media	20 mm
Número de raíces	2 o 3
Número de canales	3 en un 80 % / 4 en un 12 % / 2 en un 80 %
Diámetro apical	0.21 mm

Tabla 6.13 Resumen de las características morfológicas promedio de un primer molar inferior.

SEGUNDO MOLAR INFERIOR (Leonardo, 2005; Soares y Goldberg, 2003; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011)

ANATOMÍA EXTERNA

- Corona: su cara oclusal se caracteriza por tener dos cúspides vestibulares y dos linguales separadas por un solo surco de desarrollo. Posee un volumen inferior en comparación con el primer molar y se caracteriza por una mayor simetría oclusal.
- Raíces: presenta dos, las cuales en muchos casos tienden a estar fusionadas (fig. 6.22A). Es un diente menos voluminoso que el primer molar inferior, más simétrico y, al contrario del revisado anteriormente, con más proximidad de sus raíces .

ANATOMÍA INTERNA

- Cámara pulpar: es similar al primer molar inferior, pero de menor tamaño y con menos convexidades, ya que este diente posee solo cuatro cúspides (fig. 6.22A, B).
- Canal radicular: presenta tres canales, uno en la raíz distal y dos en la raíz mesial (fig. 6.22C), que en algunos casos se pueden manifestar en forma de C. Estos últimos son estrechos, similares a los del primer molar, pero con menor curvatura.

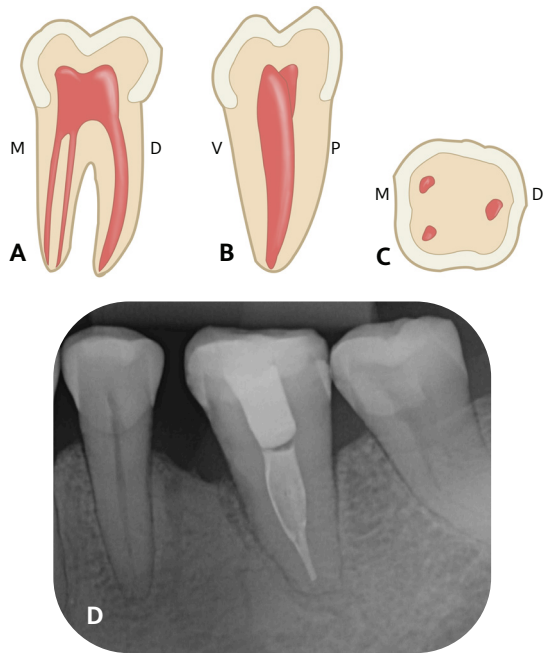


Figura 6.22. Segundo molar inferior. A. Vista vestibular. B. Vista proximal. C. Corte transversal de la raíz. D. Tratamiento de endodoncia diente 3.7 con anatomía en C.

Longitud media	22.4 mm
Número de raíces	2 o 3
Número de canales	3 en un 75 % / 2 en un 16 % / 1 en un 13 %
Diámetro apical	0.25 mm

Tabla 6.14. Resumen de las características morfológicas promedio de un segundo molar inferior.

TERCER MOLAR SUPERIOR (Vertucci, 1984; Tang, Wu y Smales, 2010; Castellucci, 2009)

La forma de la cara oclusal es variable y es posible observar una disposición cuspídea que recuerda a un primer molar o a algunas de las formas del segundo molar superior. La forma coronaria más común es la tricuspídea, debido a la reducción del número de cúspides. Por ello, las formas que más se observan son triangulares o trapezoidales.

La anatomía radicular es impredecible. Podemos encontrar cuatro tipos de disposiciones radiculares: unirradicular, birradicular, trirradicular y plurirradicular. Sin embargo, comúnmente las raíces se presentan en mayor número, fusionadas y con desviaciones hacia distal y muy rara vez hacia vestibular o palatino.

El sistema de canales radiculares de este diente es igualmente variable, ya que se pueden contabilizar uno, dos e incluso tres canales, siendo ésta última la configuración predominante.

TERCER MOLAR INFERIOR (Beer y Bowman, 1998; Tang, Wu y Smales, 2010; Castellucci, 2009)

Una alteración anatómica común en los molares inferiores son los «molares inferiores en forma de C», en los cuales se encuentran ausentes las entradas u orificios a los canales y en su reemplazo tenemos un solo orificio en forma de C con un arco de 180 grados. Este orificio puede continuarse en longitud de dos formas: la primera es que se mantenga a lo largo de todo el canal radicular hasta el ápice y la segunda es que solo el tercio cervical se mantenga así y el resto de los segmentos se divida en dos o más canales.

Bibliografía

Beer, R., Baumann, M. y Kim, S. (1998). *Atlas de endodoncia*. Masson.

Betancourt, P., Arias, A., Matus, D., Navarro, P., Garay, I. y Fuentes, R. (2022). Prevalence of Radix Entomolaris in Mandibular First Molars by Cone-Beam Computed Tomography in a Southern Chilean. Sub-Population. *International Journal of Morphology*, 40(2), 414-419.

Castellucci, A. (2009). *Endodontics*. Il Tridente.

Fuentes, R., Borie, E., Bustos, L. y Tomas, M. (2011). First premolar morphometry: A study in 54 cases. *International Journal of Morphology*, 29(1), 234-239.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamericanas.

Matus, D. y Fonseca, G. (2022). Morfología inusual de raíz y canales del primer molar mandibular, como indicación de tomografía computarizada de haz cónico: A propósito de un caso endodóntico fronterizo. *Odontostomatología*, 24(39), e410.

Matus, D., Fuentes, R., Navarro, P. y Betancourt, P. (2020). Morphological Analysis of Maxillary First Premolars by Cone Beam Computed Tomography in a Chilean sub-population. *International Journal of Morphology*, 38(5), 1266-1270.

Matus, D., Garay, I. y Betancourt, P. (2017). Root canal preparation of maxillary second premolar with three roots and three separate root canals: a micro-computed tomography study. *Biomedical Research*, 28(10), 4657-4659.

Matus, D., Cantin, M., Navarro, P., y Fonseca, G. M. (2017). Evaluation of the cement/dentin thickness of the mesiobuccal root of maxillary first molars by optical microscopy in a Chilean sample. *Biomedical Research*, 28 (16), 6975-6979.

Matus, D. y Cantin, M. (2016). Evaluation of isthmus frequency, location, and types in mesiobuccal roots of first maxillary molars. An *ex vivo* study. *International Journal of Morphology*, 34, 804-810.

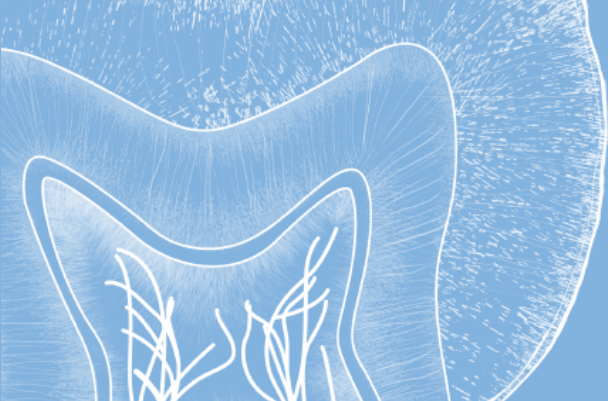
Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Tang, W., Wu, Y. y Smales, R. J. (2010). Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics*, 36, 609-617.

Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 58(5), 589-599.

Vertucci, F. J. (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10, 3-29.

Zillich, R. y Dowson, J. (1973). Root canal morphology of mandibular first and second premolars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 36(5), 738-744.



Acceso endodóntico

Camila Fuentes Prieto

La cavidad de acceso es la proyección coronal de la anatomía de la cámara pulpar y el canal radicular, y corresponde a un conjunto de procedimientos que comienzan con la apertura coronaria. Una correcta cavidad de acceso nos proporciona una buena iluminación y visibilidad de la cámara pulpar y los canales radiculares, facilitando la conformación, la llegada de los instrumentos a la longitud de trabajo y una obturación radicular de calidad.

Para realizar un correcto acceso es fundamental que el clínico posea un apropiado conocimiento de la anatomía radicular, realice un adecuado examen clínico y un análisis minucioso de las radiografías periapicales. Todos estos procedimientos permitirán planificar el acceso en forma y tamaño, considerando la angulación del diente, su contorno cervical, lesiones de caries, restauraciones, entre otros aspectos. A diferencia de las radiografías digitales que se visualizan en un computador, el análisis de radiografías periapicales convencionales requiere de iluminación y sistemas de aumento, proporcionados por un negatoscopio y lupas, respectivamente.

Durante esta etapa se debe encontrar el punto de equilibrio entre un acceso lo suficientemente amplio para realizar un correcto protocolo quirúrgico y lo suficientemente pequeño para no debilitar de manera exagerada la corona del diente, comprometiendo la restauración final. Una cavidad incorrecta aumentará la dificultad del procedimiento, comprometiendo el resultado del tratamiento endodóntico (Hargreaves, Cohen, y Berman, 2011).

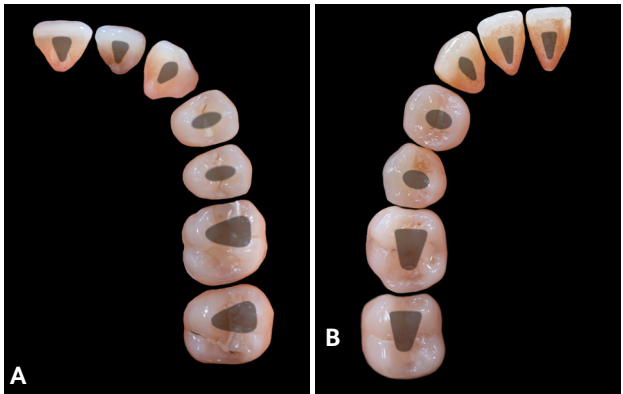


Figura 71. Accesos endodónticos. A. Maxilar superior. B. Mandíbula.

OBJETIVOS DE LA CAVIDAD DE ACCESO (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; La Turno y Zillich, 1985; Soares y Goldberg, 2003)

1. Tener una visión clara y total de la entrada de los canales radiculares: el piso de la cámara pulpar en dientes multirradiculares debe ser visible e inspeccionable. Para favorecer este objetivo, es necesario que las paredes de la cavidad de acceso tengan una leve divergencia hacia incisal u oclusal.
2. Lograr un acceso de los instrumentos lo más recto posible al tercio apical canalicular: los instrumentos manuales y mecanizados deben ser colocados en la forma más rectilínea posible, valiéndose de un acceso

directo al tercio apical del canal. Este eje adecuado se logra mediante la eliminación de todas las interferencias coronales, usando fresas o limas especializadas, lo que mejora la exploración, el manejo de los instrumentos y la obturación, y disminuye los errores de procedimiento, como escalones, perforaciones y fractura de instrumentos.

3. Remover el contenido cameral: el contenido de la cámara pulpar incluye tejido pulpar vital o necrótico, microorganismos y calcificaciones. El techo de la cámara pulpar debe ser removido totalmente sin dejar zonas que puedan mantener residuos orgánicos o inorgánicos que puedan contaminar y reinfectar la cavidad pulpar, alterando posteriormente el color del diente.

PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DEL ACCESO CORONARIO (La Turno y Zillich, 1985; Soares y Goldberg, 2003)

1. Conocer la forma de la cavidad pulpar del diente a tratar: es importante la anatomía interna y un correcto análisis de la radiografía inicial, tomada en la misma sesión de inicio.
2. Organizar el instrumental que será utilizado.
3. Remover caries y restauraciones defectuosas: eliminar restauraciones defectuosas permite localizar con mayor facilidad los canales radiculares; favorece los procedimientos de conformación, limpieza y obturación, y evita la filtración de irrigante a la boca a través de la goma dique. Las lesiones de caries deben eliminarse completamente antes de comenzar a realizar la cavidad de acceso para evitar que la dentina cariada y sus bacterias entren en el sistema de canales radiculares, se filtre irrigante a la boca o saliva a la cámara pulpar (fig. 7.2).

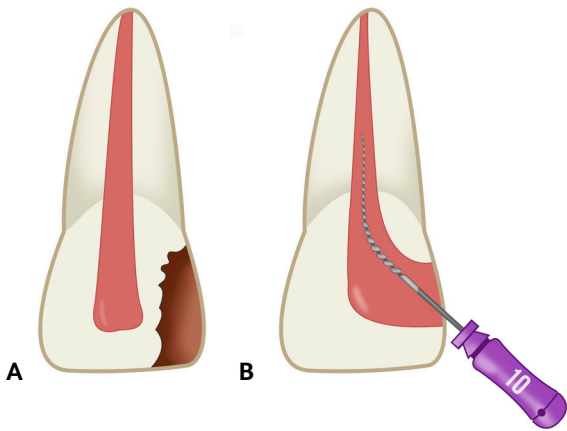


Figura 7.2. A. Lesión de caries proximal. B. Incorrecto acceso a través de superficie proximal luego de eliminar la lesión de caries. Nótase el esfuerzo que debe realizar el instrumento para alcanzar el tercio medio del canal.

4. Reconstituir la corona de ser necesario: las paredes deben reconstituirse con composite o vidrio ionómero para evitar la filtración de irrigantes a la cavidad oral a través de la goma dique o la llegada de saliva al campo de trabajo. Además, favorece el uso de localizadores apicales electrónicos.
5. Eliminación de la estructura dental sin soporte: antes y después de realizar el acceso, el clínico debe revisar si existe estructura dentaria sin soporte y eliminarla para evaluar la posibilidad de restauración y prevenir la fractura del diente.

- Realizar un aislamiento absoluto e individual del diente a tratar.
- Retrasar la colocación de la goma dique hasta localizar la cámara pulpar: en algunos dientes con apiñamiento, rotados, fracturados, calcificados, etc., es difícil localizar la cámara pulpar. En estas situaciones se aconseja realizar esta primera etapa sin aislamiento absoluto y, una vez que se penetra el techo de la cámara pulpar, aislar de manera individual el diente a tratar.

ETAPAS DEL ACCESO CORONARIO (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Janik, 1984; Leonardo, 2005)

- Punto de elección: define el lugar donde se debe iniciar la apertura.
- Trepanación: es el punto de comunicación de la cámara pulpar con el exterior, que se logra perforando las estructuras duras de la corona (esmalte y dentina) hasta alcanzar la cámara pulpar (fig. 7.3A). En este momento la ausencia repentina de resistencia da la sensación de «caída al vacío» solo en dientes con cámaras pulpares prominentes. Se debe realizar con fresas de tallo largo y calibre adecuando según el diente a tratar.
- Destechamiento o diseño de la cavidad de acceso: da como resultado la forma de conveniencia de la cavidad de acceso (fig. 7.3B, C). Se realiza con una fresa con punta inactiva como la EndoZ. Deben evitarse movimientos de presión que desgastan la cara vestibular y provocan la fractura de fresas. En aquellos dientes donde observemos radiográficamente una curvatura radicular apical, la forma de conveniencia debe extenderse ligeramente hacia el lado opuesto a esta. El diseño final de la cavidad de acceso estará íntimamente relacionado con la forma y tamaño de la cámara pulpar.

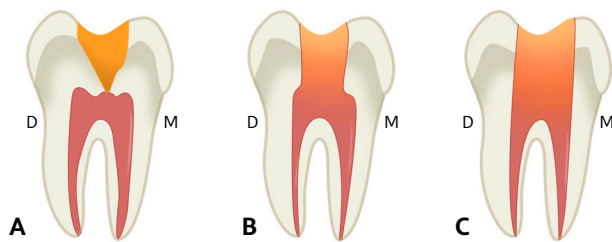


Figura 7.3. Etapas del acceso coronario. A. Trepanación. B. Acceso. C. Diseño final de la cavidad de acceso.

- Vaciado o limpieza cameral. Esta etapa busca eliminar todo el contenido cameral. Se puede realizar con cucharitas o fresas, acompañadas de irrigación profusa. Posteriormente se seca la cámara con microtórulas de algodón estériles para constatar que se encuentra limpia. De esta manera, se evita impulsar tejido necrótico y microorganismos desde la cámara pulpar hacia el canal con las limas. En caso de existir pulpolitos o calcificaciones, se pueden contornear con fresas o ultrasonido para eliminarlos, ya que su permanencia puede provocar infecciones o tinciones del diente.
- Localización de los canales: la cámara pulpar limpia y seca ofrece las condiciones ideales para que se puedan localizar las entradas de los canales. Para ello se introduce una sonda recta bien afilada y se desliza por las paredes de la cámara pulpar hasta localizar la entrada de los canales en dientes multirradiculares. En dientes unirradiculares el canal se continúa con la cámara pulpar, por lo que su localización es más sencilla.
- La cateterización: permite hacer un análisis tridimensional y visual de cómo es el canal. Se realiza inicialmente con sonda recta y luego con limas finas de subserie, con movimientos rápidos hacia apical y abundante irrigación.

ACCESO ENDODÓNTICO POR GRUPO DENTARIO

ACCESO ENDODÓNTICO DE INCISIVOS CENTRALES SUPERIORES

- Punto de elección:** en la cara palatina justo por encima del cíngulo, a 45 grados respecto al eje mayor del diente, usando una fresa diamantada de tallo largo de alta velocidad (fig. 7.4A).
- Forma de conveniencia:** se hace una cavidad de acceso de forma triangular u ovoídea en la superficie palatina, con base mayor hacia incisal (fig. 7.4B). Cuando se nota la sensación de «caída» a través del techo de la cámara pulpar, se emplea la fresa redonda de baja velocidad o EndoZ para trabajar desde adentro hacia afuera, con movimientos de tracción en dirección al borde incisal, eliminando el hombro palatino y obteniendo una preparación continua. La forma de conveniencia puede cambiar a más oval conforme el diente madura y los cuernos pulpares se retraen debido a la menor prominencia de los cuernos mesial y distal (Soares y Goldberg, 2003; Mannan, Smallwood y Gulabivala, 2001).

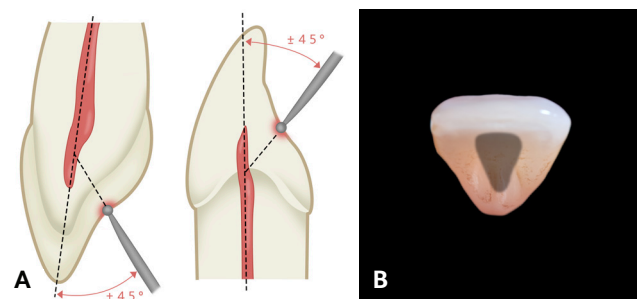


Figura 7.4. A. Punto de elección para el acceso de un incisivo lateral superior. B. Forma de conveniencia de un incisivo central superior.

ACCESO ENDODÓNTICO DE INCISIVO LATERAL SUPERIOR

- Punto de elección:** la entrada inicial se hace con una fresa redonda de diamante de tallo largo de alta velocidad, justo encima del cíngulo en la cara palatina, llevando la fresa en 45 grados respecto al eje mayor del diente.
- Forma de conveniencia:** la cavidad de acceso es un triángulo redondeado u ovoíde, dependiendo de la prominencia de los cuernos pulpares (fig. 7.5). La preparación coronal deberá dirigirse en sentido mesial para presentar un mejor acceso a la región apicodistal. En todos los dientes que presenten una curvatura hacia distal, la forma de conveniencia se deberá extender hacia mesial (Mannan, Smallwood y Gulabivala, 2001).



Figura 7.5. Forma de conveniencia de un incisivo lateral superior.

ACCESO ENDODÓNTICO DE CANINOS SUPERIORES

- Punto de elección:** el acceso inicial se hace ligeramente por debajo de la porción media de la corona en la cara palatina, llevando la fresa en 45 grados respecto al eje del diente. Para esto se utiliza una fresa redonda de diamante de tallo largo de alta velocidad. La extensión incisal facilita el acceso de los instrumentos y también el descubrimiento mediante la exploración de la curvatura apical vestibular (fig. 7.6A) (La Turno y Zillich, 1985; Mannan, Smallwood y Gulabivala, 2001).
- Forma de conveniencia:** el canino es similar al incisivo superior, pero su raíz es de forma más ovalada. La preparación del acceso se adapta a esta, con una forma lanceolada y en embudo en la superficie palatina (fig. 7.6B).

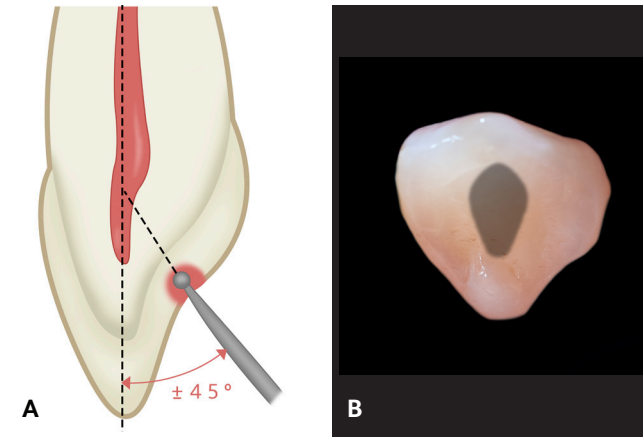


Figura 7.6. A. Punto de elección para el acceso de un canino superior. B. Forma de conveniencia de un canino superior.

ACCESO ENDODÓNTICO EN INCISIVOS INFERIORES

- Punto de elección:** la literatura nos muestra que el acceso de estos dientes es en general por lingual, para favorecer la estética y su posterior restauración. Al igual que en el grupo incisivo superior, la fresa se debe llevar en 45 grados respecto al eje mayor del diente. Sin embargo, en algunos casos puede ser mejor realizar un acceso por las superficies vestibular o incisal, debido a la presencia de apiñamiento o por razones estructurales. Los incisivos inferiores pueden ser los más problemáticos del grupo de incisivos. Son significativamente más anchos en la dimensión vestibulolingual que en la mesiodistal. En algunos casos podemos encontrar dos canales (lingual y vestibular), sobre todo en los incisivos centrales inferiores, por lo que tanto un adecuado análisis de la radiografía previa como la exploración clínica son muy importantes.
- Forma de conveniencia:** cuando se planifica un acceso por la cara lingual, por lo general es de tipo triangular, pero a medida que avanza la edad del paciente puede volverse ovoídea, considerando que presenta una reducción dimensional de la cámara y del canal radicular (fig. 7.7A, B) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003).

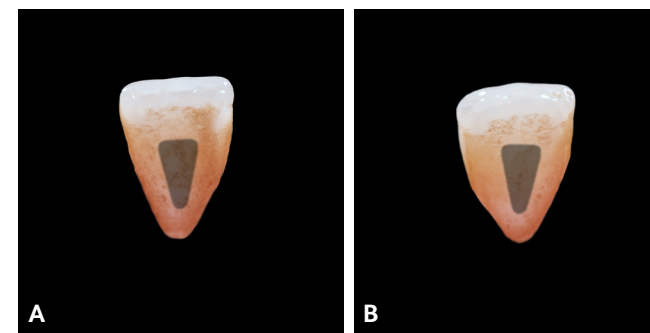


Figura 7.7. A. Forma de conveniencia de un incisivo central inferior. B. Forma de conveniencia de un incisivo lateral inferior.

ACCESO ENDODÓNTICO EN CANINOS INFERIORES

- Presenta características similares al canino superior, pero de menor calibre.
- Punto de elección:** el acceso inicial se hace por la cara lingual. Para esto se utiliza una fresa redonda de diamante de tallo largo de alta velocidad en 45 grados respecto al eje mayor del diente (fig. 7.8A).
 - Forma de conveniencia:** es igual que en el canino superior, con forma lanceolada (fig. 7.8B) (Soares y Goldberg, 2003).

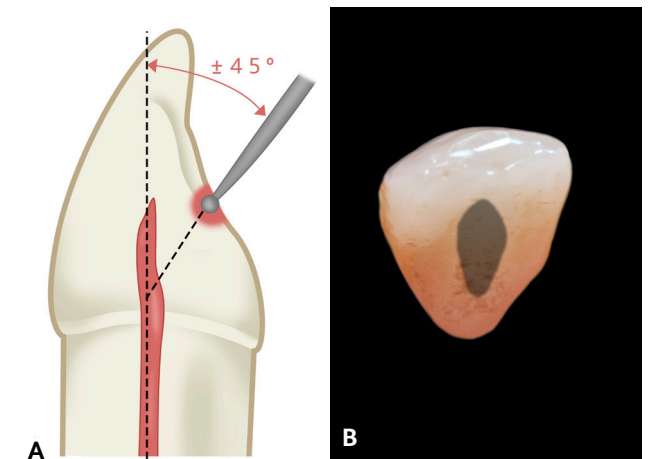


Figura 7.8. A. Punto de elección para el acceso de un canino inferior. B. Forma de conveniencia de un canino inferior.

ACCESO ENDODÓNTICO EN EL PRIMER PREMOLAR SUPERIOR

- Estos dientes presentan en su mayoría dos canales, por lo tanto, el acceso debe permitir una clara visualización de ambos. Presentan una cámara pulpar elíptica y acintada en sentido mesiodistal.
- Punto de elección:** se realiza en la cara oclusal, en el centro del surco mesiodistal.
 - Forma de conveniencia:** es aconsejable realizar más desgastes hacia la cúspide vestibular para lograr una mejor visión de los canales y despejar completamente el remanente de dentina que existe entre ambos canales. Así se pueden observar los surcos de desarrollo en el piso cameral y obtener una forma de conveniencia en elipse. De presentar tres canales, el acceso se deberá hacer triangular con base mayor hacia la superficie vestibular (Soares y Goldberg, 2003).

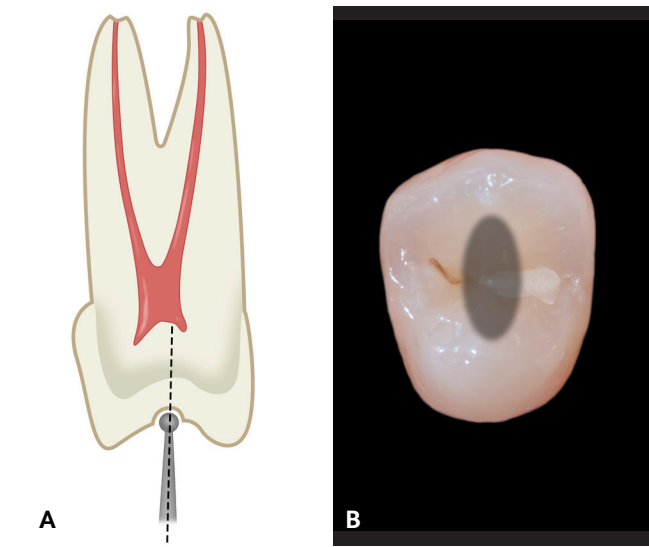


Figura 7.9. A. Punto de elección para el acceso de un primer premolar superior. B. Forma de conveniencia de un primer premolar superior.

ACCESO ENDODÓNTICO EN EL SEGUNDO PREMOLAR SUPERIOR

Suele tener una sola raíz y uno o dos canales. El acceso es más centrado, ya que sus cúspides son de similar tamaño, y se caracteriza por presentar una cámara pulpar menos acintada que el primer premolar maxilar.

- **Punto de elección:** se realiza en la cara oclusal, en el centro del surco mesiodistal.
- **Forma de conveniencia:** la forma de la cavidad de acceso es elíptica, y existe la posibilidad de encontrar dos canales, uno hacia la superficie vestibular y el otro hacia palatino (fig. 7.10) (La Turno y Zillich, 1985; Soares y Goldberg, 2003).



Figura 7.10. Forma de conveniencia de un segundo premolar superior.

En los primeros y segundos premolares superiores la posición de los instrumentos indica la necesidad de ampliar la cavidad de acceso en sentido vestibulopalatino (fig. 7.11 A, B).

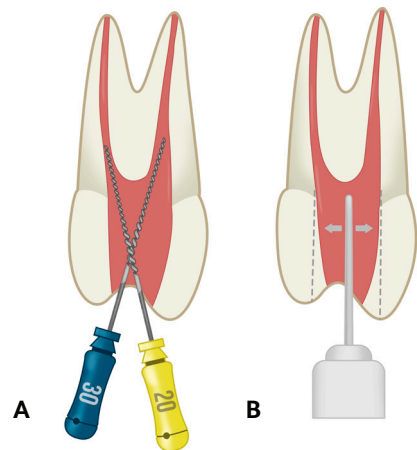


Figura 7.11. A. Acceso estrecho en sentido vestibulopalatino que provoca que la lima del canal vestibular se vaya hacia palatino y viceversa, forzando el trabajo de los instrumentos. B. Rectificación del tamaño del acceso en sentido vestibulopalatino para mejorar la acción de los instrumentos.

ACCESO ENDODÓNTICO EN EL PRIMER PREMOLAR INFERIOR

Como grupo, los premolares inferiores son muy difíciles de tratar. Producen una alta tasa de reagudizaciones y fracasos. Una posible explicación es la gran variación de la morfología del sistema de canales radiculares en estos dientes.

- **Punto de elección:** se realiza en la cara oclusal, en el tercio medio del surco principal mesiodistal.
- **Forma de conveniencia:** se debe realizar un acceso ovoideo a expensas de la cúspide vestibular, que es la más prominente (fig. 7.12A). Para evitar perforaciones de la cara vestibular es importante tener en cuenta durante la planificación del acceso que la corona de este diente presenta una leve inclinación hacia la superficie lingual (7.12B).

Puede presentar dos canales, por lo que es recomendable chequear bien esa posibilidad al finalizar el acceso. De ser así, el clínico debe extender la pared lingual de la cavidad de acceso en el mismo sentido, para facilitar la localización de este canal (Soares y Goldberg, 2003; Leonardo, 2005).

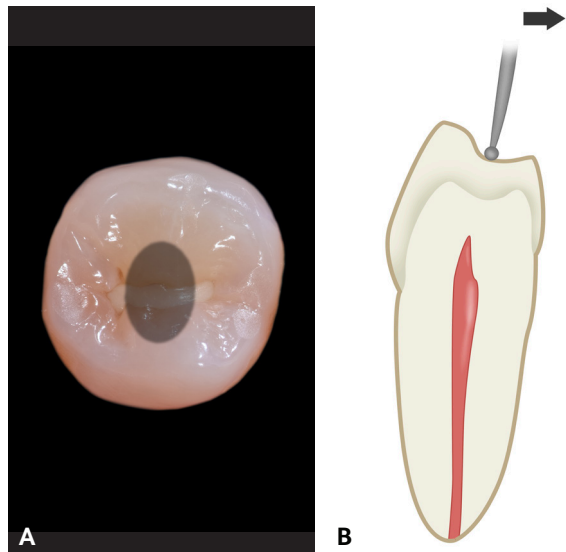


Figura 7.12. A. Forma de conveniencia de un premolar inferior. B. Punto de elección con una leve inclinación hacia la superficie lingual.

ACCESO ENDODÓNTICO EN EL SEGUNDO PREMOLAR INFERIOR

- **Punto de elección:** durante el acceso es importante considerar que la corona de este diente no sigue el mismo eje que su raíz, por lo que debemos darles una correcta orientación a las fresas para evitar perforaciones de la pared vestibular del diente. El punto de elección se localiza en la cara oclusal, en el tercio medio del surco principal mesiodistal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003).
- **Forma de conveniencia:** como en el primer premolar, la forma de conveniencia en estos dientes también es ovoidea. Su cúspide lingual se encuentra bastante más desarrollada, lo que genera simetría entre sus cúspides, a diferencia del primer premolar inferior (fig. 7.13).

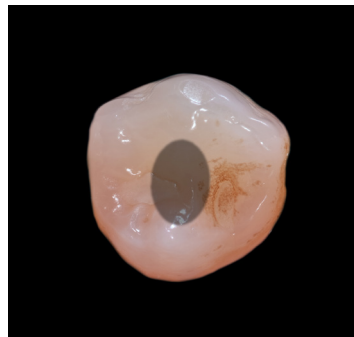


Figura 7.13. Forma de conveniencia de un segundo premolar inferior.

ACCESO EN MOLARES (LA TURNO Y ZILlich, 1985; SOARES Y GOLDBERG, 2003; KRASNER Y RANKOW, 2004)

Algunas consideraciones en relación con estos dientes son:

- Cámara pulpar:
 - los cuernos pulpares se denominan de acuerdo con las cúspides correspondientes;
 - las paredes son concéntricas respecto a la superficie de la corona del diente.
- Canal radicular:
 - sigue la silueta radicular;
 - son más anchos en sentido vestibulolingual o vestibulopalatino;
 - su entrada siempre está en la unión de la pared y el piso;
 - su sección varía en el trayecto del canal;
 - se denominan de acuerdo con la raíz.

MOLARES SUPERIORES

- **Punto de elección:** la localización correcta del punto de trepanación en molares superiores es la fosa que une la cúspide mesiovestibular con la cúspide palatina, ya que la posición de la cámara pulpar no es central con respecto al perímetro coronal, sino desplazada mesialmente (fig. 7.14A).
- **Forma de conveniencia:** tiene una forma romboidea, con base mayor vestibular y menor hacia palatino (fig. 7.14C, D). A diferencia de un acceso trapezoidal enseñado comúnmente, una forma romboidea favorecerá la localización de la totalidad de los canales radiculares, especialmente del canal MV2. Una vez que comunicamos introduciendo una fresa redonda de diamante de tallo largo de alta velocidad, cambiamos a una fresa de baja velocidad de carbide redonda, entramos en el surco y buscamos el cuerno más prominente, en este caso el palatino. Empezamos a destechar y realizar desgaste con fresa EndoZ, y así seguimos hasta obtener la forma de conveniencia, que nos permitirá una entrada adecuada de los instrumentos (Mannan, Smallwood y Gulabivala, 2001).

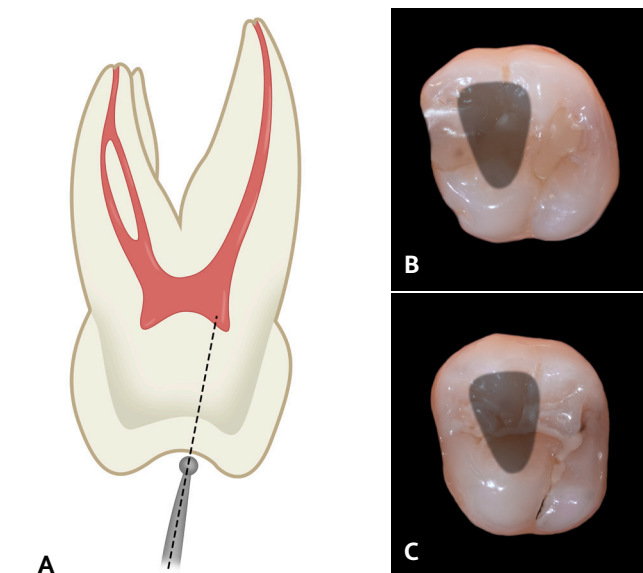


Figura 7.14. A. Punto de elección con inclinación de la fresa hacia la pared palatina, buscando así el cuerno más prominente. B. Forma de conveniencia de un primer molar superior. C. Forma de conveniencia de un segundo molar superior.

MOLARES INFERIORES

- **Punto de elección:** el punto de trepanación se debe realizar en el centro de la fosa central, usando una fresa redonda de diamante de alta velocidad. Luego se debe cambiar a una fresa de baja velocidad de carbide redonda o EndoZ. Es necesario tener presente que en el caso de los molares inferiores el cuerno distal es el más prominente.
- **Forma de conveniencia:** en estos dientes vamos a obtener una forma de conveniencia trapezoidal, con base mayor mesial y menor distal (fig. 7.15A, B) (Soares y Goldberg, 2003).

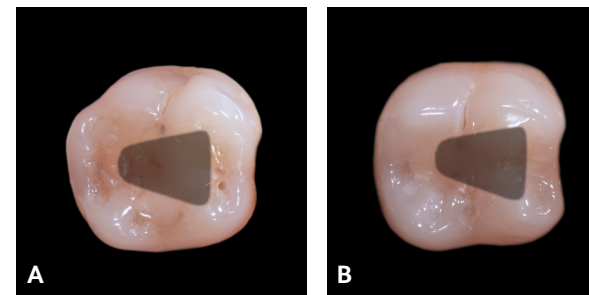


Figura 7.15. A. Forma de conveniencia de un primer molar inferior. B. Forma de conveniencia de un segundo molar inferior.

NORMAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE LA ENTRADA DE LOS CANALES RADICULARES EN DIENTES POSTERIORES

En 2004, Krasner y Rankow estudiaron quinientas cámaras pulpares, demostrando la existencia de una anatomía específica y consistente. Sobre la base de estas observaciones, los autores establecieron cinco normas o leyes para ayudar a determinar el número y la localización de la entrada de los canales radiculares en el piso cameral (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Krasner y Rankow, 2004).

- **Ley de centralidad:** el piso se encuentra en el centro del diente a nivel de la unión cemento-esmalte.
- **Ley de concentricidad:** las paredes de la cámara pulpar siguen la forma de la superficie externa del diente a nivel de la unión cemento-esmalte (UCE), es decir, la anatomía de la superficie externa del diente refleja la anatomía de la cámara pulpar interna.
- **Ley de la unión cemento-esmalte (UCE):** la distancia de la superficie externa de la corona clínica a la pared de la cámara pulpar es la misma en toda la circunferencia del diente a nivel de la UCE, haciendo que este sea el lugar más repetido para localizar la posición de la cámara pulpar.
- **Primera ley de simetría:** excepto en los molares superiores, la entrada de los canales radiculares es equidistante a una línea dibujada en dirección mesiodistal a través del suelo de la cámara pulpar.
- **Segunda ley de simetría:** excepto en los molares superiores, la entrada de los canales radiculares está situada en una línea perpendicular a la línea dibujada en dirección mesiodistal a través del centro del suelo de la cámara pulpar.
- **Ley de cambio de color:** el piso de la cámara pulpar es siempre más oscuro que las paredes de la cavidad pulpar. Es posible observar en el suelo surcos subpulpares que son vestigios de la fusión de la raíz distal.
- **Primera ley de localización de canales:** las entradas de los canales están localizadas siempre en la unión de las paredes y el suelo.
- **Segunda ley de localización de canales:** las entradas de los canales radiculares se ubican en los ángulos de la unión del piso y la pared.
- **Tercera ley de localización de canales:** las entradas a los canales radiculares se ubican en el término de las líneas de fusión radicular.

Bibliografía

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Janik, J. M. (1984). Access cavity preparation. *Dental Clinics of North America*, 28(4), 809-818.

Krasner, P. y Rankow, H. (2004). Anatomía del piso de la cámara pulpar. *Asociación Americana de Endodoncistas*, 30(1).

La Turno, S. A. L. y Zillich, R. M. (1985). Straight-line endodontic access to anterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 59(4), 418-419.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

Mannan, G., Smallwood, E. R. y Gulabivala, K. (2001). Effect of access cavity location and desing on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth. *International Endodontic Journal*, 34(3), 176-183.

Matus, D., Garay, I. y Betancourt, P. (2017) Root canal preparation of maxillary second premolar with three roots and three separate root canals: a micro-computed tomography study. *Biomedical Research*, 28(10), 4657-4659.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Anatomía del tercio apical canalicular y determinación de la longitud de trabajo

Camila Fuentes Prieto

Durante la preparación quimiomecánica (PQM), existe un procedimiento que nos permite trabajar respetando los límites biológicos del canal radicular. Nos referimos a la determinación de la longitud de trabajo (LT). Este paso es fundamental si queremos lograr un exitoso tratamiento de endodoncia.

Una correcta LT nos permite trabajar respetando los tejidos apicales, razón de que su determinación deba ser lo más exacta posible. Para esto se debe contar con la tecnología adecuada y el conocimiento de la anatomía del tercio apical del canal radicular.

ANATOMÍA DEL TERCIO APICAL

A través de las diferentes estructuras que conforman el tercio apical (fig. 8.1) y sus definiciones, iremos conociendo esta porción del canal radicular, para luego aplicar todo esto a la medición de la LT.

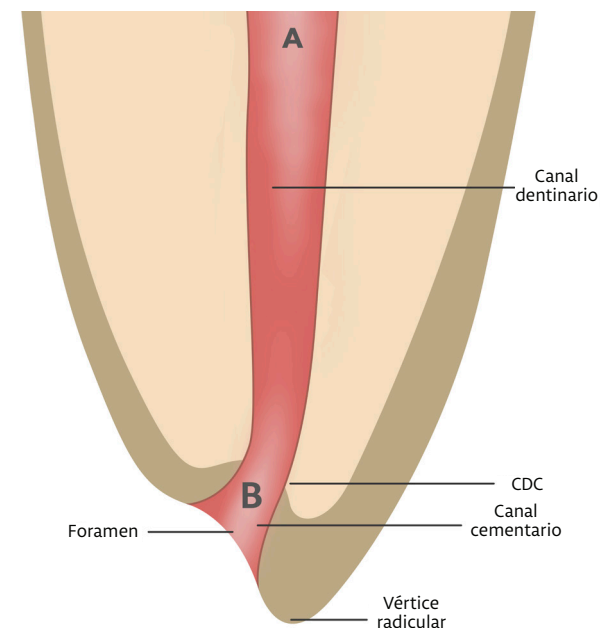


Figura 8.1. Morfología idealizada de la porción apical de la raíz. **A.** Canal dentinario. **B.** Canal cementario.

ÁPICE RADICULAR O VÉRTICE ANATÓMICO

Es el extremo de la raíz determinado morfológicamente, que corresponde a los 2-3 mm apicales (fig. 8.1).

ÁPICE RADIOGRÁFICO

Es el ápice observado en la radiografía, que corresponde a un punto tangente al rayo central. Por lo tanto, hay que tener presente que el ápice radiográfico no coincide con el vértice anatómico.

FORAMEN APICAL MAYOR

Corresponde a la desembocadura del canal cementario, a la superficie externa de la raíz. Por lo general, es ovalado y asimétrico. En más de un 60 % de los casos no coincide con el vértice anatómico y presenta una salida lateral (fig. 8.1).

UNIÓN CEMENTO-DENTINARIA O ÁREA CDC

Es el área donde se une el cemento con la dentina. Esta unión puede estar a distintos niveles dentro de la misma raíz y solo es detectable en dientes extraídos y seccionados (fig. 8.2A). El área CDC no puede ser identificada clínica ni radiográficamente, y en general no coincide con la constricción apical (fig. 8.2B).

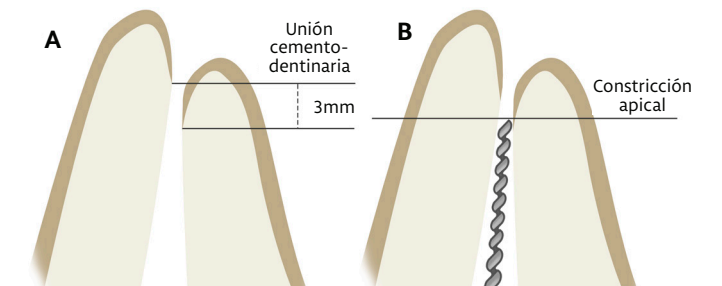


Figura 8.2. **A.** Unión cemento-dentinaria a distintos niveles en la misma raíz. **B.** Constricción apical o foramen apical menor.

FORAMEN APICAL MENOR O CONSTRICCIÓN APICAL

Es la zona de menor diámetro del canal en su porción apical, y donde termina el tejido pulpar y comienza el tejido periodontal (fig. 8.1).

Es un término más anatómico que histológico y de gran utilidad clínica (Ricucci, 1998; Canalda, 2007), ya que se ha establecido como el límite para la instrumentación y la obturación (Ricucci, 1998; Wu, Wesselink y Walton, 2000), debido a que más allá de la constricción, el canal se amplía y desarrolla un mayor flujo vascular. Al igual que el foramen apical mayor, no es detectable radiográficamente y solo en un 5 % de los casos coincide con el área CDC.

Lamentablemente, la localización del foramen apical menor es variable, ya que existe en el 40 % de los casos, por lo que es frecuente pero no constante, y su morfología es diversa y modificable por eventos patológicos (Dummer, McGinn y Rees, 1984).

Algunas variaciones:

- Constricción apical propia: existe un cambio brusco y disminución del diámetro; es muy estrecho (fig. 8.3A).
- Constricción apical cónica: disminución imperceptible (fig. 8.3B).
- Constricción apical múltiple: el canal presenta múltiples constricciones (fig. 8.3C).
- Constricción apical paralela: se presenta en paralelo, por lo cual no hay contacto entre las paredes del canal (fig. 8.3D).

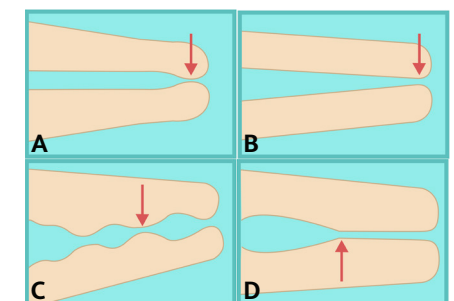


Figura 8.3. Diversas presentaciones morfológicas que puede mostrar la constricción apical. **A.** Propia. **B.** Cónica. **C.** Múltiple. **D.** Paralela.

CANAL DENTINARIO

Corresponde a la mayor porción del canal radicular, cuyas paredes están rodeadas de dentina. Es gradualmente cónico y, como regla general, el diámetro mayor se encuentra en la unión con la cámara pulpar y el diámetro menor, en el punto donde se une con el canal cementario (fig. 8.4A) (Seltzer, 1979).

CANAL CEMENTARIO

Es una corta porción del canal radicular apical, cuyas paredes corresponden a cemento. Generalmente, tiene forma de cono invertido con un diámetro más estrecho en o cerca de la unión cemento-dentinaria y un diámetro mayor en el foramen apical mayor (fig. 8.4B).

El canal cementario no sigue la misma dirección del canal dentinario. Esto ocurre como una adaptación del diente a las fuerzas oclusales, movimientos mesiales, etc. (fig. 8.5).

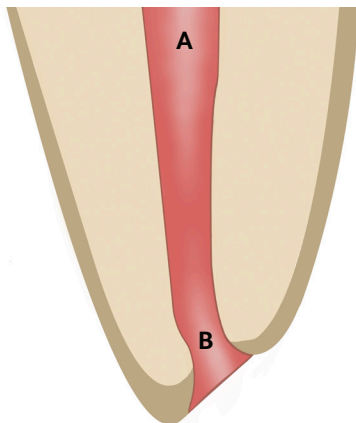


Figura 8.4. Morfología del tercio apical. A. Canal dentinario. B. Canal cementario.

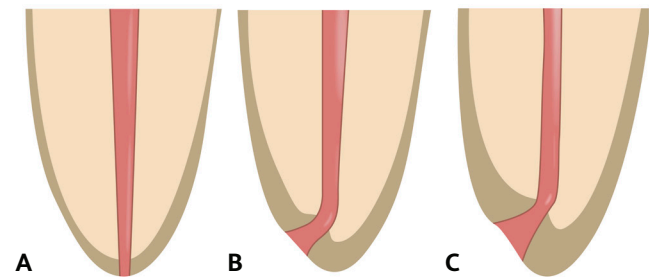


Figura 8.5. Imagen de la topografía del ápice sobre la base de los estudios realizados por Kuttler en 1995. A. Concepto erróneo. B. Dibujo esquemático del ápice en personas de 18 a 25 años. C. Dibujo esquemático del ápice en personas de 55 años o más.

Es importante tener presentes algunas distancias entre estas estructuras, porque sobre la base de ellas se definieron criterios en la medición de la longitud de trabajo.

- En el 68% de los dientes jóvenes y en el 80% de los seniles, el canal cementario no sigue la dirección del dentinario ni acaba en el vértice apical (fig. 8.5) (Soares y Goldberg, 2003).
- La distancia del foramen apical mayor hasta el vértice anatómico puede variar hasta en 3 mm, por la aposición de cemento y por las patologías que pueden causar una reabsorción de la zona (fig. 8.6D).
- La distancia de la constricción apical al foramen apical mayor es de 0.5 mm en dientes jóvenes y de 0.8 mm en dientes adultos (fig. 8.6E).
- La distancia de la constricción apical al vértice radiográfico es de 0.5 a 1 mm.

- El foramen apical mayor presenta un diámetro superior al doble del diámetro del CDC en los jóvenes y superior al triple en personas de edad avanzada. El diámetro del foramen apical mayor aumenta con la edad por aposición de nuevas capas de cemento (Soares y Goldberg, 2003).

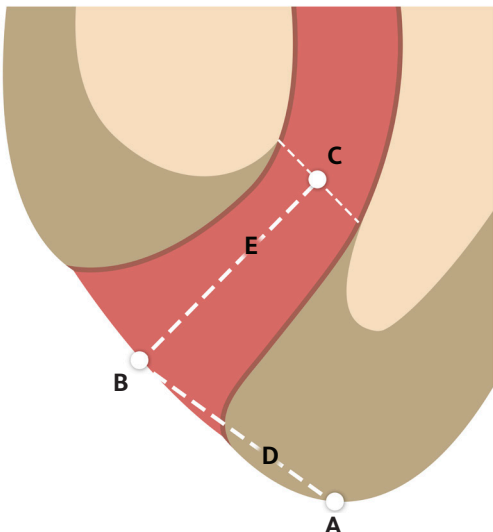


Figura 8.6. Distancia entre las estructuras morfológicas del tercio apical según los estudios de Kuttler en 1995. A. Ápice radicular o vértice anatómico. B. Foramen apical mayor. C. Foramen apical menor o constricción apical. D. Distancia entre el vértice anatómico y el foramen apical mayor. E. Distancia entre la constricción apical y el foramen apical mayor.

Sumadas a la anatomía del tercio apical, existen dos medidas anatómicas que se deben tener en consideración para obtener nuestra longitud de trabajo: el diámetro de los canales a un milímetro del ápice y las longitudes promedio de los dientes.

DIÁMETRO DE LOS CANALES A UN MILÍMETRO DEL ÁPICE

Esta información nos ayudará al momento de determinar la longitud de trabajo y será importante considerarla durante la preparación quimiomecánica, para determinar la lima maestra con la que terminaremos la instrumentación (tabla 8.1) (Wu, Wessellink y Walton, 2000).

Diente	Diámetro promedio de los canales a 1 mm del ápice en dientes maxilares	Diámetro promedio de los canales a 1 mm del ápice en dientes mandibulares
Incisivo central	0.37 mm	0.34 mm
Incisivo lateral	0.37 mm	0.45 mm
Canino	0.31 mm	0.31 mm
Premolar	0.35 mm	0.37 mm
Molar	MV: 0.40 mm ML: 0.38 mm D: 0.46 mm	MV1 y MV2: 0.19 mm DV: 0.22 mm P: 0.33 mm

Tabla 8.1. Diámetro de los canales a un milímetro del ápice en dientes del maxilar y la mandíbula (Wu, Wessellink y Walton, 2000).

LONGITUDES PROMEDIO

Nos servirán de guía al momento de medir la longitud de trabajo y tomar la radiografía de conductometría (tablas 8.2 y 8.3).

Maxilar superior		
Diente	Raíces y canales	Longitud promedio
Incisivo central	1 raíz / 1 canal	23 mm
Incisivo lateral	1 raíz / 1 canal Raíz frecuentemente curvada a distal y palatino	22 mm
Canino	1 raíz / 1 canal Raíz frecuentemente curvada a distal y palatino	26.5 mm
Primer premolar	2 raíces (V y P) / 2 canales (V y P) Pueden ser 3: 2 canales vestibulares y 1 canal palatino	21 mm
Segundo premolar	1 raíz / 1 o 2 canales	21.5 mm
Primer molar	3 raíces Raíz palatina: 1 canal Raíz mesial: 1 o 2 canales Raíz distal: 1 canal	22 mm 20 mm 20 mm
Segundo molar	3 raíces Raíz palatina: 1 canal Raíz mesial: 1 canal Raíz distal: 1 canal Tendencia a la convergencia de las raíces	20.5 mm 20 mm 20 mm

Tabla 8.2. Número de raíces, canales y longitudes promedio en dientes del maxilar.

Mandíbula		
Diente	Raíces y canales	Longitud promedio
Incisivo central	1 raíz / 1 o 2 canales	21mm
Incisivo lateral	1 raíz / 1 o 2 canales	22 mm
Canino	1 raíz / 1 o 2 canales	22.5 mm
Primer premolar	1 raíz / 1 canal Tendencia a la bifurcación e incluso a la trifurcación	21 mm
Segundo premolar	1 raíz / 1 o 2 canales Tendencia a la bifurcación	21 mm
Primer molar	2 raíces (M y D) Raíz mesial: 2 canales Raíz distal: 1 o 2 canales	21 mm
Segundo molar	2 raíces (M y D) Raíz mesial: 2 canales Raíz distal: 1 canal	20 mm

Tabla 8.3. Número de raíces, canales y longitudes promedio en dientes de la mandíbula.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

Definiremos longitud de trabajo (LT) como la distancia desde un punto de referencia de la corona hasta el punto en que la preparación y obturación del canal deben terminar (Canalda, 2007).

El punto de referencia, por lo general, es una cúspide en dientes posteriores o el borde incisal en dientes anteriores. Lo importante es que se mantenga estable durante todo el tratamiento.

Para determinar la longitud de trabajo de los canales radiculares se han empleado diversas técnicas, como la utilización de radiografías, la sensación táctil y la presencia de fluidos corporales en el cono de papel. Actualmente, se considera que el localizador de ápice electrónico (LAE) es el equipo adecuado para determinar la longitud de trabajo. De todos modos, revisaremos algunas técnicas antes de abordar en profundidad los LAE (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

La medición de la longitud de trabajo se efectúa luego de haber realizado un correcto acceso y preparación del tercio coronal del canal.

MÉTODO RADIOGRÁFICO DE INGLE

Para realizar esta técnica es importante contar con una radiografía (Rx.) inicial con la menor distorsión posible, idealmente obtenida con la técnica de paralelismo.

1. Observamos nuestra Rx. inicial en el negatoscopio y medimos el diente utilizando una regla para determinar la longitud aparente del diente (LAD) (fig. 8.7).

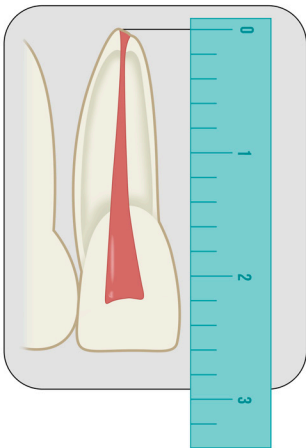


Figura 8.7. Medición de longitud aparente del diente (LAD).

2. A la longitud aparente del diente le restamos 2 o 3 milímetros (LAD - 2 a 3 mm) (fig. 8.8).
3. Se transfiere dicha longitud (LAD - 2 a 3 mm) a una lima, usando el tope de goma.
4. Se introduce la lima al interior del canal radicular hasta que el tope de goma toca la referencia previamente establecida. En la mayoría de los canales es aconsejable precurvar las limas (Canalda, 2007).
5. Se toma una radiografía con la lima en posición (fig. 8.8). En dientes multirradiculares hay que colocar un instrumento en cada canal y efectuar una radiografía con proyección ortorradiaral y otra con distorsión mesial o distal de unos 20 o 30° que permita desproyectar las raíces.

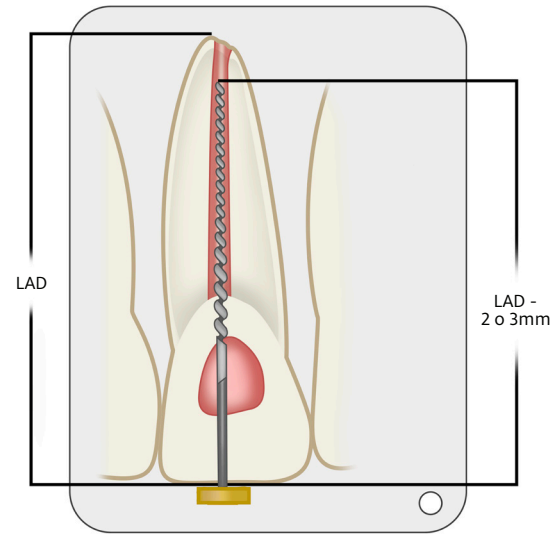


Figura 8.8. Radiografía del diente con el instrumento a LAD - 2 o 3 mm.

6. Luego medimos la distancia entre la punta del instrumento y el ápice radiográfico, y le agregamos o restamos la diferencia a la lima (fig. 8.9A). Así obtenemos la longitud real del diente (LRD) (fig. 8.9B).

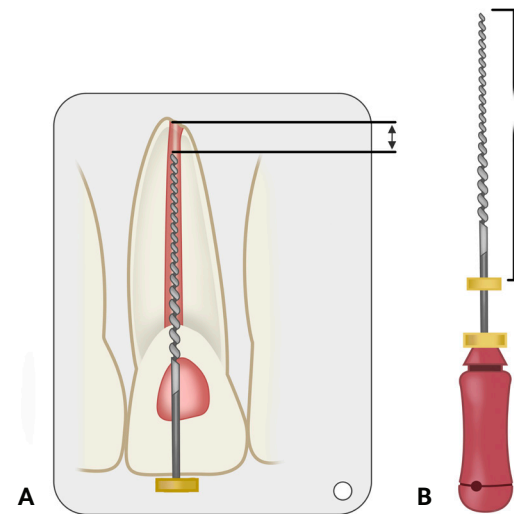


Figura 8.9. A. Medida de la distancia entre la punta del instrumento y el ápice radiográfico. B. Obtención de la longitud real del diente.

7. A la LRD se le restan 0.5 mm en necropulpectomías, 1 mm en biopulpectomías y 2 mm en dientes con reabsorción apical, determinando así la LT.

Esta técnica no es completamente confiable debido a que en las radiografías:

- no es posible observar el foramen apical mayor, que con frecuencia no coincide con el vértice radicular;
- no se logran detectar dilataciones apicales en sentido vestibulolingual o palatino;
- en dientes con reabsorciones apicales no es posible identificar el contorno radicular;
- existe superposición de estructuras, que puede dificultar la visualización adecuada de la zona apical (Soares y Goldberg, 2003);
- la determinación radiográfica también puede estar influenciada por otros factores, como la inclinación de los dientes, la posición de la película, la longitud del cono, las angulaciones verticales y horizontales del cono, y por el procesamiento de las películas (Hassanien, Hashem y Chalfin, 2008).

MÉTODO USANDO TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (CBCT)

El uso de CBCT en la determinación de la longitud de trabajo permite obtener una medición bastante precisa con óptimos resultados, en especial en casos complejos, pero debido a su elevado costo no se realiza en la práctica clínica. Es probable que, en el futuro, la difusión y simplificación de la técnica permita un uso clínico real (Berutti y Gagliani, 2017).

MÉTODO EMPLEANDO LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO (LAE)

Debido a la dificultad que presentan los métodos anteriormente mencionados para determinar la longitud de trabajo, en 1916 Cluster hizo la primera referencia al uso de un aparato electrónico que facilitara su medición. Esta idea fue retomada por Suzuki en 1942. En una investigación *in vivo* con perros en la que Suzuki utilizó corriente directa, descubrió que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa tenía un valor constante de 6.5 ohm. En 1958, como resultado de estudios anteriores, Sunada introdujo un equipo basado en la medida de la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal (Kim y Lee, 2004; Gordon y Chandler, 2004).

Con el concepto de Sunada se fabricaron diversos aparatos que han ido mejorando en exactitud y en la actualidad alcanzan una precisión cercana al 96.5 % (Soares y Goldberg, 2003).

El uso de localizadores apicales electrónicos es la técnica más utilizada actualmente, ya que permite detectar la zona que se encuentra entre el foramen apical mayor y el foramen apical menor. La proyección de estos aparatos a futuro es que logren determinar la ubicación precisa de la constricción apical.

Para comprender el funcionamiento del LAE, debemos aclarar algunos conceptos fisicomecánicos básicos.

• **Corriente eléctrica:** movimiento de electrones por un conductor.

Hay dos tipos de corriente:

- Continua (o directa): el sentido en que se mueven los electrones es siempre el mismo. Es una cantidad fija de corriente por unidad de tiempo.
- Alterna: el sentido en que se mueven los electrones va cambiando. Es una cantidad de corriente que varía por unidad de tiempo (Kim y Lee, 2004).

• **Resistencia:** es la oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente y que se mide en ohm. Sunada determinó que la resistencia es constante: 6.5 ohm entre el ligamento periodontal y la mucosa bucal.

• **Impedancia:** oposición al paso de la corriente alterna. En un circuito que tiene condensadores y resistencias, la cantidad total de oposición a una corriente alterna se llama impedancia.

• **Conductividad:** es la propiedad de los materiales que cuantifica la facilidad con que las cargas pueden moverse cuando un material es sometido a un campo eléctrico.

• **Resistividad:** es el grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos, lo que da una idea de lo buen o mal conductor que es un material o tejido. Un valor alto de resistividad significa que es un mal conductor y un valor bajo de resistividad significa que conduce la corriente.

• **Conductores:** permiten el paso de la corriente fácilmente por ellos. Su valor de resistividad es bajo.

• **Aislantes:** no permiten fácilmente el paso de la corriente. No conducen la electricidad. Los aislantes no pueden conducir la corriente eléctrica porque sus electrones están firmemente ligados a sus átomos. Su valor de resistividad es alto.

• **Dieléctrico:** es un material mal conductor de electricidad, por lo que puede ser utilizado como aislante eléctrico. Si bien es un mal conductor (impide el paso), no necesariamente es un aislante.

• **Condensador:** son dos placas que conducen la electricidad, separadas por un aislante parcial (dieléctrico), que permite en cierta medida el paso de la corriente.

Ahora es necesario que traspasemos los conceptos fisicomecánicos mencionados a las estructuras del diente, comprendiendo que algunas estructuras van a actuar de distinta manera al paso de la corriente eléctrica emitida por el localizador apical electrónico.

• **Tejidos aislantes:** dentina, cemento, tejido óseo (fig. 8.10).

• **Conductores:** mucosa, periodonto y lima (fig. 8.10).

• **Componentes resistivos intracanal:** fluido biológico, solución de irrigación, limalla dentinaria, tejido pulpar (fig. 8.10). Estos impiden en cierta medida el paso de la corriente y dificultan la medición de longitud a medida que vamos bajando hacia la zona apical del canal (fig. 8.10) (Kim y Lee, 2004; Gordon y Chandler, 2004).

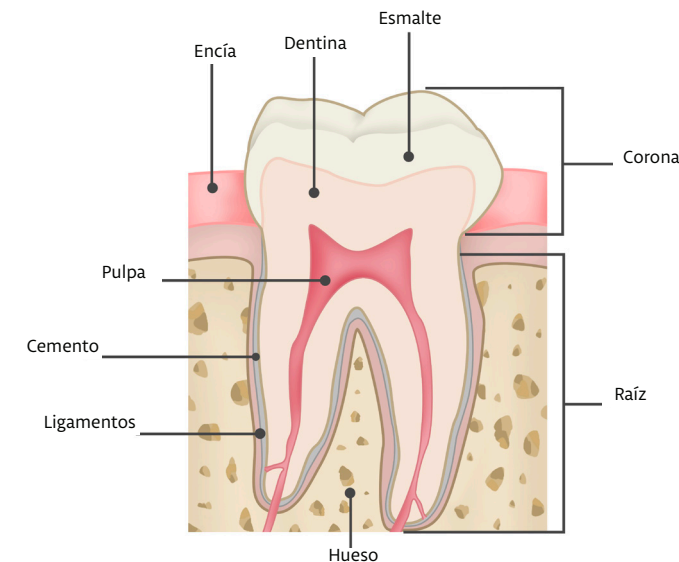


Figura 8.10. Estructuras morfológicas del diente y su entorno que influyen en el funcionamiento de los localizadores apicales electrónicos.

• **Condensador:** si unimos el diente con el LAE a través de la lima obtenemos un condensador, o sea, dos placas que conducen la electricidad, separadas por un dieléctrico. De la siguiente manera:

- Placa 1: instrumento unido al LAE.
- Placa 2: periodonto.
- Dieléctricos: los encontramos entre las dos placas. Corresponden a dentina, cemento, limalla dentinaria, fluidos biológicos, tejidos pulpares y solución de irrigación (Kim y Lee, 2004).

MECANISMO DE ACCIÓN DEL LAE

A medida que introducimos la lima hacia la zona apical del canal, los tejidos aislantes van disminuyendo en grosor y la lima encuentra menos resistencia de los dieléctricos y los tejidos aislantes (fig. 8.11). Esto se debe a que el canal se hace más estrecho, por lo que todos los componentes que oponen resistencia también disminuyen (Soares y Goldberg, 2003; Kim y Lee, 2004).



Figura 8.11. Dinámica de funcionamiento del localizador apical electrónico Rayplex 6 de VDW. Podemos observar cómo a medida que llevamos la lima a la zona apical del canal, este LAE nos muestra el avance del instrumento de manera gráfica empleando la imagen de la izquierda de la pantalla y un zoom de la zona apical correspondiente a la imagen de la derecha. En esta última podemos observar distintos colores y líneas que indican la ubicación aproximada del instrumento en el canal.

Cuando llegamos a la constricción apical, alcanzamos la zona de menor diámetro del canal, donde estamos en contacto con el periodonto, lo que se cierra el circuito (fig. 8.12).



Figura 8.12. Este equipo muestra el cierre del circuito con la última línea roja, indicando que la lima se encuentra en contacto con el periodonto.

Si seguimos avanzando más hacia la zona apical con la lima, traspasaremos la constricción apical y el contacto con el periodonto será mayor. Esto es advertido por el localizador emitiendo un ruido agudo y continuo y/o señalando «Apex» o un punto rojo en su pantalla. Esta advertencia nos indica que debemos detenernos y retroceder llevando la lima hacia una porción más coronal del canal (fig. 8.13).



Figura 8.13. Una vez traspasada la constricción apical este LAE nos indicará un mayor contacto con el periodonto mostrando un círculo rojo en la imagen de la derecha.

CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS

Resulta interesante revisar brevemente la historia de los LAE a través de su clasificación, para darnos cuenta de su evolución en el tiempo.

Primera generación

En los años sesenta surgieron los primeros localizadores. Estos trabajaban con corriente continua, pero el canal debía estar seco y conformado para su uso. Ofrecían determinaciones erróneas cuando los canales estaban llenos de irrigantes, sangre, restos pulpares o pus. Se debían calibrar y provocaban mucho dolor en el proceso (Gordon y Chandler, 2004).

Segunda generación

A final de los años ochenta aparecen los LAE con el principio de impedancia y la corriente continua es reemplazada por la alterna. Medían en una sola frecuencia (determinada en ohm). En el canal debía existir un medio líquido no iónico (sangre, saliva o agua destilada) para su medición. No podía haber hipoclorito, ya que daba lecturas erróneas (Gordon y Chandler, 2004).

Tercera generación

Surgieron a comienzos de los años noventa, trabajan con el paso de corrientes de distintas frecuencias y no necesitan calibrarse. Para que estos sistemas funcionen precisan de la existencia de soluciones en el interior del canal, sin excluir a los irrigantes como el hipoclorito de sodio (Gordon y Chandler, 2004).

Cuarta generación

Los más nuevos usan frecuencias múltiples con microprocesadores pero siguen basándose en el principio de impedancia, y se caracterizan por su mayor exactitud.

Existen versiones modernas incorporadas a los motores endodónticos que permiten ir monitoreando la LT a medida que se conforma el canal (Gordon y Chandler, 2004).

El LAE consta básicamente de cuatro partes:

- a) el clip labial (fig. 8.14A);
- b) el clip para la lima o electrodo (fig. 8.14B);
- c) el equipo propiamente tal, con una pantalla o sistema que permite visualizar el avance de la lima (fig. 8.14C);
- d) un cable que conecta estas tres partes (fig. 8.14D).

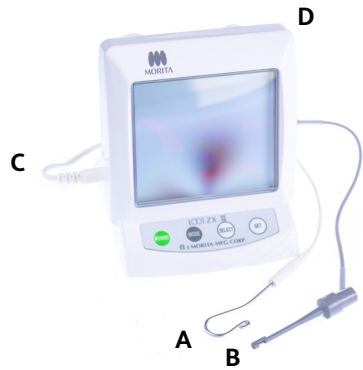


Figura 8.14. Componentes de los localizadores apicales electrónicos. **A.** Clip labial. **B.** Clip para el instrumento. **C.** Cable que conecta las tres partes. **D.** Equipo propiamente tal.

PASOS PARA LA UTILIZACIÓN DEL LOCALIZADOR DE ÁPICE

El uso de localizadores apicales electrónicos de última generación permite una aceptable determinación de la longitud de trabajo con una alta fiabilidad y reproducibilidad de los resultados. Para esto, se requieren un correcto aprendizaje y seguir una serie de pasos que veremos a continuación.

1. Preparar el tercio cervical del canal y en algunos casos el medio. Es importante eliminar precozmente todas las interferencias coronales, de manera que la lima pueda ser colocada al interior del canal en la forma más rectilínea posible, logrando así una medición inicial de la longitud más precisa (Berutti y Gagliani, 2017).
2. Irrigar la cámara pulpar y el canal a medir.
3. Secar la cámara pulpar y la entrada del canal radicular.
4. Colgar el clip o gancho metálico en el labio del paciente sin contactar metales.
5. Colocar la lima en el canal radicular, de preferencia una lima delgada # 10 o # 15 (en canales de diámetro mayor, usar una lima de mayor calibre; la lima debe ajustarse a las paredes apicales del canal, pero no quedar apretada).
6. Colocar el electrodo del cable en el vástago metálico de la lima.
7. Encender el localizador.
8. Llevar la lima suavemente hacia la zona apical del canal y al mismo tiempo observar la pantalla hasta que la línea de barras llegue al indicador de «Apex», «O.O» o línea roja (dependiendo del modelo de LAE). Ajustamos el tope de goma de la lima al punto de referencia determinado y retiramos el electrodo de la lima.

9. Quitar el clip del labio del paciente.

10. Retirar con mucho cuidado la lima del canal radicular con movimientos de Roane y medir la longitud con la regla milimétrica. De esta manera dejamos establecida la longitud de trabajo.

11. Llevamos la lima al canal, a la longitud determinada por el equipo, preocupándonos de que el tope de goma contacte con la referencia establecida, y realizamos una verificación radiográfica o conductometría.

La conductometría se debe tomar con una lima de calibre # 15 como mínimo, que nos permita observar el instrumento en la radiografía. Este procedimiento es imprescindible (Canalda, 2007), ya que, además de confirmar visualmente la longitud de trabajo, revela la morfología interna del diente siguiendo la línea de las curvaturas recorridas por el instrumento colocado en el canal. Asimismo, la posición anómala del instrumento con respecto a la anatomía del canal permite señalar la presencia de un canal accesorio o una bifurcación en el tercio apical (Berutti y Gagliani, 2017).

RECOMENDACIONES PARA UNA CORRECTA MEDICIÓN CON LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO

- El diente debe estar aislado. Si existe una comunicación del diente con la cavidad bucal, dará mediciones erróneas.
- La lima y el clip no deben tocar restauraciones metálicas, ya que esto puede conducir a lecturas erráticas.
- La cámara pulpar siempre debe estar seca y los canales húmedos para evitar falsos positivos.
- Confiar en el equipo, para lo cual se deben leer las instrucciones de uso indicadas por el fabricante.
- En raíces muy largas, secar el tercio coronario (especialmente caninos y raíces palatinas de molares superiores).
- En reabsorciones apicales, usar una lima de mayor calibre que permita el contacto con las paredes del canal a nivel apical.
- Ante lecturas erráticas, probar con otro equipo.
- Estos dispositivos son útiles para localizar fracturas radiculares o perforaciones, porque frente a ellas se comportan igual que si contactaran con tejido del periodonto apical marcando «Apex».
- Chequear la longitud de trabajo durante todo el tratamiento, porque con las técnicas de instrumentación coronoapicales podría ir disminuyendo nuestra LT, sobre todo con técnicas de instrumentación mecanizadas.
- Corroborar siempre con radiografías la medida indicada por el localizador.
- Al marcar «O.O» significa que estamos dentro del canal, pero cerca del periodonto. Algunos recomiendan restarle a la medida obtenida 0.5 mm, pero esto no significa que así estaremos en la constricción apical. La decisión de restar o no milímetros dependerá de una serie de parámetros clínicos, como el diagnóstico previo del diente y la edad del paciente.
- El equipo debe estar con un nivel de batería apropiado. Bajos niveles de batería pueden llevarnos a lecturas erróneas.
- La lectura del localizador en dientes tratados endodónticamente puede ser poco clara, ya que en estos casos la gutapercha actuará como un aislante más.
- En anatomías apicales complejas puede ser más difícil la lectura.
- Los fabricantes no recomiendan el uso de localizadores electrónicos apicales en pacientes portadores de marcapasos.
- En dientes permanentes jóvenes, con ápices no formados, suelen dar resultados erróneos (Canalda, 2007).

Es necesario recordar que, para lograr un tratamiento exitoso, no debemos saltarnos ningún paso, y una correcta obtención de la longitud de trabajo no es la excepción. Por eso, hay que utilizar de manera adecuada el LAE, teniendo siempre presente la anatomía del tercio apical, que es nuestra área de trabajo durante esta etapa.

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Betancourt, P., Matus, D., Muñoz, J., Navarro, P. y Hernández, S. (2019) Accuracy of Four Electronic Apex Locators During Root Canal Length Determination. *International Journal of Odontostomatology*, 13(3), 287-291.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Dummer, P. M., McGinn, J. y Rees, D. (1984). The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *International Endodontic Journal*, 17(4), 192-198.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Gordon, M. P. J. y Chandler, N. P. (2004). Electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 37(7), 425-437.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Hassanien, E., Hashem, A. y Chalfin, H. (2008). Histomorphometric Study of the root apex of mandibular premolar teeth: An attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. *Journal of Endodontics*, 34(4), 408-412.

Kim, E. y Lee, S. J. (2004). Electronic apex locator. *Dental Clinics of North America*, 48(1), 35-54.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Ricucci, D. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part I. Literature review. *International Endodontic Journal*, 31(6), 384-393.

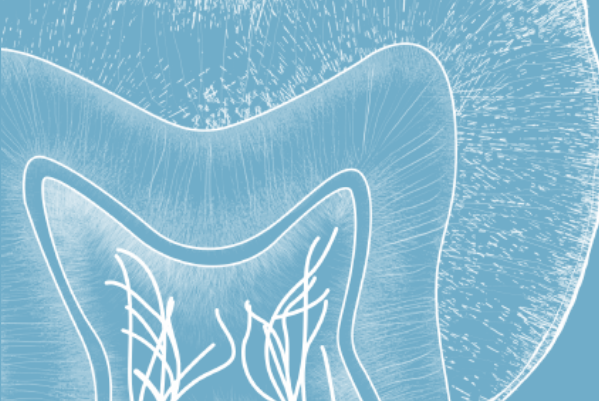
Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Seltzer, S. (1979). Capítulo 1. El ápice radicular. En *Endodoncia. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodónticos* (1.ª edición) (pp. 1-32). Editorial Mundi.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.

Wu, M. K., Wesselink, P. R. y Walton, R. (2000). Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 89(1), 99-103.



Preparación de los canales radiculares

Daniela Matus Rosas

La preparación de los canales radiculares es un proceso dinámico, que por razones pedagógicas puede ser dividido en las etapas que se describen a continuación.

1. EXPLORACIÓN O CATETERISMO DEL CANAL RADICULAR

Antes de comenzar el proceso de instrumentación es necesario conocer el canal. La idea de su anatomía estará dada por lo que vemos en las radiografías previas y nuestros conocimientos de anatomía dentaria, lo que muchas veces es subjetivo e impreciso. Es por ello que con una exploración previa sabremos el número, dirección y calibre de los canales, así como la posibilidad de acceder al tercio apical.

Para explorar el canal se recomienda el uso de instrumentos de sección triangular como limas K Flexofile, ya que se deslizan con mayor facilidad al interior del canal. El instrumento debe ser fino, # 15 o # 20 en canales amplios y #6, # 8 o # 10 en atrésicos.

Como al momento de la exploración desconocemos la longitud real del diente (LRD), debemos trabajar con una longitud de trabajo de exploración hipotética (LTEx), la que se obtiene:

1. Determinando la longitud aparente del diente (LAD). Observamos la Rx. inicial en el negatoscopio y medimos el diente desde una referencia coronal hasta el ápice radiográfico (fig. 9.1).

La terapia endodóntica implica el tratamiento de dientes con pulpas vitales y necróticas con el objetivo de que sean preservados en la boca, manteniendo su función y estética. Aunque el tratamiento de endodoncia exitoso depende de muchos factores, uno de los pasos más importantes corresponde a la preparación quimiomecánica del sistema de canales radiculares (Hülsmann, Peters y Dummer, 2005). Esta se realiza luego de terminadas las etapas de acceso, limpieza de la cámara pulpar y localización de los canales (Soares y Goldberg, 2003).

Durante esta fase, se realiza un conjunto de procedimientos mecánicos (usando instrumentos endodónticos) y químicos (irrigantes), que tienen como objetivo limpiar, conformar y desinfectar el sistema de canales radiculares, permitiendo que las etapas posteriores de la endodoncia se logren de manera efectiva.

Como el uso mecánico de los instrumentos se acompaña durante toda la acción con el efecto químico de los irrigantes de manera sinérgica, conocemos en la actualidad esta fase como preparación quimiomecánica (PQM). Por razones didácticas, en este manual se tratará aquí la preparación mecánica de los canales radiculares y en un capítulo distinto las soluciones irrigadoras.

La diferencia en la preparación quimiomecánica entre una biopulpectomía y una necropulpectomía radica en que en la primera se busca la remoción del tejido orgánico y la creación de condiciones morfológicas y dimensionales que permitan la obturación del sistema de canales radiculares, mientras que en el caso de la necropulpectomía, además de remover restos tisulares, y dar forma y dimensiones, es fundamental eliminar o reducir la cantidad de microorganismos presentes en los canales (tabla 1.1)(Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Esta dificultad incidirá en que el porcentaje de éxito sea menor que en la biopulpectomía.

Objetivos de la PQM en biopulpectomías	Objetivos de la PQM en necropulpectomías
Limpiar Conformar	Limpiar Conformar Desinfectar

Tabla 9.1. Objetivos de la preparación quimiomecánica en biopulpectomías y necropulpectomías.

La sola instrumentación o modelado del canal no es suficiente para obtener una adecuada limpieza; por mucho que hayan evolucionado en la actualidad los instrumentos, no logran entrar en contacto con todas las paredes del canal. Sin embargo, sin una correcta preparación los irrigantes tendrán una mayor dificultad para alcanzar el tercio apical, determinando una limpieza y desinfección insuficientes (Berutti y Gagliani, 2017).

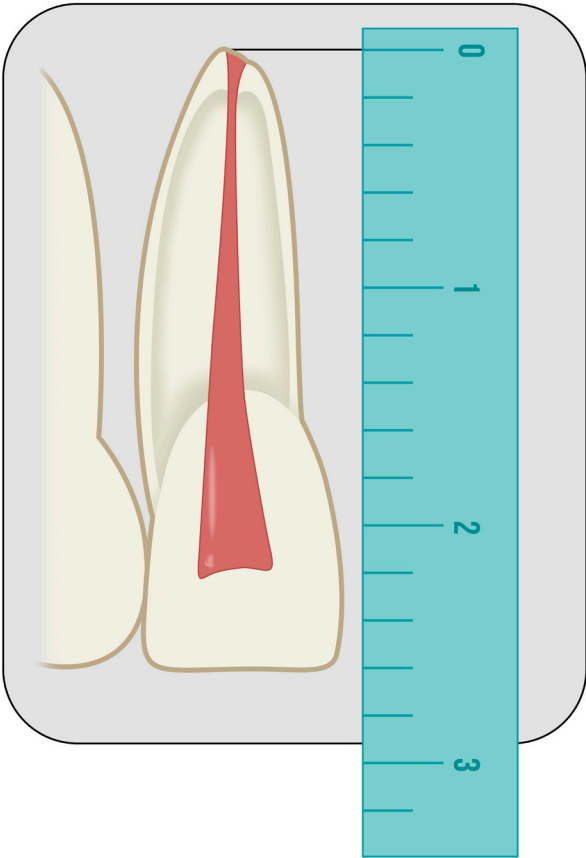


Figura 9.1. Método para determinar la longitud aparente de un diente (LAD).

2. Considerando la longitud media del diente a tratar (LMD), sobre la base de medidas estándar como las que se muestran en la siguiente tabla (tabla 9.2):

Maxilar superior		
Diente	Raíces y canales	Longitud promedio
Incisivo central	1 raíz / 1 canal	23 mm
Incisivo lateral	1 raíz / 1 canal Raíz frecuentemente curvada a distal y palatino	22 mm
Canino	1 raíz / 1 canal Raíz frecuentemente curvada a distal y palatino	26.5 mm
Primer premolar	2 raíces (V y P) / 2 canales (V y P) Pueden ser 3: 2 canales vestibulares y 1 canal palatino	21 mm
Segundo premolar	1 raíz / 1 o 2 canales	21.5 mm
Primer molar	3 raíces Raíz palatina: 1 canal Raíz mesial: 1 o 2 canales Raíz distal: 1 canal	22 mm 20 mm 20 mm
Segundo molar	3 raíces Raíz palatina: 1 canal Raíz mesial: 1 canal Raíz distal: 1 canal Tendencia a la convergencia de las raíces	20.5 mm 20 mm 20 mm

Tabla 9.2. Número de raíces, canales y longitudes promedio en dientes del maxilar.

Mandíbula		
Diente	Raíces y canales	Longitud promedio
Incisivo central	1 raíz / 1 o 2 canales	21mm
Incisivo lateral	1 raíz / 1 o 2 canales	22 mm
Canino	1 raíz / 1 o 2 canales	22.5 mm
Primer premolar	7 1 raíz 1 canal Tendencia a la bifurcación e incluso a la trifurcación	21 mm
Segundo premolar	1 raíz / 1 o 2 canales Tendencia a la bifurcación	21 mm
Primer molar	2 raíces (M y D) Raíz mesial: 2 canales Raíz distal: 1 o 2 canales	21 mm
Segundo molar	2 raíces (M y D) Raíz mesial: 2 canales Raíz distal: 1 canal	20 mm

Tabla 9.3. Número de raíces, canales y longitudes promedio en dientes de la mandíbula.

3. Usando los valores mencionados y la siguiente fórmula, obtenemos la longitud aproximada del diente.

Longitud aproximada = $\frac{LAD + LMD}{2}$

Como estamos trabajando con datos imprecisos, la longitud de exploración se obtendrá restándole 3 mm a la longitud aproximada obtenida.

LTEX = $\frac{LAD + LMD}{2}$ - 3mm

No debemos olvidar que antes de llevar el instrumento al canal este debe ser precurvado discretamente en su tercio final (fig. 9.2A, B). Este cambio trae resultados prácticos, ya que permite superar pequeños obstáculos situados en las paredes del canal, de manera que el instrumento penetre con mayor facilidad en canales curvos (Soares y Goldberg, 2003).

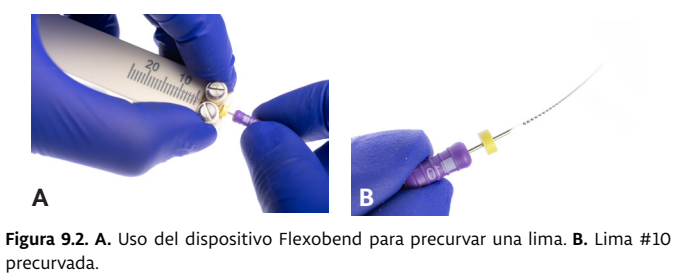


Figura 9.2. A. Uso del dispositivo Flexobend para precurvar una lima. B. Lima #10 precurvada.

Para curvar un instrumento es posible valerse de la presión digital, con los dedos protegidos con una gasa estéril, o de dispositivos diseñados para este fin, como el Flexobend (fig. 9.2A), evitando tocar las limas con los guantes. La curvatura lograda debe ser gradual y no angulada (fig. 9.2B).

Una vez establecida la longitud de exploración y preparado el instrumento con su tope de goma a la medida, se toma la lima seleccionada con los dedos índice y pulgar, llevándola a la entrada del canal. Con movimientos oscilatorios minúsculos (horarios y antihorarios) y presionando ligeramente hacia la región apical el instrumento exploratorio se introduce con lentitud en el canal (fig. 9.3A) (Leonardo, 2005). Se recomienda tener un punto de apoyo con el dedo medio en el diente vecino.

Cuanto más fino sea el canal, más difícil será la exploración y nos indicará el grado de dificultad al que nos enfrentaremos al realizar la preparación quimiomecánica. La exploración concluye cuando el tope de goma situado a la longitud exploratoria alcanza la referencia coronaria seleccionada (fig. 9.3B) (Soares y Goldberg, 2003).

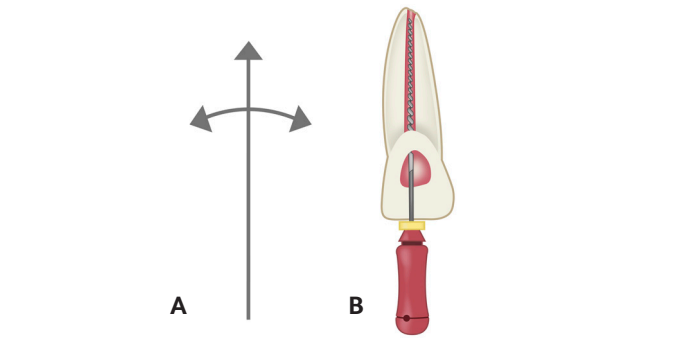


Figura 9.3. Exploración de un canal. A. Movimiento de exploración. B. Exploración finalizada, tope de goma tocando la referencia coronal.

Durante la exploración el instrumento jamás debe forzarse.

Esta etapa está contraindicada en dientes con necropulpectomía, pues la penetración de un instrumento exploratorio puede funcionar como émbolo, empujando el contenido séptico hacia la región apical y originando reagudizaciones posoperatorias o flare up. Para estos casos se indica una técnica de descontaminación progresiva, que revisaremos más adelante.

2. LONGITUD DE TRABAJO

La determinación correcta de la longitud de trabajo tiene por objetivo asegurar que los procedimientos endodónticos se realicen dentro de los límites del canal radicular. Se define como la distancia desde un punto de referencia de la corona hasta el punto en que la preparación y obturación del canal deben terminar (Canalda, 2007). Esta medida en la actualidad se obtiene utilizando localizadores apicales electrónicos (LAE), tema que es abordado en profundidad en el capítulo 8 (fig. 9.4).

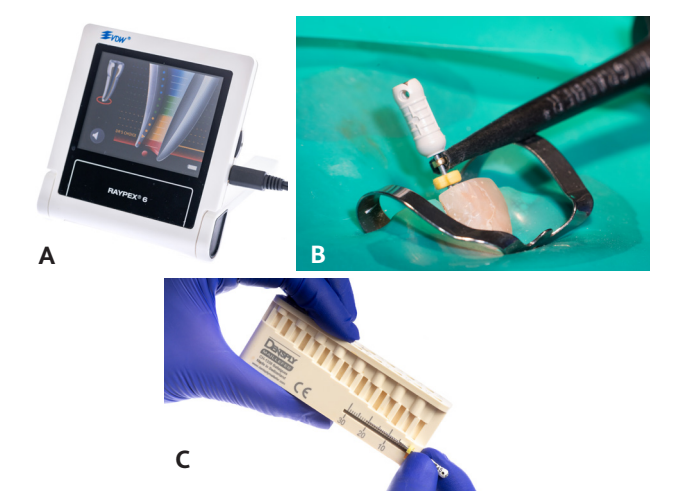


Figura 9.4. Uso de localizador apical electrónico para determinar la longitud de trabajo. A. LAE indicando que se ha cerrado el circuito al mostrar la línea roja. B. Clip de la lima sujeta a la parte inactiva del instrumento, tope de goma tocando la referencia coronaria. C. Se determina la longitud usando una regla de endodoncia para luego corroborar la medida con una Rx de conductometría.

3. LIMPIEZA DEL CANAL RADICULAR

La limpieza y desinfección del canal se realiza con la acción simultánea de los instrumentos durante el limado y ensanchamiento, junto con la acción química de los irrigantes.

En biopulpectomías, a medida que se amplían y regularizan las paredes del canal, también se rompe, aplasta y fragmenta la pulpa radicular, cuyos residuos se remueven con la irrigación y aspiración. En los casos de necropulpectomías debemos remover los productos de la descomposición pulpar y reducir además la carga bacteriana (Leonardo, 2005).

Sabemos en la actualidad que la instrumentación mecánica tiene una serie de limitaciones dadas por las complejidades anatómicas del sistema de canales radiculares y por las limitaciones propias del instrumental, que es incapaz de acceder a canales laterales y accesorios, ramificaciones, istmos, deltas apicales y a una gran cantidad de otras anomalías (Berutti y Gagliani, 2017; Haapasalo et al., 2014). Es por esto que la limpieza y desinfección se confían en último término a la acción de los irrigantes y a la medicación intracanal (Canalda, 2007).

Además de la acción de limpieza y desinfección, las soluciones irrigantes reducen la fricción entre el instrumento y la dentina durante la preparación del canal, mejorando la efectividad de corte de las limas y reduciendo la temperatura del diente y el instrumento. Este tema será revisado en el capítulo 11.

La acción de limpieza y desinfección se realiza durante todo el proceso de preparación del canal a través de la irrigación y aspiración de soluciones, proceso que se repite entre lima y lima. Nunca se debe instrumentar un canal seco, sino que este debe estar siempre inundado en una solución de irrigación (Leonardo, 2005).

4. CONFORMACIÓN DEL CANAL RADICULAR

La conformación o modelado de los canales radiculares se conoce también con los nombres de preparación o instrumentación, y puede ser realizada con instrumentos manuales, mecanizados o una combinación de ambos.

Schilder estableció una serie de requisitos mecánicos y biológicos que debe cumplir la conformación del canal (tabla 9.3) (Berutti y Gagliani, 2017).

Requisitos mecánicos según Schilder	Requisitos biológicos según Schilder
• Mantener la anatomía original del canal. • Desarrollar un modelado con conicidad continua. • Crear una preparación más pequeña apicalmente que permita una contención a ese nivel, facilitando la posterior obturación. • Mantener la forma y dimensión del foramen apical mayor, utilizando instrumentos de tamaño paulatinamente mayores, y efectuando continuamente una apropiada precurvatura de los instrumentos.	• Mantener la instrumentación al interior del canal, evitando modelarlo más allá de su longitud, con la única excepción del uso de la lima de pasaje. • Evitar empujar mecánicamente el smear layer más allá del foramen. Este puede producir inflamación posoperatoria o reagudización de la infección. • Durante la preparación quimiomecánica, eliminar todo el tejido pulpar para reducir el riesgo de dejar en el interior del canal material infectado o susceptible de colonización bacteriana.

Tabla 9.4. Requisitos mecánicos y biológicos de la conformación del canal según Schilder.

Para ello se han desarrollado distintas técnicas de instrumentación manual que trataremos en este capítulo.

TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN MANUAL

Existen muchas técnicas de instrumentación manual y es posible clasificarlas en dos grandes grupos: técnicas apicocoronales y técnicas coronoapicales.

TÉCNICAS APICOCORONALES

En ellas se inicia la preparación del canal en la zona apical, tras determinar la longitud de trabajo, y luego se va progresando hacia la región coronal.

A. Técnica seriada de Schilder

Es una técnica clásica recomendada solo para canales amplios y rectos. Consiste en el uso secuencial de instrumentos manuales precurvados, cada vez de mayor diámetro (escariadores o limas K) a longitud de

trabajo, llegando como mínimo a un calibre # 35 (fig. 9.5). Es importante la irrigación profusa entre limas y una recapitulación constante para mantener permeable el canal (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

Algunas de las desventajas de esta técnica son que tiende a deformar los canales haciéndolos rectos; empaqueta el *smear layer*; facilita la realización de escalones, zip y/o perforaciones, y no se logra una preparación troncocónica, ya que el canal queda preparado con la forma del último instrumento utilizado.



Figura 9.5. Técnica seriada de Schilder.

B. Técnica *step back*

Descrita por Clem en 1969, también conocida como técnica telescópica o escalonada, está indicada para la conformación de canales curvos. Permite mantener un diámetro apical del canal de escaso calibre, creando una conicidad sufici ente para conseguir la limpieza, desinfección y posterior obturación del canal sin deformar en exceso la anatomía original.

La conformación del canal con esta técnica se desarrolla en dos fases:

1. La primera, que tiene por objetivo conformar la porción apical del canal y formar un *stop* apical. Se inicia explorando con una lima K precurvada de escaso calibre. Luego se determina la longitud de trabajo y se comienza la instrumentación, llevando los instrumentos de manera secuencial hasta la primera lima, que se ajusta a la constricción apical, llamada lima inicial apical (LIA). El canal se ensancha 3-4 calibres desde la LIA, determinando así la lima maestra (LM), que corresponde a la última lima en preparar el tercio apical del canal (fig. 9.6A).
2. La segunda tiene por fin modelar los tercios medio y cervical (Soares y Goldberg, 2003).

La parte media del canal se instrumenta con limas de calibre progresivamente superiores, ajustando el tope de silicona 1 mm más corto. Si la curvatura es muy pronunciada, se pueden utilizar limas de calibres intermedios y efectuar retrocesos menores a 0.5 mm. En el paso de cada nueva lima, se recapitulará con la LM a la longitud de trabajo para mantener la permeabilidad apical del canal (fig. 9.6B).

Las zonas más coroneales del canal se pueden ensanchar aún más con limas H o con fresas Gates Glidden 1, 2 y 3 (Canalda, 2007).

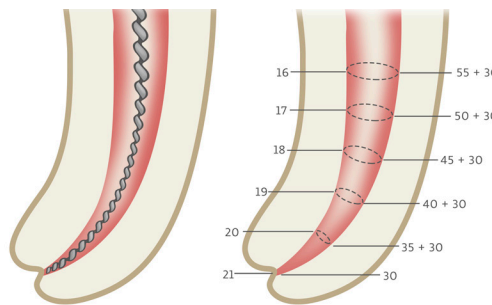


Figura 9.6. Técnica *step back*. A. Lima inicial apical (LIA). B. Resumen de la técnica empleando una lima maestra (LM) #30 a 21 mm.

En este ejemplo, la LIA corresponde a calibre # 15, LM # 30, LT: 21 mm. Para preparar el tercio medio (fig. 9.6B):

- restar 1 mm a la lima # 35 y se repasa con la lima # 30;
- restar 2 mm a la lima # 40 y se repasa con la lima # 30;
- restar 3 mm a la lima # 45 y se repasa con la lima # 30;
- restar 4 mm a la lima # 50 y se repasa con la lima # 30;
- restar 5 mm a la lima # 55 y se repasa con la lima # 30.

C. Técnica anticurvatura

Fue descrita por Abou-Rass, Frank y Glick en 1980. Tiene como objetivo disminuir el riesgo de adelgazamiento y perforación de la pared convexa de los canales curvos, especialmente en las raíces mesiales de molares inferiores.

Consiste en apoyar la lima solo sobre las paredes opuestas a la curvatura del canal, con lo que se disminuye considerablemente el riesgo de perforaciones y se facilita el acceso al tercio apical, sin deformación de la porción terminal (fig. 9.7). La técnica se complementa en los tercios coronal y medio con el uso de fresas Gates Glidden (utilizando los números 2 y 3) o limas H de # 50-60 previo a la fase final de limpieza.

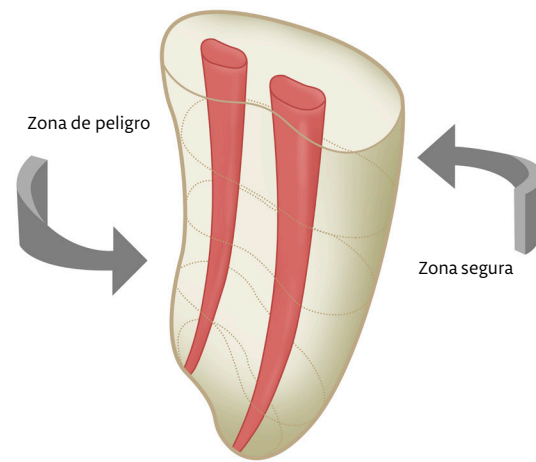


Figura 9.7. Técnica anticurvatura.

Weine aconseja que el uso de fresas Gates Glidden sea con precaución, sobre todo en canales finos y curvos. Se recomienda limitar su acción al tercio cervical del canal, procurando que actúen durante el movimiento de salida y de forma circunferencial (Canalda, 2007).

TÉCNICAS CORONOAPICALES

En estas técnicas se preparan al principio las zonas coronal y media del canal, posponiendo la determinación de la longitud de trabajo, para ir progresando en la instrumentación hasta alcanzar la constricción apical.

Tienen una serie de ventajas en comparación con las técnicas apicocoronales:

1. Disminuyen la extrusión de bacterias y restos hísticos a los tejidos apicales (descontaminación progresiva del canal).
2. Permiten que las limas alcancen la zona apical del canal sin interferencias, reduciendo la formación de escalones, transportes y la fractura de instrumentos debido a una disminución en la tensión de las limas dentro del canal, contribuyendo a un posoperatorio asintomático y favoreciendo la reparación (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

3. Favorecen la irrigación de la zona apical del canal desde el comienzo de la instrumentación, ya que se aumenta su luz, lo que permite que las agujas de irrigación vayan avanzando hacia la región apical. Además, favorecen el reflujo de la sustancia química, lo que permite la remoción del contenido dentro del canal (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

4. Facilitan la determinación de la longitud de trabajo, manteniéndola estable durante la PQM.

5. Facilitan la inserción de medicamentos intracanal y las maniobras de obturación (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991). Ya que permiten introducir a mayor profundidad los espaciadores, logrando una obturación más hermética con la técnica de condensación lateral en frío.

6. Posibilitan un mejor manejo de la curvatura apical debido a su acceso más directo, facilitando su preparación (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

A. Técnica *step down*

Se permeabiliza la entrada del canal con una lima # 20 y luego se inicia la preparación del tercio coronal y medio con fresas Gates Glidden en orden 4, 3, 2 y 1. Cada fresa se introduce en el canal hasta encontrar cierta resistencia (a medida que disminuimos el número del trépano irán entrando más apical). Posteriormente se alisan las paredes con limas H en calibres del # 15 al # 35. Se determina la longitud de trabajo y se prepara la zona apical del canal con limas K hasta una lima maestra # 25 o # 30 de manera secuencial. Para dar continuidad a la preparación, se instrumenta la zona del canal que queda entre las ya preparadas en la fase anterior mediante limas K en retrocesos progresivos, usando la técnica *step back* (fig. 9.8) (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

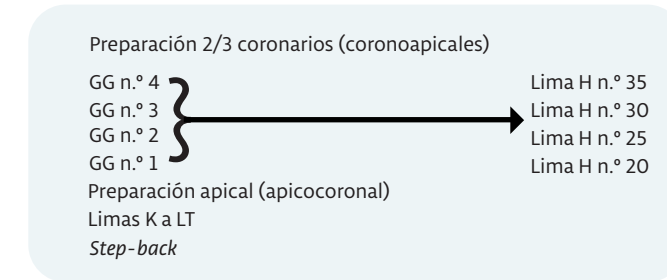


Figura 9.8. Resumen de la técnica *step down*.

B. Técnica *crown down* sin presión

Fue propuesta por Marshall y Pappin, y evaluada por Morgan y Montgomery (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991). Se inicia la instrumentación con una lima K calibre # 35, girándola de modo pasivo, sin presión hacia la zona apical hasta encontrar resistencia. Se realiza una radiografía periapical para comprobar si la resistencia se debe al estrechamiento del canal o a una curvatura. Cuando la lima # 35 se encuentra holgada en el canal se utilizan taladros Gates Glidden número 2 y 3 sin presión hacia zona apical, para ensanchar el acceso radicular. Luego se continúa con una lima calibre # 30, girándola en sentido horario dos veces y repitiendo el procedimiento con una lima de calibre inferior hasta acercarse a la zona apical. Entonces se realiza una radiografía con la lima en el canal y se establece la longitud de trabajo provisional. Se continúa progresando con limas cada vez más finas, # 15 o # 10, hasta suponer que se ha alcanzado la constricción apical. Se determina la longitud de trabajo verdadera.

Si hemos llegado, por ejemplo, hasta un calibre # 10, se repite la secuencia iniciándola con una lima calibre # 40, con lo que en la zona de la constricción puede alcanzarse probablemente un diámetro 15. Se vuelve a repetir la secuencia, empezando con un calibre # 45, con lo que se alcanzará un calibre apical de # 20 o 25 (fig. 9.9) (Canalda, 2007).

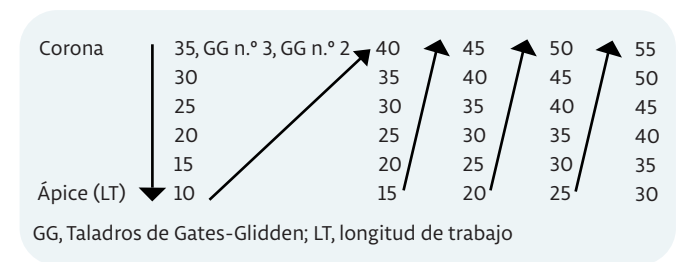


Figura 9.9. Resumen de la técnica *crown down* sin presión.

C. Técnica de fuerzas equilibradas, fuerzas balanceadas o de Roane

Fue descrita por Roane y sus colaboradores en 1985. Introduce el concepto de fuerzas equilibradas para la instrumentación de canales radiculares, según el cual la instrumentación de canales curvos se debe efectuar con movimientos de rotación horaria y antihoraria de las limas. Para ello se basa en estudios físicos sobre las fuerzas que ejerce la lima sobre la pared del canal y viceversa, teniendo en cuenta su curvatura. De ellos se concluye que para evitar una deformación del canal o transporte apical hay que rotar las limas en lugar de usar la impulsión y tracción (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991).

Se inicia la preparación creando una cavidad de acceso radicular con limas K y fresas Gates Glidden. La técnica de fuerzas equilibradas propiamente dicha consta de tres fases:

1. Movimiento de avance: se introduce una lima K con punta inactiva y se efectúa un giro horario de 45° (movimiento de avance) con una presión apical suave de magnitud variable en función de la curvatura del canal (fig. 9.10A).
2. Movimiento de corte: se produce el corte de la dentina, el que se realiza mediante un giro de la lima en sentido antihorario, con una cierta presión hacia apical y una magnitud no inferior a 120° (fig. 9.10B).
3. En la última fase de limpieza se retira el instrumento efectuando uno o dos giros completos de la lima en sentido horario para extraer las virutas de dentina generadas y alojadas entre las espiras, seguidos de una irrigación (fig. 9.10C).

La secuencia se repite con limas de mayor calibre a igual o menor LT, de acuerdo con el tamaño original del canal. Se sugiere no alcanzar calibres superiores a # 30 o # 35 en canales curvos (Canalda, 2007).

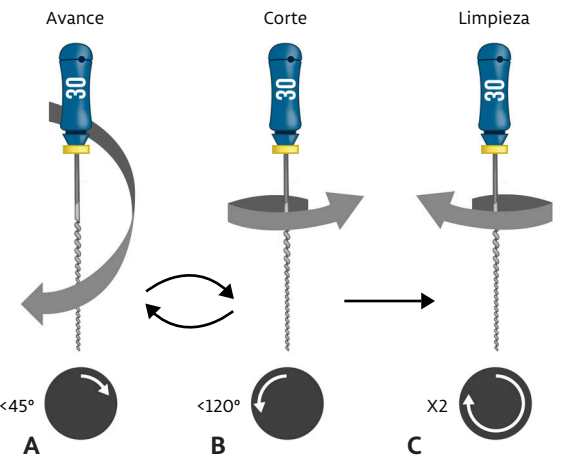


Figura 9.10. Fases de la técnica de fuerzas equilibradas. A. Avance. B. Corte. C. Limpieza.

D. Técnica mixta de la Universidad de La Frontera

Esta técnica la podemos dividir en cinco etapas que detallaremos a continuación.

1. Conformación del tercio coronario: se comienza preparando el tercio cervical del canal radicular, obteniendo así todas las ventajas de una técnica coronoapical. Esta preparación abarca los primeros 3 o 4 mm coronales en un diente de longitud promedio (correspondería a 14 mm desde una referencia coronal).

En canales amplios, incisivos superiores y caninos, es posible usar fresas Gates Glidden 3 y 2, de manera secuencial de mayor a menor tamaño, aumentando la longitud de penetración a medida que disminuimos el número del trépano. Las fresas Gates Glidden deben ser activadas empleando un motor con control de velocidad y torque, y siempre de forma posterior al ensanchamiento con limas manuales para evitar su fractura.

En canales estrechos se recomienda solo el uso de limas manuales K de calibre # 30 o # 35, utilizando la técnica de fuerzas balanceadas de Roane, es decir, girando primero el instrumento 45° en sentido horario y luego 120° en sentido antihorario, con ligera presión apical, hasta que la lima quede ligeramente holgada (fig. 9.11A).

2. Exploración del canal radicular: se realiza con una lima K Flexofile precurvada de calibre # 6, # 8 o # 10 en canales atrésicos y #15 o #20 en canales más amplios (fig. 9.11B). En necropulpectomías, se debe realizar una descontaminación progresiva (tabla 9.5).

3. Determinación de la longitud de trabajo (LT): esta medida la determinamos usando un localizador apical electrónico y corroborando con una radiografía periapical (radiografía de conductometría) (fig. 9.11C).

4. Conformación del tercio apical: la preparación del tercio apical se realiza con limas K Flexofile, llevando los instrumentos a longitud de trabajo de manera secuencial hasta alcanzar la lima maestra (fig. 9.11D).

5. Conformación del tercio medio o remodelación final: esta última etapa tiene como finalidad regularizar las paredes e instrumentar la zona media del canal, que queda entre las ya preparadas en las fases anteriores. Para esto empleamos limas K o H uno o dos calibres más bajos que la lima maestra, llevándola a 3 mm menos que la LT con movimiento de limado circunferencial (apoyando el instrumento por todas las paredes del canal) (fig. 9.11E).

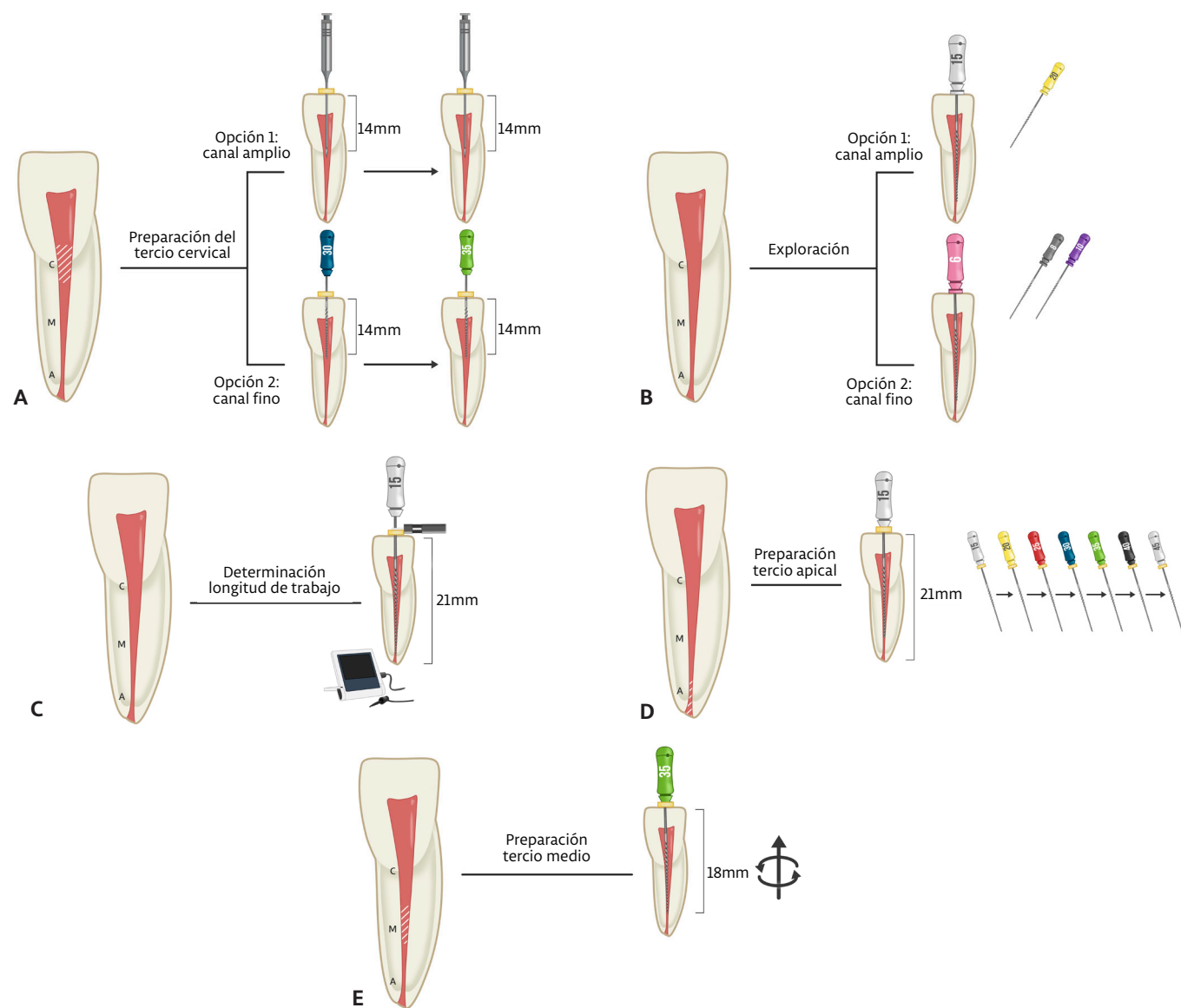


Figura 9.11. Fases de la técnica mixta de la Universidad de La Frontera. **A.** Preparación del tercio cervical del canal. **B.** Exploración del canal radicular. **C.** Determinación de la longitud de trabajo. **D.** Conformación del tercio apical. **E.** Conformación del tercio medio.

Secuencia a considerar en cualquier técnica de instrumentación:

- irrigación;
- instrumentación;
- recapitulación con un instrumento fino, que nos permita mantener permeable el canal;
- aspiración;
- irrigación;
- pasamos al calibre siguiente y repetimos.

NORMAS BÁSICAS DE LA PREPARACIÓN DE CANALES RADICULARES (Canalda, 2007)

1. Antes de iniciar la preparación de canales, se debe establecer una estrategia quirúrgica en función de la anatomía interna del diente que se va a tratar, evaluando la radiografía preoperatoria y otras variables como la patología pulpar, tratamiento previo, apertura bucal y la futura restauración.
2. Se debe preparar una cavidad de acceso radicular como paso inicial a la preparación de canales.
3. Elegir una técnica coronoapical de modo preferente.
4. La zona apical del canal no se prepara hasta finalizar la cavidad de acceso radicular y conocer la longitud de trabajo.
5. La longitud de trabajo se determina antes de iniciar la preparación del tercio apical mediante localizadores apicales electrónicos y radiografías.
6. La instrumentación se llevará a cabo en canales inundados con solución irrigadora.
7. Tras el paso de cada instrumento se debe aspirar e irrigar (recambio de irrigante).
8. Al empezar la instrumentación de la zona apical se utilizarán limas precurvadas de acero inoxidable, ya que la mayoría de los canales presentan alguna curvatura.
9. Usar limas de permeabilización apical de calibre # 8 o # 10, para mantener abierta la luz de la constricción apical sin ensancharla, previniendo la aparición de taponamientos o bloqueos apicales.
10. No hay que ensanchar la constricción apical ni destruirla, ya que se perdería la morfología donde se deberá ajustar el material de obturación.
11. En canales curvos se debe ensanchar lo necesario para conseguir paredes limpias y un calibre suficiente para poder obturarlos. Calibres demasiado elevados favorecen la formación de transporte apical.
12. La zona media de canales curvos no se debe ensanchar en exceso por el peligro de producir perforaciones en su zona cóncava o *stripping*.
13. Hay que seguir la secuencia de los instrumentos, sin omitir calibres.
14. No hay que forzar los instrumentos dentro del canal ni olvidar que estos se deterioran y fatigan, por lo que se aconseja un número limitado de usos.
15. En canales estrechos se debe recapitular, es decir, repetir la secuencia de instrumentos.
16. Una vez alcanzado el calibre apical conveniente, si se desea ensanchar más las zonas coronales para incrementar la conicidad, se debe recapitular con la lima maestra apical, sin olvidar las limas de permeabilización apical.
17. Hay que limpiar los residuos que quedan entre los bordes cortantes de los instrumentos mediante una gasa humedecida o usando el *clean stand*, dispositivo que permite mantener los instrumentos limpios y ordenados durante la preparación de los canales radiculares (fig. 9.12).



Figura 9.12. Clean stand cubierto con gasa estéril y con agua oxigenada en su interior.

18. Las zonas inaccesibles de los canales principales, los canales laterales y los accesorios solo se podrán limpiar mediante soluciones irrigadoras.

19. Considerar el correcto uso de los topes de goma, para esto:

- Los topes deben tener un diámetro adecuado, de manera que toquen la referencia coronaria seleccionada (fig. 9.13A). El empleo repetido de topes sin la adecuada renovación amplía su orificio central dificultando su fijación a la altura escogida, provocando su desplazamiento, lo que modifica la LT (fig. 9.13B).
- El tope debe estar asentado 90° con respecto al eje largo del instrumento; no debe inclinarse. Si el tope se coloca oblicuamente, la longitud de trabajo del instrumento puede variar en hasta 2 mm.
- Deben quedar perpendiculares al mango del instrumento.

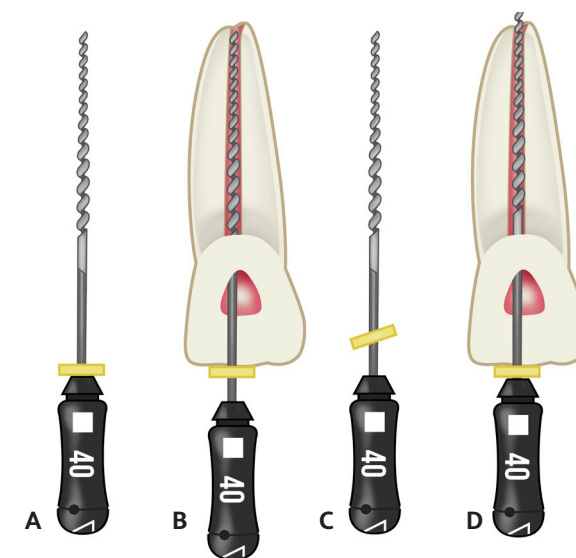


Figura 9.13. Topes de goma. **A.** Tope de goma fijo y perpendicular al vástago del instrumento. **B.** Conformación del canal a una longitud adecuada por un uso adecuado del tope de goma. **C.** Tope de goma en mal estado que provoca su desplazamiento. **D.** Conformación del canal a una menor longitud por el desplazamiento del tope de goma.

CONCEPTOS A CONSIDERAR DURANTE LA PREPARACIÓN QUIMIOMECAÁNICA

• Lima maestra

Corresponde a la última lima que instrumenta toda la longitud del canal determinando su diámetro apical (Roig Cayón, Basilio Monne y Canalda Sahli, 1991). La selección de la lima maestra depende de una serie de condiciones anatómico-fisiológicas, que son particulares para cada caso.

Se debe considerar el diagnóstico previo. Si estamos frente a una biopulpectomía, debemos instrumentar el canal lo suficiente como para remover la pulpa y sus residuos, regularizar las paredes y crear un espacio cónico que nos permita realizar una correcta obturación. Por el contrario, frente a una necropulpectomía el ensanchamiento y el limado tendrán también como finalidad la desinfección, llegando en estos últimos casos a diámetros más amplios (Leonardo, 2005).

Es necesario observar en la radiografía el grado de curvatura de nuestro caso; a mayor curvatura la lima maestra debe ser de menor calibre para evitar modificar con la instrumentación la anatomía original, compensando esta situación con una técnica de irrigación más rigurosa.

Finalmente, debemos conocer el diámetro promedio del diente en el que trabajamos, orientándonos con el estudio de Wu (Wu, Wesselink y Walton, 2000), quien informó los calibres apicales promedio a 1 mm del ápice (o tamaño original) (tabla 9.4).

Es importante que la lima maestra sea de un tamaño adecuado, ya que instrumentar hasta calibres bajos puede ser insuficiente para la limpieza y desinfección (Leonardo, 2005) y, por el contrario, instrumentar en exceso puede alterar innecesariamente la forma del canal, producir desviaciones del trayecto original y debilitar la raíz afectando el pronóstico del diente (fig. 9.14) (Saini et al., 2012; Wu, Wesselink y Walton, 2000).

Diente	Diámetro promedio de canales mandibulares a 1 mm del ápice	Diámetro promedio de canales maxilares a 1 mm del ápice
Incisivo central	0.37 mm	0.34 mm
Incisivo lateral	0.37 mm	0.45 mm
Canino	0.31 mm	0.31 mm
Premolar	0.35 mm	0.37 mm
Molar	MV: 0.40 mm ML: 0.39 mm D: 0.46mm	MV1 y MV2: 0.19 mm DV: 0.22 mm P: 0.33 mm

Tabla 9.5. Diámetro de los canales a un milímetro del ápice en dientes del maxilar y mandíbula.



Figura 9.14. Preparación excesiva de los canales del diente 3.6 que debilita la raíz disminuyendo el pronóstico del diente.

Ejemplo 1. Para instrumentar un diente 1.1 sin curvatura, en el que radiográficamente observamos un diámetro canalicular normal y en el que planificamos realizar una biopulpectomía: seleccionamos una lima maestra dos calibres superiores al diámetro promedio (diámetro promedio = 0.37, que sería cercano a una lima # 40), llegando a una lima maestra # 50.

Ejemplo 2. Para instrumentar un diente 1.1 sin curvatura, en el que radiográficamente observamos un diámetro canalicular normal y en el que planificamos realizar una necropulpectomía: seleccionamos una lima maestra tres calibres superiores en relación con el diámetro promedio (diámetro promedio = 0.37, que sería cercano a una lima # 40), llegando a una lima maestra # 55.

Si a nuestro diagnóstico le sumamos una lesión apical, debemos aumentar tres calibres, llegando en ese caso a una lima # 60.

Como norma general, en la Universidad de La Frontera, evitamos usar limas sobre el calibre # 55, que por su rigidez y diámetro pueden debilitar el diente y modificar la anatomía original del canal. Si tiene dudas en relación con la lima maestra, planifique el caso con su docente instructor antes de comenzar esta etapa.

• Lima de permeabilización apical o lima de patencia

Basado en un concepto introducido por Buchanan, el uso de esta lima busca mantener abierta la luz de la constricción apical sin ensancharla, solo manteniéndola permeable. La lima de permeabilización apical (LPA) es una lima de calibre pequeño # 08 o # 10, que se hace pasar ligeramente más allá de la constricción apical. La LPA facilita la llegada precoz del irrigante a la zona final del canal, disolviendo los restos hísticos y descontaminando la zona de bacterias y sus productos tóxicos.

El movimiento de las limas de permeabilización apical es similar al que se efectúa cuando se da cuerda a un reloj: pequeños movimientos oscilatorios entre 30° y 60°, suaves, sin pretender ensanchar, solo manteniendo permeable la luz del canal. Se recomienda sobrepasar unos 0.5 mm más allá de la constricción apical, lo que supone por lo general alcanzar el orificio apical y la superficie del ápice (fig. 9.15A). Ello permitiría a la solución irrigadora limpiar y desinfectar esta zona sin destruir la constricción apical.

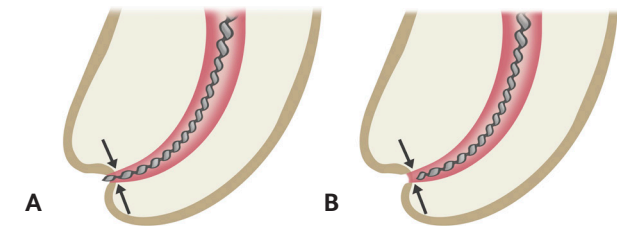


Figura 9.15. A. Lima de permeabilización apical o lima de patencia. Nótese cómo sobrepasa la constricción apical solo 0.5 mm sin ensancharla. B. Lima hasta la longitud marcada por el localizador apical electrónico.

• Glidepath

Se trata de la creación de un túnel liso desde la entrada del canal en la cámara pulpar hasta su final fisiológico, para posteriormente poder ampliarlo y darle una forma apropiada. Su diámetro mínimo debe permitir el paso holgado de una lima K # 10. Para lograrlo hay que seguir la siguiente secuencia:

1. Encontrar la entrada del canal en la cámara pulpar.
2. Curvar la punta de una lima K # 10 y seguir el canal hasta el final del ápice anatómico, lo que garantizará la permeabilidad del foramen apical (lima de pasaje).
3. La lima K # 10 precurvada se desliza suavemente, con movimientos de dar cuerda a un reloj, adelante y atrás. Se determina una primera longitud de trabajo.
4. Identificada la zona apical del canal, se efectúan pequeños movimientos longitudinales, hasta que la lima se desplace de manera holgada.
5. Si la lima # 10 no alcanza la zona final del canal, se retira un poco y se gira ligeramente en sentido horario. Al retirar y avanzar, se van eliminando pequeñas porciones de dentina.
6. Una vez que la lima # 10 ha alcanzado el foramen apical y se ha determinado la longitud de trabajo, hay que ampliar el canal hasta la constricción, de modo manual con limas K # 15 y # 20 (Canalda, 2007).

• Precurvado de las limas

Casi la totalidad de los canales presentan curvaturas de orientación e intensidad diversas, y muchas veces imposibles de conocer mediante radiografías. La zona apical es la más difícil de preparar, ya que en ella abundan las curvaturas abruptas o doble curvaturas con diferentes orientaciones. Para poder alcanzar la constricción sobre todo al iniciar la instrumentación, se deben precurvar las limas, es decir, curvarlas antes de introducirlas al canal (fig. 9.16A). De esta forma se consigue que las limas solo ejerzan presión en su punta y no en toda su extensión, lo que proporciona una mejor sensación táctil, permite sortear irregularidades de las paredes, evita la enclavación del instrumento y minimiza la aparición de deformaciones en las paredes de la zona final del canal (fig. 9.16B).

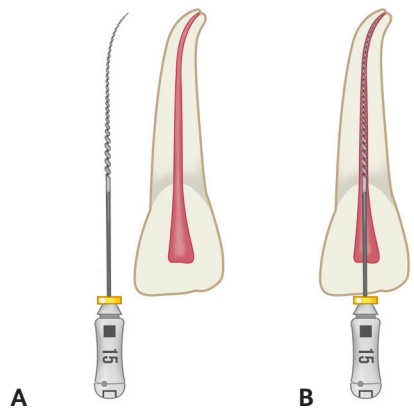


Figura 9.16. A. Lima de permeabilización apical o lima de patencia. Nótese cómo sobrepasa la constricción apical solo 0.5 mm sin ensancharla. B. Lima hasta la longitud marcada por el localizador apical electrónico.

• Descontaminación progresiva

La mortificación de la pulpa ocurre la mayoría de las veces por acción de bacterias, lo que resulta en un contenido infectado y tóxico al interior de la cavidad pulpar. Aun en necrosis asépticas, la descomposición del tejido pulpar genera productos que pueden agredir los tejidos apicales. En estas circunstancias el instrumento explorador, al penetrar en el canal radicular, puede actuar como si fuese un émbolo que impulsa hacia el tercio apical o extruye hacia los tejidos apicales el contenido contaminado del canal, lo que determina secuelas desagradables (Soares y Goldberg, 2003). Es por esto que antes de la exploración del canal o durante esta es necesario reducir la cantidad de microorganismos o neutralizar la agresividad de su contenido. La disminución de la cantidad de microorganismos o de productos tóxicos se alcanza mediante el uso simultáneo y cuidadoso de soluciones de hipoclorito de sodio e instrumentos. La neutralización debe iniciarse con la irrigación de la cámara pulpar y la entrada del canal radicular con hipoclorito de sodio en concentración de 1 a 5%, por sus características como antiséptico y disolvente de materia orgánica.

Después de inundar la cámara con hipoclorito de sodio, el instrumento de bajo calibre a longitud de exploración (LTeX) se introduce en el tercio cervical del canal con la finalidad de agitar el medio y de esa forma facilitar el contacto de la solución con la materia orgánica. Una aspiración en la cámara retirará el líquido con los detritos en suspensión. Se aplica una nueva cantidad de hipoclorito de sodio al interior del canal y la solución se agita por la introducción del instrumento, ahora hasta el tercio medio. Se aspira la solución de neutralización de los tercios cervical y medio y, con las mismas precauciones, el canal se explora y limpia ahora hasta el tercio apical (tabla 9.5).

En síntesis, se avanza por tercios. La limpieza proporcionará la remoción de parte del contenido del canal hasta el límite establecido y, al mismo tiempo, la exploración proveerá la información necesaria para conocer mejor sus características anatómicas (Soares y Goldberg, 2003).

Necropulpectomía
• Localización de la entrada de los canales radiculares;
• Neutralización del contenido séptico del canal radicular en sentido corona/ápice sin ejercer presión hasta LTeX;
• Conductometría;
• Neutralización y remoción del contenido necrótico en el tercio apical;
• Ensamblamiento y limado del canal radicular.

Tabla 9.6. Resumen de la técnica de descontaminación progresiva para necropulpectomías.

• Tope apical o stop apical

Creado por el uso intencional y repetido de limas con calibres gradualmente crecientes a nivel apical (Soares y Goldberg, 2003), permite crear un punto de ajuste apical del cono maestro en el momento de la obturación (fig. 9.15) (Leonardo, 2005; Wu, Wesselink y Walton, 2000; Gallego López, Cabrales Salgado y Díaz Caballero, 2011).

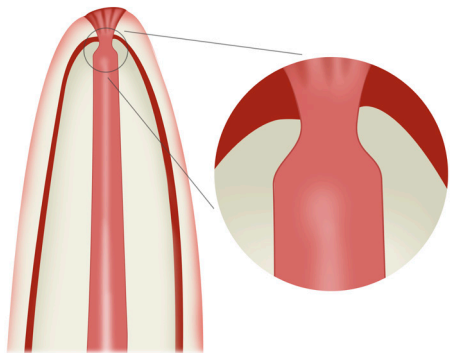


Figura 9.17. Tope apical creado por el uso gradual de limas de calibre creciente que permite ajustar el cono maestro durante la obturación radicular.

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Gallego López, K., Cabrales Salgado, R. y Díaz Caballero, A. (2011). Preparación de canales curvos y calcificados. *Duazary*, 8(1), 66-73.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z. y Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299-303.

Hülsmann, M., Peters, O. y Dummer, P. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1), 30-76.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

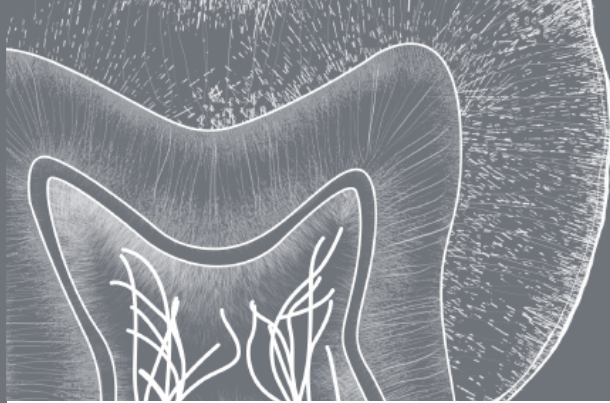
Matus, D., Cantin, M., Navarro, P. y Fonseca, G. M. (2017) Evaluation of the cement/dentin thickness of the mesiobuccal root of maxillary first molars by optical microscopy in a Chilean sample. *Biomedical Research*, 28 (16), 6975-6979.

Roig Cayón, M., Basilio Monne, J. y Canalda Sahli, C. (1991). Instrumentación manual de conductos radiculares. Revisión de la última década. *Avances en Odontostomatología*, 7(1), 49-57.

Saini, H. R., Tewari, S., Sangwan, P., Duhan, J. y Gupta, A. (2012). Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1309-1315.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Wu, M. K., Wesselink, P. R. y Walton, R. (2000). Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 89(1), 99-103.



Instrumentación mecanizada

Daniela Matus Rosas, Viviana Navarrete Roa y
Camila Panes Villarroel

INTRODUCCIÓN

La anatomía del sistema de canales radiculares ha demostrado ser muy diversa y compleja, lo que implica un gran desafío a la hora de realizar la conformación y desinfección de los canales radiculares cuando se someten a un tratamiento endodóntico. Muchos investigadores han trabajado durante años para conseguir un instrumento capaz de adaptarse mejor a estas complejidades, procurando preservar la anatomía del canal sin generar mayores alteraciones. En esta búsqueda surge la instrumentación mecanizada.

La aparición de la instrumentación mecanizada ha facilitado la terapia endodóntica, reduciendo la fatiga del operador y del paciente, además de disminuir el tiempo requerido para la conformación del sistema de canales radiculares (Soares y Goldberg, 2003). Gracias a su estructura en base a una aleación de níquel-titanio (Ni-Ti), se posicionó en ventaja frente a los instrumentos manuales de acero inoxidable, por su mayor elasticidad y flexibilidad (Yared, 2008), lo que permite abarcar de mejor manera las curvaturas de los canales (Miyai et al., 2006) y reducir el riesgo de transporte durante la preparación quimiomecánica (Narayan et al., 2012), además de introducir el concepto de *taper* o conicidad aumentada, la que es muy diferente de la tradicional ISO .02 (Miyai et al., 2006).

HISTORIA DE LA INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA

Significativos avances técnicos se produjeron en la endodoncia luego de la estandarización de los instrumentos para la preparación de los canales radiculares. Grandes contribuciones por parte de diferentes autores impulsaron el perfeccionamiento de las técnicas de instrumentación manual de los canales radiculares, bajo los términos básicos postulados por Schilder (1974) de limpiar y modelar el canal radicular con el fin de recibir un relleno adecuado (Beer et al., 2006; Yared, 2008; Webber, 2015).

Sumado a estos avances, en 1958, William J. Buehler descubrió la aleación de níquel-titanio, a la que llamó nitinol: “ni” de níquel, “ti” de titanio y “noI” por Naval Ordinance Laboratory (Silver Spring, Maryland, USA), la cual fue desarrollada con fines militares (Buehler, Gilfrich y Wiley, 1963; Ford y White, 1996). Esta nueva aleación presenta propiedades de memoria de forma y superelasticidad, además de propiedades mecánicas superiores, alta resistencia a la corrosión y una adecuada biocompatibilidad (Thompson, 2000).

En 1971, George F. Andreasen la introduce por primera vez en el ámbito de la odontología mediante los alambres de ortodoncia. En 1988, Walia comenzó realizando estudios donde comparaba limas de acero inoxidable con limas experimentales de nitinol, fabricadas a partir de los alambres de ortodoncia, y afirmó que estos nuevos materiales eran muy prometedores en cuanto a la resistencia a la flexión y torsión (Walia, Brantley y Gerstein, 1988). En su estudio, descubrió que esta aleación tenía muy bajo módulo de elasticidad—solo de un cuarto a un quinto de valor en comparación con el acero inoxidable—y un amplio rango de deformación elástica, lo que le confería excelentes propiedades de flexibilidad. Además, presentaba una resistencia considerablemente mayor a la fractura por torsión en relación con las limas de acero inoxidable (Yeguez Rodríguez, 2000).

Para poder fabricar instrumentos de Ni-Ti fue necesario, a principios de los años noventa, idear y construir máquinas computarizadas con la capacidad de trabajar esta aleación por esmerilado. Aprovechando la superioridad del Ni-Ti y usando estas nuevas tecnologías, fue posible

crear instrumentos con diseños complejos y dimensiones mayores, manteniendo la flexibilidad y la resistencia a la deformación plástica y a la fractura (Webber, 2015).

Desde entonces, la industria ha seguido innovando y sacando al mercado diferentes instrumentos con variadas formas, conicidades y nuevas propiedades (Miyai et al., 2006), diseñando sistemas mecanizados de conformación radicular en continuo perfeccionamiento.

Algunas de las características que han sido el foco de la innovación del diseño de las limas mecanizadas se describen a continuación (Orstavik, 2019):

1) Forma de la punta: para disminuir el riesgo de crear falsas vías y perforaciones laterales del canal, casi todas las limas endodónticas de Ni-Ti se fabrican ahora con puntas no cortantes.

2) Conicidad (*taper*): debido a su mayor flexibilidad, las conicidades aumentadas incluso a un 12% no significan un riesgo significativo de transporte del canal. Hay instrumentos diseñados con *taper* constante, *taper* aumentado desde la punta al mango e incluso variable a lo largo de la parte activa del instrumento.

3) Ángulo de inclinación (*rake angle*): corresponde al ángulo formado entre la superficie activa de la espira (borde de ataque) y el radio de sección transversal del instrumento. Cuando es más activo el ángulo, aumenta la capacidad de corte de la lima.

4) Ángulo helicoidal: es el ángulo formado entre la hoja y el eje longitudinal del instrumento, creando un “espacio de viruta” para acumular desechos de dentina. Los ángulos helicoidales constantes han sido considerados más riesgosos al aumentar la probabilidad de atornillamiento del instrumento al interior del canal.

5) Diámetro del núcleo central y profundidad de las espiras: un núcleo central delgado puede hacer la lima más flexible pero menos resistente y viceversa.

6) Tratamiento de la superficie: generalmente la fabricación de los instrumentos implicaba el fresado de espiras metálicas, dejando imperfecciones en la superficie. Estas a su vez, generaban puntos de tensión y predisponían a la generación de grietas. Actualmente se aplica un electropolido o implantación de iones de nitrógeno en la superficie de los instrumentos para disminuir estas imperfecciones.

La combinación de todas estas áreas del diseño de los instrumentos es un campo en constante investigación e innovación, determinando el rendimiento, eficacia y seguridad de las limas endodónticas.

ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO

La aleación de níquel-titanio usada en la fabricación de instrumentos endodónticos contiene aproximadamente un 56% de níquel y un 44% de titanio. Sus propiedades mecánicas de memoria de forma y superelasticidad se deben a que posee dos formas cristalográficas, austenita y martensita, entre las cuales oscila en función de la temperatura y estrés aplicado (Ford y White, 1996; Thompson, 2000). La modificación de las proporciones de níquel y titanio es crítica, debido a que cambios incluso de un 2%, modifican drásticamente sus características de dureza y elasticidad (Beer et al., 2006).

La aleación Ni-Ti en estado de reposo y a temperatura ambiente se encuentra en fase austenítica, que es su forma más estable y resistente, pero si es sometida a cargas mecánicas, como a la rotación en un canal, se modifica a fase martensítica, que corresponde a la forma más elástica pero más débil (Miyai et al., 2006; Thompson, 2000).

Entendemos por memoria plástica (también llamada memoria de forma, martensítica o mecánica) a la capacidad de un material de volver a su forma original después de haber sido deformado bajo condiciones de estrés, es decir, el material experimenta un reordenamiento cristalográfico, volviendo a su forma inicial (Thompson, 2000) (fig. 10.1 y 10.2).

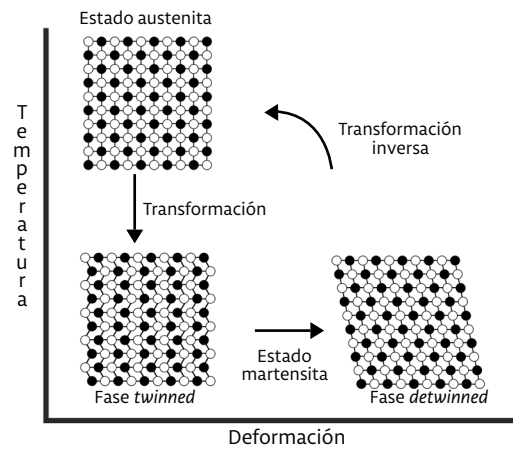


Figura 10.1. Representación de la transformación del estado de austenita al estado de martensita y efecto de memoria de forma de una aleación Ni-Ti. El estado de martensita es el de mayor flexibilidad y se divide en dos fases: *twinned*, donde posee máxima flexibilidad, y *detwinned*, donde si sobrepasa esta elasticidad el material se fractura.

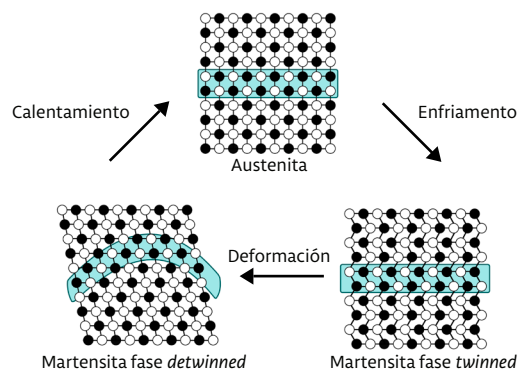


Figura 10.2. Representación del efecto de memoria de forma en la aleación Ni-Ti en respuesta a los cambios de temperatura.

La superelasticidad se refiere a la capacidad de esta aleación de deformarse mecánicamente a una temperatura determinada y, cuando este esfuerzo es retirado, la transformación se revierte y el material recupera su forma original (Thompson, 2000), siendo capaz de tolerar una deformación de hasta un 10% (fig. 10.3). Esta propiedad también puede explicarse por la composición cristalina del material, ya que la estructura austenítica del metal cambia a una martensítica inducida por tensión; con la reducción de la tensión, la aleación vuelve a su estado austenítico original (Beer et al., 2006). En cambio, la elasticidad de los instrumentos de acero inoxidable no resiste una deformación mayor al 1% sin generar cambios estructurales permanentes en el metal, por lo que los instrumentos endodónticos a base de níquel-titanio permiten una mejor instrumentación de los canales radiculares curvos y minimizan el transporte del foramen apical.

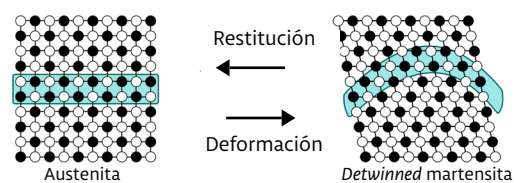


Figura 10.3. Representación del efecto superelástico en la aleación Ni-Ti.

Un requisito fundamental para la transformación martensítica de esta aleación es administrarle una carga constante. Este requisito se logra usando motores endodónticos que logran rotar los instrumentos de manera predeterminada a una velocidad y torque adecuado, aplicando así una energía constante sobre ellos.

MOTORES ENDODÓNTICOS

Los primeros avances en motores endodónticos surgieron en la década de los sesenta, cuando se utilizaban contraángulos con limas de acero inoxidable, con los riesgos que ello conllevaba, como el Giromatic (MicroMega, Suiza) y Racer (W&H, Austria) (Soares y Goldberg, 2003). La fractura de instrumentos representó un grave problema debido a su frecuente incidencia; la gran mayoría se producía por exceder el límite de torsión de los instrumentos de acero cuando estos quedaban “atrapados” dentro de un canal estrecho y/o curvo (Beer et al., 2006).

Posteriormente, aparecieron contraángulos reductores que pueden utilizarse sobre los motores convencionales usados en odontología, como el M4 (Sybron/Kerr), contraángulo reductor 4:1, que realiza un movimiento recíproco, en sentido horario/antihorario, con una amplitud de giro de alrededor de 30°. Posee un sistema de acople al mango del instrumento endodóntico manual y es compatible con la mayoría de las limas manuales del mercado (Soares y Goldberg, 2003).

Ya con la aparición de los instrumentos de Ni-Ti, resurgió la instrumentación mecanizada y con ella aparecieron contraángulos con movimientos de rotación completa o recíproca, velocidad reducida y torque controlado.

Los primeros motores de endodoncia estaban compuestos por una unidad de control y una pieza de mano, en cuya punta se insertan las limas endodónticas, transmitiendo movimientos mecánicos rotatorios al instrumento. Actualmente, las compañías siguen innovando, pudiendo encontrarse en el mercado motores inalámbricos (EndoTouch TC2, Kerr; Rooter S, FKG; Motor Connect Drive, VDW), algunos de ellos equipados con *bluetooth*, con la posibilidad de conectarlos directamente a un localizador apical o tenerlo ya incorporado, aumentando la facilidad de uso y comodidad del operador.

Existen dos conceptos importantes a la hora de hablar de motores endodónticos: la velocidad (rpm) y el torque (Ncm). Esto se debe a que, para optimizar las propiedades superelásticas de la aleación de níquel-titanio, es necesario suministrar una cierta carga y en lo posible mantenerla constante. En endodoncia, el torque se puede explicar como la fuerza requerida para hacer girar un instrumento, y el control de torque se refiere a la modificación de fuerza para mantener una velocidad constante, pese a la fricción de rodamiento contra el canal. Es decir, si la fuerza necesaria para hacer girar el motor excede a la predeterminada, el motor se detiene (Young y Freedman, 2009).

Velocidad y torque son dos variables interdependientes y modificables, que, bien programadas, reducen el riesgo de traspasar el límite de fractura de la lima. A menor velocidad, es más probable que la fuerza impuesta sea menor que la fricción de rodamiento y, por ende, más simple la detención del mismo torque. A mayor velocidad, la fuerza de aceleración es mayor que la fricción de rodamiento, permitiendo el corte del material que sea menos resistente, en este caso, la dentina (Young y Freedman, 2009).

Debido a la gran oferta de modelos de motores endodónticos, deben considerarse todas sus características antes de su adquisición, ya que es una inversión importante que determinará la forma de trabajar en la clínica (fig. 10.4).

TIPOS DE MOTORES

• **De rotación continua y de rotación recíproca:** es quizás el punto más importante a considerar a la hora de elegir motor, ya que, si optamos por uno de rotación continua, no tendremos opción de utilizar sistemas recíprocantes. Por el contrario, si invertimos en un motor recíprocante, tendremos la opción de trabajar con ambos sistemas.

• **Con y sin pedal:** existen modelos con pedal para regular el funcionamiento y otros con botón de encendido que puede estar en la unidad de control o incluso en la misma pieza de mano.

• **Con diferentes programas instalados:** algunos motores traen ajustes de velocidad y torque preprogramados en un menú de pantalla para diferentes sistemas rotatorios, ya sean continuos o recíprocantes, fresas Gates Glidden, entre otras. Estos ajustes predeterminados se pueden cambiar. Existen algunos modelos que permiten actualizar el software del motor, de tal manera que, a medida que van apareciendo nuevos sistemas de limas, las casas comerciales lanzan y venden las actualizaciones que pueden ser cargadas en nuestro motor para ir a la vanguardia de los diferentes sistemas.

• **Compactos:** existen modelos con y sin cables entre la unidad de control y la pieza de mano, y otros que en la pieza de mano incluyen la unidad de control, donde se puede programar la velocidad y el torque desde la pantalla incluida en la pieza de mano. Esto hace a los motores inalámbricos mucho más ligeros y portables.

• **Motor individual o con localizador apical incorporado:** existen algunos modelos que incluyen localizador apical, en los que el motor y el localizador funcionan de manera independiente o simultánea. En estos últimos, cuando se alcanza el ápice, el modo auto-reversa o la detención del motor comienza de forma automática. Quizás la única desventaja de estos modelos es que, si llegan a fallar, perdemos automáticamente el localizador y el motor al mismo tiempo.

Los motores funcionan con batería recargable. Hay algunos que permiten trabajar durante la carga y otros que necesitan de un mínimo de carga para poder ser utilizados. La mayoría posee sistema de *autostop reverse* y control automático de torque con señal acústica de advertencia, que impulsa la lima hacia afuera o detiene el movimiento cuando el instrumento encuentra demasiada resistencia.



Figura 10.4. Ejemplos de motores usados con instrumentos endodónticos rotatorios de Ni-Ti. **A.** Motor de rotación continua y recíprocante con control de torque. **B.** Motor inalámbrico de rotación continua y control de torque. **C.** Motor inalámbrico de rotación continua y recíprocante controlado por un iPad.

VENTAJAS DE LA INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA

A continuación se describen algunas de las principales ventajas reportadas por diferentes autores y especialistas en endodoncia:

• **Aumento de la velocidad en la realización de procedimientos operativos.** La preparación quimiomecánica tradicional usando instrumentos de acero inoxidable requiere el uso de un número elevado de limas. Debido a la eficiencia de corte de los instrumentos de Ni-Ti y el uso de conicidades aumentadas se reduce el número de instrumentos necesarios para esta etapa. Esto también resulta favorable para disminuir la fatiga del operador y del paciente.

• **Simplificación de los procedimientos operativos.** La técnica requerida para su utilización es más simple debido a la alta flexibilidad de los instrumentos, así como a la reducción del número de limas necesarias. Se encuentran comercialmente disponibles numerosos sistemas de limas que tienen por objetivo disminuir la cantidad de instrumentos utilizados, optimizando el tiempo clínico.

• **Predictibilidad y eficacia del tratamiento.** El incremento del *taper* o conicidad permite alcanzar diámetros transversales más adecuados, logrando una mejor conformación de los canales debido a que:

- Elimina interferencias coronales de manera precoz.
- Permite que una mayor cantidad de irrigante alcance la zona apical.
- Reduce el número de instrumentos necesarios para la conformación del canal.
- Obtiene un canal preparado con una conicidad uniforme y predecible.
- Mejora la eficiencia de corte de los instrumentos reduciendo el área de contacto entre estos y la pared del canal.
- Simplifica las técnicas de obturación.

INSTRUMENTOS ROTATORIOS

Desde principios de la década de los noventa se han introducido en la práctica clínica endodóntica diferentes sistemas de instrumentación mecanizada. Sus características varían de acuerdo con su diseño, conicidad, tamaño de la punta, sección transversal, ángulo helicoidal, entre otros (Miyai et al., 2006). Por fines prácticos, en este capítulo se clasificarán en sistemas para realizar el *glidepath* y en sistemas de conformación del canal de acuerdo al movimiento con el que trabajan al interior del canal, en rotatorios continuos y recíprocantes.

SISTEMAS PARA REALIZAR EL GLIDEPATH

El *glidepath*, o vía de deslizamiento, es otra forma de disminuir el efecto de bloqueo de las limas mecanizadas. West (2010) definió el *glidepath* como un camino de deslizamiento suave en el canal desde su entrada hasta la constricción apical, el cual puede ser logrado mediante limas manuales o mecanizadas diseñadas para este fin. Estas últimas pueden ser limas únicas (ProGlider, Dentsply Maillefer; One G, Micro-Mega; Traverse, Kerr) o en secuencia (PathFile, Dentsply Sirona; Scout Race, FKG). A continuación se realiza una descripción breve de estos sistemas de *glidepath* mecanizado:

PathFile (Dentsply Sirona)

- En un sistema de 3 limas, de diámetros ISO # 13 (morada), # 16 (blanca) y # 19 (amarilla), con un largo de 21, 25 mm o 31 mm (fig. 10.5).
- Se usan a una velocidad de 300 rpm y torque de 2 N o 5.2 N.
- Generan una vía de desplazamiento suave, disminuyendo la probabilidad de generar escalones y transporte de conducto.
- Deben utilizarse de forma posterior al uso de limas manuales (ISO #8 y # 10), llegando a la longitud de trabajo con cada una de ellas, usadas en la secuencia correspondiente y con la irrigación adecuada.
- Puede ser esterilizada, siguiendo las recomendaciones del fabricante.



Figura 10.5. Limas PathFile.

ProGlider (Dentsply Sirona)

- Lima única para realizar el *glidepath* previo a la instrumentación mecanizada, fabricada en aleación de Ni-Ti M-Wire.
- Tiene una punta # 16.02 con una conicidad progresiva variable (fig. 10.6).
- Se utiliza a una velocidad de 300 rpm y 2 N o 5.2 N (según experiencia del clínico).
- Se presenta en blísteres de 3 limas de 25 o 31 mm.
- Se indica para un uso clínico ya que su reutilización aumenta el riesgo de fractura.



Figura 10.6. Limas ProGlider.

WaveOne Gold Glider (Denstply Sirona)

- Lima única diseñada para crear el *glidepath* previo al uso del sistema mecanizado WaveOne Gold (fig 10.7).
- Tiene una punta ISO # 15 y conicidad al 2%, fabricada en aleación Ni-Ti con tratamiento térmico *gold*.
- No está indicada su reutilización. Su mango tiene un anillo de silicona que se expande al ser esterilizado, por lo que no puede ser reinsertado en el cabezal del contraángulo del motor endodóntico.



Figura 10.7. Limas WaveOne Gold Glider.

Todos los sistemas de *glidepath* mecanizado deben usarse con precaución en dientes con curvaturas, ninguno de ellos está indicado en curvaturas severas y/o abruptas. Por esto, todos se indican de forma posterior al uso de limas ISO # 8 y # 10 como mínimo. La exploración del canal y la verificación de la permeabilidad apical es un paso muy importante que debe ser siempre realizado manualmente.

Según reporta Hartmann et al., (2018), en la mayoría de los estudios, el *glidepath* mecanizado genera un menor transporte y mejor centrado del canal versus el *glidepath* manual. Evidenciándose menos dolor posoperatorio y mejores resultados realizando un *glidepath* previo al uso de los instrumentos mecanizados, aunque su implicancia clínica aún debe ser evaluada.

SISTEMAS DE CONFORMACIÓN ROTATORIOS CONTINUOS

Fueron los primeros en entrar al mercado. Trabajan en rotación continua en 360°, gracias a la gran flexibilidad que les otorga la aleación de Ni-Ti. El primer sistema de instrumentación rotatoria fue el NT Sensor (NT Company, EE. UU.), al que siguieron sistemas como Lighspeed (Lightspeed Technology Inc., EE. UU.), ProFile O.04 (Maillefer-Dentsply, EE. UU.), Quantec (Tycom Inc., EE. UU.), entre otros (Soares y Goldberg, 2002). Los sistemas rotatorios se usan de forma progresiva, es decir, siempre se debe seguir la secuencia de uso especificada por el fabricante; esto debido a que las conicidades variables y las características propias de cada diseño determinan que cada lima reciba áreas de contacto limitadas en un segmento del canal radicular, evitando el efecto de “enroscamiento” o *taper lock* y disminuyendo la fatiga del material, reduciendo así el riesgo de fractura (Gunes y Yeter, 2018).

Actualmente la oferta de limas mecanizadas es muy amplia debido a las innovaciones en los tratamientos térmicos aplicados sobre las aleaciones y el diseño de los instrumentos; cambios en la forma de su sección transversal, *taper* (que generalmente es variable), velocidad a la que se utilizan, ángulos de corte, etc. Su elección dependerá principalmente de las preferencias del clínico asociadas a cada caso en particular, considerando como elemento clave la morfología del sistema de canales del diente a tratar.

Debido a la amplia gama de sistemas de rotación continua, se presentarán algunos sistemas disponibles comercialmente en Chile.

Protaper Next (Dentsply Sirona)

- Aparecieron después del sistema Protaper Universal, uno de los más populares dentro de la instrumentación mecanizada, pero modificando su diseño y simplificando la secuencia (fig. 10.8).
- El sistema consta de cinco limas de *taper* progresivo que se venden en blísteres estériles. Las más utilizadas son las limas X1 (# 17/.04), X2 (# 25/.06) y X3 (# 30/.07).
 - La aleación es de M-Wire, que corresponde a Ni-Ti sometido a un tratamiento térmico que mejora la resistencia a la fatiga cíclica y aumenta la flexibilidad del instrumento.
 - El corte transversal es cuadrangular excéntrico por lo que el instrumento toca solo en dos puntos la pared dentinaria del canal, disminuyendo el estrés de la lima y favoreciendo la eliminación de detritus.
 - Se sugiere utilizar a 250 rpm, con motor endodóntico.
 - Tiene un movimiento oscilatorio o serpenteante.
 - Requiere de *glidepath* previo, ya sea con limas manuales o mecanizadas diseñadas para este propósito, como la ProGlider.



Figura 10.8. Sistema Protaper Next. Serie básica X1, X2 y X3; complementaria X4 (40/.06) y X5 (50/.06).

Protaper Gold (Dentsply Sirona)

- Es también una evolución del sistema Protaper Universal, consta de una serie básica de conformación y complementaria para canales más amplios (fig. 10.9).
- Se utilizan a 300 rpm.
 - La sección transversal es triangular con bordes redondeados, al igual que la empleada con Protaper Universal, pero con aleación *gold*.
 - Mango de 11 mm, a diferencia del anterior, que era de 12.5 mm, lo que facilita el acceso a molares.
 - No se deben utilizar en dientes con curvaturas severas y/o abruptas, por el alto riesgo de fractura del instrumento.



Figura 10.9. Sistema Protaper Gold.

Las limas de conformación o *shaping* (SX, S1 y S2) deben utilizarse con movimientos de cepillado dentro del canal, ampliando el tercio cervical y medio. En cambio, las limas de acabado o *finishing* (F1, F2, F3, F4 y F5) se utilizan con presión apical suave hasta lograr la longitud de trabajo. Si bien los motores de endodoncia propios de la marca tienen incluidos los programas determinados para el uso del sistema Protaper Gold, los valores de torque y velocidad sugeridos por el fabricante son los siguientes (tabla 10.1):

Tamaño de la lima	Velocidad (rpm)	Torque (N)
S1 y SX	300	5.10
S2 y F1		1.50
F2, F3, F4, F5		3.10

Tabla 10.1. Instrucciones técnicas de uso de limas Protaper Gold.

También hay que considerar que en el caso de las limas Denstply Maillefer, se realiza la siguiente recomendación para la reutilización de los instrumentos:

Tipo de canal	Instrumentos de acero inoxidable con diámetro ISO < # 15	Instrumentos de acero inoxidable con diámetro ISO > # 15	Instrumentos de Ni-Ti
Canales extremadamente curvos (>30°) o con forma de S	1 canal máximo	2 canales máximo	2 canales máximo
Canales moderadamente curvos (de 10° a 30°)	1 canal máximo	4 canales máximo	4 canales máximo
Canales ligeramente curvados (<10°) o rectos	1 canal máximo	8 canales máximo	8 canales máximo

Tabla 10.2. Recomendaciones para la reutilización de limas de acero inoxidable y Ni-Ti.

Mtwo (VDW, Munich, Alemania)

- Es un sistema de limas que trabaja, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, a una velocidad de 280 rpm y con torques variables dependiendo de cada lima (fig. 10.10).
- Tiene un diseño en forma de S al corte transversal, lo que deja bastante espacio para la eliminación de limalla.
 - Posee una punta de seguridad no cortante.
 - Tiene ángulo helicoidal variable y progresivo.
 - Se pueden usar los instrumentos entre cuatro y ocho veces.
 - Se vende con parte activa de 16 o 21 mm.
 - Se presenta en blísteres estériles con cuatro instrumentos. La secuencia básica consta de las limas # 10/.04, # 15/.05, # 20/.06 y # 25/.06, y dos secuencias adicionales, # 30/.05, # 35/.04, # 40/.04, además de una lima especial para acabado termoplástico # 25/.08. La otra serie contiene limas de mayor calibre: # 45/.04, # 50/.04 y # 60/.04.



Figura 10.10. Sistema Mtwo.

XP-Endo Shaper (FKG, Dentaire)

- Es fabricado a partir de una aleación innovadora, MaxWire, que le otorga una flexibilidad y resistencia a la fatiga notable, además de la capacidad de moverse en los canales, dilatándose y contrayéndose en función de la morfología del canal (fig. 10.11).
- Funciona a 800 rpm.
 - Posee conicidad inicial de .01. XP-Endo Shaper se expande dentro del canal hasta lograr una conicidad de al menos .04.
 - Posee una punta tipo booster (BT), con seis bordes afilados. Respeta la trayectoria del canal, pero retira más material en cada pasada, llegando hasta un diámetro de ISO # 30.
 - Trabaja como instrumento único.
 - Su menor tamaño facilita la eliminación de los desechos durante la instrumentación.
 - Tiene la particularidad de reaccionar ante las variaciones de temperatura y adoptar una forma determinada en el interior del canal radicular, a temperatura corporal.



Figura 10.11. Lima XP-Endo Shaper.

Sistema Rotate (VDW)

- Se presenta en blísteres de 3, 4 o 6 instrumentos.
- Consta de un mango de 11 mm, con marcas según el *taper* (3 aros corresponden a un *taper* .06, 2 aros a uno .05 y 1 aro a un *taper* .04), topes de silicona de colores según el diámetro del instrumento y marcas de profundidad.
- Tiene una sección transversal con forma de S.
- Las limas son sometidas a un tratamiento térmico para aumentar su flexibilidad y resistencia.
- Se presentan en largos de 21, 25 y 31 mm, manteniendo su parte activa de 16 mm.
- Incluye una secuencia básica de 3 limas: # 15/.04 (*glidepath*), # 20/.05 y # 25/.06 (para la mayoría de los casos) o # 25/.04 (para canales estrechos o con curvatura apical). Para dientes que requieran una preparación más amplia, se presentan series de limas con mayor diámetro apical: # 30/.06, # 35/.06, # 40/.06; # 30/.04, # 35/.04, # 40/.04, # 50/.04 y # 60/.04, las cuales representan una ventaja para finalizar la conformación de dientes con canales únicos amplios (fig. 10.12).

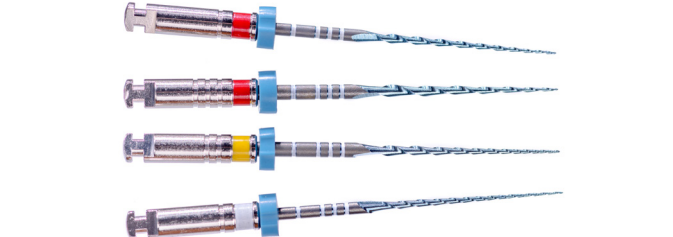


Figura 10.12. Secuencia básica de limas Rotate: # 15/.04 para realizar el *glidepath*, # 20/.05 y # 25/.06 para la mayoría de los casos y # 25/.04 para canales estrechos.

Si bien el motor endodóntico puede contar con las especificaciones predeterminadas de torque y velocidad para este sistema, a continuación se presentan los valores requeridos para su uso (tabla 10.3):

Lima	Torque (Ncm)	Velocidad (rpm)
Rotate # 15.04	1.3	350
Rotate hasta lima ISO # 60	2.0	350
Rotate retratamiento	3.5	400

Tabla 10.3. Velocidad y torque requerido para las limas Rotate.

Para su uso, el fabricante sugiere los siguientes pasos de tratamiento:

1. Estime la longitud de trabajo desde una radiografía preoperatoria.
2. Prepare una cavidad de acceso suficiente.
3. Explore los 2/3 coronales del canal con una lima de tamaño # 10 y determine la longitud de trabajo con un localizador de ápice.
4. Irrigue abundantemente el canal.
5. Cree una trayectoria de deslizamiento o *glidepath* a la longitud de trabajo con la lima # 15/.04. Elija entre dos técnicas (fig. 10.13):
 - a) Movimiento de picoteo (*pecking*): haga avanzar el instrumento en 2-3 amplitudes suaves aproximadamente 1-3 mm dentro y fuera del canal.
 - b) Movimiento de cepillado (*brushing*): ejerciendo una presión suave, deje que el instrumento toque la pared del canal y realice pequeños movimientos de cepillado (1-3 mm) en dirección coronal, sin sacar el instrumento del canal. Deje que el instrumento se mueva apicalmente durante 1-3 mm y luego repita ambos movimientos. De esta forma la lima irá avanzando suavemente hasta la longitud de trabajo.
6. Irrigue el canal y vuelva a verificar su permeabilidad. Durante todo el procedimiento, limpie e inspeccione las espiras de corte del instrumento.
7. Use la lima # 20/.05 hasta alcanzar la longitud de trabajo.
8. Irrigue abundantemente el canal y prosiga con las limas # 25/.06 o # 25/.04 según las consideraciones del caso.

Rotate además añade una lima especialmente diseñada para retratamientos, Rotate Retratement # 25/.05, de 21 mm de largo. El sistema se complementa con puntas de papel y conos de gutapercha para técnica de obturación con cono único o gutapercha caliente (Guttafusión), con el *taper* y diámetro ISO correspondiente.

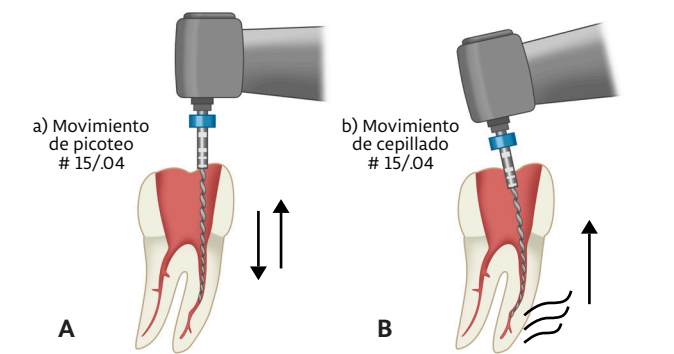


Figura 10.13. Movimientos de trabajo con la lima mecanizada Rotate. A. Movimiento de picoteo o *pecking*. B. Movimiento de cepillado o *brushing*.

Sistema TruNatomy (Dentsply Sirona)

Son instrumentos diseñados para mantener la flexibilidad y resistencia de los sistemas antecesores, pero respetando de mejor forma la morfología del canal radicular y realizando tratamientos mínimamente invasivos.

- Consta de 5 limas (fig. 10.14): TruNatomy Orifice Modifier, de 16 mm y punta # 20/.08, prepara el acceso y tercio cervical; TruNatomy Glider para la vía de deslizamiento, de # 17/.02; limas de conformación o TruNatomy Shaping Small # 20/.04, Prime # 26/.04 y Medium # 36/.03.
- Su sección transversal tiene forma de paralelogramo excéntrico que permite ampliar el canal con movimientos suaves, sin realizar desgastes excesivos.

- Se recomienda su uso a una velocidad de 500 rpm y un torque de 1.5 N.
- El sistema se complementa con los materiales de obturación radicular con punta ISO y *taper* correspondiente, conos de papel y conos de gutapercha para obturación con técnica de cono único.



Figura 10.14. Sistema TruNatomy: Orifice Modifier (morada), Glider (blanca) y Shaping (amarilla, roja y verde).

SISTEMAS DE CONFORMACIÓN RECIPROCANTES

Distintos estudios sugirieron la necesidad de usar instrumentos nuevos que debían ser descartados luego de su uso con el fin de reducir la fatiga del material y eliminar la contaminación cruzada por priones. Es así como en 2008 Yared propuso que el canal podía ser conformado con el uso de un único instrumento, lo que resultaba económicamente más conveniente en comparación al uso único de un sistema rotatorio que requería de tres o cuatro limas.

Fue así como Yared, previa negociación del canal con limas manuales ISO # 8, # 10 y # 15, introdujo una lima F2 de sistema Protaper Universal, pero con un movimiento de rotación en sentido horario y antihorario, ayudado de un contraángulo reductor conectado a un motor ATR que permitía configurar este movimiento. Así, replicó la técnica de fuerzas balanceadas propuesta por Roane en 1985, donde con el movimiento antihorario se corta la dentina y con el movimiento horario se desengancha la lima de la pared del canal, disminuyendo la incidencia de fracturas torsionales.

En su artículo Yared destacó la importancia de que el movimiento antihorario sea mayor al horario, ya que en el primero la lima se atornilla en el canal y en el segundo se desatornilla de él. Además, la presión apical que se ejerce sobre el instrumento debe ser mínima, ya que entraría casi de forma automática hacia la región apical (Yared, 2008).

Es así como en el año 2011 se lanzan al mercado los sistemas reciprocantes Reciproc (VDW, Alemania) y WaveOne (Maillefer, Suiza).

Reciproc® (VDW, Múnich, Alemania) (Ametrano et al., 2013; Yared, 2017)

- Es un instrumento de uso único.
- Requiere un motor reciprocante que funciona a una velocidad de 300 rpm.
- La capacidad de centrado de la técnica reciprocante le permite al instrumento seguir el camino natural de menor resistencia del canal radicular.
- Utiliza una aleación de níquel-titanio con tecnología M-Wire, que le otorga una mayor resistencia a la fatiga cíclica y proporciona mayor flexibilidad.
- Posee una punta inactiva.
- Su sección transversal es en forma de S con dos bordes cortantes, lo que ofrece una alta capacidad de corte y flexibilidad, con reducción de la fricción (imagen en espejo de Mtwo).
- Se vende en longitudes de 21, 25 y 31 mm.
- Posee un mandril corto de 11 mm.

Según el fabricante no requiere permeabilidad previa, pero, como hemos visto, la instrumentación con lima única no es aconsejable, por lo que de todos modos se aconseja realizar cateterismo y permeabilidad previa con instrumentos manuales.

En la técnica recíproca el instrumento es impulsado en primer lugar en una dirección de corte (150° en sentido antihorario) y luego se produce un giro en sentido inverso para liberarlo (30° en sentido horario). Una rotación de 360° se completa con tres movimientos recíprocos horario/antihorario. El ángulo en la dirección de corte es mayor que el ángulo en sentido inverso, de forma que el instrumento avanza continuamente hacia el ápice.

No puede ser esterilizado, ya que posee un anillo de silicona en el mango que se dilata con este procedimiento, por lo que no entraría en el cabezal del motor.

Viene en tres dimensiones, R25, R40 y R50 (fig. 10.15), las cuales se escogen dependiendo del canal, según el protocolo del fabricante.



Figura 10.15. Sistema Reciproc. Lima R40 y R50.

La lima R25 es la única que está indicada para su uso en retratamientos endodónticos, permitiendo el retiro del relleno previo de forma más rápida, coayudado de limas manuales y solventes.

WaveOne® (Dentsply Sirona) (Ametrano et al., 2013; Yared, 2017)

Se comercializa en blísters estériles y está diseñado para un único uso clínico. Posee el mismo sistema de silicona que Reciproc, que impide el ajuste del mango en el cabezal del motor después de la esterilización.

- Requiere un motor reciprocante, de giro alterno a 350 rpm.
- Utiliza aleación con tecnología M-Wire.
- Posee una punta modificada no activa.
- Cuenta con un ángulo helicoidal y un paso de rosca variable.
- Posee un amplio ángulo de giro en la dirección de corte, que proporciona una alta eficacia, y un ángulo menor empleado en la contramarcha, que permite un mayor avance.
- Realiza un giro en 170° en sentido antihorario y en 50° en sentido horario.
- Cuenta con una sección transversal variable triangular. El instrumento es convexo cerca del mango y triangular con concavidades cerca de la punta.
- Se comercializa en tres diámetros, Primary (# 25/.08), Small (# 21/.06) y Large (# 40/.08). La lima se escoge de acuerdo con el protocolo propuesto por el fabricante (fig. 10.16).
- No es apto para canales con curvaturas severas y/o abruptas apicales por el alto riesgo de fractura.



Figura 10.16. Sistema WaveOne. Lima Small (amarilla), Primary (roja) y Large (negra).

La constante búsqueda de mejorar las características y seguridad de las limas mecanizadas, llevó al sometimiento de la aleación Ni-Ti a nuevos tratamientos térmicos, creando las aleaciones *gold* y *blue*, proporcionando mayor resistencia a la fatiga cíclica, mayor flexibilidad y mejor rendimiento que su aleación antecesora. Sin embargo, estas características ideales solo se muestran bajo un uso correcto de los instrumentos, siguiendo las indicaciones y sugerencias de los fabricantes. Una mala interpretación radiográfica, un *glidepath* deficiente y situaciones difíciles de prever, pueden determinar la separación de instrumentos dentro del conducto, riesgo del cual los pacientes deben estar previamente informados.

Reciproc Blue (VDW GmbH, Munich, Alemania)

- Es un instrumento de Ni-Ti sometido a un tratamiento térmico que modifica su estructura molecular, lo que le otorga el color azul característico.
- Consta de tres instrumentos: Reciproc Blue 25 (diámetro punta ISO # 25/.08), Reciproc Blue 40 (diámetro punta ISO # 40/.06) y Reciproc Blue 50 (diámetro punta ISO # 50/.05) (fig. 10.17).
- Tiene una sección transversal en forma de S.
- El instrumento se escoge según el protocolo del fabricante.
- La aleación *blue* permite realizar un precurvado de la punta del instrumento, lo que resulta útil a la hora de ingresar a ciertos canales de difícil acceso.
- Tiene un *taper* variable y una punta no cortante.



Figura 10.17. Sistema Reciproc Blue. Lima R25 (roja), R50 (amarilla) y R40 (negra).

WaveOne Gold (Dentsply Sirona)

Se fabrica en base a una aleación de Ni-Ti sometida a un tratamiento térmico que consta de ciclos predeterminados de enfriamiento y calentamiento (patentados por el fabricante), lo que le otorga el color dorado característico, ya que produce una capa superficial de óxido de titanio. Con este proceso se modifica la matriz cristalográfica del Ni-Ti, alterando las temperaturas de transformación entre la fase austenita y martensita, lo que le otorga mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, por su mayor capacidad de deformación.

- Cuenta con cuatro limas de *taper* decreciente, o sea, que disminuye desde la punta hacia el mango, denominadas limas Small (# 20/.07 en la punta), Primary (# 25/.07 en la punta), Medium (# 35/.06) y Large (# 45/.05) (fig. 10.18).
- Posee una sección transversal en forma de paralelogramo descentrado con uno o dos puntos de contacto alternados (similar a la de Pro Next®), lo que facilitaría la salida de detritus en comparación con WaveOne (WO).
- Se vende en longitudes de 21, 25 y 31 mm.
- Presenta un mango corto de 11 mm y marcas de profundidad visibles radiográficamente a 18, 19, 20 y 22 mm.
- Posee una punta semiactiva modificada, de forma que se debe ejercer menos presión para que el instrumento avance.
- Como parte de su protocolo se debe realizar siempre *glidepath* previo, encontrándose disponible la lima de *glidepath* reciprocante WaveOne Gold Glider.

Según un estudio de Webber en 2015, WaveOne Gold Primary es 50 % más resistente a la fatiga cíclica que WaveOne Primary y es 80 % más flexible. Sin embargo, el fabricante no recomienda su uso en canales con curvaturas severas y/o abruptas.

Su esquema de uso (fig. 10.19) requiere un *glidepath* previo, siendo



Figura 10.18. Sistema WaveOne Gold. Lima Small (amarilla), Primary (roja), Medium (verde) y Large (blanca).

necesario evaluar la amplitud del canal con radiografías previas y con la exploración del canal empleando instrumentos manuales.

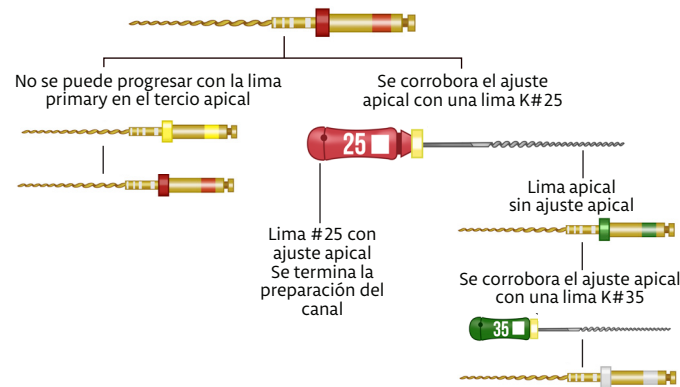


Figura 10.19. Esquema de uso del sistema WaveOne Gold.

INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA EN LA CLÍNICA

La introducción de los sistemas mecanizados optimiza la sesión endodóntica, ya que con un adecuado manejo permite reducir considerablemente el tiempo clínico y preservar de mejor manera la anatomía del canal. Debe considerarse, sin embargo, que para su uso el clínico debe entrenarse previamente (Soares y Goldberg, 2003), ya que con la instrumentación mecanizada se pierde la sensación táctil que se tiene con la instrumentación manual, por lo que se podrían forzar inadecuadamente los instrumentos y generar iatrogenias, como deformaciones del canal, falsas vías, perforaciones y fracturas de instrumentos, entre otras complicaciones.

Dentro de las ventajas que ofrece la instrumentación mecanizada, encontramos una menor fatiga del operador, disminución del tiempo clínico, menor sensibilidad posoperatoria y menor incidencia de transportes apicales (Webber, 2015; Stavileci et al., 2013), escalones o perforaciones, debido a su mayor grado de flexibilidad, lo que contribuye a una mejor preparación del canal (Soares y Goldberg, 2003).

Entre las desventajas, está principalmente el riesgo de fractura que pueden presentar los instrumentos de níquel-titanio, ya que, por su propiedad de memoria de forma, no se aprecia a simple vista el desgaste y fatiga del material como en una lima de acero inoxidable (Miyai et al., 2006). Bajo esta consideración, las limas mecanizadas deben ser siempre observadas detenidamente luego de su uso, en búsqueda de cualquier deformación que pueda representar un riesgo aumentado de separación del instrumento.

Existen dos tipos de causas de fractura de los instrumentos de Ni-Ti: por torsión y por flexión. La fractura por torsión se da por estrés excesivo en el instrumento, como cuando la punta se traba en alguna de las paredes dentinarias mientras el instrumento continúa girando. La fractura por flexión se debe a la fatiga cíclica del material, generalmente tras ciclos repetitivos de flexión y compresión, como en el caso de canales curvos (Miyai et al., 2006; Webber, 2015). Este problema impide la fabricación de instrumentos endodónticos de acero inoxidable para rotación continua, debido a que el acero desarrolla fatiga cíclica después de unas cuantas vueltas.

Con el objetivo de otorgar una guía clínica para la utilización de los sistemas mecanizados, se presenta una serie de reglas que deben respetarse para evitar errores durante nuestro tratamiento de endodoncia:

- Conocer las especificaciones del sistema utilizado y las instrucciones del fabricante. Visitar las páginas oficiales de las marcas comerciales y disponer de las instrucciones para un uso seguro y eficiente es clave para el buen manejo de los instrumentos.

- Utilizar abundante irrigación durante la instrumentación, manteniendo los canales inundados con el irrigante y realizando un constante recambio de este.
- Trabajar siempre con apoyo dentario, debido a que con algunos sistemas es más difícil controlar el avance de la lima dentro del canal y podríamos sobreinstrumentar la constricción apical.
- Evitar el bloqueo dentro del canal, generando un *glidepath* previo.
- No usar una presión apical indebida, ya que las limas están diseñadas para avanzar de forma suave en el canal.
- Rotar las limas de forma continua: el instrumento debe entrar y salir activo del canal.
- Minimizar el tiempo de corte: la lima debe avanzar hasta la longitud de trabajo y no permanecer demasiado tiempo activa dentro del canal.
- Limpiar los instrumentos luego de su uso, ya que la acumulación de limalla entre las espiras genera que estas no tengan la misma capacidad de corte, aumentando el riesgo de fractura.
- Irrigar, recapitular y volver a irrigar después de cada inserción y retiro del instrumento. Esto es especialmente relevante en dientes con infección, permitiendo un recambio del hipoclorito de sodio y una mayor desinfección.
- Comprobar la permeabilidad del foramen con frecuencia, usando instrumentos manuales (limas de Ni-Ti o K de pequeño calibre). Debido a las conicidades variables de los instrumentos y la rectificación del tercio coronal del canal, es probable que la longitud de trabajo se modifique.

El uso excesivo del instrumento, la alta velocidad, la presión excesiva y la persistencia de giro en un mismo punto determinarán la longevidad de la lima. El uso responsable de los instrumentos rotatorios se refleja en una mejor experiencia clínica, con mayor preservación de la anatomía del canal radicular. No debemos olvidar que, si bien los instrumentos rotatorios han disminuido sustancialmente la incidencia de varios problemas clínicos, se tienden a fracturar con mayor facilidad que los instrumentos manuales, sin previo aviso.

Las nuevas tecnologías en el área de la endodoncia avanzan muy rápido, por lo que es fundamental la constante actualización en los diferentes sistemas que van apareciendo en el mercado. El uso de sistemas mecanizados no imposibilita al clínico finalizar la instrumentación con un instrumento manual si así lo requiere el caso. Cada canal es único y, por lo tanto, la estrategia con la que se aborde también lo será, mezclando y complementando los diferentes sistemas disponibles para facilitar nuestro trabajo endodóntico.

Bibliografía

- Ametrano, G., Riccitello, F., Amato, M., Formisano, A., Muto, M., Grassi, R., Valletta, A. y Simeone, M. (2013). μ CT analysis of mandibular molars before and after instrumentation by Reciproc files. *Recenti Progressi in Medicina*, 104(7-8), 420-424.
- Beer, R., Baumann, M., Kielbassa, A. M. y Hassell, T. M. (2006). *Pocket Atlas of Endodontics*. Georg Thieme Verlag.
- Buehler, W. H., Gilfrich, J. V. y Wiley, R. C. (1963). Effect of low temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of Applied Physics*, 34(5), 1475-1477.
- Ford, D. S. y White, S. R. (1996). Thermomechanical behavior of 55Ni45Ti nitinol. *Acta Materialia*, 44(6), 2295-2307.
- Gunes, B. y Yesildal Yeter, K. (2018). Effects of different glide path files on apical debris extrusion in curved root canals. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1191-1194.
- Hartmann, R. C., Peters, O. A., De Figueiredo, J. A. P. y Rossi-Fedele, G. (2018). Association of manual or engine-driven glide path preparation with canal centring and apical transportation: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 51(11), 1239-1252.

Matus, D. y Betancourt, P. (2018). Mechanical root canal preparation using the WaveOne gold system. Case series. *Biomedical Research*, 29(13), 2686-2689.

Miyai, K., Ebihara, A., Hayashi, Y., Doi, H., Suda, H. y Yoneyama, T. (2006). Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 39(2), 119-126.

Narayan, G. S., Venkatesan, S. M., Karumaran, C. S., Indira, R., Ramachandran, S. y Srinivasan, M. R. (2012). A comparative evaluation on the cleaning and shaping ability of three nickel titanium rotary instruments using computerized tomography - An *ex vivo* study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 3(2), S151-155.

Orstavik, D. (2019). *Essential Endodontology*. Wiley.

Schilder, H. (1974). Cleaning and Shaping the Root Canal. *Dental Clinics of North America*, 18(2), 269-296.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). Capítulo 6. En *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Stavileci, M., Hoxha, V., Gördüysus, Ö., Tatar, I., Laperre, K., Hostens, J., Küçükkaya, S. y Berisha, M. (2013). Effects of preparation techniques on root canal shaping assessed by micro-computed tomography. *Medical Science Monitor Basic Research*, 19, 163-168.

Thompson, S. A. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33(4), 297-310.

Walia, H., Brantley, W. A. y Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *The American Association of Endodontists*, 14(7) 346-351.

Webber, J. (2015). Shaping canals with confidence: WaveOne Gold single file reciprocating system. *Roots International Magazine of Endodontology*, (1), 34-40.

West, J. D. (2010). The endodontic Glidepath: "secret to rotary safety". *Dentistry Today*, 29, 90-93.

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41(4), 339-344.

Yared, G. (2017). Reciproc blue: the new generation of reciprocation. *Giornale Italiano di Endonzia*, 31(2), 96-101.

Yeguez Rodríguez, E. (2000). Aleación de níquel-titanio y su uso en endodoncia. *Acta Odontológica Venezolana*, 38(1), 4-7.

Young, H. D. y Freedman, R. A. (2009). Rotación de cuerpos rígidos. En *Física universitaria*, vol. 1 (12.ª edición) (pp. 285-303). Pearson Educación.

La eliminación de los restos de tejido pulpar vital, necrótico y microorganismos del sistema de canales radiculares es esencial para el éxito del tratamiento en endodoncia. Debido a la compleja anatomía del sistema de canales radiculares, es imposible llegar con la instrumentación a todas las áreas, por lo que aproximadamente la mitad de las paredes de los canales radiculares quedan sin ser instrumentadas y se hace fundamental la acción química de la irrigación (Zehnder, 2006).

Sus objetivos son biológicos y mecánicos. El objetivo mecánico es eliminar residuos, lubricar el canal y disolver el tejido orgánico e inorgánico, mientras que el objetivo biológico se relaciona con el efecto antibacteriano de la irrigación (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

IRRIGACIÓN DEL SISTEMA DE CANALES RADICULARES

OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA (Soares y Gold-

- Limpieza: eliminar por remoción y/o disolución todos los detritus presentes en el interior del canal radicular, ya sean preexistentes, como restos pulpares y material orgánico, o productos de la instrumentación, como la limalla dentinaria, para evitar el taponamiento del canal radicular.
- Desinfección: reducir la cantidad de bacterias existentes en los canales radiculares, por acción mecánica y por la acción antibacteriana propia del agente irrigante.

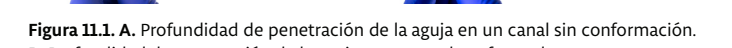
- ### CARACTERÍSTICAS IDEALES DE LOS IRRIGANTES USADOS EN

- **Acción antimicrobiana:** deben poseer acción antibacteriana, fungicida y germicida, para así poder disminuir la carga bacteriana dentro del canal radicular, además de una alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms.

- HEMODINÁMICA DE LA IRRIGACIÓN (Berutti y Gagliani, 2017)

La capacidad del irrigante de lograr sus objetivos biológicos y mecánicos depende de varios factores:

- profundidad de penetración de la aguja;



1. Compuestos halógenos

4. Quelantes
- Soluciones de ácido etilendiaminetetracético (EDTA).
 - Largal Ultra (agente quelante comercial).
 - Redta (agente quelante comercial).
5. Asociaciones
- RC Prep (ácido etileno diaminetetracético + peróxido de urea + base hidrosoluble de polietilenglicol-Carbowax).
 - Endo PTC (peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax).
 - Glyde File Prep.
 - Smear Clear.
 - MTAD (asociación de una tetraciclina isomérica, ácido cítrico y un detergente Tween 80).
6. Otras soluciones de irrigación
- Agua destilada esterilizada.
 - Agua de hidróxido de calcio (0.14 g/L).
 - Peróxido de hidrógeno (10 vol.).
 - Suero fisiológico.
 - Solución de ácido cítrico.

COMPUESTOS HALÓGENOS

HIPOCLORITO DE SODIO

El hipoclorito de sodio es un compuesto químico con la fórmula NaOCl, empleado con frecuencia como desinfectante o agente blanqueador. Es el irrigante más utilizado en tratamientos de endodoncia debido a su efectividad contra los microorganismos patógenos y su capacidad de eliminación del tejido pulpar (Basrani y Haapasalo, 2012).

Fue producido por primera vez en 1789 en Javel (Francia), haciendo pasar gas de cloro a través de una solución de carbonato de sodio. El líquido resultante, conocido como *eau de Javel* (agua de Javel), era una solución débil de hipoclorito de sodio (Zehnder, 2006). Sobre la base de los estudios de laboratorio controlados por Koch y Pasteur, el hipoclorito ganó una amplia aceptación como desinfectante para finales del siglo XIX (Zehnder, 2006).

Junto con su amplio espectro y su eficacia bactericida no específica en todos los microorganismos, las preparaciones de hipoclorito son esporádicas, virucidas y muestran mayores efectos disolviendo tejidos necróticos que vitales. Estas características, además de su correcta vida útil y bajo costo, impulsaron el uso de hipoclorito de sodio acuoso como irrigante principal en endodoncia (Zehnder, 2006).

a) Propiedades del hipoclorito de sodio (Basrani y Haapasalo, 2012; Soares y Goldberg, 2003):

- buena capacidad de limpieza;
- poder antibacteriano efectivo;
- neutralizante de productos tóxicos;
- disolvente de tejido orgánico;
- acción rápida, desodorizante y blanqueadora;
- lubricante.

b) Limitaciones del hipoclorito de sodio (Basrani y Haapasalo, 2012):

- toxicidad;
- corrosivo;
- carece de sustantividad;
- elimina solo la parte orgánica del barro dentinario;
- olor desagradable.

c) Mecanismo de acción: cuando el hipoclorito de sodio contacta con las proteínas de los tejidos, dentro de un corto período de tiempo se forma nitrógeno, formaldehído y acetaldehído. Los enlaces peptídicos se rompen para disolver las proteínas. Durante este proceso, el hidrógeno en los grupos aminos (-NH₂) se sustituye por el cloro (-NCl), formando cloraminas que desempeñan un rol importante en la eficacia antimicrobiana. El tejido necrótico y el pus se disuelven, y el agente antimicrobiano puede alcanzar y limpiar las áreas infectadas (Basrani y Haapasalo, 2012).

- Reacción de saponificación: actúa como un disolvente orgánico y de

grasa, degradando los ácidos grasos y transformándolos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), reduciendo así la tensión superficial de la solución restante (Estrela, et al., 2002).

- Reacción de neutralización: el hipoclorito de sodio neutraliza los aminoácidos formando agua y sal. Con la salida de iones hidroxilos, hay una reducción del pH. Cuando el cloro se disuelve en agua y entra en contacto con la materia orgánica, forma ácido hipocloroso, que es un ácido débil oxidante con la fórmula química HClO (Basrani y Haapasalo, 2012).
- Reacción de cloración: el HClO actúa como un solvente, liberando cloro que, combinado con el grupo amino de las proteínas, forma cloraminas. El ácido hipocloroso (HOCl-) y los iones de hipoclorito (OCl) conducen a la degradación e hidrólisis de los aminoácidos (Basrani y Haapasalo, 2012).
- Reacción de cloraminación: entre el cloro y el grupo amino (NH) forman cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. El cloro, un oxidante fuerte, presenta acción antimicrobiana mediante la inhibición de enzimas bacterianas que conducen a la oxidación irreversible de grupos SH (grupo sulfhidrilo) de las enzimas bacterianas esenciales (Basrani y Haapasalo, 2012).
- El hipoclorito de sodio es una base fuerte (pH > 11). El alto pH interfiere con la integridad de la membrana citoplasmática provocando una inhibición enzimática irreversible, alteraciones en el metabolismo celular y degradación de fosfolípidos.



Figura 11.2. Hipoclorito de sodio a una concentración de 2.0 %.

d) Concentración: como irrigante endodóntico es utilizado en concentraciones que van desde el 0.5 al 6 % (fig. 11.2) (Basrani y Haapasalo, 2012; Torabinejad y Walton, 2009). A mayor concentración aumenta su efectividad en la disolución de los tejidos (Torabinejad y Walton, 2009), pero también su toxicidad, por lo que se recomienda su uso en endodoncia a una concentración de 2.5%, pero en grandes volúmenes, con reposición continua y usando técnicas que mejoren su efectividad (Basrani y Haapasalo, 2012).

e) Tiempo de acción: el cloro, responsable de la disolución de tejido orgánico y efecto antibacteriano del hipoclorito de sodio, es inestable y se consume rápidamente durante la primera fase de la disolución de tejidos, probablemente en dos minutos, por lo que es esencial su recambio continuo. Esto debe ser considerado en la actualidad, ya que las técnicas mecanizadas han acelerado el proceso de conformación de los canales.

Tanto la concentración como el tiempo óptimo durante el cual se debe utilizar este irrigante son puntos que aún están en discusión (Zehnder, 2006; Basrani y Haapasalo, 2012).

f) Efecto del hipoclorito de sodio sobre la dentina: el 22% del peso de la dentina es material orgánico, principalmente colágeno tipo I, que contribuye considerablemente a las propiedades mecánicas de este tejido. Estas propiedades pueden verse afectadas por la degradación que origina el hipoclorito de sodio en los componentes orgánicos de la dentina, afectando su resistencia a la flexión, módulo elástico y microdureza. Es evidente a partir de la literatura que, a mayor concentración de hipoclorito de sodio, mayores son los efectos negativos sobre la dentina (Basrani y Haapasalo, 2012).

g) Penetración en los túbulos dentinarios: la profundidad de penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios varía entre 77 y 300 micrones. La concentración, el tiempo de exposición y la temperatura son los tres parámetros que afectan potencialmente la capacidad de penetración de este irrigante (Basrani y Haapasalo, 2012).

h) Efecto sobre el biofilm: el efecto del hipoclorito de sodio sobre el biofilm es resultado de su capacidad de disolución de tejido orgánico, que elimina la unión bacteria-dentina y bacteria-bacteria. Hasta el momento se considera al hipoclorito de sodio al 6% como el único agente capaz de eliminar por sí solo el biofilm (Basrani y Haapasalo, 2012).

i) Aumento de la eficacia: para mejorar la eficacia de las preparaciones de NaOCl en la disolución de tejido se recomienda aumentar su pH, temperatura o activar la solución empleando técnicas manuales o mecánicas (Basrani y Haapasalo, 2012).

j) Accidentes: el hipoclorito de sodio es un agente oxidante no específico, cuyas reacciones de oxidación son corrosivas. Los efectos tóxicos del hipoclorito de sodio sobre los tejidos vitales incluyen hemólisis, ulceración epitelial y necrosis. Se han descrito accidentes ocasionados por su uso en endodoncia, como daño en la ropa del paciente, salpicaduras en los ojos del paciente u operador, inyección a través del foramen apical con extrusión a los tejidos apicales y reacciones alérgicas.

La extrusión de NaOCl en los tejidos apicales puede ser resultado de un foramen apical amplio, falta de constricción apical, presión extrema al momento de irrigar y uso de jeringas con salida apical. Los principales síntomas cuando el NaOCl se inyecta en los tejidos apicales y perirradiculares son dolor severo inmediato, edema inmediato de los tejidos blandos vecinos con posible extensión del edema sobre el lado lesionado de la cara, sangrado profuso del canal radicular, hemorragia intersticial profusa con hemorragia de la piel y las mucosas (equimosis), sabor a cloro o irritación de la garganta después de la inyección en el seno maxilar e infección secundaria, anestesia reversible y parestesia (Basrani y Haapasalo, 2012).

k) Seguridad: las medidas preventivas que se deben tomar para reducir al mínimo las posibles complicaciones de uso incluyen uso de pechera plástica para proteger la ropa del paciente, protección ocular para el paciente y el operador, aislamiento con goma dique bien sellada y uso de aguja con salida lateral (fig. 11.3) a 4-5 mm menos que la longitud de trabajo, evitando la presión excesiva durante la irrigación haciendo movimientos cortos de entrada y salida (Basrani y Haapasalo, 2012).



Figura 11.3. Jeringa Monojet usada en endodoncia.

SOLUCIÓN DE GLUCONATO DE CLORHEXIDINA AL 2%

El gluconato de clorhexidina es una bisbiguanida catiónica, compuesta por dos anillos clorofenólicos y dos grupos de biguanida conectados a un hexametileno, con cargas positivas en los extremos. Se utilizó por primera vez en Gran Bretaña en 1954, como antiséptico para heridas de piel, y en 1959 en odontología en forma de enjuagues (Leonardo, 2005).

Es un antiséptico catiónico bacteriostático y bactericida, con acción prolongada dependiente de la capacidad de absorción de las superficies, desde donde se libera con lentitud. Concentraciones de entre 0.1 y 0.12% son recomendadas como enjuagues bucales para el control de la placa bacteriana, mientras que para endodoncia se recomienda al 2% (Soares y Goldberg, 2003). Es comercializado como sal de gluconato en varias presentaciones comerciales: colutorio, gel, seda y barniz (fig. 11.4).



Figura 11.4. A. Consepis, clorhexidina en formato gel de la marca Ultradent. B. Clorhexidina líquida al 2%.

La clorhexidina no ofrece ventajas sobre el hipoclorito de sodio como solución irrigadora, ya que no posee la capacidad disolvente del tejido orgánico ni mayor biocompatibilidad. Puede ser considerada una opción más entre las soluciones irrigantes (Soares y Goldberg, 2003).

a) Propiedades:

- Amplio espectro, principalmente contra bacterias grampositivas.
- Capacidad de absorción en los tejidos dentales y superficie de mucosas.
- Sustantividad: liberación prolongada y gradual (48-72 h). La clorhexidina es absorbida por la hidroxiapatita de la superficie dental y las proteínas salivales, y es liberada cuando disminuye su cantidad en el medio bucal.
- Bactericida: en altas concentraciones induce la precipitación o coagulación del citoplasma celular. La actividad antimicrobiana de la clorhexidina se debe a que es absorbida por la pared celular causando rotura y pérdida de los componentes celulares.
- Bacteriostático: en bajas concentraciones, sustancias de bajo peso molecular, como el potasio y el fósforo, pueden disgregarse ejerciendo un efecto bacteriostático. Este efecto ocurre debido a la lenta liberación de la clorhexidina, cuyo efecto bacteriostático sería más importante que el bactericida.
- Baja toxicidad: recomendado como irrigante en pacientes alérgicos al hipoclorito.
- Baja tensión superficial, por lo que tiene un excelente efecto humectante.

b) Desventajas:

- Se inactiva en presencia de sangre.
- Su uso puede provocar reacciones alérgicas en el paciente.
- Produce tinción dentaria.
- No disuelve tejido orgánico.
- Al combinar clorhexidina con hipoclorito de sodio se forma un precipitado oscuro, que contiene paramonocloroanilina (PCA), la que ocluye los túbulos dentinarios; interfiere en la obturación radicular, y es cancerígeno en humanos (fig. 11.5).

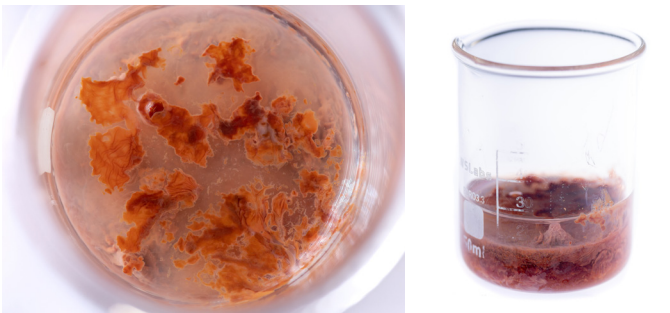


Figura 11.5. Formación de paramonocloroanilina (PCA) por la combinación de hipoclorito de sodio con clorhexidina.

c) Mecanismo de acción: la gran afinidad de la clorhexidina por las bacterias probablemente sea consecuencia de una interacción electrostática entre las moléculas de la misma, con carga positiva y los grupos de la pared celular de las bacterias con carga negativa. Esta interacción aumenta la permeabilidad de la pared bacteriana, y permite la penetración de la clorhexidina al citoplasma del microorganismo, ocasionando su muerte (Leonardo, 2005; Aktener y Bikay, 1993).

QUELANTES

Se denominan quelantes a las sustancias que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos de un determinado complejo molecular a través de una unión coordinante, lo que se denomina quelación.

La quelación es un fenómeno fisicoquímico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de los cuales forman parte sin constituir una unión química con la sustancia quelante, aunque sí una combinación. Este proceso se repite hasta agotar la acción quelante y por lo tanto no se efectúa por el clásico mecanismo de la disolución.

INDICACIONES DE LOS QUELANTES EN LOS TRATAMIENTOS DE LOS CANALES RADICULARES

Las soluciones quelantes están indicadas para la preparación quimiomecánica de canales atrésicos o calcificados y como parte del protocolo de irrigación final, previo a la obturación radicular en bio y necropulpectomías, por su capacidad de disolver el componente inorgánico del barro dentinario y aumentar la permeabilidad de los túbulos dentinarios (Miliani, Lobo y Morales, 2012).

ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO (EDTA)

El EDTA es un agente quelante inorgánico capaz de desmineralizar los tejidos duros dentarios, ya que es un quelante específico para el ion calcio. Es usado durante la localización de canales estrechos, como lubricante y complemento para remover la porción mineralizada del barro dentinario o *smear layer* (Miliani, Lobo y Morales, 2012; Cvek, Nord y Hollender, 1976; Caviedes, 2012).

a) Propiedades:

- Descalcificante: captación y transformación de los iones calcio (Ca^{+}) en un complejo electronegativo. Puede descalcificar la dentina para favorecer el desbridamiento del canal radicular y aumentar la permeabilidad de las paredes dentinarias.
- Autolimitante: por saturación de calcio (máxima saturación a las 48 h).
- b) Desventajas:**
 - Bactericida de baja acción, por exposición directa durante un tiempo prolongado, extrae proteínas de la superficie bacteriana al combinarse con los iones metálicos de la cubierta celular, pudiendo causar la muerte bacteriana (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
 - Moderada irritación tisular si es extruido a los tejidos apicales.

c) Mecanismo de acción: el EDTA desmineraliza la dentina y remueve el contenido inorgánico del barro dentinario. La remoción de iones calcio de la dentina peritubular incrementa el diámetro de los túbulos dentinarios expuestos: de 2.5 a 4 mm. Para lograr una eficaz eliminación del *smear layer* se debe complementar el uso de EDTA con una solución que elimine el componente orgánico, como el hipoclorito de sodio (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

d) Concentración: en endodoncia se utiliza en concentraciones de 15 o 17% (fig. 11.6).



Figura 11.6. EDTA líquido en concentración de 17%.

e) Tiempo de acción: actúa en 5 minutos.

f) Indicaciones:

- Remoción de barro dentinario o *smear layer*, lo que permite una limpieza eficaz de la pared dentinaria y una mejor acción de las soluciones irrigantes antibacterianas.
- Aumenta la permeabilidad de los túbulos dentinarios.
- Es indicado como auxiliar para el ensanchamiento de los canales bloqueados y/o calcificados, aunque no se recomienda su uso en estos casos, ya que junto con una presión mayor de los instrumentos produce accidentes como escalones, falsas vías y perforaciones (fig. 11.7).



Figura 11.7. EDTA en gel File-Eze de Ultradent, usado para el ensanchamiento de canales bloqueados.

ASOCIACIONES

MTAD: BIOPURE (MTAD, DENTSPLY)

Es una mezcla de doxiciclina (antibiótico de amplio espectro al 3%), ácido cítrico (agente desmineralizante al 4.45%) y Tween 80 polisorbato (detergente al 0.5%), que se aplica por cinco minutos como irrigación final luego de la instrumentación e irrigación con hipoclorito de sodio al 1.3%. Estudios preliminares *in vitro* han descrito una eliminación bacteriana efectiva que no ha sido confirmada en estudios *in vivo* (Miliani, Lobo y Morales, 2012).

El MTAD presenta una sustantividad significativamente mayor que la clorhexidina, es menos tóxico que el hipoclorito de sodio y no afecta la diferenciación de los odontoblastos (Ledezma, 2012).

El barro dentinario es de estructura de adherencia débil y está compuesto por material orgánico e inorgánico que permite la viabilidad bacteriana; para removerlo se requiere de una combinación de NaOCl (solvente orgánico) y sustancias activas que actúen sobre el componente inorgánico, incluyendo agentes quelantes o ácidos para remover ambos componentes, orgánico e inorgánico.

OTRAS SOLUCIONES DE IRRIGACIÓN

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO O AGUA DE CAL

Esta solución presenta un elevado poder bactericida y gracias a su pH fuertemente alcalino facilita la neutralización de la acidez del medio.

a) Preparación: se prepara utilizando hidróxido de calcio puro y agua destilada o suero, formando una solución saturada cuya proporción de hidróxido de calcio es de 0.14 g/%. Después el líquido puede ser utilizado como cualquier otro irrigante (fig. 11.8).

b) Indicación: de gran poder hemostático, el agua de hidróxido de calcio inhibe la hemorragia sin provocar vasoconstricción y de esa forma elimina la posibilidad de hemorragia tardía. Esta cualidad es especialmente útil en biopulpectomías, donde nos encontramos frecuentemente con sangrados profusos difíciles de controlar (Heling y Chandler, 1998).

c) Limitaciones: de difícil remoción, no es considerada en la actualidad como una solución de interés para endodoncia.



Figura 11.8. Solución de hidróxido de calcio o agua de cal.

SOLUCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

El peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H_2O_2) de 10 volúmenes se usa en endodoncia por su capacidad de producir efervescencia cuando entra en contacto con tejido orgánico, removiendo mecánicamente restos tisulares del canal radicular, ramificaciones y túbulos dentinarios.

a) Propiedades: al entrar en contacto con los tejidos orgánicos se desprenden burbujas de oxígeno naciente que colaboran en la eliminación mecánica de restos hísticos del canal y tienen un efecto antibacteriano sobre los anaerobios (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Weine, 1989).

b) Indicaciones:

- En dientes vitales, la efervescencia permite remover mecánicamente restos tisulares y sangre filtrada en los túbulos dentinarios de la corona dental, evitando la decoloración del diente.
- En dientes necróticos, la liberación de oxígeno por el contacto entre esta solución de irrigación y los restos tisulares destruye microorganismos anaerobios estrictos que se encuentran en gran concentración en esos casos.
- En dientes abiertos al medio bucal, la remoción mecánica de residuos ubicados al interior del canal permite descontaminarlo.

c) Concentración: en endodoncia se utiliza en concentraciones de 3-5%.

d) Cuidados: no usar como último irrigante, ya que la liberación de oxígeno naciente puede generar presión y dolor.

SUERO FISIOLÓGICO

En la endodoncia actual no es considerada una solución de irrigación de interés, porque no tiene acción antibacteriana, de disolución de contenido orgánico ni inorgánico, así como tampoco capacidad hemostática. Su uso se limita a lavar la cámara pulpar y los canales radiculares entre irrigantes para evitar que estos se combinen.

ÁCIDO CÍTRICO

Solución irrigadora que ha sido clasificada como quelante, ya que por su bajo pH reacciona con los iones metálicos en los cristales de hidroxiapatita para producir un quelato metálico que remueve los iones de calcio de la dentina formando un anillo. La dentina se reblandece cambiando sus características de solubilidad y permeabilidad, especialmente la dentina peritubular, rica en hidroxiapatita, incrementando el diámetro de los túbulos dentinarios expuestos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

En endodoncia, la irrigación con ácido cítrico en concentraciones del 10 al 50% ha sido efectiva para la remoción de calcio.

a) Indicaciones: se ha recomendado como irrigante final debido a su habilidad de remover el barro dentinario que se genera durante la preparación del canal, permitiendo un mejor sellado de los materiales de obturación y disminuyendo la capacidad de las bacterias de sobrevivir y reproducirse (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). No tiene acción antimicrobiana, pero al remover el *smear layer* reduce la microflora asociada.

b) Presentaciones: se puede encontrar en el comercio en distintas concentraciones, como el ácido cítrico al 10 o 20% (Ultradent) y Citrysol® 10% (PrevostDenPro).

TÉCNICA DE IRRIGACIÓN

Para optimizar la limpieza y desinfección de los canales, y prevenir accidentes durante este proceso, se deben considerar los siguientes puntos mientras realizamos la preparación quimiomecánica (Canalda, 2007):

- Usar jeringa de 3 o 5 ml con *luer lock* (sistema de atornillado a la aguja) (fig. 11.9).
- Usar agujas con salida lateral.
- Doblar la aguja para evitar que entre a una longitud no deseada (fig. 11.9).
- Antes de irrigar, corroborar que la aguja entre libre al canal y que la jeringa no contenga aire en su interior (fig. 11.9).
- Irrigar con movimientos cortos de entrada y salida, que previenen el enclavamiento de la aguja.
- Hacer una presión controlada para expulsar el líquido de la jeringa con la palma de la mano o con el pulpejo del dedo índice y no con el pulpejo del dedo pulgar (fig. 11.9).
- Emplear un volumen de 40 ml durante la preparación del canal.
- Realizar un recambio continuo del irrigante entre un instrumento y otro.
- Eliminar burbujas de aire del interior de la jeringa antes de irrigar.
- Instrumentar el canal siempre con la cámara inundada en solución irrigadora.
- Usar pechera amplia para evitar dañar la ropa del paciente.
- Usar antiparras, tanto el paciente como el operador y el asistente.



Figura 11.9. Técnica de irrigación usando una jeringa de 3 ml con *luer lock*, punta doblada a la longitud deseada y aplicando una presión controlada con la palma de la mano. Nótese que la jeringa en su interior no contiene aire.

ACTIVACIÓN DE LOS IRRIGANTES

La irrigación final del canal, tras haberlo conformado e irrigado con la solución seleccionada, busca eliminar residuos de *smear layer* y microorganismos aún presentes, activando los irrigantes después de la obturación radicular. Existe una serie de dispositivos que buscan llevar y luego optimizar la acción de los irrigantes en el interior del canal y pueden ser clasificados en los siguientes (Canalda, 2007):

MANUALES

- **Agujas y jeringas:** se sabe en la actualidad que el solo uso de agujas y jeringas durante la preparación del canal no permite obtener una limpieza óptima. La jeringa debe contener entre 3 y 4 ml de líquido y atornillarse a la aguja a través de un sistema *luer lock*. En relación con las agujas, se debe priorizar el uso de aquellas con salida lateral de calibre 20 o 30. Esto reduce la posibilidad de inyectar solución irrigante fuera del ápice.

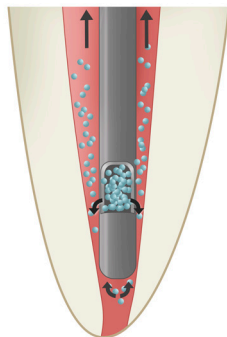


Figura 11.10. Dinámica del irrigante en el tercio apical del canal cuando se emplea una aguja con salida lateral y una correcta técnica de movimiento de la jeringa.

- **Cepillos endodónticos:** parecidos a los *microbrush* usados en operatoria, pero de menor diámetro, son utilizados en la limpieza del canal sin tanta efectividad.

- **Agitación manual con limas y conos de gutapercha:** consiste en realizar movimientos repetidos al interior del canal con limas o conos de gutapercha de 2 a 3 mm desde la zona apical a coronal, alcanzando la longitud de trabajo. Es necesario que la cámara se encuentre inundada en solución y el cono de gutapercha sea del mismo calibre que la lima maestra. Es una técnica sencilla, que no requiere la adquisición de instrumental específico, pero sí de un mayor tiempo de ejecución para que sea efectiva, en la que se recomienda realizar un mínimo de 100 movimientos de entrada y salida. Es importante mencionar que esta técnica solo mejora el contacto del irrigante con las paredes del canal, pero no mejora las propiedades de la solución (fig. 11.11).

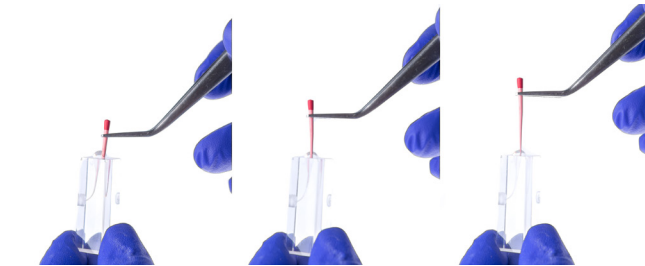


Figura 11.11. Agitación manual del irrigante con cono de gutapercha realizando movimientos de entrada y salida en el canal.

MECÁNICOS Y FÍSICOS

- **Calor:** técnica descrita por primera vez por Ruddle. Es especialmente importante con el hipoclorito de sodio, ya que permite mejorar su acción como disolvente orgánico y bactericida. Requiere el uso de un calentador térmico de irrigantes que permita que la solución adquiera la temperatura deseada dentro de un sistema cerrado, o el uso de ultrasonido. La temperatura no debe subirse más de unos pocos grados por encima de la temperatura corporal, ya que puede tener efectos nocivos sobre las células del ligamento periodontal (Basrani y Haapasalo, 2012).

- **Ultrasonidos:** esta modalidad de activación se logra con el uso de fuentes ultrasónicas, que provocan ondas de agitación que se propagan a través de los líquidos, un fenómeno llamado corriente acústica (fig. 11.12). Esta técnica será descrita en detalle en el capítulo 20, dedicado a las nuevas tecnologías aplicadas a la endodoncia.



Figura 11.12. Ultrasonido con una punta apta para la activación de irrigantes.

- **Subsonidos:** estos sistemas provocan una agitación de la solución a través de un procedimiento similar a los ultrasonidos, pero a una frecuencia y oscilación más baja, generando un fuerte fenómeno hemodinámico (fig. 11.13). El instrumento más conocido usado con este fin es el Endoactivator, constituido por una pieza de mano y puntas intercambiables de polímero, de dimensiones # 20/02, # 25/04 y # 30/06. Para usarlo, se selecciona la punta que alcance 2 mm menos que la longitud de trabajo y se lleva al

canal con la pieza de mano, realizando movimientos de vaivén al interior del canal lleno de solución irrigadora.

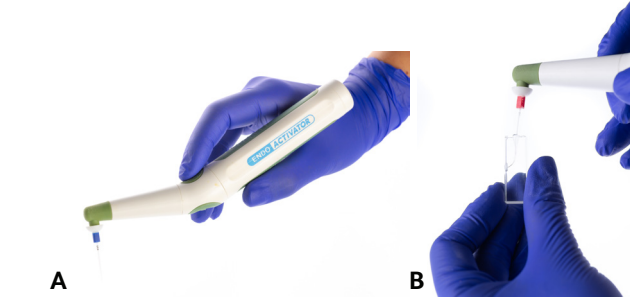


Figura 11.13. A. Endoactivator con su punta # 30/06. B. Activación del irrigante empleando el Endoactivator con punta # 25/04.

- **Sistemas de diferencia de presión:** permiten llevar con seguridad hipoclorito de sodio u otra solución a toda la longitud del canal. El equipo usado para este fin se llama EndoVac y actúa con una presión negativa apical que se traduce en un efecto de succión y en un reflujo turbulento del líquido irrigante desde el ápice hacia la cámara pulpar con la consecuente salida de partículas de materia orgánica e inorgánica.

- **Láser:** esta técnica será descrita en detalle en el capítulo 20.

INTERACCIÓN DE LOS IRRIGANTES

La mezcla de los principales irrigantes al interior del canal genera consecuencias en su acción y propiedades.

- **Clorhexidina e hipoclorito de sodio:** forma un precipitado oscuro y difícil de remover, que contiene paramonocloroanilina (PCA), la que tiñe la corona; ocluye los túbulos dentinarios; interfiere en la obturación radicular, y es considerada cancerígena en humanos, ya que genera metahemoglobina e inhibe la migración leucocitaria.

- **Clorhexidina y EDTA:** produce un precipitado blanco sin efectos negativos.

- **EDTA e hipoclorito de sodio:** el EDTA hace que el hipoclorito pierda su capacidad de disolución de tejidos y disminuya su acción antibacteriana, además de producir erosión de las paredes dentinarias.

Se recomienda el lavado profuso con suero entre irrigantes para evitar su interacción al interior del canal radicular.

SECUENCIA PROPUESTA DE IRRIGACIÓN FINAL

Esta secuencia se realiza justo antes de la obturación del sistema de canales radiculares y se basa en los principios de Haapasalo (Haapasalo et al., 2014):

1. Irrigar con 5 ml de hipoclorito de sodio al 2.5% y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto, haciendo un recambio cada 20 segundos del irrigante.
2. Lavar con suero.
3. Llevar al canal solución quelante de EDTA al 15 o 17% y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto.
4. Lavar con suero.
5. Irrigar por última vez con hipoclorito de sodio.
6. Secar con conos de papel estéril.

MEDICACIÓN INTRACANAL EN ENDODONCIA

En muchos casos, no es posible terminar el tratamiento de endodoncia en una sesión clínica, lo que permite la proliferación de bacterias al interior del canal. Para evitar esta situación, mantener la asepsia lograda e impedir la contaminación entre sesiones, se deja una medicación intracanal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Definición

Fármaco que se deposita al interior del canal, entre sesiones, para

mantener y lograr un medio aséptico en el sistema de canales radiculares (Torabinejad y Walton, 2009).

Clasificación

Derivados fenólicos	Cresatina
Aldehídos	• Formaldehído • Formocresol
Halógenos	• Iodoformo
Bases u hidróxidos	• Hidróxido de Calcio
Corticoides	• Prednisona • Hidrocortisona • Dexametasona
Antibióticos	• Sulfato de Polimixina B • Sulfato de neomicina

Tabla 11.1. Clasificación de los compuestos usados para medicación en endodoncia.

Dentro de esta gran variedad, los más utilizados son los halógenos y los de base o hidróxidos. Sin embargo, las pastas bi y triantibióticas volvieron a aparecer para ser usadas en los procedimientos de revascularización pulpar (Soares y Goldberg, 2003).

PARAMONOCLOROFENOL ALCANFORADO

Es uno de los fármacos antimicrobianos más antiguos y usados actualmente, a pesar de su toxicidad. El fenol es un tóxico protoplasmático inespecífico cuyo efecto antibacteriano no se relaciona de manera favorable con su toxicidad (fig. 11.14) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 11.14. Paramonoclorofenol alcanforado.

HIDRÓXIDO DE CALCIO (CAOH)

Fue propuesto como medicación intracanal en los años veinte. Su presentación es un polvo blanco y alcalino (pH 12.8), obtenido de la calcinación e hidratación del carbonato de calcio (Padrón, 2006).

a) Propiedades:

- Baja solubilidad en agua.
- Inestabilidad: se inactiva en contacto con el medio ambiente (presencia de CO2), por lo que se recomienda su uso en presentaciones en cápsula o sachet, debido a que en polvo es fácilmente contaminable con el medio externo (Yamashita et al., 2013).

b) Ventajas:

- Antimicrobiano.
- Neutralización de endotoxinas.
- Inductor de la reparación.
- Solvente de materia orgánica.
- Barrera física: impide que se reproduzcan los microorganismos que quedaron en el canal, limita el espacio para la proliferación bacteriana y, si se desaloja la restauración provisoria, dificulta la filtración del canal (Soares y Goldberg, 2003; Torabinejad y Walton, 2009).

- Antiinflamatorio: posee una acción higroscópica (absorbe humedad), que reduce la permeabilidad vascular y la inhibición de la fosfolipasa (Soares y Goldberg, 2003; Yamashita et al., 2013).
 - Antimicrobiano: actúa sobre la membrana citoplasmática de la bacteria, haciendo una peroxidación lipídica, inactivando enzimas por pérdida de su estructura terciaria, inactivando enzimas y dañando el ADN de la bacteria (Soares y Goldberg, 2003).
 - Solvente de materia orgánica: logra desnaturalizar e hidrolizar las proteínas.
 - Antihemorrágico por cauterización química: ocurre cuando se deja CaOH en los recubrimientos directos para formar el puente dentinario, y se forma primero una necrosis y posteriormente el puente, como signo de un proceso clínicamente exitoso (Torabinejad y Walton, 2009).
- Las principales indicaciones son antimicrobiano y hemostático, dado que son independientes de las condiciones del canal radicular.

Cuando no se alcanzan a instrumentar por completo los canales en una primera sesión, es aconsejable dejar una medicación en la cámara pulpar como barrera física y no introducir medicación en los canales, puesto que estos no se encuentran limpios y es posible bloquearlos.

c) Limitaciones (Soares y Goldberg, 2003; Torabinejad y Walton, 2009; Leonardo, 2005):

- Existen microorganismos resistentes al hidróxido de calcio, sobre todo si están organizados en biofilms que los vuelven aún más resistentes.
- La dentina tiene poder *buffer*, que contrarresta el poder alcalino del hidróxido de calcio.
- Poca difusión de iones OH, responsables de su actividad antimicrobiana.

d) Preparación y uso: se recomienda el uso de hidróxido de calcio en presentación de sachet por sobre los que vienen en frascos (fig. 11.15), ya que así mantiene sus propiedades. Los vehículos que se emplean para su preparación son:

• Hidrosolubles:

- Acuoso (suero, Ultracal, agua destilada, anestesia). No se recomienda el uso de anestesia porque disminuye el pH del medicamento.
- Viscoso (polietilenglicol, glicerina, propilenglicol).

• Oleosos: como el paramonoclorofenol alcanforado, no se recomiendan por la dificultad al momento de retirarlos del canal.

La elección del vehículo, oleoso o viscoso, dependerá del tiempo que pase entre las sesiones. Los vehículos acuosos permiten una acción del medicamento de entre tres y cuatro días, mientras que con vehículos acuosos la acción aumenta a una semana. Existen también medicamentos de hidróxido de calcio que vienen en presentación de jeringa, listos para ser dispensados en el canal a través de una aguja que facilita su llenado.



Figura 11.15. Hidróxido de calcio en frasco con propilenglicol.

e) Forma de aplicación en el canal:

- con un instrumento manual, como las limas K, girándolo en sentido antihorario;
- con un instrumento rotatorio, como los lentulos;
- con jeringas especiales para la aplicación del hidróxido de Ca, que

permiten dispensar el producto a lo largo del canal (fig.11.16);

- mediante compactación manual, con atacadores y conos de papel.



Figura 11.16. Ultradent, hidróxido de calcio preparado por el fabricante y en presentación en jeringa para una aplicación sencilla en el canal.

f) Tiempo de aplicación: en lesiones crónicas, se recomienda dejar la medicación por siete o catorce días, dependiendo del tamaño de la lesión, con un recambio a la semana en el último caso. Sin embargo, en lesiones rebeldes que no remiten, o muy extensas, se sugiere una medicación de treinta días, realizando recambios cada siete días y utilizando vehículos como yodoformo o incluso paramonoclorofenol alcanforado en casos extremos (Padrón, 2006; Yamashita et al., 2013).

También es importante tener presente que, en el caso de un tracto sinusal intraoral, si se realiza una correcta preparación quimiomecánica con un buen diámetro apical e irrigación, este debería remitir en las próximas 24 a 48 h.

CORTICOIDES-CRESOPHEN (Soares y Goldberg, 2003)

- a) Composición:** principalmente dexametasona, p-clorofenol y timol. Posee un olor fuerte y un efecto fijador de los tejidos, propiedad que vuelve difícil su remoción de la pulpa y la posterior permeabilización de los canales radiculares.
- b) Modo de uso:** se deja una motita de algodón estéril embebida en la medicación al interior de la cámara pulpar, ya que actúa por contacto.
- c) Indicaciones:** cuando se realiza un acceso de urgencia en pulpitis irreversibles sintomáticas y es imposible eliminar completamente la pulpa por falta de tiempo para la preparación del canal.

CLORHEXIDINA (CHX) (Soares y Goldberg, 2003; Padrón, 2006; Yamashita et al., 2013)

- a) Propiedades:**
- bacteriostática en bajas concentraciones;
 - bactericida en altas concentraciones.
- b) Concentración:** para ser usada en endodoncia es necesaria una concentración del 2%
- c) Ventajas:** una gran ventaja que posee es la sustantividad, con una liberación de hasta veintiún días, por unión a la hidroxiapatita.
- d) Limitaciones:**
- No disuelve el tejido orgánico y disminuye su acción en presencia de él.
 - No actúa sobre el barro dentinario.
 - Al mezclarlo con hipoclorito de sodio se forma un precipitado difícil de remover y que se cree es precancerígeno, llamado paracloroanilina (PCA). Esto ocurre porque la CHX dona protones y el NaOCL los acepta formando este precipitado neutro e insoluble.
- La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) tiene una clasificación sobre la carcinogenicidad de diferentes agentes (tabla 11.2). En 2006 clasificó a la PCA en el grupo 2B (cancerígeno para los seres humanos), ya que genera metahemoglobina e inhibición de la migración leucocitaria. Además, produce daño en el ADN bacteriano, lo que corresponde a su acción bactericida.

Agentes clasificados por la IARC	
Grupo 1	• Carcinógeno para los seres humanos, 107 agentes
Grupo 2 A	• Probablemente carcinogénico para los seres humanos, 58
Grupo 2 B	• Posiblemente carcinogénico para los seres humanos, 249
Grupo 3	• No es clasificable como carcinogénico para los seres humanos, 512
Grupo 4	• Probablemente no carcinógeno para los seres humanos, 1

Tabla 11.2. Clasificación de la carcinogenicidad de distintos agentes según la IARC.

No debemos olvidar que la medicación es un complemento de la preparación quimiomecánica.

Bibliografía

Aktener, B. O. y Bikay, U. (1993). Smear layer removal with different concentrations of EDTA mixture. *Journal of Endodontics*, 19(5), 228-231.

American Association of Endodontists. (1998). *Glossary: contemporary terminology for endodontics*. (6th ed).

Basrani, B. y Haapasalo, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*, 27(1), 74-102.

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Caviedes, J. (2012). Biomecánica de la irrigación en el pronóstico de la endodoncia con sistemas de limas secuenciales rotatorias y limar únicas de movimiento alterno. *Revista Canal Abierto*, (26), 4-14.

Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Cvek, M., Nord, C. E. y Hollender, L. (1976). Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root. A clinical and microbiological study. *Odontologisk Revy*, 27(1), 1-10.

Estrela, C., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M. y Pécora, J. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 13(2), 113-117.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z. y Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299-303.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Heling, I. y Chandler, N. P. (1998). Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 31(1), 8-14.

Ledezma, P. (2012). QMix 2 in 1 irrigation solution. *Revista Canal Abierto* (26), 36-37.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición), tomo 1. Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

Miliani R., Lobo, K. y Morales, O. A. (2012). Irrigación en endodoncia: puesta al día. *Acta Bioclínica*, 2(4), 85-116.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Padrón, E. J. (2006). *Ultrasonido en Endodoncia*. https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

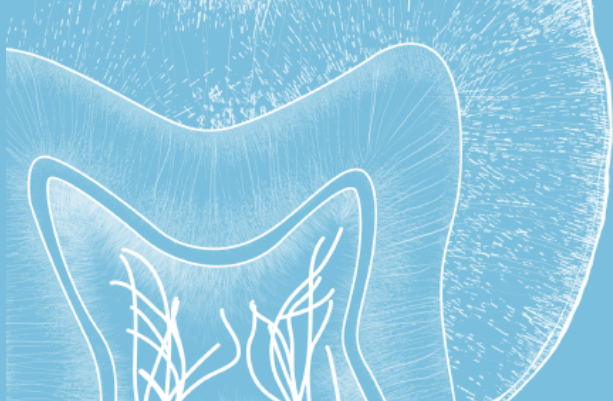
Torabinejad, M. y Walton, R. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (4.ª edición). Elsevier Health Sciences.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: Principles and Practice* (5.ª edición). Elsevier.

Weine, F. S. (1989). *Endodontics Therapy* (4.ª edición). Mosby.

Yamashita, J. C., Tanomaru Filho, M., Leonardo, M. R., Rossi, M. A. y Silva, L. A. B. (2013). Scanning electro microscopic study of the cleaning ability of chlorehexidine as a root irrigant. *International Endodontic Journal*, 36(6), 391-394.

Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398.



Obturación del sistema de canales radiculares

Daniela Matus Rosas

La obturación del sistema de canales radiculares es la última fase del tratamiento endodóntico y tiene por objetivo llenar y sellar de manera estable y tridimensional el espacio intrarradicular que se encuentra limpio, conformado y desinfectado, usando para ello materiales inertes o asépticos que estimulen o no interfieran el proceso de reparación (Canalda, 2019).

Los términos relleno y sellado poseen un significado diferente:

- Rellenar un espacio con un material significa ocuparlo tridimensionalmente. Por ejemplo, un contenedor vacío puede llenarse de arena hasta el borde, pero no estará sellado, ya que los microorganismos y fluidos podrán penetrar en su interior, recorriendo los espacios entre la interfaz grano-grano y grano-pared (Berutti y Gagliani, 2017).
- Sellar un espacio significa impedir toda comunicación con el ambiente adyacente. Un espacio puede ser sellado sin ser relleno. Usando el mismo ejemplo del contenedor, estando vacío podemos cerrarlo mediante una tapa hermética, lo que cerrará la puerta de comunicación con el exterior (Berutti y Gagliani, 2017).

EL PAPEL DE LA OBTURACIÓN EN EL ÉXITO ENDODÓNTICO

Una vez limpio y conformado el canal, las comunidades microbianas se han reducido a niveles críticos, perdiendo la capacidad de promover una enfermedad apical. Esta condición se debe mantener con una correcta rehabilitación coronal y obturación radicular. Esta última controla la infección de dos maneras (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005; Whitworth, 2005):

1. Directamente: matando activamente microorganismos que permanecen en el canal o que entran una vez finalizado el tratamiento.
2. Ecológicamente: al negarles a los microorganismos sustratos y el espacio para multiplicarse.

Se crean así las condiciones necesarias para que se produzca la reparación apical, contribuyendo decisivamente al éxito de la terapia endodóntica (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005).

EXTENSIÓN DEL LLENADO

El nivel de la obturación a nivel cervical corresponde a 2 mm bajo el cuello anatómico y en la región apical se relaciona con el nivel de la preparación quimiomecánica, o sea, con la constricción apical. Se debe evitar la extrusión de material de obturación a los tejidos apicales, que puede generar una irritación innecesaria que impida o retarde la reparación histórica (Canalda, 2019). La obturación, además de llenar el canal a nivel apical y cervical, lo debe hacer de manera tridimensional, de modo que no queden espacios laterales que puedan permitir la supervivencia y desarrollo de bacterias, así como la acumulación de sus toxinas.

Dos términos importantes que hay que considerar al momento de evaluar la calidad de una obturación, y que muchas veces generan confusión, son sobreextensión y sobreobtusión (fig. 12.1). El primero es un término longitudinal, referente al nivel alcanzado por el material de obturación con respecto al nivel elegido como límite de la preparación y la obturación, mientras que el segundo se refiere a la calidad de la condensación que se consigue con el material de obturación (Canalda, 2019; Berutti y Gagliani, 2017). Una subextensión se refiere a una obturación que no alcanza el

límite apical elegido, mientras que una subobtusión indica una falta adecuada de condensación del material de obturación, que deja espacios vacíos susceptibles de ser colonizados por fluidos y bacterias.

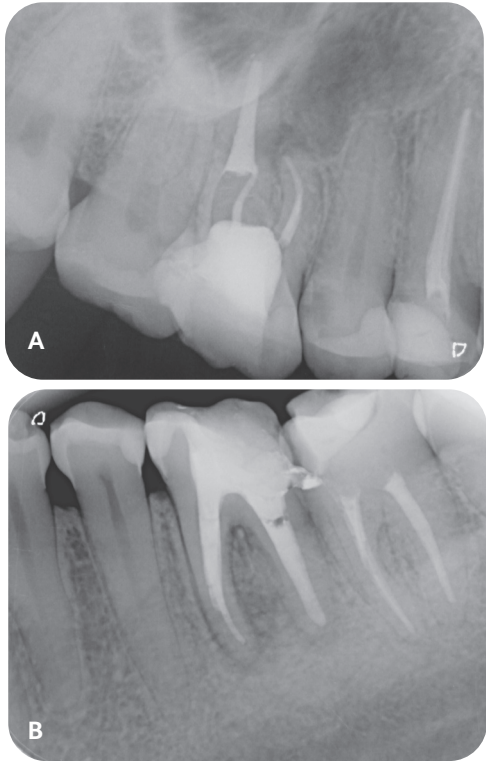


Figura 12.1. A. Sobreobtusión del canal palatino en el diente 1.6 originada por una instrumentación poco conservadora. B. Sobreobtusión de los canales mesiales y distales en el diente 3.6 provocada por una instrumentación poco conservadora.

La importancia de determinar el límite apical de la obturación radicular ha sido informada por diversos estudios, uno de ellos del grupo de Toronto, que advirtió que endodoncias cortas de más de 2 mm albergan tejido necrótico, bacterias e irritantes. Por otro lado, la extrusión de materiales provocada por una sobreextensión disminuye el pronóstico de una reparación apical completa (Canalda, 2019).

CONDICIONES PARA LA OBTURACIÓN

Una vez terminada la preparación quimiomecánica y finalizado el tiempo de la medicación intracanal (si estaba indicada), se debe proceder a obturar el sistema de canales radiculares. Para que la obturación pueda realizarse de manera adecuada deben observarse algunas condiciones (Canalda, 2019; Castellucci, 2005):

- El diente no debe presentar dolor espontáneo ni provocado.
- El canal debe estar limpio y conformado de manera correcta.
- No debe observarse la presencia de un tracto sinusal intraoral.
- La medicación debe estar en las mismas condiciones en que fue dejada.
- El canal debe estar seco, la presencia de exudado contraindica la obturación.
- Debe haber integridad de la restauración temporal.

PREPARACIÓN DEL CANAL PARA LA OBTURACIÓN

Justo antes de comenzar la obturación, una vez seleccionado el cono maestro, debemos preparar el canal. Esto se basa en que, durante el proceso de limpieza y conformación, los materiales orgánicos de la pulpa y los restos inorgánicos de la dentina se acumulan en la pared del canal y producen una capa de barro dentinario irregular y amorfo, también conocido como *smear layer*. En los dientes con necrosis esta capa contiene además bacterias y sus productos colaterales, y su presencia puede interferir en la adherencia y penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios, influyendo además en la penetración de la gutapercha en las técnicas termoplásticas.

Después de completar el proceso de limpieza, la eliminación del barro dentinario se obtiene mediante la irrigación del canal con hipoclorito y luego ácido etilendiaminatetracético (EDTA) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), siguiendo los principios de Haapasalo (Haapasalo et al., 2014) de la siguiente manera:

1. Irrigar con 5 ml de hipoclorito de sodio al 2.5 % y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto, haciendo un recambio cada 20 segundos del irrigante.
2. Lavar con suero.
3. Llevar al canal solución quelante de EDTA al 15 o 17 % y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto.
4. Lavar con suero.
5. Irrigar por última vez con hipoclorito de sodio.
6. Secar con conos de papel estéril.

El suero entre ambos irrigantes solo busca limpiar el canal, evitando que se mezclen en su interior, pues eso trae como consecuencia una disminución del efecto antibacteriano del hipoclorito y una excesiva erosión de las paredes del canal (Haapasalo et al., 2014).

Los quelantes como el EDTA eliminan los componentes inorgánicos sobre los cuales el hipoclorito de sodio no tiene acción, logrando la eliminación del barro dentinario (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

MATERIALES USADOS

A lo largo del tiempo, los canales han sido obturados con distintos materiales. Muchos de estos ya no se utilizan por ser considerados irritantes, tóxicos, alérgenos, reabsorbibles o no apropiados para llenar las complejidades del sistema de canales. Hoy en día, para esta etapa, se acepta el principio según el cual se deben utilizar materiales inertes (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Grossman enumeró los requisitos que debe cumplir un material de obturación ideal (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

1. Debe ser fácil de introducir en el canal, con un tiempo de trabajo suficiente.
2. Debe ser estable dimensionalmente, sin contraerse tras su introducción.
3. Debe ser impermeable, sin solubilizarse en medio húmedo.
4. Debe ser capaz de sellar la totalidad del canal, tanto apical como lateralmente.
5. Debe tener capacidad bacteriostática.
6. No debe ser irritante para los tejidos apicales.
7. Debe ser radiopaco, para poder distinguirlo en las radiografías.
8. No debe teñir los tejidos del diente.
9. Debe ser estéril o fácil de esterilizar antes de llevarlo al canal.
10. Ha de poder retirarse con facilidad del canal si es necesario.

De acuerdo a Soares y Goldberg no existe un «material ideal» que cumpla a la perfección todos los requisitos mencionados, de manera que la obturación debe realizarse con materiales cuyas propiedades físicas, químicas y biológicas aseguren el logro de sus objetivos. Las deficiencias observadas en distintos productos pueden ser superadas, en parte, con el empleo simultáneo de materiales en estado semisólido (conos de

gutapercha) y en estado plástico (cementos selladores). Por lo general, se utiliza un material central denso, que constituye el núcleo de la obturación, y un material de mayor plasticidad para ocupar el espacio entre el material del núcleo y las irregularidades de las paredes del canal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL NÚCLEO DE LA OBTURACIÓN MATERIALES SÓLIDOS

En el pasado, los conos de plata se encontraban entre los materiales sólidos más utilizados para la obturación del canal radicular. No son los únicos materiales que se han probado; también se han descrito técnicas de obturación que empleaban escariadores, limas o sondas endodónticas fracturadas intencionalmente en el canal, en las que por razones obvias no ahondaremos (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005).

Hace más de sesenta años, Jasper introdujo el uso de conos de plata en odontología para obturar canales particularmente estrechos y curvos que habrían requerido una mayor conformación para su obturación con gutapercha (Castellucci, 2005).

El uso de conos de plata tiene como ventajas una fácil manipulación y control de la longitud de trabajo, además de no requerir de una preparación exhaustiva del canal. Sin embargo, este último punto se tradujo en que muchos clínicos no limpiaban ni remodelaban el canal adecuadamente, confiando en la imagen radiográfica de un tratamiento «correctamente realizado», que se obtenía por la intensa radiopacidad del material, lo que provocaba numerosos fracasos posteriores (fig. 12.2).

Algunos motivos por los que dejaron de utilizarse son:

- El canal a menudo tiene una forma irregular; elíptica, excéntrica y bastante lejos de la sección transversal redonda del cono de plata. Como consecuencia, al obturarlo con un cono de plata y cemento sellador, se confía la obturación del canal a una gran masa de cemento, el cual se reabsorbe.
- Cuando el cono de plata se posiciona a nivel de la constricción apical o sobresale más allá de ella, se produce la oxidación del metal, lo que trae como consecuencia su corrosión. Los productos derivados de la corrosión son citotóxicos, provocan la irritación de los tejidos apicales e impiden su reparación.
- El retiro de conos de plata de poco calibre al interior del canal durante un retratamiento endodóntico no quirúrgico es un procedimiento complejo que requiere de equipos e instrumentos específicos.

Hoy en día, el uso de conos de plata se considera bajo el estándar y estos han sido reemplazados por materiales semisólidos, que ofrecen una garantía de éxito mucho mayor (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

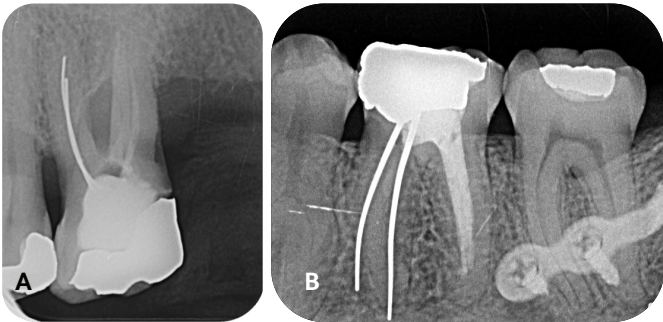


Figura 12.2. Conos de plata. A. Obturación radicular del diente 2.6 con cono de plata en la raíz mesial y gutapercha en el resto de los canales. Nótese la diferencia de radiopacidad entre ambos materiales. B. Diente 3.6 con obturación radicular sobreextendida con conos de plata en los canales mesiales.

CEMENTOS Y PASTAS

En 1928, Henri Lentulo inventó el instrumento rotatorio que lleva su nombre, la espiral de Lentulo, posteriormente denominado lentulo espiral. Con el método espiral se obturaban los canales solo con pasta o cemento. En la actualidad no es aceptable su uso como material único de obturación, porque:

- no es posible controlar la adaptación de los materiales, pudiéndose provocar tanto una obturación incompleta como la extrusión masiva;
- los cementos y pastas sufren contracción durante la fase de fraguado;
- los cementos son reabsorbibles en los tejidos apicales y aun en el interior del canal (Berutti y Gagliani, 2017; Castellucci, 2005; Whitworth, 2005);
- en el caso de un fracaso en el tratamiento, la remoción de estos materiales y, por lo tanto, el retratamiento ortógrado pueden resultar imposibles (Berutti y Gagliani, 2017; Whitworth, 2005).

MATERIAL SEMISÓLIDO

La gutapercha es el principal material de obturación endodóntico, utilizado por sus adecuadas propiedades físicas, químicas y biológicas, desde que fue introducido por Bowman en 1867 (Berutti y Gagliani, 2017). Cuando utilizamos el término gutapercha nos referimos a compuestos a base de gutapercha, material que, aunque determina sus propiedades, representa solo el 20 % de su peso, ya que el resto de su composición corresponde fundamentalmente a óxido de zinc. Para mejorar sus propiedades físicas, se adicionan ceras, resinas y sulfatos metálicos en distintos porcentajes (tabla 12.1).

Composición de la gutapercha comercial		
Materiales	Porcentaje	Función
Gutapercha	18-22 %	Matriz
Óxido de Zinc	59-76 %	Relleno
Ceras	1-4 %	Plasticidad
Sulfatos de metal	1-18 %	Radiopacidad

Tabla 12.1. Materiales que componen la gutapercha con sus porcentajes y funciones.

La gutapercha existe en dos formas cristalinas: α y β .

- La fase α se obtiene al calentar la gutapercha sobre los 65 °C o al usar solventes. El material pasa a una fase plástica, se convierte en flexible y pegajoso, y puede fluir bajo presión. Un inconveniente de esta fase es que el material se encoje al fraguar.

- La fase β se obtiene cuando el material no ha sido calentado (hasta los 42-47 °C) y se presenta como una masa sólida que puede condensarse, pero no penetrar y llenar espacios complejos (Berutti y Gagliani, 2017).

El uso de gutapercha en fase α para la obturación se ha hecho más común al aumentar la popularidad de las técnicas termoplásticas (Berutti y Gagliani, 2017; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), las que se obtienen a través de distintos equipos que generan calor. En la actualidad, está en desuso emplear solventes para obtener esta fase, debido a que son irritantes para los tejidos apicales y producen una contracción inducida por la evaporación.

La gutapercha es comercializada en distintas formas, dependiendo de la técnica de obturación que se vaya a utilizar. La presentación más común es en forma de puntas o conos, los que pueden ser estandarizados de acuerdo a la ISO/FDI 6877 en relación con los instrumentos manuales con una conicidad de 0.02 y calibres desde # 15 a # 140, o no estandarizados, con el mismo *taper* de los instrumentos mecanizados (0.04, 0.06, etc.) para aquellos casos en que la preparación quimiomecánica haya sido realizada utilizando un motor endodóntico (fig. 12.3). Ambos tipos de conos pueden ser empleados para técnicas de condensación lateral en frío o condensación central mediante una onda continua (fig. 12.4A).



Figura 12.3. Conos de gutapercha calibre # 25. A. Cono # 25, conicidad 0.02. B. Cono # 25, conicidad 0.04. C. Cono # 25, conicidad 0.06.

Otras presentaciones son en barras (fig. 12.4B), que se reblandecen en el interior de una pistola dispensadora; en unas cánulas o *cartridge* (fig. 12.4C), que se introducen al interior de un calentador para reblandecer el material, y en vástagos metálicos, plásticos (Thermafil) o de gutapercha con otra forma cristalina (Guttacore), que se plastifican en hornos eléctricos (fig. 12.4D) (Canalda, 2019).



Figura 12.4. Presentaciones de la gutapercha de obturación. A. Gutapercha en conos o puntas de distintas marcas, diámetros y conicidades. B. Gutapercha en barra para usar con pistolas dispensadoras. C. Cartridge de gutapercha. D. Gutapercha en vástago.

A pesar de los parámetros estandarizados que deben guiar a los fabricantes de conos de gutapercha, se ha encontrado una falta en su uniformidad, irregularidades en su punta y una frecuente deformación de su tercio apical.

A continuación, listamos algunas de las ventajas y desventajas de este material (Canalda, 2019; Castellucci, 2005; Whitworth, 2005).

Ventajas:

- Tiene viscoelasticidad, o sea, la capacidad de sufrir una deformación plástica mediante presión, pudiendo ser compactada contra las irregularidades del canal radicular.
- Es posible reblandecerla y plastificarla mediante calor y solventes.
- Es bien tolerada por los tejidos, comportándose de modo inerte, sin capacidad inmunógena.
- Una vez calentada e introducida al canal radicular, la gutapercha se expande, lo que ayuda a asegurar un sello más apretado. Durante su fase de enfriamiento, por el contrario, se encoje. Para compensar la contracción térmica, cualquier técnica que requiera calentar este material también debe requerir su compactación.

- Es radiopaca por su contenido de sulfato (generalmente sulfato de bario), lo que permite su control con radiografías.
- No tiñe los tejidos del diente.
- Se puede retirar de los canales con cierta facilidad.

Desventajas:

- Tiene escasa rigidez, por lo que en forma de puntas de calibre pequeño tiene dificultades para alcanzar el límite de la preparación.
- No presenta adhesión, sino que solo se ajusta a las paredes del canal, por lo que precisa un cemento para sellar la interfase dentina-gutapercha.
- Por su viscoelasticidad, puede experimentar sobreextensiones más allá de la constricción apical al recibir fuerzas de condensación lateral y vertical.
- Si el cono se sitúa accidentalmente más allá del ápice del diente, puede ser bien tolerada desde el punto de vista de su composición, pero produce una irritación mecánica que dificulta la reparación, quedando recubierta por tejido fibroso.

CEMENTOS SELLADORES

Para cualquier técnica en la que se utilice gutapercha es imprescindible un cemento sellador, el que debe ser preparado antes de iniciar la obturación. Los cementos se diferencian de las pastas porque endurecen o fraguan en el interior de los canales radiculares. Estos productos cumplen diferentes funciones, como lubricar para facilitar la obturación, mejorar la adherencia de los conos entre sí y sellar la interfase existente entre el material del núcleo de la obturación (gutapercha) y las paredes dentinarias del canal, con la finalidad de conseguir una obturación tridimensional, hermética y estable. Por esto, en la actualidad las técnicas de obturación consideran el uso de un material semisólido acompañado de un cemento sellador.

Grossman enumeró también once requisitos que debe presentar un buen cemento sellador, a los que Ingle añadió dos más (Canalda, 2019; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

1. Debe ser pegajoso una vez mezclado, para adherirse tanto al material del núcleo como a las paredes dentinarias.
2. Ha de proporcionar un sellado hermético a los canales obturados.
3. Debe contar con una radiopacidad suficiente para ser visualizado en las radiografías.
4. Las partículas del cemento deben ser muy finas para mezclarse bien con el líquido.
5. No debe contraerse al endurecer o fraguar.
6. Es conveniente que no tiña los tejidos dentales.
7. Debe ser bacteriostático.
8. Debe fraguar con suficiente lentitud para poder realizar la técnica de obturación con los ajustes necesarios.
9. Ha de ser insoluble en los fluidos hísticos.
10. Debe ser biocompatible, es decir, bien tolerado por los tejidos vitales.
11. Tiene que poder solubilizarse en los solventes habituales, para poder eliminarlo de los canales radiculares si fuera necesario.
12. No ha de generar una reacción inmunitaria al ponerse en contacto con los tejidos apicales.
13. No debe ser mutagénico ni cancerígeno.

Ninguno de los cementos existentes cumple cabalmente con todos estos requisitos, pero en los últimos años han ido apareciendo nuevas formulaciones, como los cementos biocerámicos, que se acercan más a un ideal. Todos los selladores, excepto estos últimos, experimentan una cierta contracción al fraguar y una ligera pérdida volumétrica con el paso del tiempo. El clínico debe seleccionar el cemento más adecuado para cada caso, tomando en cuenta variables como la morfología del canal, la técnica de obturación y el diagnóstico clínico, además de lo observado en la radiografía de conometría.

Los cementos se clasifican de acuerdo con su componente principal en:

CEMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL: son los más antiguos. Uno de los primeros fue introducido por Rickert y Dixon, y contenía

partículas de plata que mejoraban su radiopacidad, pero teñían la estructura dental, por lo que en 1958 Grossman modificó la composición e introdujo el cemento Grossman (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). La combinación de óxido de zinc con el eugenol ocasiona el endurecimiento de la mezcla por un proceso de quelación, lo que forma eugenolato de zinc. Para mejorar sus propiedades, se le adicionan otros componentes, como resinas, antisépticos, sales de metales pesados y corticoides.

Estos cementos se caracterizan por tener un tiempo de fraguado largo, contraerse al fraguar, disolverse, teñir la estructura dental (algunos), reabsorberse si pasan a los tejidos apicales y poseer un efecto irritante hístico. Las ventajas de los cementos de este grupo son su actividad antimicrobiana (Canalda, 2019; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) y su reabsorción en los tejidos apicales (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

- **Cemento Grossman:** es uno de los selladores clásicos y ha servido como estándar para comparar los cementos creados después de él. El tiempo de trabajo es largo y posee mediana radiopacidad, además de una escasa adhesión a la dentina (Canalda, 2019) (fig. 12.5).



Figura 12.5. Cemento Grossman.

- **Tubli-Seal:** se presenta en dos tubos, base y catalizador, lo que facilita la mezcla al usar las proporciones adecuadas de cada uno (1:1). Posee una radiopacidad media, fluidez elevada y una aceptable adherencia a las paredes del canal. Dentro de los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, es el más biocompatible de acuerdo con diversos estudios, pero posee un tiempo de fraguado más corto si lo comparamos con cementos en forma de polvo o líquido (Canalda, 2019) (fig. 12.6).



Figura 12.6. Cemento Tubli-Seal.

CEMENTOS A BASE DE RESINAS PLÁSTICAS: fueron creados en Europa con la finalidad de conseguir un preparado estable en el interior de los canales. Son utilizados hace mucho tiempo, proporcionan adhesión y no contienen eugenol (Canalda, 2019).

- **Diaket:** resina polivinílica creada por Schmitt en 1951. Posee un tiempo de trabajo corto, radiopacidad elevada, buena fluidez y una aceptable adherencia a la dentina. Como desventaja, es irritante hístico (Canalda, 2019).

- **AH 26:** resina epóxica creada por Schroeder en 1954. Se destaca su tiempo de trabajo largo, radiopacidad elevada, buena fluidez y aceptable adhesividad, además de que libera paraformaldehído, por lo que se comporta como un irritante hístico de media intensidad. Es difícil de retirar de los canales, ya que no existen solventes para este cemento (Canalda, 2019).

- **AH Plus o Topseal:** resina epoxi-bis-fenol que se presenta en dos tubos, con un sistema pasta/pasta, lo que facilita la proporción adecuada de la mezcla (1:1). Deriva del AH 26, pero tiene propiedades mejoradas. Es biocompatible (no libera paraformaldehído) y tiene alta fluidez, buena adherencia a la dentina, alta radiopacidad, tiempo de trabajo largo (4 horas) y baja solubilidad (fig. 12.7). Ha demostrado no poseer actividad genotóxica, mutagénica ni carcinogénica. Existen en la actualidad solventes para poder retirarlo, como Endosolv R (Canalda, 2019).



Figura 12.7. Cemento AH Plus.

CEMENTOS A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO: fueron creados con la idea de incorporar las buenas propiedades biológicas del hidróxido de calcio a los selladores. Se creía que podían tener actividad antimicrobiana y un potencial osteogénico cementogénico. Lamentablemente, estas propiedades no han sido demostradas (Canalda, 2019).

- **Sealapex:** se presenta en dos tubos con sistema pasta/pasta. Su tiempo de trabajo es corto, y disminuye con la humedad y el calor. Posee una escasa radiopacidad, una fluidez adecuada, aceptable adherencia a la dentina y solubilidad elevada. Es bien tolerado por los tejidos apicales (Canalda, 2019).

CEMENTOS BASADOS EN VIDRIO IONÓMERO: fueron creados por sus propiedades de adhesión a la dentina. Como desventaja, requieren una preparación previa de las paredes del canal con agentes adhesivos para recibir el cemento de vidrio ionómero, lo que es particularmente difícil en los tercios medio y apical. Poseen una actividad antimicrobiana mínima (Canalda, 2019).

- **Ketac-Endo:** su principal ventaja es la adherencia a la dentina, lo que determina un sellado del canal de gran calidad. Sus principales inconvenientes son el tiempo de fraguado excesivamente rápido y la dificultad de removerlo del canal, ya que no se conoce un solvente adecuado para realizar su remoción en retratamientos (Canalda, 2019).

CEMENTOS A BASE DE SILICATOS CÁLCICOS: son selladores basados en los componentes del agregado trióxido mineral (MTA) o del cemento Portland (CP), y también se conocen como biocerámicos.

Sus componentes principales son silicatos tricálcicos y dicálcicos, a los que se añaden según cada fabricante óxido de bismuto, óxido de circonio u óxido de tantalio para prevenir las tinciones que pudieran ocasionar el bismuto, fosfato cálcico, carbonato cálcico, resinas, propilenglicol y otros componentes. Se atribuye a la presencia de fosfato cálcico un papel importante en la biocompatibilidad de estos selladores. El líquido es una solución de un polímero de agua o propilenglicol para facilitar su fluidez.

Su objetivo es aprovechar las características biológicas y selladoras del MTA mediante formulaciones que permitan su uso como cementos selladores. No producen una respuesta inflamatoria en los tejidos apicales cuando entran en contacto con ellos. Se caracterizan por ser hidrofílicos, estables en ambientes biológicos y no sufrir contracción de fraguado; por el contrario, tienen una expansión de 0.002 mm y no se reabsorben. Dos importantes características son su capacidad de producir hidroxiapatita durante su proceso de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación, y presentar un pH muy alcalino (11 o 12) durante las primeras 24 horas de fraguado, lo que genera una elevada actividad antibacteriana (Canalda, 2019; Whitworth, 2005; Soares y Goldberg, 2003).

- **BioRoot RCS:** constituido por silicato tricálcico y dicálcico, carbonato cálcico y óxido de circonio, se mezcla con agua, un polímero hidrosoluble y cloruro de calcio (fig. 12.8). Se caracteriza por crear un sellado entre el núcleo de gutapercha, el cemento y la dentina, y tener adecuada radiopacidad, propiedades antibacterianas y de reparación apical dadas por su elevado pH y capacidad de liberar hidróxido de calcio (Canalda, 2019). Requiere ser mezclado ya que viene en presentación de polvo/líquido (1:5).



Figura 12.8. Cemento BioRoot RCS.

- **TotalFill BC Sealer:** se compone de silicato cálcico, fosfato cálcico, óxido de circonio, óxido de tantalio y agregantes. Tiene un tiempo de trabajo aproximado de tres a cuatro horas a temperatura ambiente, es hidrofílico, usa la humedad presente en los túbulos dentinarios para iniciar el fraguado, biocompatible, antibacteriano, de radiopacidad adecuada y no sufre contracción de fraguado. Su manipulación es sencilla, ya que viene en una jeringa premezclada que permite llevarlo directamente al canal. Debe ser usado idealmente con conos de gutapercha recubiertos con nanopartículas a las que se une (fig. 12.9) (Canalda, 2019).



Figura 12.9. Cemento biocerámico TotalFill.

Debemos considerar que todos los cementos, a excepción de los biocerámicos, no tienen como finalidad llenar el canal, sino mejorar el sellado del material semisólido, por lo que deben usarse en cantidades mínimas (Castellucci, 2005).

Por todas las características mencionadas, los cementos biocerámicos, cuando se emplean, sí tienen como finalidad llenar el canal y ser el componente principal de la obturación, por lo que el cono de gutapercha pasa a ser una guía de la obturación y de la desobturación, si fuera necesario retratar el diente. Debido a esto, en la actualidad se promueve el uso de técnicas de obturación de cono único con ellos.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

• **Espaciadores digitopalmes:** instrumentos de acero inoxidable con una parte activa cilindro-cónica de extremo aguzado, provistos de un mango largo (fig. 12.10). Se usan en la técnica de condensación lateral en frío para crear un espacio en profundidad que permitirá introducir conos accesorios. Presentan el inconveniente de que, al tener un gran brazo de palanca, ejercen mucha presión en las paredes del canal, aumentando la posibilidad de que se produzcan microfracturas (Zuolo, 2012).



Figura 12.10. Espaciadores manuales o digitopalmes calibre # 50 y # 60.

• **Espaciadores digitales (finger spreaders):** son instrumentos cilindro-cónicos de punta aguda que poseen un pequeño mango digital, fabricados en acero inoxidable o níquel-titanio (fig.12.11). Su función, al igual que la de los espaciadores digitopalmares, es abrir un espacio en profundidad, donde se colocarán los conos de gutapercha accesorios durante la obturación (Zuolo, 2012). Existen de dos tipos, los no estandarizados que presentan mayor conicidad y que vienen en juegos de cuatro instrumentos (A, B, C y D), y los espaciadores estandarizados, de los cuales Zipperer fabrica del # 15 al # 40, y Dentsply, en diámetros de # 10, # 20, # 30 y # 40.



Figura 12.11. Espaciadores digitales Maillefer.

• **Condensadores verticales manuales (pluggers):** son instrumentos de acero inoxidable con dos puntas cilíndricas y cortadas perpendicularmente, que están provistos de mangos largos (fig. 12.12). Su función es condensar la gutapercha en el canal en sentido vertical (Zuolo, 2012).



Figura 12.12. Condensadores manuales 2-3 y 1-3.

Tanto los espaciadores como los condensadores pueden ser elaborados con aleaciones de acero inoxidable o níquel-titanio. Existen con mango corto o largo, y se denominan digitales y digitopalmares, respectivamente. Los espaciadores fabricados con níquel-titanio pueden penetrar más cerca de la constricción apical en canales curvos, por ser más flexibles.

• **Condensadores verticales digitales (finger pluggers):** tienen la misma función y forma que los anteriores, pero presentan un mango corto digital. Tanto los espaciadores como los condensadores digitales tienen mangos con códigos de colores (Leonardo, 2005).

• **Lentulo:** es un instrumento rotatorio, no estandarizado, consistente en un hilo metálico fino y flexible, dispuesto en espiral, de distintos calibres y cuya finalidad es introducir cementos o medicamentos al interior de los canales radiculares (fig. 12.13) (Zuolo, 2012).



Figura 12.13. Lentulo.

• **Atacadores:** son instrumentos metálicos de forma cilíndrica y punta cortada. Los de mango largo sirven para derretir el excedente de conos y condensar en frío la gutapercha en el canal. Pueden ser fabricados a partir de sondas rectas desechadas. También existen en el mercado y los más indicados son el n.º 12 de Kerr y el n.º 11 de Starlite (Leonardo, 2005).

• **Puntas de papel absorbentes:** puntas desechables ligeramente cónicas, elaboradas de papel y estandarizadas según las normas ISO. Se utilizan para secar los canales radiculares o para llevar medicamentos a su

interior. Antes de usarse deben esterilizarse y, previa inserción al canal, es necesario medirlas para evitar lesionar los tejidos apicales. En la actualidad algunos fabricantes las proveen en distintas conicidades, empaquetados y estériles para su comercialización (fig. 12.14). Su modo de empleo es de entrada y salida en el canal a una longitud determinada, evitando los movimientos de vaivén al interior del canal (Leonardo, 2005).



Figura 12.14. Conos de papel empaquetados y estériles de fábrica.

• **Calibrador de conos de gutapercha:** instrumento que consta de regla y calibrador, cuya finalidad es medir la longitud y comprobar el diámetro de un cono de gutapercha, o transformar una punta de gutapercha en un calibre deseado (fig. 12.15).



Figura 12.15. Calibrador de conos de gutapercha.

• **Atacadores Buchanan:** condensadores de uso manual empleados para técnicas de obturación fría y termoplastificada. Poseen dos extremos cónicos, uno de níquel-titanio y otro de acero inoxidable. Cualquiera de los extremos puede ser usado para compactar la gutapercha, pero su extremo de Ni-Ti permite la condensación en canales con curvaturas marcadas.

• **Atacadores Machtou:** condensadores manuales fabricados con aleación de acero inoxidable de alta resistencia. Poseen mangos de silicona y dos extremos cónicos de distinto tamaño, cuyas medidas son 1/2 y 3/4 (fig. 12.16). Fueron diseñados para la compactación vertical de gutapercha fría y termoplastificada (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 12.16. Atacadores Machtou.

• **Calamus Dual:** dispositivo que funciona como un sistema integrado para la obturación de canales mediante el *downpack* y *backfill* (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Consta de dos piezas de mano, la pieza de mano Pack a la que se le acoplan compactadores (*small*, *medium* y *large*) para calentar, ablandar y compactar los conos de gutapercha, y la pieza de mano Flow, que se utiliza para introducir gutapercha fluida al canal a través de cartuchos con agujas de calibres 20G o 23G (fig. 12.17) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

TÉCNICAS DE OBTURACIÓN DEL SISTEMA DE CANALES RADICULARES

A. TÉCNICA DE OBTURACIÓN CON PASTA ANTISÉPTICA

Esta técnica tiene por objetivo sellar los canales con pastas y tiene una serie de desventajas, como (Whitworth, 2005; Flores-Flores y Pastenes-Orellana, 2018):

- Las pastas y cementos sufren reabsorción, por lo que se generan filtraciones y el consecuente fracaso del tratamiento.
- No es posible removerlas por su dureza e insolubilidad, lo que imposibilita repetir estos tratamientos de endodoncia.
- Algunos de sus componentes son irritantes de los tejidos apicales, lo que da lugar a inflamaciones crónicas o toxicidad celular.
- Los componentes químicos de algunas pastas de relleno han demostrado ser antigénicos, lo que genera respuestas inmunogénicas.
- Es imposible lograr un control apical de la obturación con ellas y se han reportado accidentes por la sobreextensión de pastas a estructuras vitales, como el canal mandibular (fig. 12.20).

Como ya mencionamos, en la actualidad esta técnica está en desuso y es considerada por debajo del estándar.

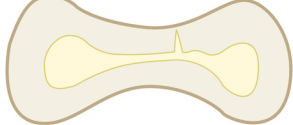


Figura 12.20. Ilustración de una vista axial de un primer premolar superior con dos canales obturados con la técnica de pasta antiséptica.

B. OBTURACIÓN CON CONO ÚNICO

Consiste en lograr la obliteración utilizando un cono único de gutapercha y cemento sellador por canal. Esta técnica está indicada para aquellos casos en que trabajamos con cementos biocerámicos; el uso de selladores diferentes al anterior conlleva resultados deficientes, porque la mayoría de los canales no poseen una sección transversal circular y requieren de una gran cantidad de cemento, con lo que se obtiene un sellado deficiente por la reabsorción de este (fig. 12.21) (Whitworth, 2005; Flores-Flores y Pastenes-Orellana, 2018).

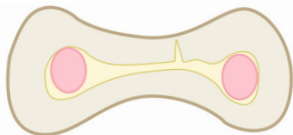


Figura 12.21. Ilustración de una vista axial de un primer premolar superior con dos canales obturados con la técnica de cono único.

C. CONDENSACIÓN O COMPACTACIÓN LATERAL EN FRÍO

Esta técnica fue propuesta en 1914 y es la más utilizada por su sencillez, seguridad en el control del límite apical y el empleo de instrumental simple. Es considerada una técnica patrón cuya eficacia se compara con otras técnicas más novedosas (Flores-Flores y Pastenes-Orellana, 2018). Tiene por objetivo la obliteración tridimensional del canal con conos de gutapercha y sellador, condensados lateralmente (fig. 12.22).

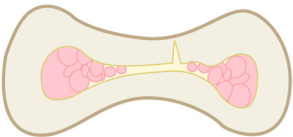


Figura 12.22. Ilustración de una vista axial de un primer premolar superior con dos canales obturados con la técnica de condensación lateral en frío.



Figura 12.17. Sistema de obturación termoplástica Calamus Dual.

• **Sistema obturador de Eighteeth:** unidad de obturación que consta de una fuente de calor o Fast Pack adaptable a tres compactadores (fig. 12.18A) y una pistola para la liberación de gutapercha termoplástica llamada Fast Fil (fig. 12.18B). La pistola se rellena con barras de gutapercha (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).



Figura 12.18. Sistema obturador de Eighteeth. A. Fast Pack. B. Fast Fil.

• **Thermaprep 2:** horno fabricado para calentar obturadores endodónticos en forma de vástagos, prediseñados para casos en que se instrumentó con limas mecanizadas: Wave One, Wave One Gold, Protaper, Protaper Next o TruNatomy (fig. 12.19). Para comenzar el proceso es necesario presionar el soporte del obturador hasta escuchar un clic. La luz alrededor del botón indica que se está calentando la gutapercha, proceso que demora entre 20 y 49 segundos. Una vez terminado, emite una señal acústica indicando que se puede retirar el obturador del horno y llevar al canal.



Figura 12.19. Horno obturador Thermaprep 2.

El cono maestro de gutapercha se selecciona a partir del tamaño del último instrumento utilizado, a longitud de trabajo para la preparación del canal. Esta técnica es la enseñada en la Universidad de La Frontera, por lo que a continuación veremos en detalle los procedimientos necesarios para llevarla a cabo.

1. Después de retirar la restauración provisoria, se irriga el canal de manera abundante con el objetivo de remover restos de restauración provisoria que pudieran haber caído accidentalmente a la cámara pulpar. Se retira la medicación de hidróxido de calcio del canal, recapitulando desde la lima # 15 a la maestra, e irrigando abundantemente con hipoclorito de sodio.

2. Selección del cono maestro: debe tener un diámetro acorde con el último instrumento llevado a longitud de trabajo y poseer dos requisitos, llegar a longitud de trabajo (LT) y tener retención apical. Para medir el cono, primero debemos llevarlo al canal haciendo presión hacia la zona apical, y luego tomarlo con pinzas desde la referencia y medirlo con la regla de endodoncia (fig. 12.23). Al seleccionar el cono se pueden presentar tres problemas clínicos:

- El cono llega a longitud de trabajo (LT), pero queda holgado en el canal. En este caso, primero debemos probar otro cono del mismo calibre; no debemos olvidar que los conos no siempre están correctamente estandarizados. Si la situación persiste, debemos probar un cono de un calibre mayor, obviamente sin perder milímetros de la longitud de trabajo. Si el cono de mayor calibre queda corto, al cono seleccionado de manera inicial (sin resistencia a la tracción) debemos cortarle la punta en porciones de 1 mm hasta lograr LT y resistencia a la tracción.
- El cono maestro tiene una correcta retención, pero no llega a longitud de trabajo. En este caso primero debemos probar un cono del mismo calibre para asegurarnos de que no es una falla de estandarización y, de repetirse la situación, debemos instrumentar nuevamente con abundante irrigación, procurando que el tope de goma de las limas toque la referencia anatómica establecida.
- El cono se extiende más allá de la longitud preparada. En este caso debemos seleccionar un cono de calibre mayor y corroborar la longitud de trabajo con el localizador electrónico de ápice. Aquí será fundamental la resistencia a la tracción para evitar sobreextendernos al momento de usar el espaciador.



Figura 12.23. Determinación de la longitud del cono maestro. Luego de introducir el cono de gutapercha se realiza presión hacia la región apical del canal con la pinza y se toma el cono desde la referencia seleccionada. En este caso la referencia es la cúspide vestibular.

3. Una vez seleccionado el cono maestro y corroborada la retención apical con su docente, se debe tomar una radiografía de conometría (fig. 12.24).



Figura 12.24. Radiografía de conometría.

4. Mientras se revela la radiografía de conometría, se realiza el protocolo de irrigación final. Este consiste en:

- Irrigar con 5 ml de hipoclorito de sodio al 2.5 % y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto, haciendo un recambio cada 20 segundos del irrigante.
- Lavar con suero.
- Llevar al canal solución quelante de EDTA al 15 o 17 % y activarlo con cono de gutapercha, lima, ultrasonido o equipo sónico por un minuto.
- Lavar con suero.
- Irrigar por última vez con hipoclorito de sodio.
- Secar con conos de papel estéril.

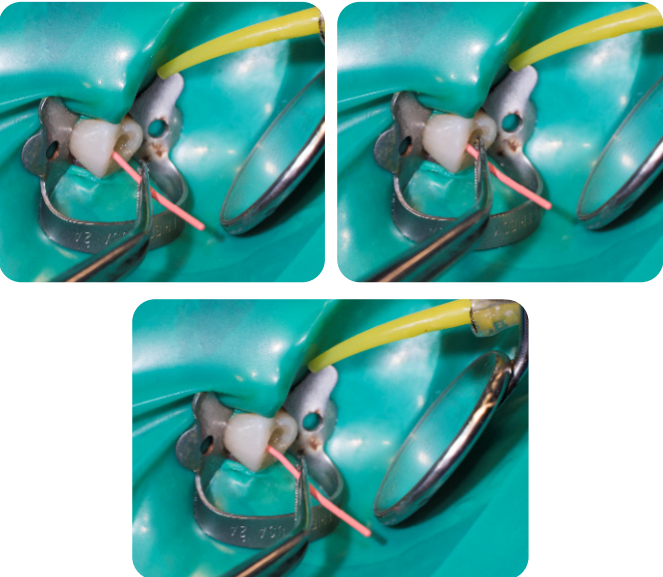


Figura 12.25. Secuencia de activación del hipoclorito de sodio usando un cono de gutapercha del mismo calibre del cono maestro seleccionado.

5. Selección de espaciador: una vez definido el cono maestro se debe determinar el espaciador que se empleará (más pequeño que el cono maestro) y preparar los insumos a utilizar, conos accesorios (de un calibre menor que el del espaciador seleccionado) (tabla 12.2), cemento sellador, conos de papel, etc.

Cono maestro	Espaciador	Cono accesorio
40	30	25
45	40	35
50	40	35
60	50	45
70	50	45
80	50	45

Tabla 12.2. Resumen de la selección del espaciador y conos accesorios en relación con el calibre del cono maestro.

Los conos de gutapercha, tanto maestro como accesorios, deben desinfectarse antes de la obturación, sumergiéndolos dos minutos en un vaso Dappen con hipoclorito de sodio (fig. 12.26A), luego un minuto en alcohol (fig. 12.26B). Posteriormente se secan con una gasa estéril.

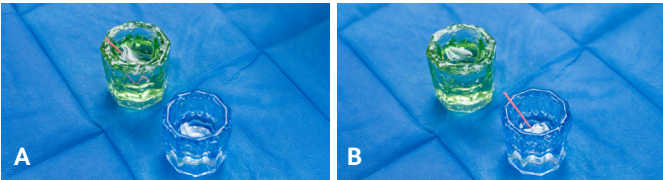


Figura 12.26. Desinfección del cono maestro y accesorios **A.** Hipoclorito de sodio por dos minutos. **B.** Alcohol por un minuto.

6. Luego de observar la conometría con su docente y de que esta haya sido aprobada, se prepara el cemento sellador en una proporción de 1:1 (fig. 12.27A) y se pone en la punta de los conos accesorios (fig. 12.27B), de manera de tenerlos preparados al momento de obturar. Los conos accesorios preparados se van dejando sobre la loseta con cemento y esta se ubica en el campo estéril usado como pechera.

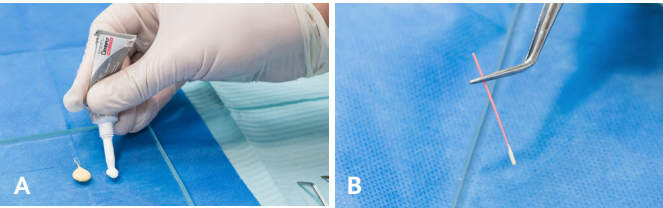


Figura 12.27. Preparación previa a la obturación. **A.** Cemento en proporción 1:1. **B.** Cono accesorio con cemento en la punta.

7. Se coloca cemento sellador en todo el cono maestro excepto en la punta, para evitar impulsarlo más allá de la constricción apical (fig. 12.28A, B).

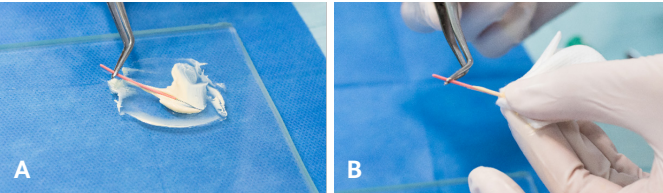


Figura 12.28. Preparación del cono maestro. **A.** Se coloca cemento en toda su extensión. **B.** Se retiran los excesos de la punta usando una gasa estéril.

8. Luego, se introduce el espaciador entre la pared palatina o lingual del canal y el cono maestro con una fuerza controlada hacia la zona apical y lateralmente contra la pared vestibular del canal. Al retirarlo debemos hacer un movimiento amplio horario y antihorario inferior a 180° para evitar retirar el cono maestro (fig. 12.29).



Figura 12.29. Forma correcta del tomar el espaciador manual.

9. Una vez retirado el espaciador, se lleva inmediatamente un cono accesorio con cemento en la punta al espacio que hemos creado.

10. El proceso se repite. El espaciador entrará cada vez menos profundamente en el canal, lo que se evidenciará con la inserción más corta de los conos accesorios. Esto se realiza hasta que el espaciador no pasa del tercio coronal del canal, formándose un ramillete o penacho (fig. 12.30). Cuando el espaciador entre solo 3 mm al interior del canal, hemos terminado esta etapa.

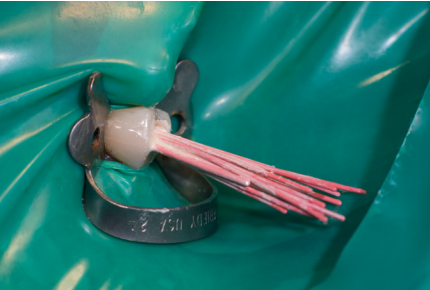


Figura 12.30. Ramillete o penacho.

11. Se toma una radiografía al ramillete o penacho que permite evidenciar la calidad de la obturación tanto en su extensión vertical como horizontal. De ser necesario este ramillete puede ser removido por su docente permitiendo repetir el proceso y lograr una obturación de calidad (fig. 12.31).



Figura 12.31. Radiografía de ramillete.

12. El exceso de gutapercha se elimina con calor, usando un atacador previamente calentado durante ocho segundos a la llama del mechero (fig. 12.32A). Se lleva a nivel del cuello anatómico del diente y se realiza un corte en sentido palatovestibular (fig. 12.32B). Luego se compacta con el otro extremo del atacador ejerciendo presión hacia la región apical o usando el mismo extremo previamente enfriado con alcohol (fig. 12.32 C, D). Este procedimiento se repite hasta lograr que la gutapercha se vea limpia a nivel del cuello anatómico.

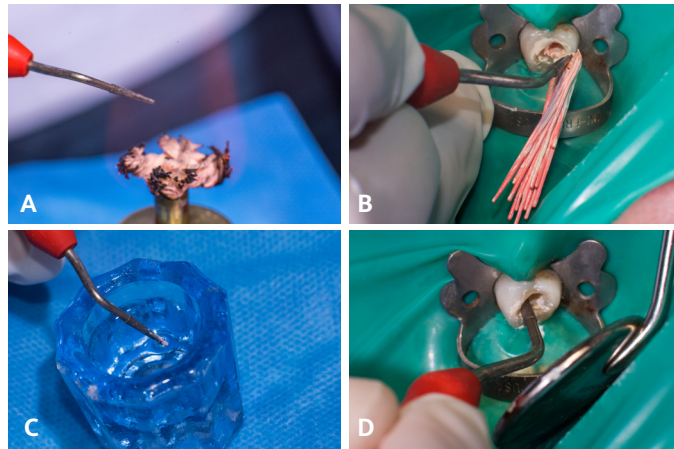


Figura 12.32. Corte del ramillete. **A.** Se calienta el compactador o un atacador a la llama del mechero por 8 segundos. **B.** Se introduce el atacador caliente a nivel del cuello anatómico y se realiza un movimiento en dirección de palatino a vestibular. **C.** Se compacta hacia la región apical usando el otro extremo del atacador o el mismo previamente enfriado en alcohol. **D.** Compactación vertical.

13. Finalmente se limpian los excesos de cemento y gutapercha de la cámara pulpar para evitar tinciones del diente (fig. 12.33A, B y C) y se sella de manera provisoria la cavidad con gutapercha blanca (fig. 12.33D); sobre esta se deja vidrio ionómero (fig. 12.33E,F).

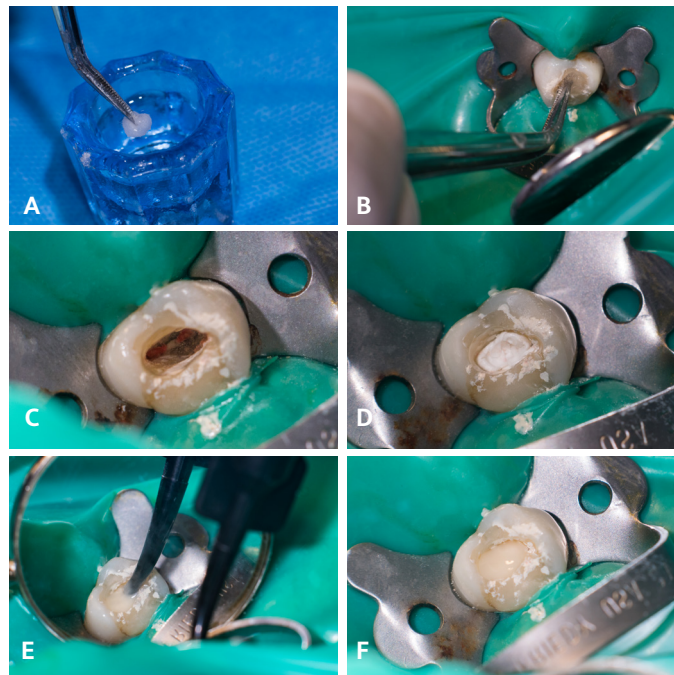


Figura 12.33. Etapa final de la obturación radicular. **A.** Se unta una microtórula en alcohol o hipoclorito de sodio para limpiar la cámara pulpar. **B.** Se retiran los restos de cemento y gutapercha de la cámara para evitar tinciones. **C.** Cámara pulpar limpia. **D.** Restauración provisoria de gutapercha blanca al interior de la cámara pulpar. **E.** Se completa la obturación provisoria con vidrio ionómero de fotocurado para accesos pequeños y Ketac Molar en accesos de mayor tamaño. **F.** Resultado de la obturación final.

14. Se retira el aislamiento absoluto, se chequea la oclusión (fig. 12.34A) y se toma la radiografía final (fig. 12.34B). Es imprescindible citar al paciente a los siete días de concluido el tratamiento de endodoncia para controlar la sintomatología. De encontrarse asintomático al momento del control, se da de alta y se deriva a rehabilitación.

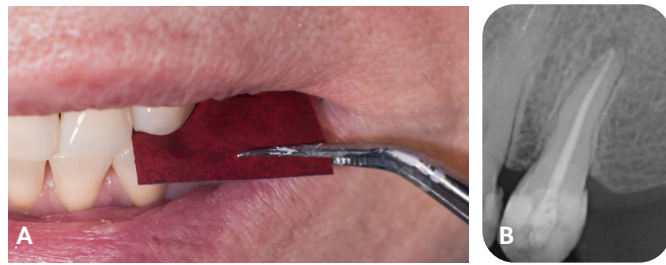


Figura 12.34. **A.** Se revisa la oclusión para evitar fracturas entre sesiones. **B.** Radiografía final.

En dientes birradiculares la técnica es la misma y solo se aconseja llevar los dos conos maestros con cemento a sus respectivos canales y trabajar de manera simultánea. Para esto, se introduce el espaciador por la pared palatina para el canal palatino y se lleva el cono accesorio. Luego se introduce el espaciador al canal vestibular por la pared vestibular y se lleva el respectivo cono accesorio. El procedimiento se repite las veces que sea necesario para cada canal. De esta manera evitamos tapar los canales con cemento y perdernos al momento de obturar.

Si sospechamos que los canales confluyen a nivel apical, podemos confirmarlo insertando un cono a la longitud de trabajo en un canal y una lima en el canal adyacente. Si observamos una impresión de la lima en el cono de gutapercha, podemos confirmar la convergencia. En estos casos, al momento de obturar el cono maestro para el segundo canal, se recorta hasta el punto de confluencia con una tijera de encía o bisturí (fig. 12.35A, B y C).

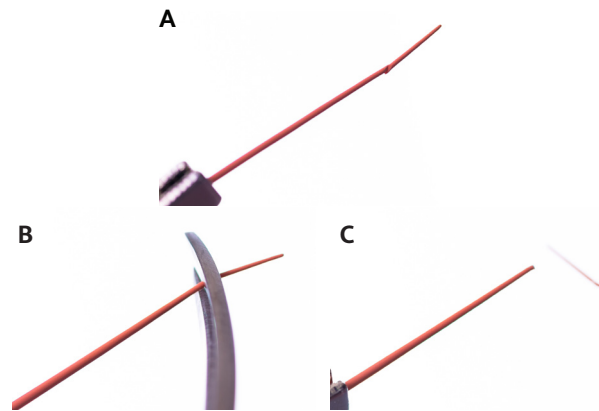


Figura 12.35. **A.** Confirmación de canales confluyentes por la impresión de la lima en el cono de gutapercha. **B.** Corte del cono de gutapercha de la zona en donde confluyen los canales. **C.** Cono de gutapercha preparado para la obturación del segundo canal.

Algunas desventajas de esta técnica son (Castellucci, 2005):

- Al ser una técnica fría, no se logra crear una masa homogénea y compacta de obturación, y la técnica comprenderá varios conos de gutapercha separados por una mayor o menor cantidad de cemento sellador.
- Con menor frecuencia que en las técnicas termoplásticas, se logra la obturación de canales laterales.
- Al abrir un espacio entre la gutapercha y la dentina, el espaciador ejerce una fuerza lateral sobre las paredes del canal, con el riesgo de fracturar la raíz.
- No logra llenar las irregularidades del sistema de canales tan bien como las técnicas termoplásticas.

D. TÉCNICAS DE GUTAPERCHA TERMOPLASTIFICADA

El reblandecimiento de la gutapercha mediante calor tiene como finalidad mejorar su adaptación a las irregularidades de la anatomía interna del diente y conseguir una obliteración más completa del sistema de canales (fig. 12.36) (Canalda, 2019; Whitworth, 2005).

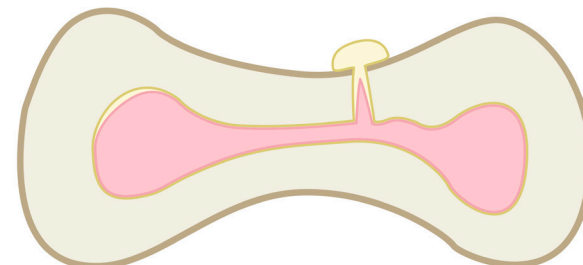


Figura 12.36. Ilustración de una vista axial de un primer premolar superior con dos canales obturados empleando una técnica de obturación termoplastificada. Nótese la obturación del canal lateral con gutapercha y cemento sellador

• **Gutapercha termoplastificada que recubre un vástago:** fue presentada por Johnson en 1978 y su primera versión consistía en una lima de acero inoxidable recubierta en gutapercha termoplastificable (Flores-Flores y Pastenes-Orellana, 2018). Años más tarde, comenzó a comercializarse con el nombre de Thermafil, en forma de un vástago de acero inoxidable, titanio o plástico recubierto de gutapercha α . La conicidad inicial era de 0.02 y actualmente es de 0.04. La técnica consiste en:

1. Verificar mediante un calibre el diámetro apical, lo que permite seleccionar el vástago obturador adecuado (fig. 12.37A).
2. Eliminar el exceso de gutapercha del vástago, cortando los 1.5 mm apicales y los 2 mm coroneles, para prevenir la extrusión de gutapercha a los tejidos apicales y el exceso de material en la cámara pulpar.
3. Llevar el sellador al tercio coronal del canal mediante una lima o cono de papel en cantidades mínimas, ya que el vástago funcionará como un émbolo para el cemento.
4. Ajustar el tope de silicona del vástago obturador a longitud de trabajo.
5. Plastificar la gutapercha en un horno calentador, siguiendo las recomendaciones del fabricante en relación con el tiempo.
6. Introducir el vástago obturador hasta que el tope de goma toque la referencia oclusal con un movimiento fluido y preciso (fig. 12.37A, B).
7. Remover el exceso de gutapercha de la cámara pulpar (fig. 12.37C).

Una modificación del Thermafil es el GuttaCore, que mantiene la conicidad del 0.04, pero no posee un núcleo de plástico, sino de gutapercha entrelazada por uniones de las cadenas de polímero. Así, el núcleo es más resistente y la superficie más fluida. La inexistencia de un vástago plástico facilita el retratamiento si es necesario (Canalda, 2019).

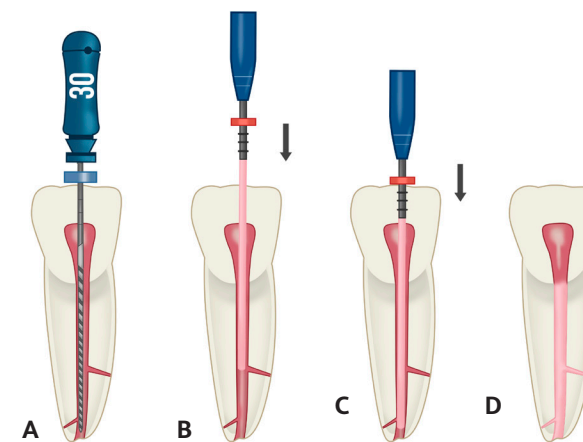


Figura 12.37. Técnica de gutapercha termoplastificada que recubre un vástago. **A.** Uso de un verificador a longitud de trabajo para seleccionar el vástago adecuado. **B.** Se introduce el vástago previamente plastificado en el canal. **C.** Se ejerce una presión controlada hacia la región apical hasta que el tope de goma toca la referencia seleccionada. **D.** Obturación terminada con un corte a nivel cervical.

• **Condensación central mediante una onda continua:** propuesta y descrita por Buchanan en 1996, en la actualidad esta técnica es nombrada por la mayoría de los autores como condensación vertical caliente. Requiere el uso de instrumental específico, como los condensadores manuales Buchanan o Machtou, y un equipo como el obturador Eighteeth, que consta de dos piezas de mano (Canalda, 2019; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011):

- El Fast Pack, al que se adaptan distintos *pluggers* o condensadores de acero inoxidable (con conicidades 40/0.025, 50/0.05 y 60/0.06), que se calientan a la temperatura, tiempo y potencia regulada por el clínico en el equipo.

- El Fast Fill, que reblandece e inyecta la gutapercha contenida en barras al interior del canal, previa regulación de la temperatura.

La técnica consiste en (Canalda, 2019):

1. Seleccionar el *plugger* del dispositivo y el condensador manual Buchanan, los que deben entrar en el canal y quedar 4 mm más cortos que la longitud de trabajo, y ajustar los toques de silicona de ambos a este nivel (fig. 12.38A).
2. Seleccionar el cono maestro en relación con la lima maestra, el que debe quedar 0.5 mm más corto que la longitud de trabajo, con retención apical, y tomar la radiografía de conometría (fig. 12.38B).
3. Llevar cemento al tercio coronario del canal con conos de papel, en cantidades mínimas para evitar la extrusión excesiva (fig. 12.38C).
4. Introducir el cono maestro al canal y cortar en la entrada con el *plugger* del Fast Pack graduado a 200 °C. Posteriormente, condensar manualmente hacia apical (fig. 12.38D, E).
5. Introducir nuevamente el Fast Pack al interior del canal hasta que su tope de goma alcance la referencia, manteniendo presionado el botón de calor de manera que el *plugger* se mantenga a 200 °C. Una vez alcanzada la referencia, dejar de presionar el botón, para que la temperatura descienda de manera inmediata y se condense con el mismo *plugger* hacia la región apical (fig. 12.38F, G).
6. Presionar nuevamente el botón de calor del *plugger* por un segundo mientras aún está en posición (tope de goma tocando la referencia coronal). Con la finalidad de separar los 4 mm apicales de gutapercha, retirar el *plugger* hacia la zona coronal con el resto de cono maestro (fig. 12.38G).
7. Introducir el condensador manual Buchanan y compactar los 4 mm apicales de gutapercha hacia apical (fig. 12.38H).
8. Tomar una radiografía para corroborar la obturación del tercio apical. En diversos libros y artículos, la obturación de los 4 mm apicales con la técnica señalada se denomina *downpack*.
9. Si el diente va a ser posteriormente rehabilitado con un poste, la obturación se da por finalizada con el *downpack*. De no ser así, el resto del canal se obtura en sentido apicocoronal, inyectando gutapercha plastificada con la pieza de mano Fast Fill, en incrementos de 3 mm. Por cada incremento se debe compactar hacia la región apical con el condensador manual. Esta técnica se conoce como *backfill*. (fig. 12.38I, J, K, L, M, N).

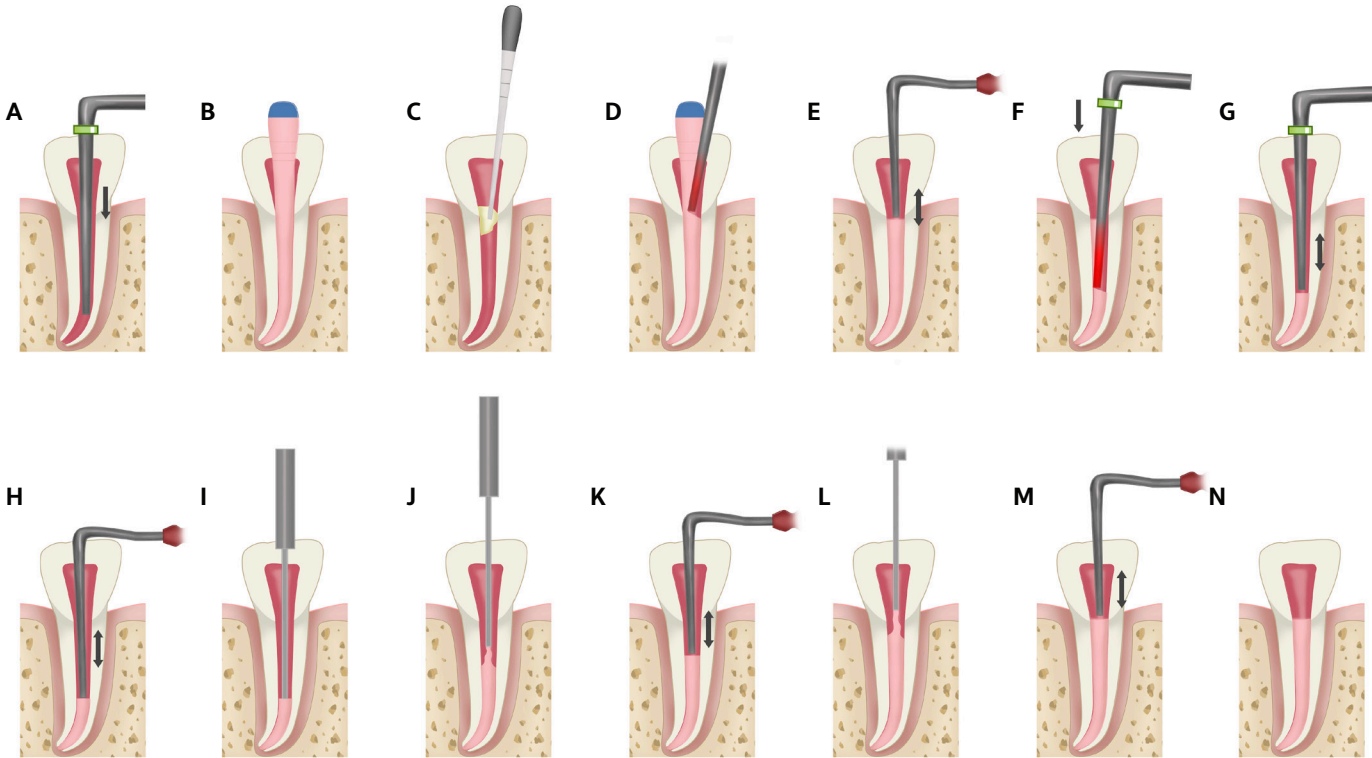


Figura 12.38. Técnica de gutapercha termoplastificada por condensación central mediante una onda continua. **A.** Selección del *plugger*. **B.** Selección del cono maestro. **C.** Se lleva cemento a la zona cervical del canal con un cono de papel. **D.** Corte cervical del cono maestro con el *plugger* seleccionado. **E.** Condensación hacia la zona apical con el condensador Buchanan o Machtou. **F.** Se introduce el *plugger* caliente hasta que el tope de goma toca la referencia seleccionada. **G.** Se retira el *plugger* con el resto del cono maestro. **H.** Compactación apical del cono de gutapercha que queda al interior del canal. **I.** Obturación del tercio medio y coronal con la pieza de mano Fast Fill en incrementos de 3 mm. **J.** Compactación apical. **K.** Nuevo incremento de gutapercha. **L.** Compactación apical. **M.** Obturación completa del canal con una correcta extensión cérvico-apical.

CRITERIOS RADIOGRÁFICOS PARA EVALUAR LA OBTURACIÓN

La obturación debe reflejar la anatomía original del canal y su evaluación radiográfica. Incluye los siguientes parámetros (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; European Society of Endodontology, 2006):

- 1. Longitud a nivel apical.
- 2. Conicidad.
- 3. Densidad: no debe verse espacio entre la obturación y la pared del canal ni oquedades en el cuerpo obturador.

- 4. Eliminación de la gutapercha y el sellador hasta el límite amelocementario en dientes anteriores, y hasta la entrada del canal en dientes posteriores.
- 5. Integridad de la obturación provisoria.

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.

Castellucci, A. (2005). *Endodontics Vol. 2* (1.ª edición). Il Tridente.

Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

European Society of Endodontology (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39(12), 921-930.

Flores-Flores, A. y Pastenes-Orellana, A. (2018). Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. *KIRU*, 15(2), 85-93.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z. y Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299-303.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Leonardo, M. (2005). *Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos* (1.ª edición). Editorial Artes Médicas Latinoamérica.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

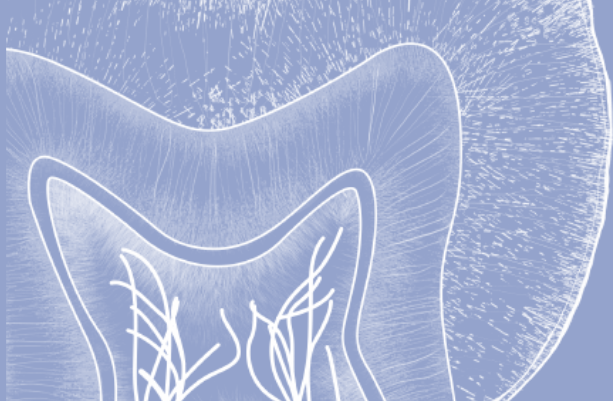
Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: principles and practice* (5.ª edición). Elsevier.

Whitworth, J. (2005). Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*, 12(1), 2-24.

Zuolo, M. L. (2012). *Reintervención en endodoncia* (1.ª edición). Gen Santos.



Accidentes endodónticos

Viviana Navarrete Roa y Daniela Matus Rosas

INTRODUCCIÓN

En la práctica endodóntica, la mayor parte del tiempo nos enfrentamos a escenarios complejos, producto de la anatomía del sistema de canales radiculares, que es diversa y compleja, y a la colonización de microorganismos al interior de ella.

Para lograr los objetivos de este tipo de tratamiento, debemos realizar una serie de maniobras que en algunas ocasiones pueden generar un accidente o error endodóntico. Para evitarlos es fundamental realizar un correcto análisis clínico y radiográfico del caso, que permita considerar las condiciones anatómicas del diente a tratar y, sobre la base de ellas, planificar el tratamiento seleccionando el instrumental necesario.

Cuando ocurre un accidente, debemos saber reconocerlo, corregirlo y reevaluar la intervención. Una vez ocurrido el error, una rápida y acertada acción influirá directamente en el pronóstico del tratamiento. En muchas ocasiones el manejo requerirá de habilidades, instrumental o equipos especiales, y puede ser necesario que un especialista capacitado continúe el tratamiento.

A continuación, se presentarán los accidentes más comunes en endodoncia y su abordaje clínico, aunque no hay que olvidar que cada caso es único y que las terapias presentadas no pueden ser aplicadas como una receta de cocina, sino que dependerán de las condiciones de cada paciente.

Para facilitar la comprensión de este capítulo, se presentarán los accidentes de acuerdo al momento en el que pueden ocurrir durante la terapia endodóntica.

DURANTE EL ACCESO

En general los errores ocurridos durante esta etapa se deben a un incorrecto análisis del caso, un desconocimiento de la anatomía dentaria o a la utilización inadecuada del instrumental rotatorio (Canalda, 2019).

TRATAMIENTO DEL DIENTE EQUIVOCADO

Se puede ocasionar por un error en el diagnóstico o por una falla en la localización del diente a tratar (Ingle, 1996). Esto último puede deberse a que la anatomía se ha visto modificada por restauraciones, fracturas, etc.

- **Prevención:** realizar una correcta anamnesis, examen clínico y radiográfico, sin olvidar hacer los test de sensibilidad pulpar, palpación y percusión. En dientes con diagnóstico de absceso apical crónico, siempre hay que realizar fistulografía.
- **Reconocimiento:** sintomatología que perdura después de realizado el tratamiento (Ingle, 1996).
- **Corrección:** tanto si detectamos el error durante la etapa de acceso o después de ella, debemos realizar el tratamiento de endodoncia en ambos dientes (el causante de la sintomatología y el tratado por error) e informarle al paciente la situación, asumiendo nosotros los costos de esta.

ACCESO INSUFICIENTE

Un acceso excesivamente conservador fuerza los instrumentos usados para la preparación quimiomecánica, disminuyendo su efectividad; aumenta significativamente la probabilidad de fractura de ellos y crea zonas de desgaste innecesarias en el canal, que se ven reflejadas en deformaciones en la zona apical (Canalda, 2019). Por otro lado, dificulta la visualización

del piso cameral en dientes multirradiculares, impidiendo en muchas ocasiones la localización de la totalidad de los canales y la eliminación de los cuernos pulpares, disminuyendo la asepsia y provocando cambios de coloración en la corona dental (fig. 13.1) (Canalda, 2019).

- **Prevención:** realizar un correcto análisis del caso antes de comenzar esta etapa.
- **Reconocimiento:** una vez finalizado el acceso, sondear las paredes para detectar zonas de retención y verificar que los instrumentos usados en la preparación entren rectos al canal.
- **Corrección:** eliminar zonas retentivas e interferencias coronales que impidan la entrada recta de los instrumentos al canal.

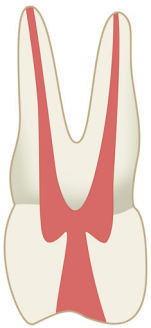


Figura 13.1. Ilustración de un primer premolar superior con un acceso insuficiente que no logra eliminar los cuernos pulpares, disminuyendo la limpieza de la cavidad pulpar, y que forzará los instrumentos durante la preparación quimiomecánica.

ACCESO DEMASIADO GRANDE

Es ocasionado por un diseño de la cavidad que desplaza sus límites de manera exagerada (fig. 13.2) (Canalda, 2019).

- **Prevención:** realizar un correcto análisis del caso antes de comenzar esta etapa.
- **Reconocimiento:** observamos paredes delgadas y, en algunos casos, paredes translúcidas.
- **Corrección:** no seguir usando instrumental rotatorio y dar por terminada esta etapa. Si se observa la corona muy debilitada, evitar ejercer fuerzas en el diente durante todas las fases del tratamiento, sobre todo en la obturación radicular. Se debe dejar el diente en inoclusión para evitar una fractura coronaria o radicular entre sesiones, y priorizar un aislamiento absoluto no unitario en que el *clamp* se apoye en el diente distal al tratado (Canalda, 2019).

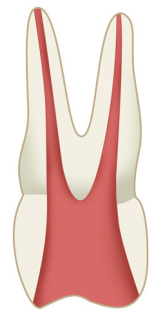


Figura 13.2. Ilustración de un primer premolar superior con un acceso exagerado que debilita el diente disminuyendo su pronóstico a largo plazo.

ACCESO INADECUADO

Se produce generalmente cuando se aprovechan destrucciones coronarias como vía de acceso a la cámara pulpar y los canales radiculares (fig. 13.3B) (Canalda, 2019).

- **Prevención:** realizar el acceso comenzando por el punto de trepanación correspondiente a cada diente.
- **Reconocimiento:** los instrumentos manuales se ven muy forzados durante la preparación quimiomecánica.
- **Corrección:** se deben eliminar las lesiones cariosas, reconstituir y luego realizar el acceso por el punto de trepanación indicado.

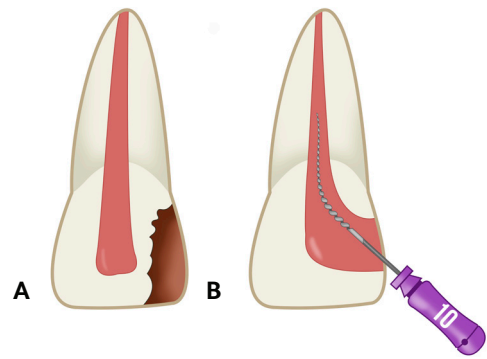


Figura 13.3. Ilustración de un acceso inadecuado. **A.** Lesión de caries proximal. **B.** Incorrecto acceso a través de superficie proximal luego de eliminar la lesión de caries. Nótese el esfuerzo que debe realizar el instrumento para alcanzar el tercio medio del canal.

ESCALONES

Ocurre cuando, al momento de realizar la trepanación del diente, no se siente la denominada «caída al vacío» y se continúa con la trepanación pensando que no se ha accedido aún a la cámara pulpar, creando así un escalón. Este escalón crea una zona de enclavamiento de los instrumentos, dificultando su acceso al canal radicular durante la fase de preparación quimiomecánica (fig. 13.3A, B) (Canalda, 2019).

- **Prevención:** planificar previamente el acceso ayudándonos de un correcto análisis radiográfico del caso, que nos permitirá determinar la cantidad de milímetros a que se encuentra la cámara pulpar de una referencia coronaria preestablecida.
- **Reconocimiento:** durante la trepanación avanzamos sin localizar la cámara pulpar o detectamos una zona de enclavamiento para los instrumentos usados en la preparación quimiomecánica.
- **Corrección:** tomar una radiografía periapical para determinar la distancia a que se encuentra la trepanación de la cámara pulpar. Sobre la base de esto, modificar la angulación del instrumental rotatorio y no continuar avanzando ni continuar con el desgaste.

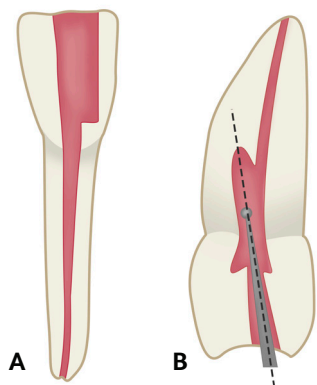


Figura 13.4. Escalones provocados por un acceso inadecuado. **A.** Escalón coronal. **B.** Escalón en el tercio medio radicular que facilita el enclavamiento de los instrumentos durante la preparación quimiomecánica; si no es rectificado a tiempo provocará la perforación de la raíz.

PERFORACIONES

Las perforaciones son una consecuencia de la formación de un escalón no detectado a tiempo. Esta falta de reconocimiento del error provoca que el clínico continúe desgastando una pared o el piso cameral (en dientes multirradiculares), creyendo que aún no alcanza la cámara pulpar y provocando una perforación (fig. 13.4) (Canalda, 2019).

- **Prevención:** planificar previamente el acceso sobre la base de un correcto análisis radiográfico del caso que permitirá determinar la cantidad de milímetros a que se encuentra la cámara pulpar de una referencia coronaria preestablecida. Tener un conocimiento profundo de la anatomía dentaria y, en aquellos dientes en que la fase de acceso puede ser compleja por giroversiones o malposiciones dentarias, retrasar el aislamiento hasta lograr la trepanación (Ingle, 1996).

- **Reconocimiento:** dependiendo del nivel en que ocurre la perforación, podemos observar sangrado o saliva en la cavidad que se está realizando. Al irrigar con hipoclorito de sodio, el paciente puede advertir su presencia en la cavidad bucal. Para confirmar una perforación, se introduce una lima K de pequeño calibre (# 08 o # 10) y se emplea el localizador apical electrónico, que marcará de manera inmediata «Apex» o «00», dependiendo del modelo. Luego se corrobora con una radiografía periapical, donde se puede observar la lima comunicando la cavidad de acceso con el periodonto. Según su localización, las perforaciones se pueden clasificar en (Ingle, 1996):

- **Supracrestales:** las perforaciones supracrestales ocurren generalmente en premolares inferiores por la discrepancia coronarradicular que existe en estos dientes, que requiere de un cambio de angulación del instrumental rotatorio al llegar a la dentina (fig. 13.5A).
- **De furca:** ocurren generalmente en molares durante la búsqueda de canales, especialmente en cámaras atrésicas o cuando durante la fase de conformación de la cavidad de acceso se emplean fresas con punta activa (fig. 13.5B).
- **Infracrestales:** ocurren comúnmente por el uso inadecuado de fresas Gates Glidden durante la conformación del tercio cervical canalicular (fig. 13.5C)

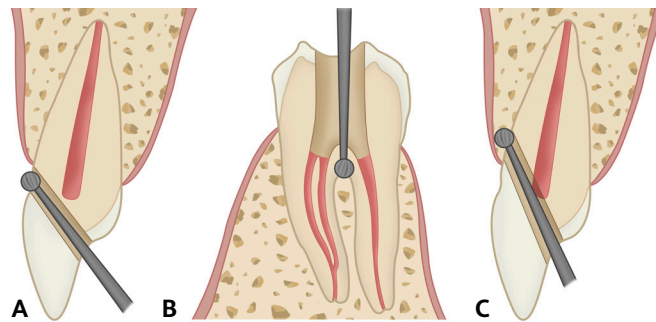


Figura 13.5. Perforaciones. **A.** Supracrestales. **B.** De furca. **C.** Infracrestales

• Corrección:

- **Supracrestales:** controlar la hemorragia, sellar la perforación inmediatamente usando Biodentine o vidrio ionómero, continuar con el tratamiento endodóntico convencional y rehabilitar el diente en el menor tiempo posible (Ingle, 1996).
- **Infracrestales:** controlar la hemorragia con epinefrina, lavar con suero fisiológico y sellar inmediatamente la perforación con material biocerámico como MTA o Biodentine (fig. 13.6). Si la perforación está cerca de la entrada de un canal, se introduce una lima, cono de gutapercha o de papel, para evitar el taponamiento al sellar la perforación. En una segunda sesión, se continúa con el tratamiento de endodoncia, que debe ser terminado en el menor tiempo posible, al igual que la rehabilitación posterior (Ingle, 1996).
- **Furcales:** igual que el anterior.



Figura 13.6. Perforación infracrestal del diente 2.2. **A.** Se puede observar la perforación hacia mesial ocasionada al intentar remover el poste de fibra de vidrio. **B.** Perforación sellada usando Biodentine. **C.** Diente rehabilitado.

- **Pronóstico:** generalmente las perforaciones empeoran el pronóstico del tratamiento endodóntico y, por lo tanto, del diente. Existe una serie de factores a considerar, como el tamaño de la perforación, su localización, el tiempo que transcurre entre el suceso y su reparación, la accesibilidad, el sellado y las condiciones periodontales presentes. En general, cuanto antes se realice la reparación, mayores serán las posibilidades de éxito. En caso de lesiones refractarias, serán necesarias correcciones quirúrgicas (Ingle, 1996).

CANALES OMITIDOS

- **Prevención:** realizar un correcto análisis radiográfico del caso, tener un acabado conocimiento de la anatomía dentaria y sus variaciones más frecuentes, realizar un acceso que permita la visualización o entrada de las limas a la totalidad de los canales radiculares y contar con el instrumental adecuado para la localización de canales, como sondas rectas anguladas, *micro openers*, espaciadores digitales limas C+, etc. No debemos olvidar la alta prevalencia de un cuarto canal en el primer molar maxilar, la presencia de un segundo canal en incisivos inferiores y la alta probabilidad de encontrar un canal distolingual en primeros molares mandibulares (fig. 13.6).

- **Reconocimiento:** si un canal está muy lateralizado, se debe buscar un segundo canal equidistante del primero, basándonos en los principios de Krasner y Rankow (2004). Puede evidenciarse en la radiografía de control si ha fluido cemento por un canal no trabajado. El paciente puede manifestar dolor una vez concluido el tratamiento y visualizarse una lesión apical no existente en las radiografías de control.

- **Corrección:** mejorar el acceso, irrigar y observar el burbujeo del hipoclorito de sodio que se produce por disolución de tejido orgánico pulpar de un canal no tratado, y utilizar instrumental específico para la localización de canales. Si con lo anterior no se logra ubicar el canal omitido, se debe solicitar un examen tridimensional (CBCT) o derivar a un especialista (fig. 13.6A, D).

- **Pronóstico:** la omisión de un canal disminuye el pronóstico y puede concluir en el fracaso del tratamiento endodóntico, lo que es especialmente crítico en canales que terminan de manera independiente.

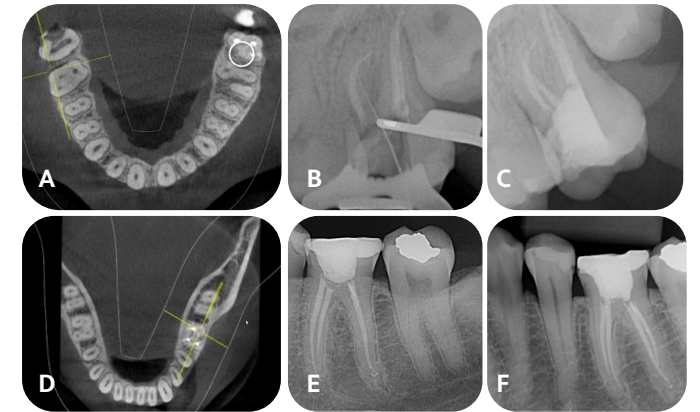


Figura 13.7. Canales Omitidos. **A.** Corte axial CBCT diente 2.7 tratado endodónticamente, donde se puede observar indicado con la flecha la presencia de un canal MV2 no tratado. **B.** Conductometría del canal MV2 no tratado. **C.** Radiografía final en donde es posible apreciar la obturación del canal MV2. **D.** Corte axial CBCT diente 3.6 tratado endodónticamente, donde se puede observar indicado con la flecha la presencia del canal DV no tratado. **E.** Radiografía previa en la que se observa la obturación de un canal distal. **F.** Radiografía final con la obturación del canal DV.

DURANTE LA INSTRUMENTACIÓN

FORMACIÓN DE ESCALONES

Es una irregularidad creada por un instrumento en la pared del canal que ya ha sido permeabilizado (fig. 13.7A) (Canalda, 2019). Si se sigue insistiendo y no se corrige a tiempo, progresará a una perforación del canal radicular (Ingle, 1996).

- **Prevención:** correcto análisis clínico y radiográfico del caso que permita detectar curvaturas radiculares. En canales curvos, extender el acceso al lado contrario de la curvatura, lo que permitirá que los instrumentos accedan con mayor facilidad al tercio apical del canal (Ingle, 1996). Durante la preparación quimiomecánica, precurar los instrumentos de acero inoxidable o preferir el uso de instrumentos de Ni-Ti con punta inactiva, irrigar de manera profusa y continua tras el paso de cada lima, seguir siempre la secuencia del instrumental revisando que el tope de goma toque la referencia establecida, evitar una preparación del canal exagerada y no ejercer presión hacia la región apical con las limas.

- **Reconocimiento:** se sospecha de la formación de un escalón cuando las limas no logran llegar a la longitud de trabajo establecida, lo que debe ser corroborado con una radiografía periapical que muestre la lima al interior del canal (fig. 13.7A).

- **Corrección:** se debe precurar una lima de acero inoxidable de calibre # 08 intentando alcanzar nuevamente la constricción apical (fig. 13.7B) (Canalda, 2019). Cuando se logra, se va incrementando el calibre de los instrumentos de forma progresiva, alisando el escalón hasta que las limas se deslicen suavemente por el canal. Durante todo el proceso es fundamental la irrigación profusa y continua con hipoclorito de sodio, evitando el uso de quelantes como el EDTA, que podrían ocasionar una perforación del canal.

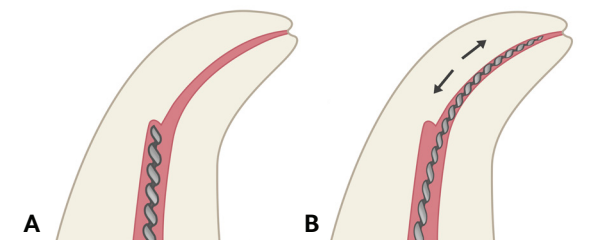


Figura 13.8. **A.** Escalón formado en la pared del canal radicular que impide que los instrumentos alcancen la longitud de trabajo. **B.** Corrección del escalón usando una lima precurvada de calibre # 08 que alcanza la longitud de trabajo para luego ir progresando con limas de mayor calibre y abundante irrigación hasta alisar el escalón formado.

PERFORACIÓN LATERAL O DEL TERCIO MEDIO CANALICULAR

Ocurre por un ensanchamiento excesivo de la zona media del canal cuando este es curvo. Las raíces más afectadas son las mesiales de los molares mandibulares. En ellas, el grosor de la dentina entre el canal y la pared radicular distal es menor que hacia la pared mesial, por lo que, si esta zona se ensancha en exceso, existe el riesgo de ocasionar una perforación de la pared del canal hacia la zona de la bifurcación radicular (fig. 13.8) (Canalda, 2019).

• **Prevención:** en canales curvos, evitar el uso de limas de calibre amplio o muy rígidas, y realizar una preparación quimiomecánica respetando la secuencia de los instrumentos y apoyándolos en la pared de seguridad (fig. 13.8A) (limado anticurvatura). Evitar el uso de fresas Gates Glidden o Peeso en la zona media del canal en técnicas manuales (Ingle, 1996).

• **Reconocimiento:** sangrado y dolor posoperatorio. Para identificar el nivel de la perforación, se cohibe la hemorragia con conos de papel, los que quedan impregnados de sangre en su zona lateral. También es posible corroborar la perforación con localizadores electrónicos apicales que indicarán «Apex» o «00» en la zona de la perforación.

• **Corrección:** se debe cohibir la hemorragia, lavar con suero fisiológico, secar con conos de papel y sellar la perforación utilizando MTA o Biodentine. La endodoncia debe continuar la siguiente sesión e idealmente terminar en el menor tiempo posible, al igual que su rehabilitación.

• **Pronóstico:** reservado. Dependerá de las condiciones clínicas y patológicas del caso.

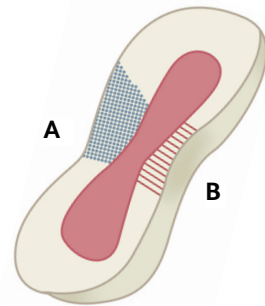


Figura 13.9. Ilustración de una vista axial de la raíz mesial de un primer molar inferior con dos canales. **A.** Pared o zona segura, que en un primer molar mandibular corresponde a la pared contraria a la furca, o sea, la pared mesial. **B.** Pared o zona de peligro, que en un primer molar mandibular corresponde a la pared distal que se encuentra en contacto con la furca.

SEPARACIÓN DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos que comúnmente sufren fracturas son las limas K y H, escariadores, lentulos y fresas Gates Glidden (Ingle, 1996).

• **Prevención:** conocer las propiedades físicas de los distintos instrumentos y aleaciones, seguir una secuencia de instrumentación apropiada, avanzar al interior del canal de forma pasiva evitando ejercer presión en las limas, y descartar todos los instrumentos que presenten alteraciones del borde cortante, y examinarlos antes y después de su uso. Para evitar la separación de limas mecanizadas, se debe trabajar siguiendo las indicaciones del fabricante, respetando la velocidad y torque; hacer un *glidepath* previo; evitar que las limas se mantengan rotando en un mismo punto e irrigar de manera profusa entre lima y lima (Madarati, Watts y Qualtrough, 2008; Simon et al., 2008; McGuigan, Louca y Duncan, 2013).

• **Reconocimiento:** el instrumento se observa más corto al retirarlo del canal. Esto se corrobora con una radiografía periapical donde es posible observar el fragmento (fig. 13.9A).

• **Corrección:** de ser posible se intenta retirar el instrumento con la ayuda de limas H de menor calibre, ultrasonido y magnificación. Si no es posible, se puede sobrepasar el fragmento con limas K (# 06, # 08, # 10), es decir, sobrepasar el instrumento hasta llegar a la longitud de trabajo (fig. 13.9B). Se realiza la preparación del canal y se incorpora el fragmento en la

obturbación radicular. Si el instrumento ha sobrepasado el foramen apical, se debe considerar su eliminación mediante cirugía apical (McGuigan, Louca y Duncan, 2013). Comúnmente, la separación ocurre en el tercio apical del canal, lo que imposibilita su eliminación (Canalda, 2019).

• **Pronóstico:** dependerá de la posibilidad de retirar el fragmento o sobrepasarlo, del diagnóstico del diente y del momento en que ocurrió el accidente. Por lo tanto, una biopulpectomía en la que se separó el instrumento al final de la preparación quimiomecánica o en una etapa avanzada de esta tendrá mejor pronóstico que un diente con necrosis, cuyo accidente ocurrió en las primeras etapas de desinfección del canal (Madarati, Watts y Qualtrough, 2008; Simon et al., 2008).

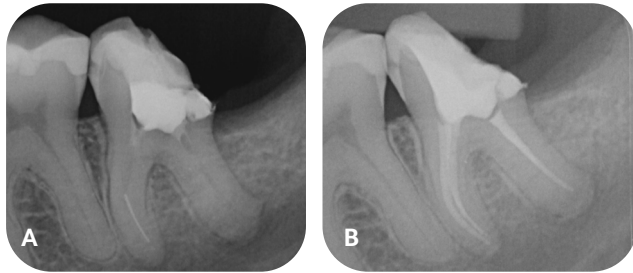


Figura 13.10. **A.** Separación de instrumento en la raíz mesiovestibular del diente 37, nótese el fragmento ubicado en el tercio apical del canal. **B.** Radiografía final con el fragmento incorporado en la obturbación luego de ser sobrepasado.

BLOQUEO DEL CANAL

Es la formación de una obstrucción o taponamiento de la zona apical de un canal radicular que había sido permeabilizado previamente. Se puede producir por una compresión del tejido pulpar o de restos de dentina (*smear layer*) en la zona próxima a la constricción, una falta de irrigación durante la preparación del canal, una separación de instrumento o por la caída a la luz del canal de restos de estructura coronaria o de restauraciones del diente que no fueron eliminadas de manera correcta antes de realizar la cavidad de acceso coronal (fig. 13.10) (Canalda, 2019; Ingle, 1996).

• **Prevención:** usar lima de permeabilización apical o lima de pasaje, realizar un correcto *glidepath*, irrigar continuamente entre un instrumento y otro, y emplear limas en buen estado y de manera correcta (Ingle, 1996).

• **Reconocimiento:** pérdida de la longitud de trabajo durante la preparación quimiomecánica y sensación de tope a nivel apical.

• **Corrección:** irrigar de manera profusa, intentando superar el bloqueo con limas K de calibre # 08 o # 10 y empleando, si es necesario, glicerina líquida o quelantes como el EDTA, además de evitar el uso de presión apical que pueda generar escalones o perforaciones canaliculares. Si no es posible superar el bloqueo, se termina la preparación del canal hasta la longitud posible y se efectúan controles clínicos y radiográficos a largo plazo, ya que este error empeora el pronóstico del tratamiento (Ingle, 1996).

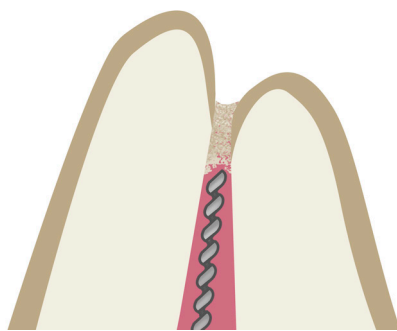


Figura 13.11. Bloqueo del canal por compresión de *smear layer* en la zona de la constricción apical, probablemente ocasionado por falta de irrigación durante la preparación quimiomecánica.

SOBREINSTRUMENTACIÓN O PERFORACIÓN DEL TERCIO APICAL

Destrucción de la constricción apical por una incorrecta determinación de la longitud de trabajo o por una preparación del canal que no respeta la medida establecida, lo que trae como consecuencia la formación de un ápice abierto que no permite un sellado apical correcto (fig. 13.11A) (Canalda, 2019).

• **Prevención:** determinar una correcta longitud de trabajo, usando para ello localizadores electrónicos apicales; traspasar esta medida a los instrumentos, empleando topes de goma en buenas condiciones, y realizar una preparación del canal sin ejercer presión apical.

• **Reconocimiento:** se puede observar sangrado durante la preparación quimiomecánica. Al secar el canal, los conos de papel pueden salir impregnados en sangre y/o el paciente puede manifestar dolor posoperatorio (Canalda, 2019). La penetración de la lima maestra más allá del ápice radiográfico es una prueba de este error de procedimiento.

• **Corrección:** si la destrucción de la constricción apical no alcanza un calibre excesivo, se debe crear un tope apical. Esto se logra preparando el canal en una zona más coronal (a 2 mm del ápice radiográfico) y a un mayor calibre, de manera que la obturbación se mantenga dentro de los límites del canal (fig. 13.11B). Si la perforación apical es de gran diámetro, se debe formar una barrera apical con MTA que permita la posterior obturbación, sin riesgos de sobreextender los materiales de sellado al momento de compactarlo a la región apical.

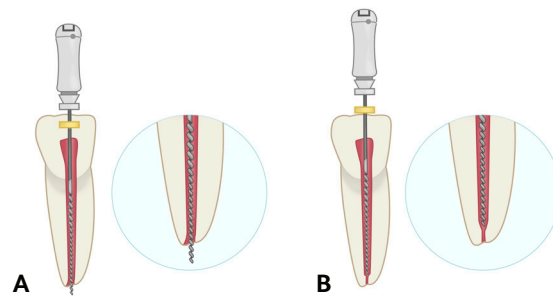


Figura 13.12. Sobreinstrumentación o perforación del tercio apical. **A.** Perforación del tercio apical ocasionada por una preparación del canal que no respeta la longitud determinada. Nótese el tope de goma bajo la referencia coronal. **B.** Tope apical creado por una instrumentación a mayor calibre y más coronal que busca corregir la sobreinstrumentación.

TRANSPORTE APICAL

Es un desvío de la trayectoria y morfología inicial del canal en su zona apical (Canalda, 2019) que adopta la forma de *zip*. Este error impide una correcta obturbación (fig. 13.12).

• **Prevención:** realizar un correcto análisis clínico y radiográfico del caso que permita detectar curvaturas radiculares. En canales curvos, extender el acceso al lado contrario de la curvatura, lo que permitirá que los instrumentos accedan con mayor facilidad al tercio apical del canal. Durante la preparación quimiomecánica, precurvar los instrumentos de acero inoxidable o preferir el uso de instrumentos de Ni-Ti con punta inactiva; irrigar de manera profusa y continua tras el paso de cada lima; seguir siempre la secuencia del instrumental, revisando que el tope de goma toque la referencia establecida; evitar una preparación del canal exagerada; no realizar movimientos de rotación con limas de extremo cortante; evitar ejercer presión hacia la zona apical con las limas, y no rotar las limas en canales curvos (fig. 13.12A).

• **Reconocimiento:** se puede observar sangrado durante la preparación quimiomecánica. Al secar el canal los conos de papel pueden salir impregnados en sangre y/o el paciente puede manifestar dolor posoperatorio (Canalda, 2019). Es posible detectar este error si en la radiografía de conometría se observa que el cono maestro no sigue la anatomía original del canal y presenta una trayectoria recta.

• **Corrección:** si la destrucción de la constricción apical no alcanza un

calibre excesivo, se debe crear un tope apical. Esto se logra preparando el canal en una zona más coronal (a 2 mm del ápice radiográfico) y a un mayor calibre, de manera que la obturbación se mantenga dentro de los límites del canal (fig. 13.11B). Si la perforación que produce el transporte apical es de gran diámetro, se debe crear una barrera apical con MTA que permita la posterior obturbación, sin riesgos de sobreextender los materiales de sellado al momento de compactarlos a la región apical.

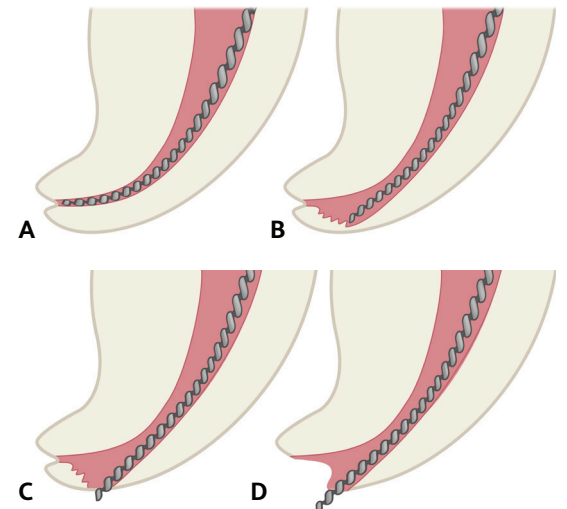


Figura 13.13. Transporte apical. **A.** Lima siguiendo la morfología del canal. **B.** Zip o deformación apical del canal. **C.** Transporte con perforación apical del canal. **D.** Transporte del canal con perforación apical de mayor tamaño.

PREPARACIÓN ESCASA DEL CANAL RADICULAR

La preparación del canal usando una lima maestra de escaso calibre impide la limpieza y desinfección del canal radicular, dificulta su correcta obturbación y en algunos casos imposibilita la posterior rehabilitación del diente (fig. 13.14) (Canalda, 2019).

• **Prevención:** realizar un correcto análisis clínico y radiográfico del caso, y conocer los calibres apicales promedios de los distintos dientes.

• **Reconocimiento:** la identificación de este problema se efectúa al momento de obturar, ya que el cono maestro no alcanza la longitud de trabajo o en la radiografía de conometría se observa un cono maestro de calibre bajo.

• **Corrección:** continuar con la preparación quimiomecánica para alcanzar una lima maestra adecuada, basándose en el análisis del caso y en los calibres apicales promedios.

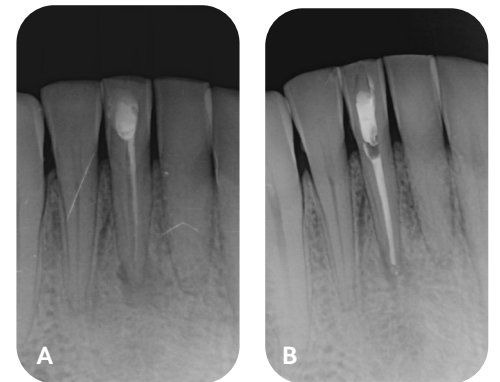


Figura 13.14. Preparación escasa del canal radicular. **A.** Diente 4.2 con diagnóstico de periodontitis apical asintomática en diente tratado endodónticamente. Nótese la falta de preparación del canal que se refleja en una subextensión y subobturbación del canal. **B.** Retratamiento en donde podemos observar una corrección del tratamiento anterior.

DURANTE LA OBTURACIÓN

SOBREEXTENSIÓN

La obturación radicular sobrepasa el límite apical elegido, extruyendo material a los tejidos apicales (Canalda, 2019; Ingle, 1996). Esta situación es crítica cuando se comprometen estructuras vecinas, como el seno maxilar o el canal mandibular.

- **Prevención:** evitar una instrumentación excesiva más allá de la constricción apical, no aplicar fuerzas de compactación exagerada durante la obturación y seleccionar un cono maestro con una correcta retención apical (Berutti y Gagliani, 2017; Gutman y Lovdahl, 2012).
- **Reconocimiento:** se observa radiográficamente, y el paciente puede presentar distintos grados de compromiso.
- **Corrección:** si la sobreextensión es detectada en la radiografía de ramillete, se debe intentar retirarlo y volver a obturar con los cuidados mencionados. Si se observa en la radiografía final, se intenta desobturar el canal eliminando toda la gutapercha, lo que generalmente no es posible. En estos casos, se busca desenganchar la porción fuera del canal radicular del resto de la gutapercha intracanal, se realiza el retratamiento y se controla al paciente clínica y radiográficamente; en algunos casos es necesario complementar el tratamiento con una cirugía apical (Gluskin, 2005).

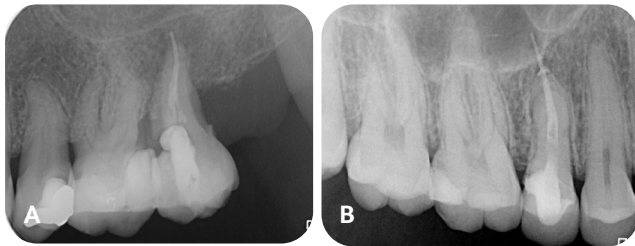


Figura 13.15. Sobreextensión de la obturación radicular. A. Diente 2.7. B. Diente 1.5.

SUBEXTENSIÓN

La obturación radicular no alcanza el límite apical seleccionado (fig. 13.16A).

- **Prevención:** realizar una correcta determinación de la longitud de trabajo y preparación quimiomecánica a la medida establecida, con abundante irrigación y evitando bloqueos del canal. Seleccionar un cono maestro que llegue a la medida establecida y tenga retención apical, lo que debe ser corroborado con una radiografía de conometría (Canalda, 2019; Gluskin, 2005).
- **Reconocimiento:** se observa radiográficamente.
- **Corrección:** se debe retratar. Para esto debemos desobturar, determinar una nueva longitud de trabajo, realizar la preparación quimiomecánica con abundante irrigación y obturar nuevamente (fig. 13.16B).

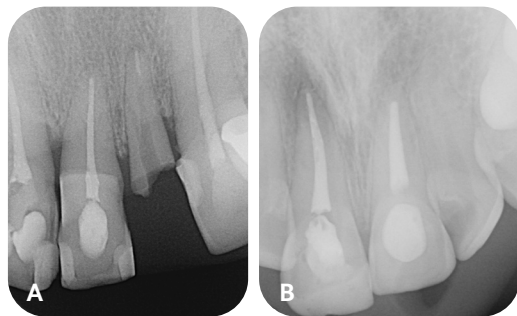


Figura 13.16. Subextensión de la obturación radicular. A. La obturación radicular del diente 1.1 no alcanza una longitud adecuada. B. Retratamiento diente 1.1.

SUBOBTURACIÓN

Falta de condensación del material de obturación; se observan oquedades o espacios al interior de la masa obturadora, y/o entre esta y las paredes dentinarias (fig. 13.17) (Canalda, 2019; Gluskin, 2005).

- **Prevención:** seleccionar adecuadamente el cono maestro, espaciador y conos accesorios, y realizar una correcta técnica de obturación.
- **Reconocimiento:** en la radiografía se observan oquedades o espacios entre el material de obturación y las paredes dentinarias, y/o al interior de la masa obturadora (fig. 13.17A).
- **Corrección:** si no es una subobtención exagerada, es posible introducir el espaciador en el centro de la masa obturadora y colocar un cono maestro. Esto se repite hasta que el espaciador no entre más allá del cuello dentario. Si es una subobtención mayor, será necesario realizar un retratamiento de endodoncia (fig. 13.17B).

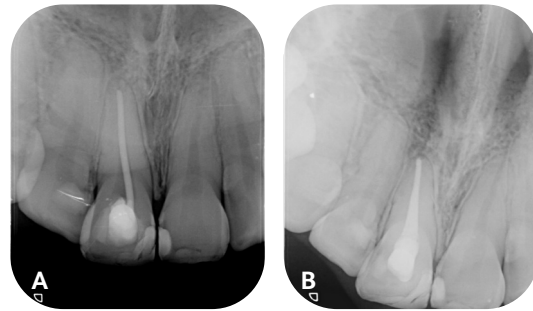


Figura 13.17. Subobtención. A. Diente 1.1 con subobtención, donde podemos observar espacios entre el material de obturación y las paredes del canal. B. Retratamiento del diente 1.1.

PARESTESIA

En casos de sobreextensiones, se pueden presentar parestesias o disestesias; el daño al nervio puede ser transitorio o permanente, y es posible que sea desencadenado por una sobreinstrumentación, procedimientos o sobreextensiones. Para el tratamiento, Gator ha sugerido el empleo de prednisona para abreviar la duración del trastorno, evitar la fibrosis secundaria y atenuar la gravedad de las secuelas; también propone la descompresión quirúrgica (Ingle, 1996; Gluskin, 2005).

FRACTURA VERTICAL

- **Prevención:** en dientes debilitados, colocar el *clamp* en el diente distal y dejar en inoclusión para evitar la fractura entre sesiones. Realizar accesos adecuados, una preparación quimiomecánica que no debilite las paredes dentinarias y no emplear una fuerza exagerada de compactación lateral y vertical durante la obturación radicular (Ingle, 1996).
- **Reconocimiento:** si ocurre durante la obturación, se siente un «crépito» radicular. En dientes debilitados, puede ocurrir durante la masticación. No en todos los casos el paciente manifestará sintomatología inmediata; en algunos casos pueden tardar meses o años en comenzar a ocasionar molestias. Radiográficamente se puede observar un halo de radiolucidez, lo que se corrobora clínicamente al realizar un sondaje periodontal, que permite observar un saco profundo y estrecho (fig. 13.18).
- **Corrección:** no es posible corregir las fracturas verticales, por lo que se indica la exodoncia del diente.

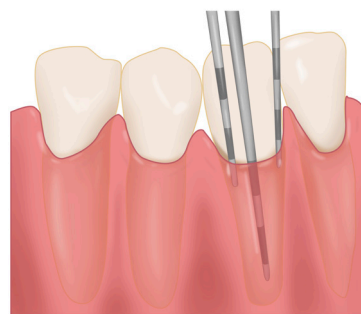


Figura 13.18. Corroboración clínica de una fractura radicular vertical al realizar un sondaje periodontal, que permite detectar la presencia de un saco profundo y estrecho.

DURANTE OTRAS ETAPAS DEL TRATAMIENTO

PROYECCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL PERIÁPICE

- **Prevención:** irrigar siempre con jeringas con salida lateral, de forma suave y pasiva. Tener buen tope apical (fig. 13.19) (Canalda, 2019; Ingle, 1996; Gluskin, 2005).
 - **Reconocimiento:** el paciente siente un fuerte dolor, hay hemorragia del canal, y se presenta edema y equimosis en la zona.
 - **Tratamiento:**
 - Volver a anestesiarse.
 - Irrigar abundantemente con suero fisiológico.
 - Usar corticoides y analgesia por vía oral. Es importante que la primera dosis de antibióticos y corticoides sea intravenosa y posteriormente seguir con dosis oral. De acuerdo al siguiente esquema:
- Medicación I.V.:
 Penicilina G sódica, 4-6 millones UI c/6 h por 2-3 días vía EV.
 Clindamicina (alérgicos a la penicilina), 600mg EV cada 6 horas por 2-3 días.
- Medicamentos vía oral:
 Amoxicilina, 1 gramo cada 12 horas por 7 días (alérgicos clindamicina 300 mg cada 6 horas por 7 días).
 Betametasona, 3 mg cada 8 horas por 4 días.
 Meloxicam, 15 mg cada 12 horas por 4 días.
 Papaína, 10 mg cada 4-6 horas (según severidad del hematoma) hasta terminar los comprimidos (una caja contiene 30 comprimidos).
- Usar compresas frías y luego tibias en la zona.
 - Comprometerse con el paciente y guardar la calma.
 - Realizar un control a las 24 h.
 - Evaluar la necesidad de hospitalización si la proyección es abundante.
 - **Complicaciones:** de presentarse, puede ocurrir parestesia, cicatrices o debilidad muscular.

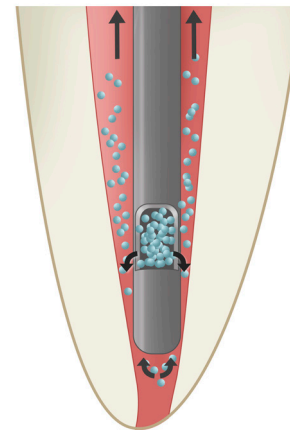


Figura 13.19. Se previene la proyección de hipoclorito a los tejidos apicales usando una aguja con salida lateral marcada a una longitud menor a la longitud de trabajo y empleando una correcta técnica de irrigación.

ENFISEMA TISULAR

Presencia anormal de aire a lo largo de o entre los planos faciales (Ingle, 1996; Gluskin, 2005).

- **Prevención:** no se debe secar nunca el canal radicular usando aire a presión proveniente de la jeringa triple, sino conos de papel estériles. Evitar irrigar con presión, revisando que la jeringa no contenga aire en su interior y no emplear peróxido de hidrógeno como principal o último irrigante durante la terapia endodóntica.
- **Reconocimiento:** el paciente presentará tumefacción rápidamente, eritema y crepitación.
- **Corrección:** suspender el tratamiento, explicarle al paciente lo sucedido y tranquilizarlo. Dependiendo del caso, considerar la prescripción de

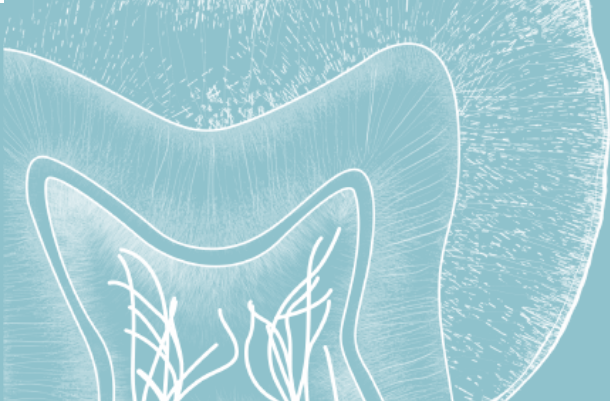
antibióticos y analgésicos, y controlar. Si el enfisema se extiende a la región del cuello y dificulta la respiración, se debe llevar al paciente a un centro de emergencia médica.

ASPIRACIÓN E INGESTIÓN DE INSTRUMENTOS

- **Prevención:** emplear siempre aislamiento absoluto y, al probar los *clamps*, atarlos previamente con seda dental (Ingle, 1996).
- **Reconocimiento:** será inmediato tanto para el clínico como para el paciente.
- **Corrección:** llevar inmediatamente al paciente a un centro de emergencia médica, donde le tomarán radiografías de tórax y abdomen. En algunos casos, puede requerir cirugía.

Bibliografía

- Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.
- Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.
- Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.
- Gluskin, A. H. (2005). Mishaps and serious complications in endodontic obturation. *Endodontic Topics*, 12(1), 52-70.
- Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.
- Gutman, J. y Lovdahl, P. (2012). *Solución de problemas en endodoncia: Prevención, identificación y tratamiento* (5.ª edición). Elsevier Mosby.
- Ingle, J. (1996). *Endodoncia* (4.ª edición). McGraw Hill.
- Krasner, P. y Rankow, H. J. (2004). Anatomy of the pulp-chamber floor. *Journal of Endodontics*, 30(1), 5-16.
- Madarati, A. A., Watts, D. C. y Qualtrough, A. J. (2008). Factors contributing to the separation of endodontic files. *British Dental Journal*, 204(5), 241-245.
- McGuigan, M. B., Louca, C. y Duncan, H. F. (2013). Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*, 214(8), 395-400.
- Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.
- Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.
- Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.
- Simon, S., Machtou, P., Tomson, P., Adams, N. y Lumley, P. (2008). Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dental Update*, 35(3), 172-179.
- Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: principles and practice* (5.ª edición). Elsevier.



Retratamiento endodóntico no quirúrgico

Daniela Matus Rosas

El porcentaje de éxito de un tratamiento de endodoncia oscila entre el 83 y el 97 %, dependiendo de la patología previa. La presencia de periodontitis apical es el factor que más influye en el resultado del tratamiento. Las tasas de éxito para los dientes sin periodontitis apical varían de 82.8 a 97.3 %, mientras que en los dientes con periodontitis apical varían de 75.6 a 87.77 % (Chércoles-Ruiz, Sánchez-Torres y Gay-Escoda, 2017).

Estas tasas de éxito son elevadas, por lo que la endodoncia se considera un procedimiento predictivo. Sin embargo, el gran número de tratamientos de endodoncia que se realizan anualmente se traduce en una cantidad importante de pacientes que requieren procedimientos adicionales (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Es importante tener en cuenta que el éxito y el fracaso endodóntico son muy relativos. En muchos casos, tratamientos que se realizan con un máximo estándar y nivel de competencia producen resultados indeseables, mientras que, en otros casos, una intervención realizada muy por debajo del estándar consigue un éxito a largo plazo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

De acuerdo con Gutmann (Canalda, 2019), la valoración de un fracaso endodóntico debe considerar aspectos clínicos y radiográficos, ya que un diente asintomático puede mostrar señales que nos hagan sospechar de la presencia de cambios histopatológicos en la zona apical, evidenciando un fracaso del tratamiento. Por lo tanto, hoy se considera que ni la presencia ni la ausencia de sintomatología puede, por sí sola, determinar el fracaso de un tratamiento sin la consideración de otros factores.

DIAGNÓSTICO

Para establecer un diagnóstico en un diente tratado endodónticamente, es necesario:

- Realizar una revisión exhaustiva de los antecedentes médicos y dentales del paciente, tratando de recabar la mayor cantidad de información sobre el primer tratamiento que se realizó. Hay dos preguntas que son fundamentales durante la anamnesis:
 - ¿Cuántas veces se le ha realizado tratamiento de endodoncia en el diente evaluado? Los dientes con historia de más de una reintervención endodóntica pueden ser considerados de riesgo, por la naturaleza de la patología o por la complejidad anatómica del diente (Zuolo, 2012).
 - ¿Cuándo fue realizada la última intervención endodóntica? Los tratamientos realizados y obturados con menos de un año de evolución ofrecen pocas evidencias clínicas para la evaluación de éxito o fracaso, excepto en los casos donde hay dolor o cualquier otro signo o síntoma clínico de inflamación o infección (Zuolo, 2012).
- Obtener información objetiva sobre la base de una exploración clínica y radiográfica. Las radiografías periapicales, al igual que en el diagnóstico de cualquier diente, nos entregan información útil para evaluar caries, restauraciones defectuosas, estado periodontal y apical, fracturas, reabsorciones y anatomía canalicular (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Pero en dientes tratados endodónticamente, es importante explorar las imágenes con detención y observar la calidad de la obturación radicular en relación con su longitud y condensación (Virdee y Thomas, 2017), que nos entregará información relevante sobre la calidad del tratamiento anterior. Además, debemos buscar la presencia de canales omitidos y obstáculos en la instrumentación, que nos pueden orientar sobre la causa de la enfermedad postratamiento.

Aunque las radiografías son imprescindibles en endodoncia, nunca deben ser decisivas en el diagnóstico (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

- Realizar pruebas adecuadas que nos permitan interpretar correctamente las respuestas del paciente. Las pruebas clínicas objetivas que nos entregarán más información en estos casos son las apicales, que incluyen palpación, percusión y mordida (fig. 14.1). Estas permiten conocer el estado de los tejidos apicales, y su información será más importante que las de sensibilidad pulpar, que en dientes tratados endodónticamente no entregan datos significativos o constantes. El uso de test de sensibilidad está indicado solo si, durante la anamnesis, el paciente relata dolor a los cambios de temperatura, que se pueden deber a la omisión completa de un canal radicular o a una debridación inadecuada, o si se requiere descartar que los dientes adyacentes o antagonistas no endodonciados sean los causantes de un dolor térmico.

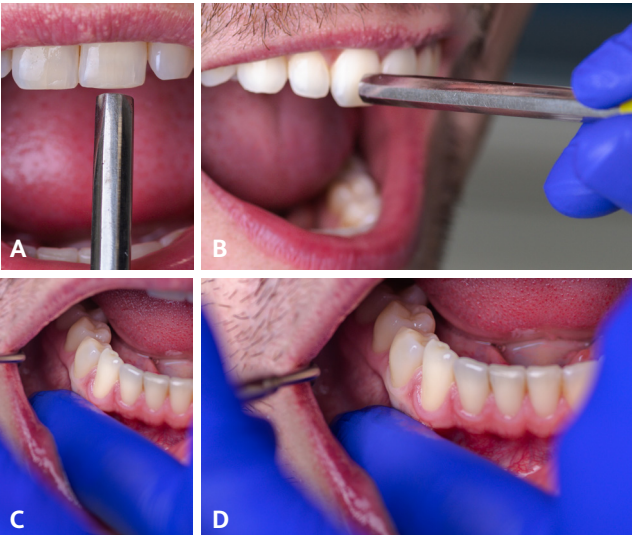


Figura 14.1. Pruebas clínicas objetivas indicadas en dientes tratados endodónticamente. **A.** Percusión vertical. **B.** Percusión horizontal. **C y D.** Palpación fondo de vestíbulo.

FACTORES ETIOLÓGICOS

Los factores etiológicos que se relacionan con retratamientos no quirúrgicos y quirúrgicos se pueden agrupar en cuatro grupos.

1. Microorganismos intrarradiculares

La presencia de microorganismos o sus derivados en el canal radicular y/o en los túbulos dentinarios es la principal causa de fracaso del tratamiento endodóntico. Esta puede estar relacionada con tratamientos de endodoncia iniciales que no consiguieron que el sistema de canales quedara libre de bacterias, con una obturación radicular que no englobó adecuadamente a las bacterias que pudieron persistir o con fallas en la restauración final que permitieron que nuevos microorganismos ingresaran en el espacio del canal limpio y sellado, dejando que los patógenos entraran en contacto con los tejidos apicales.

La limpieza, conformación, obturación y restauración final inadecuadas en un diente endodonciado pueden dar lugar a enfermedades postratamiento. La flora presente en dientes ya tratados es principalmente grampositiva anaerobia y está compuesta por muy pocas especies, a veces, incluso, solo por una. En cambio, la flora presente en dientes infectados no sometidos a un tratamiento de endodoncia es polimicrobiana, además de predominantemente anaerobia (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

El *Enterococcus faecalis* es la especie generalmente aislada en retratamientos. Se caracteriza por ser muy resistente a los procesos de desinfección del canal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), por su capacidad de sobrevivir en condiciones extremas y en ambientes con nutrientes deficientes, por resistir a los medicamentos e irrigantes y por adherirse al colágeno dentinal de las paredes del canal (Torabinejad et al., 2009).

2. Infección extrarradicular

Aunque es poco frecuente, de manera ocasional bacterias pueden invadir los tejidos perirradiculares mediante la propagación directa de la infección desde el canal radicular por extrusión de virutas de dentina infectada o por la contaminación con instrumentos endodónticos infectados sobreextendidos, es decir, que se extienden más allá de la constricción apical (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

3. Reacción a un cuerpo extraño

De manera ocasional, se puede producir una enfermedad endodóntica persistente sin gérmenes detectables, que se ha atribuido a la presencia de un material extraño en la zona perirradicular (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

4. Quistes verdaderos

Se forman quistes en los tejidos apicales cuando el epitelio embrionario retenido comienza a proliferar por la presencia de una inflamación crónica. Los restos celulares epiteliales de Malassez son el origen del epitelio, y la formación de un quiste puede ser un intento de ayudar a separar un estímulo inflamatorio del hueso circundante. Los dos tipos de quistes apicales son el quiste verdadero y el quiste en bolsa, también conocido como en bahía. Los quistes verdaderos tienen una cavidad o luz revestida por una mucosa epitelial continua (fig. 14.2A), a diferencia de los quistes en bolsa, cuya luz está abierta al canal del diente afectado (fig. 14.2B). Debido a su condición automantenida, los quistes verdaderos probablemente no se curen después de un tratamiento endodóntico no quirúrgico y habitualmente precisan enucleación quirúrgica (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

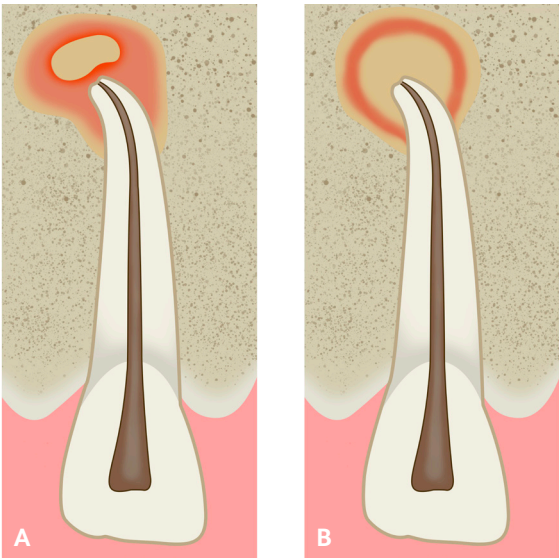


Figura 14.2. A. Quiste verdadero. B. Quiste en bolsa o bahía.

TRATAMIENTO

Una vez establecido el motivo de la enfermedad posendodoncia podremos determinar un diagnóstico presuntivo que nos permitirá informarle al paciente de las opciones de tratamiento disponibles y el pronóstico de cada una de ellas, así como sus ventajas, desventajas, posibles complicaciones, etc. De esta manera, tendrá un panorama claro, que le permita tomar la mejor decisión basándose en su propia percepción de las opciones.

Si el clínico no es capaz de determinar el motivo de la enfermedad posendodóntica, a pesar de una evaluación clínica y radiográfica exhaustiva, cualquier decisión de tratamiento será empírica, sobre la base del ensayo y error, lo que se debe evitar intentando complementar el diagnóstico con un examen radiológico 3D (CBCT) (fig. 14.3), la opinión de otro colega o esperando hasta tener una mayor claridad, sin olvidar que algunos síntomas se pueden deber a enfermedades de origen no endodóntico, como el trauma oclusal, enfermedad periodontal o enfermedades que cursan con dolor de origen no odontogénico.

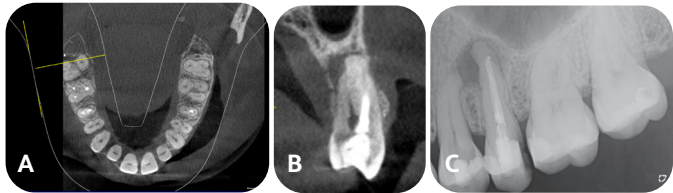


Figura 14.3. Planificación del retratamiento endodóntico no quirúrgico en diente 2.4 empleando CBCT que permite observar el canal palatino sin tratar. A. Corte axial. B. Corte sagital. C. Radiografía periapical que no permite observar el canal no tratado.

Las imágenes obtenidas con un CBCT preoperatorio proporcionan más información de diagnóstico que una radiografía periapical preoperatoria, y esta información puede influir directamente en las estrategias de retratamiento endodóntico (Rodríguez et al., 2017). Por ejemplo, las radiografías periapicales no son capaces de detectar lesiones apicales cuando estas se limitan al hueso esponjoso (Curtis et al., 2018).

Ante un paciente que presenta una verdadera enfermedad postratamiento endodóntico se presentan cuatro opciones terapéuticas.

1. **No hacer nada:** permitir que la enfermedad siga su curso es útil cuando se desconoce la etiología de la enfermedad o cuando el odontólogo espera los resultados de otro estudio diagnóstico para establecerla. En algunos casos es decisión del paciente; de ser así, es fundamental que esté bien informado sobre sus consecuencias, lo que debe quedar registrado en la ficha clínica.
2. **Extraer el diente:** la exodoncia se deja como una última opción, ya que en muchos casos proporciona peores resultados, más costosos y difíciles que la conservación del diente natural (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Pero está indicada para aquellos dientes con fracturas verticales o con un pronóstico periodontal y/o restaurador malo, entre otros casos (Friedman, Stabholz y Tamse, 1990).
3. **Retratamiento no quirúrgico:** es el tratamiento que se elige cuando se presume que la causa del fracaso endodóntico es la presencia de microorganismos en el canal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
4. **Retratamiento quirúrgico o cirugía apical:** se indica cuando la etiología de la enfermedad es producto de infecciones extrarradiculares persistentes, reacción a un cuerpo extraño, presencia de un quiste verdadero (Canalda, 2019), el retratamiento no quirúrgico fracasa o es inviable de realizar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Consiste en la exposición de la lesión

apical a través de una osteotomía, la extirpación quirúrgica de la lesión y del extremo apical de la raíz, y el sellado retrógrado de la porción apical del canal (del Fabbro et al., 2016).

La cirugía apical no elimina bacterias al interior del canal, por lo que, si la etiología de la enfermedad posendodoncia es bacteriana, permanecerán en su interior y serán aisladas a través de una barrera apical, lo que no se considera un objetivo biológico.

A veces se produce la situación de que, luego de realizado el retratamiento no quirúrgico, este debe ser complementado con una cirugía apical. Esto se da en aquellos casos donde no es posible determinar cuál es la etiología causante del problema posendodoncia y, por tanto, se debe optar por realizar el retratamiento no quirúrgico y controlar la evolución del cuadro; de no ceder al realizar los debidos controles, se indica como complemento la cirugía apical. Esta decisión se basa en que el retratamiento no quirúrgico otorga el máximo de beneficios con el mínimo riesgo, por lo que tiene mayores probabilidades de eliminar la causa más frecuente de la enfermedad postratamiento, la infección intrarradicular. El retratamiento no quirúrgico es menos invasivo que la cirugía, produce un posoperatorio menos traumático y tiene menos probabilidades de lesionar estructuras vitales adyacentes como nervios, dientes próximos y cavidades sinusales. Además, los retratamientos no quirúrgicos tienen una mayor tasa de éxito a largo plazo en comparación con la cirugía apical (Torabinejad y White, 2016).

Una duda frecuente al momento de decidir entre éxito y fracaso es qué hacer en dientes tratados endodónticamente que no presentan signos o síntomas de enfermedad postratamiento endodóntico, pero en los que radiográficamente se observa un relleno de mala calidad en el interior del canal radicular. Estos usualmente no requieren un retratamiento endodóntico, ya que existe un balance entre los microorganismos del canal radicular, su medio ambiente específico y el hospedero (Kvist y Reit, 2002). Sin embargo, cuando dichos dientes requieren una rehabilitación, el retratamiento debe ser considerado, debido a que una falla endodóntica puede ocurrir luego de hacer la restauración por una alteración en el balance entre microorganismos y hospedero, producto de un cambio en la tensión de oxígeno o una disminución de la inmunidad del hospedero, lo que deriva en la aparición de la infección y subsecuente enfermedad (Kvist y Reit, 2002).

Para determinar un adecuado plan de tratamiento, es necesario tener claridad de qué se considera un éxito o un fracaso endodóntico, sin olvidar que no depende necesariamente del estándar con que se realizó el procedimiento anterior.

• ÉXITO ENDODÓNTICO

- **Criterio clínico:** diente funcional con ausencia de signos y síntomas clínicos que nos indiquen inflamación o infección.
- **Criterio radiográfico:** ausencia de signos que indiquen la presencia de periodontitis apical o, frente a un proceso de reparación evidenciado radiográficamente, regresión de áreas radiolúcidas al comparar una radiografía del tratamiento anterior con una actual.

• FRACASO ENDODÓNTICO

- **Criterio clínico:** presencia de signos y síntomas de inflamación e infección de manera marcada y persistente. Una ligera molestia durante las primeras 24 a 48 horas e incluso algunos días después de la intervención endodóntica no puede ser considerada como indicador de fracaso. Por otro lado, la ausencia de sintomatología no puede ser considerada como éxito, ya que en algunos casos la patología apical puede tardar mucho tiempo en manifestarse clínicamente (tabla 14.1) (Zuolo, 2012).
- **Criterio radiográfico:** presencia de signos radiográficos de alteración de los tejidos de soporte del diente, aparición o aumento de tamaño de

una lesión apical y ausencia de reparación. Para determinar un fracaso postratamiento endodóntico por este medio, es importante utilizar una radiografía del tratamiento anterior y compararla con una actual (tabla 14.1).

Criterios clínicos y radiológicos de fracaso endodóntico	
Fracaso clínico	Fracaso radiológico
- Sensibilidad a la palpación - Enfermedad periodontal localizada - Presencia de fístula - Sensibilidad a la percusión - Pérdida de la función masticatoria - Signos de infección - Síntomas subjetivos	- Ligamento periodontal ensanchado (>2 mm) - Aumento de tamaño de la rarefacción ósea - Ausencia de reparación ósea - Aparición de rarefacciones óseas - Reabsorción radicular asociada a otra semiología

Tabla 14.1. Criterios clínicos y radiológicos para considerar un fracaso endodóntico.

La sola visión de una lesión apical, no acompañada de signos o síntomas clínicos de inflamación y/o infección, no es determinante para concluir que estamos frente a un fracaso endodóntico, ya que podemos estar frente a un proceso de reparación.

Para facilitar la evaluación clínica y radiográfica de un diente que ha recibido tratamiento endodóntico, Friedman y Stabholz establecieron una pauta que permite decidir la conveniencia de efectuar un retratamiento no quirúrgico, partiendo de dos posibles situaciones: un diente asintomático que parece un éxito clínico y un diente sintomático o con signos clínicos que correspondería a un fracaso del tratamiento previo (fig. 14.4) (Friedman, Stabholz y Tamse, 1990).

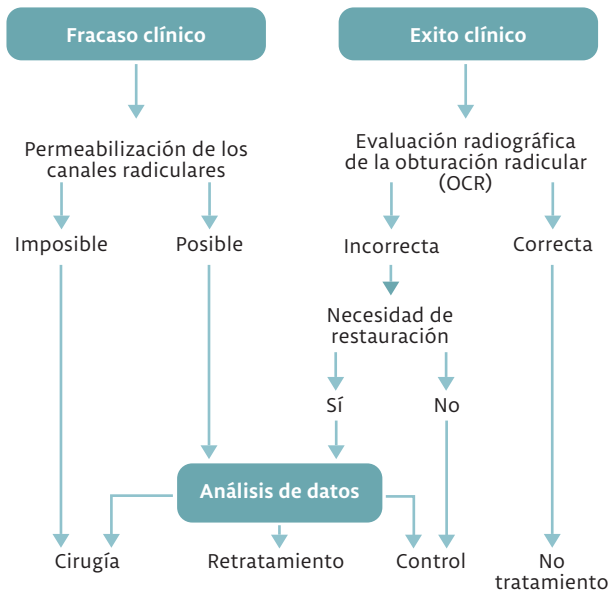


Figura 14.4. Pauta para determinar la necesidad de un retratamiento endodóntico quirúrgico o no quirúrgico partiendo de un fracaso o éxito clínico según Friedman y Stabholz en 1990.

También con la finalidad de determinar si es factible realizar un retratamiento no quirúrgico, Zuolo (2012) hizo un listado de indicaciones y contraindicaciones para esta intervención, con el objeto de ayudar a elegir el tratamiento correcto.

INDICACIONES PARA EL RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO QUIRÚRGICO

1. Dientes con signos y síntomas clínicos de inflamación o infección independientemente de la calidad del tratamiento inicial.
2. Dientes con preparación y obturación adecuadas o inadecuadas de los canales, asociados a hallazgos radiográficos de periodontitis apical, con o sin signos o síntomas clínicos de inflamación o infección.
3. Dientes con preparación y obturación deficientes de los canales, con evidencia clínica de microfiltración coronal por caries, exposición al medio oral o restauraciones defectuosas.
4. Dientes con preparación y obturación deficiente de los canales, sin evidencia clínica de microfiltración coronal, cuando se requiere cambiar la restauración o prótesis por motivos funcionales o estéticos.

CONTRAINDICACIONES PARA EL RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO QUIRÚRGICO

1. Dientes con fractura radicular vertical.
2. Dientes con fractura mesiodistal de la corona que alcanza el ligamento periodontal.
3. Dientes con adelgazamiento excesivo de la estructura dental interna y externa, y poca posibilidad de restauración.
4. Dientes con enfermedad periodontal severa.
5. Dientes con problemas de accesibilidad provocados por una apertura bucal muy disminuida, enfermedad periodontal severa o imposibilidad de rehabilitar nuevamente (Zuolo, 2012).

RETRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

Este procedimiento tiene por objetivo aliviar los síntomas del paciente y restablecer los tejidos apicales sanos después del fracaso de la terapia inicial (Torabinejad et al., 2009). Consiste en repetir el tratamiento endodóntico vía coronal, creando una cavidad de acceso cameral y radicular que permita alcanzar la zona apical del canal, con la intención de eliminar o reducir críticamente la carga bacteriana y los componentes antigénicos que permanecieron en él o que penetraron con posterioridad. Durante este nuevo tratamiento puede ser preciso solucionar deficiencias o reparar defectos patológicos de origen iatrogénico (Torabinejad et al., 2009).

En el retratamiento no quirúrgico se distinguen tres fases:

- remoción total o parcial de la restauración coronal;
- eliminación del contenido de los canales;
- remodelación, limpieza, desinfección y obturación.

Realizar un retratamiento es un proceso complejo que requiere de un mayor entrenamiento por parte del clínico, instrumental específico y una correcta planificación (Canalda, 2019).

Hay una serie de factores que debemos considerar al momento de enfrentarnos a estos casos:

• Información entregada por la radiografía periapical

Como mencionamos anteriormente, es importante evaluar en la radiografía la longitud y condensación de la obturación radicular. Esta imagen, aunque no proporciona información sobre la desinfección que se realizó durante el tratamiento anterior, se considera una ayuda para determinar si el tratamiento previo se realizó con un estándar satisfactorio. Rellenos radiculares mal condensados o que no se extienden hasta el ápice nos hacen sospechar de dientes que todavía albergan bacterias residuales (Torabinejad et al., 2009). Además de esto, debemos evaluar el tipo de restauración coronal que tendremos que retirar o perforar, si los canales fueron sobreobturados, la presencia de canales no tratados y errores de procedimiento, como escalones, perforaciones, falsas vías, etc. (fig. 14.5) (Zuolo, 2012).



Figura 14.5. A. Diente 2.5 tratado endodónticamente con periodontitis apical sintomática. La radiografía periapical nos permite identificar: lesión apical, obturación radicular que no se extiende al ápice y una rehabilitación con anclaje al canal que será necesario retirar al momento de retratar. B. Control al año de realizado el retratamiento. Nótese la reparación de la lesión apical.

• Información proporcionada por CBCT

En algunos casos, la información proporcionada por la radiografía periapical debe ser complementada con una imagen 3D, proporcionada por un CBCT, que permite una mayor precisión en la detección de lesiones apicales, minimiza el ruido anatómico de estructuras adyacentes (Curtis et al., 2018) y permite localizar con precisión canales omitidos en el tratamiento anterior (He, 2017). Las pautas actuales mencionan que los CBCT no deben indicarse de manera rutinaria durante el tratamiento endodóntico y su uso debe restringirse a los casos en que las radiografías periapicales no proporcionen información suficiente, principalmente porque la dosis de radiación administrada durante la obtención de estas imágenes es mayor (Uraba, 2016).

• Consentimiento del paciente

El retratamiento tiene un porcentaje de éxito inferior al de un tratamiento de endodoncia efectuado por primera vez, y el tiempo requerido para completarlo es bastante superior al de un tratamiento endodóntico habitual, lo que debe comprender y consentir el paciente antes de que sea iniciado. Para evitar posteriores problemas legales, se recomienda que el paciente firme un consentimiento informado para este fin.

• Habilidad del profesional

El retratamiento de un fracaso endodóntico es la clase de tratamiento del área más difícil y con menos porcentaje de éxito. Su realización requiere de experiencia y habilidad, lo que es extremadamente importante, ya que varias técnicas de retratamiento requieren capacitación e instrumental específico, y no deben intentarse de otra manera (Virdee y Thomas, 2017). Por lo tanto, el odontólogo general o especialista debe evaluar cada caso y preguntarse de manera objetiva en qué falló el clínico anterior y si será capaz de mejorar el tratamiento, y sobre la base de estas respuestas planificar el retratamiento o su derivación.

• Equipamiento

La especialidad de endodoncia está evolucionando continuamente a medida que surgen mejoras en las técnicas y materiales para sus procedimientos. Entre estos avances se encuentran la magnificación, instrumentos ultrasónicos y materiales con propiedades físicas y biológicas mejoradas (Torabinejad et al., 2009).

PLANIFICACIÓN TERAPÉUTICA DEL RETRATAMIENTO

Una vez establecido que el retratamiento endodóntico no quirúrgico es el tratamiento a realizar, se debe establecer una estrategia terapéutica que considere:

• Restauración de la corona

El diente que se va a retratar suele presentar una restauración. Si se trata de una restauración simple de composite es preferible retirarla, excepto cuando presente un buen aspecto y su retiro comprometa la estética.

Cuando existe una prótesis fija singular o el diente es pilar de prótesis fija plural, la decisión de removerla es mucho más difícil y dependerá del caso. Si el ajuste marginal es bueno, se puede mantener la corona y practicar un acceso a través de ella, lo que requiere de una mayor experiencia del clínico.

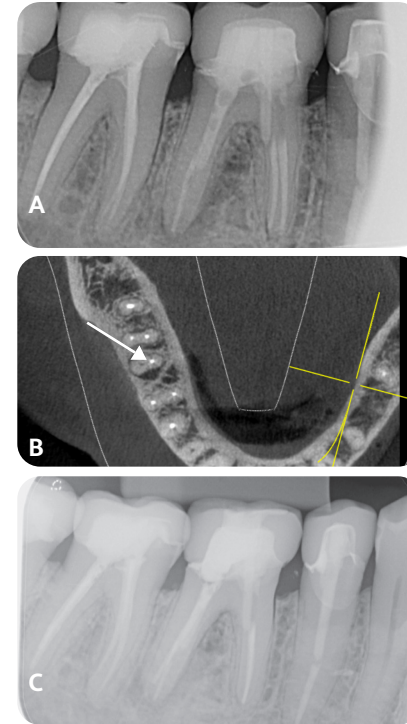


Figura 14.6. A. Retratamiento endodóntico no quirúrgico del diente 4.6. A. Radiografía previa donde se observa el diente rehabilitado con prótesis fija singular y una lesión apical en relación con la raíz distal. B. CBCT que permite observar el canal distovestibular no tratado. C. Radiografía final luego de realizado el retratamiento a través de la PFS. Nótese cómo ambos canales distales se encuentran obturados.

• Eliminación del material de relleno del canal

Un objetivo importante del retratamiento del canal radicular es la eliminación del material de relleno, que permite la acción efectiva de los instrumentos y las soluciones de irrigación en los desechos y microorganismos responsables de la infección apical. Se han descrito varias técnicas para la eliminación del material de relleno y la técnica seleccionada dependerá del tipo de material que se encuentre alojado en el canal (Corbella, 2013).

- Cementos radiculares: comúnmente son utilizados junto con conos de gutapercha, pero existen casos en que representan el material único de obturación radicular. La metodología de remoción requiere el uso de instrumentos manuales o mecánicos asociados al uso de solventes (Berutti y Gagliani, 2017). La secuencia clínica para la remoción de cementos empieza con el uso de instrumentos manuales o mecanizados. Idealmente se deben remover sin el uso de solventes, pero si los instrumentos no logran progresar al interior del canal, se debe llenar la cámara con solvente por cinco minutos y se vuelve a probar con los instrumentos. Se continúa alternando el uso de solventes con instrumentos (Berutti y Gagliani, 2017).
- Conos de plata: la dificultad de remover conos de plata de los canales está relacionada con la longitud de la porción del cono que sobresale en la cámara pulpar y la curvatura de la raíz. Si los conos sobresalen varios milímetros a la cámara y no han sido dañados durante la remoción del material de restauración, será muy simple retirarlos con micropinzas (Berutti y Gagliani, 2017).
- Gutapercha: una de las principales ventajas de la elección de gutapercha como material de obturación de los canales radiculares es su relativa

facilidad de remoción (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Puede ser retirada con el uso de diferentes medios: calor, solventes, puntas de ultrasonido, láser, etc. (Corbella, 2013). Sin embargo, ninguna de estas técnicas es capaz de eliminar completamente el material de relleno del canal (Corbella, 2013).

• Técnica de remoción de gutapercha

La dificultad de la desobturación va a depender de la longitud, conicidad y curvatura del sistema de canales radiculares. Pero independientemente de la técnica utilizada, lo mejor es eliminar la gutapercha del canal de manera progresiva para prevenir el paso inadvertido de irritantes a través del ápice a los tejidos apicales (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

La desobturación manual se puede realizar mediante tres métodos:

Métodos mecánicos: utilizando instrumentos manuales, como limas H y K, los cuales se introducen por un lado de la obturación (entre la masa obturadora y la pared dentinaria) hasta lograr desobturar hasta el tope apical. Se puede ir progresando de limas de mayor calibre en el tercio coronal a de menor diámetro en el apical.

Métodos químicos: utilizando solventes químicos que plastifican la gutapercha y facilitando su remoción mediante limas K y H.

Métodos térmicos: utilizando atacadores calientes que plastifican la gutapercha, permitiendo que sea retirada mediante limas K y H.

La técnica recomendada por la Universidad de La Frontera es una mezcla de los tres métodos señalados:

1. Lo primero que debemos hacer es conocer la longitud de exploración hipotética (LTEx), utilizando la fórmula explicada en el capítulo 9, dedicado a la preparación de los canales radiculares (fig. 14.7A).
2. Luego se realiza el acceso coronal y se sondea la entrada del canal. Esto último tiene tres objetivos: hacernos una idea de la ubicación del canal, remover restos de material de obturación y descartar la posibilidad de que haya sido obturado con un vástago central sólido (fig. 14.7B).
3. Si no hay presencia de un vástago en el interior del canal, se aplica calor mediante un atacador endodóntico calentado a la llama del mechero hasta que adquiera un color rojo. De esta manera lo llevamos a la entrada del canal, reblandeciendo la gutapercha coronal y facilitando su remoción (fig. 14.7C).
4. Se explora el canal con limas K # 15 con la intención de sobrepasar los conos de gutapercha. Si no es posible progresar con limas, se debe utilizar solvente de manera de avanzar con los instrumentos hacia apical. El disolvente seleccionado se introduce con una jeringa de irrigación en los tercios coronario y medio del canal. Posteriormente, se usan limas K para atravesar la gutapercha remanente y aumentar su área superficial, para mejorar su disolución. El uso de limas rígidas como las C+ facilitan esta técnica, atravesando la masa de gutapercha de manera más eficiente que los tipos más flexibles de limas K (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) (fig. 14.7D, E).
5. Una vez alcanzada la longitud de exploración hipotética, corroboramos la medida usando un localizador apical electrónico, teniendo en consideración que estos equipos en algunas ocasiones, por la presencia de gutapercha en el canal, no son precisos. Corroboramos la medida indicada por el LAE con una radiografía de conductometría (fig. 14.7F).
6. Una vez establecida la longitud de trabajo, se comienza la nueva instrumentación del canal con la técnica establecida previamente para este fin, irrigando de manera profusa y alternada entre limas con hipoclorito de sodio. El acceso al tercio apical tendrá distintas complejidades de acuerdo con la calidad del tratamiento anterior, lo que veremos más adelante (fig. 14.7G).
7. Una vez alcanzada la lima maestra, debemos dejar medicación de hidróxido de calcio para asegurar una completa desinfección (fig. 14.7H).
8. Se cita al paciente a los siete días y se controlan los signos y síntomas clínicos. Sobre la base de esto, se decide obtener o realizar un cambio de medicación con la intención de asegurar la desinfección del canal (fig. 14.7I).

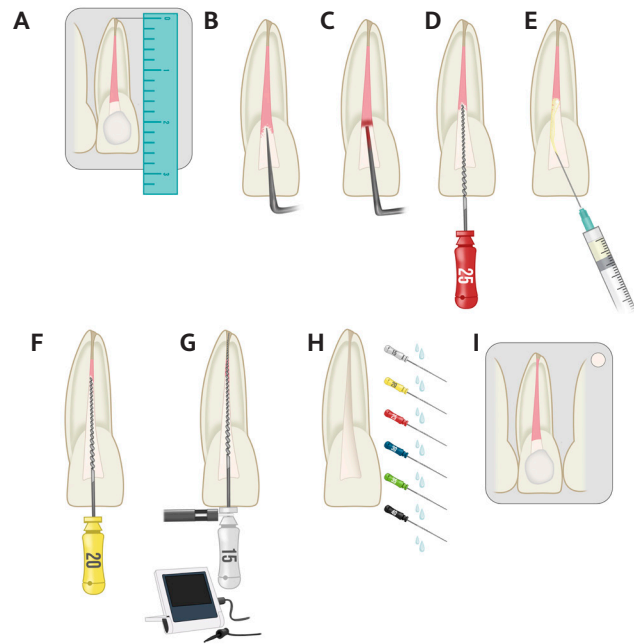


Figura 14.7. Técnica de retratamiento endodóntico no quirúrgico recomendada por la Universidad de La Frontera. **A.** Determinación de la LTeX. **B.** Acceso coronal y sondaje de la entrada del canal. **C.** Uso de calor para reblandecer la gutapercha coronal. **D.** Exploración del canal con lima manual avanzando hacia apical. **E.** Uso de solvente en los tercios coronario y medio. **F.** Se alcanza la LTeX con limas manuales. **G.** Determinación de la longitud de trabajo usando LAE y radiografía. **H.** Preparación quimiomecánica del canal empleando irrigación con hipoclorito de sodio. **I.** Obturación y control del caso.

Todos los solventes tienen cierto nivel de toxicidad, por lo que se deben evitar tanto como sea posible. Sin embargo, en casos donde la gutapercha está bien condensada, es necesario utilizarlos, limitándose al tercio coronario y medio del canal.

Solventes usados en endodoncia (fig. 14.8):

- cloroformo,
- halotano,
- xilol,
- aceites de naranja,
- aceite de eucalipto,
- solventes especializados: Endosolv, GPR.



Figura 14.8. Solventes usados para retratamientos en endodoncia. **A.** Eucaliptol aceite a base de eucalipto. **B.** Endosolv.

• Acceso al tercio apical del canal

Como mencionamos, antes de comenzar el tratamiento clínico, durante la etapa de planificación, debemos ser capaces de identificar la causa que impidió al tratante anterior alcanzar un correcto tratamiento y

preguntarnos si seremos capaces de mejorarlo. Ingle y Bakland reportaron que la causa más frecuente de fracaso se debe a la incompleta obturación radicular (60%), que en la mayoría de los casos se produce por un obstáculo, casi siempre de naturaleza iatrogénica, que bloquea la llegada de los instrumentos al tercio apical (Ingle y Bakland, 2004).

La causa de estos canales bloqueados está por lo general relacionada con la formación de obstrucciones dentinarias, la creación de escalones y/o falsas vías, y la fractura de instrumentos endodónticos. Accesos poco adecuados; la incorrecta eliminación de interferencias coronales; la elección de instrumentos de calibre excesivo con respecto al diámetro del canal; el uso de aleaciones poco flexibles y con punta cortante, especialmente en canales curvos, y la insuficiente irrigación facilitan la aparición de las complicaciones mencionadas (Berutti y Gagliani, 2017).

Un canal bloqueado contiene tejido pulpar residual (a veces necrótico) y barro dentinario compactado en los milímetros apicales del sistema de canales. Estos desechos con frecuencia están contaminados y dan lugar a una infección persistente y el posterior fracaso endodóntico.

El mejor tratamiento de los canales bloqueados y con escalones es la prevención. Si el clínico tiene cuidado y presta atención durante el proceso de instrumentación, se reduce al mínimo la probabilidad de formación de un obstáculo.

Durante la fase de planificación del retratamiento, los bloqueos y escalones se pueden detectar en la radiografía previa, así como las obturaciones cortas. Y se debe advertir al paciente que pueden resultar insuperables y precisar en el futuro de una cirugía apical para complementar el tratamiento o la extracción si no se logra la reparación. Estas situaciones, aunque es probable que sucedan, no deben desalentarnos al momento de elegir un retratamiento no quirúrgico por sobre las otras opciones al momento de planificar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

La capacidad para superar estos obstáculos y acceder al tercio apical estará en directa relación con la habilidad, experiencia y equipamiento del profesional.

PRONÓSTICO DEL RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO QUIRÚRGICO

Las tasas de éxito informadas para el tratamiento secundario no quirúrgico o quirúrgico son superiores al 70 % (Corbella, 2013) y dependen en gran medida del diagnóstico previo, o sea, de la presencia de periodontitis apical y de la posibilidad de superar obstáculos para acceder correctamente al tercio apical, favoreciendo la limpieza y desinfección (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Los accidentes de procedimiento preexistentes también tienen un efecto negativo en la curación. Gorni y Gagliani examinaron la influencia de las alteraciones en la morfología del canal radicular durante el tratamiento previo, como los transportes y escalones. Encontraron una disminución del 40 % en el éxito del retratamiento no quirúrgico cuando hubo una alteración preexistente en la morfología, en comparación con los dientes en los que se respetó la morfología del canal en el primer tratamiento (Gorni y Gagliani, 2004).

Bibliografía

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.

Chércoles-Ruiz, A., Sánchez-Torres, A. y Gay-Escoda, C. (2017). Endodontics, endodontic retreatment, and apical surgery versus tooth extraction and implant placement: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 43(5), 679-686.

Chong, B. S. (2016). *Harty's Endodontics in Clinical Practice* (7.ª edición). Elsevier.

Corbella, S., Taschieri, S. y Tsesis, I. (2013). Postextraction implant in sites with endodontic infection as an alternative to endodontic retreatment: a review of literature. *Journal of Oral Implantology*, 39(3), 399-405.

Curtis, D. M., Vander Weele, R. A., Ray, J. J. y Wealleans, J. A. (2018). Clinician-centered outcomes assessment of retreatment and endodontic microsurgery using cone-beam computed tomographic volumetric analysis. *Journal of Endodontics*, 44(8), 1251-1256.

Del Fabbro, M., Corbella, S., Sequeira-Byron, P., Tsesis, I., Rosen, E., Lolato, A. y Taschieri, S. (2016). Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(10), CD005511.

Friedman, S., Stabholz, A. y Tamse, A. (1990). Endodontic retreatment-case selection and technique. Retreatment techniques. *Journal of Endodontics*, 16(11), 543-549.

Gopikrishna, V. (2021). *Grossman's Endodontic Practice* (14.ª edición). Wolters Kluwer.

Gorni, F. G. y Gagliani, M. M. (2004). The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *Journal of Endodontics*, 30(1), 1-4.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

He, J., White, R. K., White, C. A., Schweitzer, J. L. y Woodmansey, K. F. (2017). Clinical and patient-centered outcomes of nonsurgical root canal retreatment in first molars using contemporary techniques. *Journal of Endodontics*, 43(2), 231-237.

Ingle, J. I. y Bakland, L. K. (2004). *Endodoncia*. (5ª ed.). McGraw-Hill.

Kvist, T. y Reit, C. (2002). Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment. *International Endodontic Journal*, 35(4), 359-365.

Ørstavik, D. (2008). *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis* (3.ª edición). Wiley.

Patel, S., Simon, H., Hagay, S. y Conor, D. (2019). *Cone Beam Computed Tomography in Endodontics* (1.ª edición). Quintessence Publishing.

Rodríguez, G., Patel, S., Durán-Sindreu, F., Roig, M. y Abella, F. (2017). Influence of cone-beam computed tomography on endodontic retreatment strategies among general dental practitioners and endodontists. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1433-1437.

Rotstein, I. y Ingle, I. (2019). *Ingle's Endodontics* (7.ª edición). PMPH USA.

Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R. y Shabahang, S. (2009). Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 35(7), 930-937.

Torabinejad, M., Walton, R. E. y Fouad, A. F. (2009). *Endodontics: principles and practice* (5.ª edición). Elsevier.

Torabinejad, M. y White, S. N. (2016). Endodontic treatment options after unsuccessful initial root canal treatment: alternatives to single-tooth implants. *The Journal of the American Dental Association*, 147(3), 214-220.

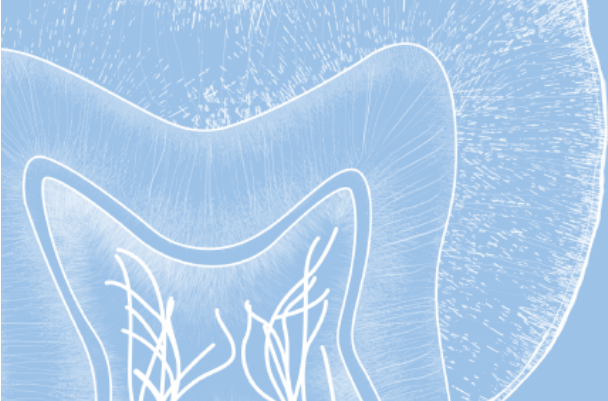
Uraba, S., Ebihara, A., Komatsu, K., Ohbayashi, N. y Okiji, T. (2016). Ability of cone-beam computed tomography to detect periapical lesions that were not detected by periapical radiography: a retrospective assessment according to tooth group. *Journal of Endodontics*, 42(8), 1186-1190.

Virdee, S. S. y Thomas, M. B. (2017). A practitioner's guide to gutta-percha removal during endodontic retreatment. *British Dental Journal*, 222(4), 251-257.

Zuolo, M. L. (2012). *Reintervención en endodoncia* (1.ª edición). Gen Santos.

Terapias endodónticas en dientes permanentes jóvenes

Carolina Soto Álvarez



15.1. Diente permanente joven

El diente permanente joven es aquel que ha erupcionado en la cavidad oral pero no ha completado su formación radicular. Cuando un diente erupciona, solo ha formado alrededor de dos tercios de su longitud radicular, y completa su desarrollo tres o cuatro años después, con la formación de la constricción apical (Canalda, 2019).

Este diente puede ver afectada su vitalidad pulpar si presenta una lesión de caries o sufre un traumatismo o un tratamiento restaurador invasivo, por lo que precisará un tratamiento endodóntico (Canalda, 2019; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Al no presentar vitalidad, no continuará su formación radicular, lo que se traduce en un diente con paredes dentinarias delgadas y frágiles, un canal amplio con paredes divergentes a nivel apical y, en muchos casos, una alteración en la relación coronoradicular, lo que supone importantes desafíos endodónticos y rehabilitadores, por su susceptibilidad a sufrir fracturas (fig. 15.1A).

Para evitar este problema, existen terapias endodónticas que tienen por objetivo mantener la vitalidad pulpar, temporal o permanente, logrando que el diente termine su desarrollo radicular. En casos más avanzados, frente a una necrosis pulpar, se realizará una terapia previa con el fin de formar una barrera calcificada que permita la posterior obturación del canal dentro de los límites radiculares.

Un correcto diagnóstico y análisis del caso es fundamental, ya que dependiendo del grado de afección pulpar (vital o necrótica) y del estadio de desarrollo radicular, existirán dos tipos de tratamientos: apexogénesis y apexificación (Canalda, 2019).

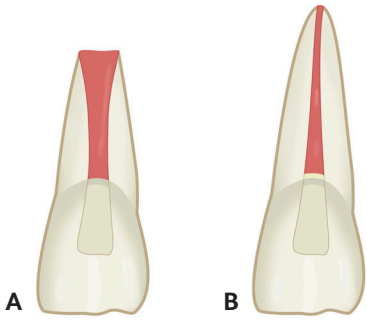


Figura 15.1. A. Diente permanente joven en el que es posible apreciar una cámara pulpar de gran tamaño, paredes dentinarias delgadas y frágiles y un canal amplio con paredes divergentes hacia el tercio apical. **B.** Diente permanente maduro con una cámara pulpar de menor tamaño, paredes dentinarias de mayor grosor y un canal estrecho convergente hacia apical.

APEXOGÉNESIS

La apexogénesis, también llamada apicogénesis, es un conjunto de intervenciones endodónticas que tienen por finalidad mantener la vitalidad pulpar de manera permanente o temporal, logrando el desarrollo radicular completo. Las dos terapias que contempla la apexogénesis son el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía (Canalda, 2019). Ambas se indican en dientes permanentes con ápices inmaduros, que cumplan las siguientes condiciones (Antúñez et al., 2014):

1. Caries profunda donde exista riesgo de exposición pulpar durante su eliminación.
2. Sin sintomatología previa.

3. Ausencia de patología periapical o perirradicular.
4. Exposición accidental de pulpa vital, bajo aislamiento absoluto y asintomática clínicamente.
5. Control de la hemorragia en el lugar de la exposición.

Los objetivos de estas terapias al conservar la vitalidad pulpar son los siguientes (Antúñez et al., 2014):

1. Mantener el desarrollo fisiológico radicular hasta el cierre apical.
2. Prevenir patologías periapicales y pararradiculares.
3. Evitar la degradación del tejido de soporte perirradicular.
4. Obtener evidencia radiográfica de desarrollo radicular.

RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO

El objetivo del recubrimiento pulpar directo es prevenir patologías pulpares, apicales, pararradiculares y mantener la vitalidad pulpar (Antúñez et al., 2014).

Se indica en dientes con ápice inmaduro que han sufrido una exposición pulpar accidental de pequeño tamaño durante la eliminación de una lesión cariosa, con diagnóstico previo de pulpitis reversible, o por traumatismo dentoalveolar, siempre que haya pasado poco tiempo desde el accidente (pocas horas) (Canalda, 2019). En el primer caso, es importante considerar que la zona de la exposición debe estar rodeada de dentina sana y el diente no debe presentar signos de inflamación, lesión apical o, como mencionábamos, degeneración pulpar irreversible. La exposición debe haberse producido de manera accidental, bajo procedimientos con uso de aislamiento absoluto (fig. 15.2A).

El procedimiento consiste en cubrir la zona expuesta con un material biocompatible radiopaco, que favorezca la formación de un puente dentinario (formación de tejido calcificado). Como material para este tratamiento se puede utilizar hidróxido de calcio, MTA o Biodentine (fig. 15.2B).

Protocolo (Canalda, 2019)

1. Radiografía periapical previa.
2. Aislamiento absoluto del campo operatorio.
3. Desinfección del diente con un antiséptico, por ejemplo, clorhexidina o NaOCl (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
4. Realizar hemostasia en el sitio de la exposición pulpar.
5. Recubrimiento de la zona expuesta con una pasta de hidróxido de calcio en vehículo acuoso, MTA o Biodentine, sin ejercer presión.
6. Reconstrucción coronaria (vidrio ionómero) provisoria.
7. Controles seriados, clínicos y radiográficos.

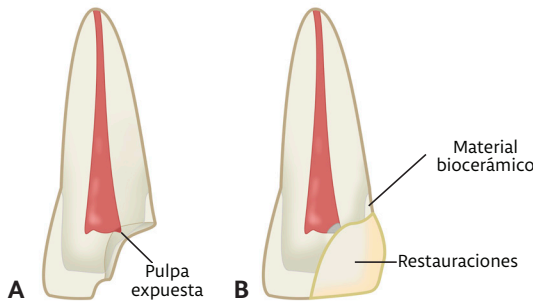


Figura 15.2. A. Exposición pulpar. **B.** Recubrimiento pulpar en zona expuesta con material biocerámico y posterior reconstrucción coronaria.

En los controles futuros se debe evaluar clínica y radiográficamente el estado pulpar y perirradicular. La vitalidad se puede corroborar por medio de la formación radicular, ya que de ella dependerá su presencia. El diente debe estar asintomático clínica y radiográficamente, independientemente de si existe o no formación de un puente dentinario.

Si no existen signos ni síntomas durante los dos años posteriores al tratamiento, este se puede considerar definitivo. Aun así, es necesario informar al paciente de que en un futuro podría necesitar un nuevo tratamiento endodóntico.

Durante muchos años, el material de elección para este tratamiento ha sido el hidróxido de calcio, por sus características antibacterianas. Se creía que producía necrosis por coagulación en la superficie pulpar, lo que favorecía la formación de una barrera calcificada, sin embargo, tiende a disolverse con el tiempo y la zona calcificada no es hermética (Canalda, 2019). En la actualidad se sabe que el mecanismo de acción es diferente y se prefiere el uso de MTA, que es un material biocompatible, antibacteriano, con mejor sellado y que fragua en presencia de humedad. Además, se describe que genera una menor inflamación e hiperemia, lo que conduce a la formación de una barrera calcificada más homogénea y de mayor grosor, lo que le confiere características superiores. El mecanismo de reparación del MTA y del hidróxido de calcio es similar: el MTA solo contiene silicato cálcico, que forma hidróxido cálcico al entrar en contacto con fluidos tisulares, lo que creará un tejido similar a la hidroxiapatita en la superficie del tejido pulpar (Canalda, 2019).

En caso de utilizar MTA, la pulpa expuesta se recubre con una capa de este material y luego se deja una microtórula de algodón humedecida con agua estéril, se restaura provisoriamente y se realiza una segunda sesión a las 12-48 h. En la segunda cita se remueve la obturación provisoria y la microtórula de algodón, y se evalúa el estado del MTA. Si se observa un correcto fraguado del material, se realiza la restauración definitiva sobre él. Si no tiene la consistencia necesaria, se debe repetir la aplicación de MTA sobre la pulpa posterior a la extirpación total de la pulpa cameral (pulpotomía) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

A pesar de sus características favorables, el MTA no está exento de desventajas. Con la intención de reducirlas, apareció hace algunos años en el mercado el Biodentine (Septodont), que presenta mejores propiedades mecánicas y un tiempo de fraguado menor, de solo minutos. Es por esto último que al utilizar Biodentine es necesario esperar el tiempo de fraguado pertinente, y luego es posible realizar la restauración definitiva en la misma sesión.

PULPOTOMÍA

Consiste en la remoción de la porción coronal de pulpa vital y su reemplazo por un material biológicamente aceptable que rellene la cámara pulpar bajo la restauración coronaria. Este procedimiento debe realizarse después de eliminar la lesión de caries, utilizando siempre aislamiento absoluto (Antúnez et al., 2014). Solo se realiza la remoción de la pulpa que presenta cambios inflamatorios y/o degenerativos, dejando intacto el tejido subyacente sano (Armstrong et al., 1979), que será recubierto con el fin de favorecer la curación.

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) propone como objetivos de esta terapia (Antúnez et al., 2014):

1. Mantener el desarrollo fisiológico radicular hasta el cierre apical.
2. Prevenir patologías apicales y pararradiculares.
3. Evitar la degradación del tejido de soporte perirradicular.
4. Obtener evidencia radiográfica de desarrollo radicular, que permita indicar de manera oportuna la biopulpectomía del diente.
5. Detectar oportunamente por medio de controles radiográficos, procesos de reabsorción o calcificación acelerada del canal, que requieran una modificación de tratamiento.

PULPOTOMÍA PARCIAL SUPERFICIAL O DE CVEK

Técnica propuesta por Cvek, indicada en dientes con ápice inmaduro en los que existe una exposición pulpar mediana (0.5 a 4 mm) o cuando han transcurrido varias horas desde que se produjo un traumatismo (15-18 h), lo que permite concluir que la salud de la pulpa superficial puede estar afectada. Este último punto se basa en que la pulpa sana en comunicación con la cavidad oral tarda bastantes horas en infectarse hacia zonas profundas, por lo que no requiere una mayor remoción del tejido pulpar.

Esta terapia consiste en la remoción de una capa superficial de 2 mm bajo la pulpa expuesta, la cual debe observarse consistente, rojiza y no mostrar signos de necrosis superficial. El objetivo es lograr la formación de un puente dentinario, conservando la vitalidad y la continuación del desarrollo radicular (fig. 15.3) (Canalda, 2019).

Protocolo (Canalda, 2019)

1. Radiografía periapical previa.
2. Anestesia y aislamiento absoluto.
3. Desinfección del diente con un antiséptico (CHX).
4. Extirpación de la capa superficial de la pulpa expuesta y de la dentina adyacente, hasta una profundidad máxima de 2 mm, con fresa de diamante o carbide estéril de alta velocidad, realizando cortes pequeños y breves e irrigando con suero fisiológico.
5. Esperar unos minutos hasta que la hemorragia se detenga de modo espontáneo, lavando cuidadosamente con suero fisiológico para evitar la formación de un coágulo, que podría dificultar la reparación hística, al impedir la acción directa del material sobre el tejido.
6. Recubrimiento de la zona con una pasta de hidróxido de calcio en vehículo acuoso, eliminando el exceso de agua mediante microtórulas de algodón o conos de papel estériles sin ejercer presión. Actualmente, el material de elección es el MTA o Biodentine.
7. Reconstrucción del diente.
8. Controles seriados clínicos y radiográficos para asegurar la mantención de la salud pulpar y corroborar la formación radicular completa. Es posible que al mes se pueda visualizar la formación de un tejido calcificado o puente dentinario.

El mecanismo de reparación tisular es similar al mencionado para la protección pulpar directa; se produce diferenciación de células similares a los odontoblastos y se forman tejidos mineralizados (dentina) (Canalda, 2019).

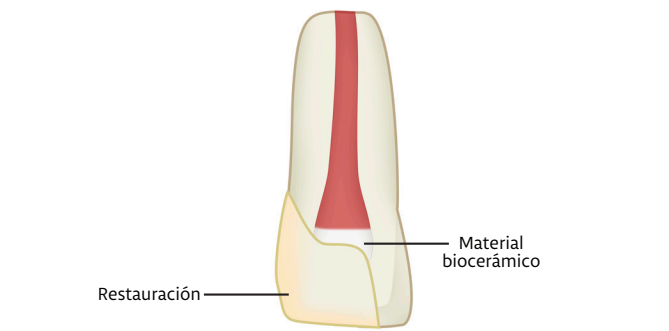


Figura 15.3. Pulpotomía parcial, recubrimiento con biocerámico y restauración coronaria.

Durante mucho tiempo, el uso de hidróxido de calcio ha tenido buenos resultados, pero estos se han visto superados por los resultados histológicos obtenidos por el MTA (Nair et al., 2008), especialmente en los casos donde la recuperación posterior puede generar un desafío. De emplearse este biomaterial, especialmente en el sector anterior, se sugiere utilizar MTA de color blanco (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011) para disminuir los cambios de coloración que origina.

Si al momento de realizar acciones para cohibir la hemorragia pulpar esta persiste, es necesario eliminar tejido pulpar hasta un nivel más profundo para preservar el muñón pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

PULPOTOMÍA TOTAL

Se indica en casos de exposición pulpar de mayor diámetro causada por traumatismos, en exposiciones más pequeñas cuando ha transcurrido un tiempo mayor y no es posible realizar una pulpotomía parcial (superior a 18-24 horas), y en grandes exposiciones durante el proceso de eliminación de caries (Canalda, 2019).

El tratamiento consiste en la remoción total de la pulpa cameral hasta la entrada de los canales radiculares (Canalda, 2019) para mantener la vitalidad pulpar hasta que el diente permanente joven finalice su desarrollo radicular. Luego de la remoción de la pulpa cameral, se coloca un medicamento para favorecer la cicatrización de la zona afectada. En los controles radiográficos es posible observar la formación de un puente dentinario bajo la zona extirpada, aunque es importante mencionar que la formación de este tejido calcificado no es la finalidad del tratamiento y solo se considera una consecuencia (fig. 15.4) (Canalda, 2019).

Es muy difícil determinar el grado de afectación de la pulpa, sin embargo, diversos estudios han demostrado que en las exposiciones de origen traumático, cuando han permanecido sin tratamiento por 16 horas, la inflamación se limita a los 2-3 mm superficiales de la pulpa.

Para decidir entre realizar una pulpotomía total o parcial, es importante considerar la capacidad para controlar la hemorragia luego de la extirpación de la pulpa cameral (Canalda, 2019). Una vez lograda la formación radicular, se indica realizar una biopulpectomía, ya que presenta un mejor pronóstico (Canalda, 2019), por lo que la pulpotomía total se considera un tratamiento temporal.

Protocolo (Canalda, 2019)

1. Radiografía periapical, anestesia y aislamiento absoluto.
2. Desinfección del diente y eliminación de la lesión de caries.
3. Irrigación de la cavidad con suero fisiológico y secado suave con microtórulas estériles.
4. Preparación de una cavidad de acceso, retirando el techo cameral con fresa. La pulpa debe presentar un aspecto consistente, color rosado-rojizo y hemorragia leve.
5. Remoción de la pulpa cameral con fresa redonda grande de diamante y siempre irrigando con suero.
6. Control de la hemorragia con microtórulas de algodón humedecidas con suero fisiológico. Se debe evitar el uso de algodón seco, ya que pueden quedar fibras en el coágulo, generando un sangramiento difícil de cohibir. Una hemorragia muy intensa es indicativa de inflamación pulpar, por lo que se debe modificar la indicación de tratamiento.
7. Colocar hidróxido de calcio sobre los muñones pulpares y secar con algodón. El MTA es una opción.
8. Obturación coronaria provisoria.
9. Radiografía periapical de control.
10. Controles seriados clínicos y radiográficos al mes y luego cada tres meses.

Al mes, es posible observar la formación de un puente dentinario o una barrera calcificada. Si durante los controles se observa un signo de calcificación al interior de los canales radiculares, se debe indicar la apexificación.

El hidróxido de calcio sigue siendo el material más utilizado para dejar sobre la pulpa expuesta en un tratamiento de apexogénesis. Sin embargo, su sustitución por MTA o Biodentine tiene una serie de ventajas, como buen sellado, acción antibacteriana, rápido fraguado, acción rápida y formación de una barrera calcificada de mayor grosor y homogénea. Además, el MTA produce un mayor número de puentes dentinarios en menor tiempo, y genera menos inflamación pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

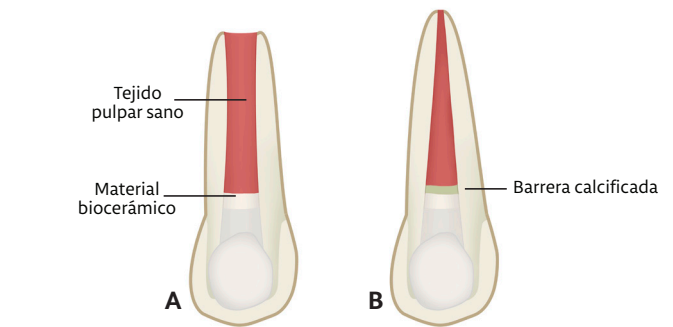


Figura 15.4. A. Pulpotomía total y recubrimiento con un material biocerámico. B. Diente con formación radicular completa y barrera calcificada luego de realizada una pulpotomía total, lo que demuestra el éxito de la terapia.

Después de las terapias de apexogénesis, es importante realizar los controles a largo plazo para determinar su éxito. En ellos no solo se debe determinar el desarrollo radicular, sino también controlar que el diente esté asintomático, responda normalmente a los test de sensibilidad pulpar y no existan signos radiográficos de patología. Será fundamental, antes de comenzar estos tratamientos, explicarle al paciente que, aunque es poco probable, pueden producirse efectos indeseados luego del tratamiento, como calcificación del canal radicular, reabsorción interna o necrosis pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

APEXIFICACIÓN O APICOFORMACIÓN

Es el tratamiento indicado por la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) para dientes con rizogénesis incompleta y necrosis pulpar. Su objetivo es inducir o permitir la formación de una barrera calcificada en el extremo radicular que oblitere el orificio apical o que permita el desarrollo radicular completo. Otro procedimiento consiste en colocar una barrera artificial en la zona apical que selle el orificio apical, permitiendo la posterior obturación radicular (Canalda, 2019). También se indica en dientes donde ha fracasado la regeneración pulpar o esta no puede realizarse.

En algunos casos se logra el cierre apical con aumento de la longitud radicular y estrechamiento de la luz del canal, pero es más común que se produzca la formación de una barrera calcificada, con una longitud radicular y luz del canal sin modificaciones, sin que se logre un aumento del grosor de las paredes radiculares (Canalda, 2019), lo que hace al diente más propenso a sufrir fracturas.

Por estas razones, la apexificación es considerada un procedimiento de último recurso en dientes que ya no presentan vitalidad pulpar (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). De acuerdo con la última evidencia disponible, para la resolución de estos casos se podrían considerar los procedimientos de endodoncia regenerativa.

TÉCNICA DE FORMACIÓN DE BARRERA CALCIFICADA

Protocolo (Canalda, 2019)

1. Radiografía previa.
2. Anestesia y aislamiento absoluto.
3. Apertura y acceso.
4. Determinación de la longitud de trabajo. Como los localizadores apicales electrónicos son menos precisos en dientes con forámenes amplios, se sugiere determinar la longitud de trabajo empleando radiografías. Para esto, se mide en la radiografía el diente desde una referencia coronal al extremo apical de la pared radicular más corta y a la medida obtenida se le restan 1-2 mm para evitar lesionar los tejidos apicales, base de la reparación. La ausencia de tope apical dificulta el procedimiento al facilitar la sobreinstrumentación. Una manera de corroborar la longitud de trabajo es usando conos de papel, los que deberían salir del canal sin presentar sangre en su extremo.
5. Preparación del canal con limas K o H de mayor calibre. Se debe realizar

un limado circunferencial sin presión, removiendo restos pulpaes presentes en el canal, lo que logra alisar sus paredes sin ampliarlas y evita debilitarlas aún más. Durante la preparación se debe irrigar con hipoclorito de sodio al 2.5 %, activando la solución (van der Sluis, Versluis y Wesselink, 2007).

6. Secado del canal con conos de papel de igual calibre que la lima maestra, introduciéndolos a la longitud de trabajo establecida.

7. Medicación intracanal para inducir la formación de tejido duro como tope apical. La mayoría de autores elige el hidróxido de calcio preparado con suero o propilenglicol en consistencia densa, el que se introduce al canal hasta el límite de la instrumentación, usando lentulos o compactadores hasta llenar completamente el canal.

8. Obturación de la cámara con un material temporal que produzca un sellado marginal hermético.

9. Radiografía de control para verificar la medicación.

10. Controles posteriores clínicos y radiográficos, en los cuales se realiza un cambio de medicación cada tres meses.

En general, se logra la formación de tejido calcificado apical o barrera en un periodo de nueve a dieciocho meses, la que puede ser observada radiográficamente. Se corrobora clínicamente eliminando la medicación con abundante irrigación y explorando la zona apical con una lima calibre # 20, revisando que la barrera abarca toda la superficie del ápice (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). De ser así, se obtura el canal, idealmente con una técnica termoplástica.

Es importante considerar el riesgo de que el diente se debilite y sufra una fractura radicular a nivel cervical después de la utilización de hidróxido de calcio durante un largo periodo de tiempo (Rosenberg, Murray y Namerow, 2007).

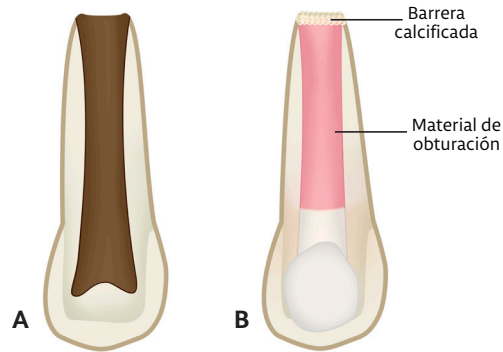


Figura 15.5. A. Diente permanente joven con pulpa necrótica. B. Formación de barrera calcificada apical posterior a tratamiento con hidróxido de calcio.

Estudios histológicos evidencian material calcificado formado sobre el foramen apical que corresponde a material osteoide, similar al hueso, o cementoide, similar al cemento (Camp, 1968). En relación con esto, el cierre de la zona apical puede ser parcial o total, pero, por lo general, se presentan vías de comunicación con los tejidos apicales. Es por estas condiciones que una terapia de apexificación con hidróxido de calcio debe ser seguida por una obturación radicular con técnica termoplástica, aunque se considera una alternativa mejor el uso de MTA.

Como hemos mencionado, a pesar del éxito de esta terapia usando hidróxido de calcio, las desventajas que presenta su uso prolongado permiten considerar como una mejor alternativa las técnicas de regeneración pulpar o la creación de una barrera apical artificial.

TÉCNICAS DE BARRERA APICAL ARTIFICIAL

En 1996 se describió por primera vez el uso de MTA como material para crear una barrera apical artificial, y actualmente se ha establecido su uso de manera estándar, por los resultados biológicos favorables en el extremo apical, la curación de los tejidos apicales y la menor duración del tratamiento (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011). Como esta técnica no requiere el uso

prolongado de hidróxido de calcio, hay un menor debilitamiento de las paredes del canal, lo que, junto con la rápida resolución del tratamiento, disminuye las probabilidades de fractura del diente (fig. 15.6) (Goldberg, Alfie y Roitman, 2004).

El uso prolongado de hidróxido de calcio disminuye ligeramente la dureza de la dentina, efecto que se incrementa cuando entra en contacto con las paredes del canal por periodos prolongados de tiempo (Goldberg, Alfie y Roitman, 2004).

Protocolo (Torabinejad et al., 1999)

1. Radiografía previa.
2. Aislamiento absoluto.
3. Preparación de la cavidad de acceso.
4. Determinación de la longitud de trabajo.
5. Preparación del canal radicular. El canal se limpia y desinfecta igual que en la apexificación, utilizando $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
6. Medicación intracanal con una pasta de hidróxido de calcio durante siete días. Investigaciones indican que el pH tisular puede afectar la reacción de hidratación y las propiedades del MTA, por lo que se deja medicación por el tiempo mencionado, con el propósito de aumentar el pH ácido de los tejidos apicales inflamados antes de realizar el sellado definitivo (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).
7. Si en la segunda sesión el diente está asintomático, se aísla, se elimina la medicación con abundante irrigación y se seca el canal con conos de papel de gran calibre.
8. Se prepara MTA y se introduce en el canal con aplicador o transportador de MTA (MTA Gun System, Dentsply), compactándolo en el canal por medio de condensadores, hasta conseguir la formación de un tapón de 4-5 mm de grosor para evitar una posible filtración. Si hay exceso de MTA, se debe eliminar con puntas de papel húmedas, frotándolas contra las paredes del canal. Se toma una radiografía para evaluar el tope apical.
9. Se posiciona una microtórula estéril de algodón húmeda en la entrada del canal para suministrar la humedad necesaria para la reacción de fraguado del MTA. Hay que tener cuidado de que no estén en contacto directo, ya que las fibras quedarían impregnadas en el material. Luego se sella la cámara con un material de obturación provisorio.
10. En la siguiente sesión se realiza aislamiento absoluto y se comprueba el fraguado del MTA con una lima. Si el resultado no es favorable, se repite el procedimiento.
11. Si la barrera apical artificial es correcta, se obtura el canal idealmente con una técnica termoplástica y se sella la cámara pulpar.
12. Radiografía de control para revisar el tratamiento realizado.
13. Controles clínicos y radiográficos a largo plazo.

Se ha cuestionado la necesidad de medicar con hidróxido de calcio, a pesar de que Bidar et al., (2010) encontraron una mejor adaptación del MTA a las paredes dentinarias cuando se había efectuado. Posiblemente este hecho no tenga relevancia clínica, ya que numerosas investigaciones realizadas con o sin medicación mostraron los mismos porcentajes de éxito, de 81 a 93.5 % en función de controles radiográficos (Canalda, 2019).

En este sentido, como se ha mencionado en capítulos anteriores, se considera que los factores más importantes para un tratamiento exitoso son un debridamiento de los canales radiculares, que permite eliminar completamente restos pulpaes o detritus y componentes bacterianos, y un sellado del diente que impida la entrada de bacterias y sustratos (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

El uso de MTA favorecerá la formación de tejido calcificado. Es probable que la formación de una capa inorgánica biocompatible sea la base de la reparación hística; los iones de calcio liberados por el MTA reaccionan con los iones fosfatos que están presentes en los tejidos, lo que produce la

precipitación de cristales de hidroxiapatita en la interfase dentina-MTA en la zona apical.

Si se utiliza Biodentine, después del fraguado se obtura el resto del canal con técnica termoplástica en la misma sesión.

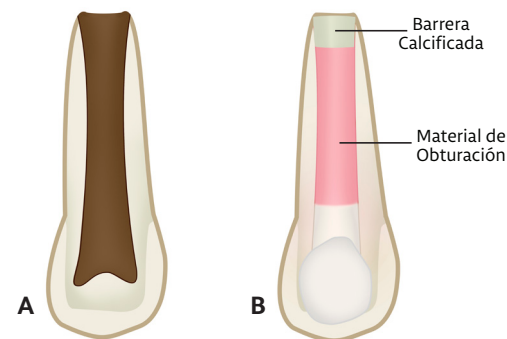


Figura 15.6. A. Diente permanente joven con pulpa no vital o necrótica. B. Técnica de barrera apical artificial usando MTA o Biodentine.

PRINCIPALES BIO CERÁMICOS USADOS EN ENDODONCIA

MTA

El agregado de trióxido mineral (MTA) derivado del cemento de Portland fue desarrollado en la década de 1990. Presenta múltiples usos en procedimientos endodónticos debido a su capacidad para inducir reparación tisular y estimular procesos de mineralización (fig. 15.7). Presenta las siguientes características:

- **Composición:** óxido de calcio y óxido de silicio, que constituyen el 70-95 % del cemento; una vez mezclados se obtiene silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrita tetracálcica (Torabinejad y White, 1995; Kaur et al., 2017; Camilleri, Sorrentino y Damidot, 2013). Existe en dos presentaciones: MTA gris (por la presencia de óxido de hierro), creado inicialmente, y MTA blanco. El primero tiene como desventaja que produce una tinción dentaria, por lo que no se indica su uso en dientes anteriores (Duarte et al., 2018).
- **Reacción de fraguado:** la reacción de hidratación se produce entre el silicato tricálcico y el silicato dicálcico para formar un gel de hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado, que genera un pH alcalino. Los iones de calcio se filtran a través de los túbulos dentinarios, aumentando su concentración durante el tiempo de fraguado (Kaur et al., 2017).
- **Tiempo de fraguado:** en presencia de humedad, se demora entre tres y cuatro horas.
- **Propiedades:** es un material biocompatible, alcalino (pH 12.5) y similar al hidróxido de calcio, lo que puede posibilitar efectos antibacterianos. Ofrece un sustrato activo biológicamente para la unión celular (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), baja solubilidad y radiopacidad similar a la dentina, tiene un excelente sellado a la microfiltración, buena adaptación marginal, es bioactivo y con propiedades osteoinductivas.
- **Preparación:** debe prepararse al momento de ser utilizado, mezclando el polvo con agua estéril en una proporción de 3:1 sobre una loseta de vidrio estéril. Se lleva a la zona a tratar con un porta MTA o instrumento que permita posicionarlo, para luego dejar una microtórula humedecida que favorezca el fraguado del material.
- **Usos en endodoncia:** recubrimiento pulpar directo, pulpotomía, apexificación, sellado de perforaciones, obturaciones radiculares, cirugía apical (obturación a retro) y tratamiento de reabsorciones (Kaur et al., 2017).
- **Ventajas:** buena adaptación marginal, radiopacidad y múltiple evidencia científica que avala su uso.
- **Desventajas:** tiempo de fraguado prolongado, compleja manipulación, riesgo de tinción (por lo que no es el material de elección en dientes anteriores) y alto costo.



Figura 15.7. MTA Repair HP de Angelus

BIDENTINE

Corresponde a un biocerámico a base de silicato de calcio, que se utiliza como un sustituto dentinario. Se introdujo en el mercado en 2010 con el propósito de mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del MTA, lo que le confiere múltiples aplicaciones en endodoncia (fig. 15.7).

- **Composición:** su presentación comercial es en cápsulas que contienen el polvo y pipetas con el contenido líquido, que mezclados forman el material. El polvo está compuesto de silicato tricálcico, carbonato de calcio y óxido de zirconio, y la pipeta trae un líquido de cloruro de calcio, agua y un polímero hidrosoluble (Camilleri, Sorrentino y Damidot, 2013).
- **Propiedades:** cemento bioactivo y biocompatible (Kaur et al., 2017), que induce la formación de dentina secundaria. En comparación con el MTA tiene una manipulación más sencilla; menor tiempo de fraguado, debido a la ausencia de silicato dicálcico, que produce una reacción de hidratación mas lenta (Rajasekharan et al., 2018); mayor resistencia a la compresión y a la flexión; mejor elasticidad; excelente sellado; mejores propiedades físicas (similares a la dentina), y porosidad disminuida. Además, presenta mayor liberación de iones de calcio en comparación con otros cementos a base de silicato tricálcico (Rajasekharan et al., 2018).
- **Reacción de fraguado:** al ser mezclado con el líquido, el silicato tricálcico forma un gel de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio, que aumenta la alcalinización debido a la liberación de iones de calcio y silicio que estimulan la mineralización, generando una dentina reaccionaria, así como un puente dentinario en contacto directo con el tejido pulpar (Kaur et al., 2017). Se ha descrito que el enlace micromecánico entre Biodentine y la dentina se forma a través del crecimiento de cristales dentro de los túbulos dentinarios, lo que produce una unión micromecánica y posibles intercambios iónicos entre los tejidos dentarios y el biocerámico (Bajwa, Jingerwar y Pathak, 2015).
- **Tiempo de fraguado:** doce minutos aproximadamente, de los cuales seis son de manipulación (Rajasekharan et al., 2018), pero esta reacción puede continuar hasta catorce días, o incluso meses, lo que genera que vaya disminuyendo la porosidad y continúen mejorando sus propiedades mecánicas (Kenchappa, Gupta y Sharma, 2015).
- **Preparación:** se debe agitar la cápsula, abrir e incorporar en ella cinco gotas de la pipeta. Luego, cerrar la cápsula y llevar al amalgamador durante treinta segundos. Se obtiene un material de consistencia cremosa, que se puede aplicar en la zona a tratar, evitando la incorporación de aire. Cada cápsula es de uso único.
- **Usos en endodoncia:** recubrimientos pulpaes, pulpotomía, apexificación, sustituto de dentina, sellado de perforaciones, obturaciones radiculares, sellado apical, entre otros (Kaur et al., 2017).
- **Ventajas:** menor tiempo de fraguado, manipulación mas sencilla, mejores propiedades mecánicas, menor porosidad en el tiempo, gran biocompatibilidad, excelente bioactividad, menor costo y la posibilidad de realizar el tratamiento en una sola sesión (Kaur et al., 2017). Es importante recalcar que Biodentine es el material de elección para terapias en dientes anteriores, ya que no produce tinción en comparación con el MTA.

• **Desventajas:** menor radiopacidad en comparación con el MTA, mayor solubilidad a largo plazo (Kaur et al., 2017) y menor resistencia a las fuerzas de cizallamiento (Rajasekharan et al., 2018).



Figura 15.8. Biodentine de Septodont.

Bibliografía

Antúñez, M., Araya, P., Dezerega, A., Garrido, M., Ljubetic, O., Navia, M., Olguín, C., Pelegri, M., Soto, M., Viñuela, V. y Valenzuela, W. (2014). *Adaptación guías clínicas AAE* (5.ª edición). <https://www.socendochile.cl/docs/GUIASCLINICASAAESECH2014.pdf>

Armstrong R. L., Patterson, S. S., Kafrawy, A. H. y Feltman, E. M. (1979). Comparison of Dycal and formocresol pulpotomies in young permanent teeth in monkeys. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 48(2), 160-168.

Bajwa, N. K., Jingarwar, M. M. y Pathak, A. (2015). Single visit apexification procedure of a traumatically injured tooth with a novel bioinductive material (Biodentine). *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 8(1), 58-61.

Bidar, M., Disfani, R., Gharagozloo, S., Khoynezhad, S. y Rouhani, A. (2010). Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of mineral trioxide aggregate apical barrier. *Journal of Endodontics*, 36(10), 1679-1682.

Camilleri, J., Sorrentino, F. y Damidot, D. (2013). Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials*, 29(5), 580-593.

Camp, J. H. (1968). *Continued apical development of pulpless permanent teeth after endodontic therapy* (master's thesis). Indiana University School of Dentistry.

Canalda, C. (2007). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (2.ª edición). Elsevier Masson.

Canalda, C. (2019). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas* (4.ª edición). Elsevier Masson.

Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R. R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G. y Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Brazilian Oral Research*, 32(suppl 1), e70.

Goldberg, F., Alfie, D. y Roitman, M. (2004). Evaluation of the incidence of transportation after placement and removal of calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 30(9), 646-648.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J. S., Batra, M. y Saini, M. (2017). MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), ZG01-ZG05.

Kenchappa, M., Gupta, S. y Sharma, P. (2015). Dentine in a capsule: clinical case report. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 33(3), 250-254.

Nair, P. N., Duncan, H. F., Pitt Ford, T. R. y Luder, H. U. (2008). Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 41(2), 128-150.

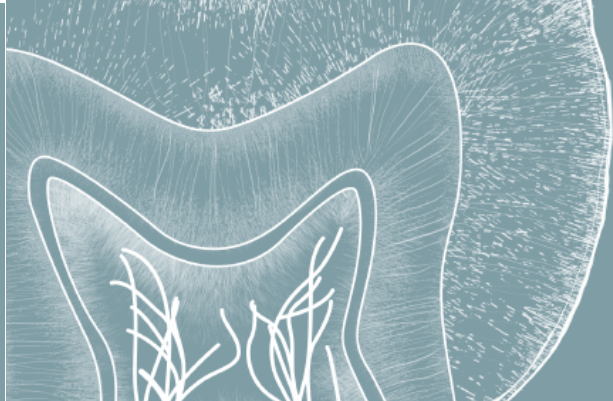
Rajasekharan, S., Martens, L. C., Cauwels, R. G. E. C. y Anthonappa, R. P. (2018). Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a 3 year literature review and update [published correction appears in *European Archives of Paediatric Dentistry*], *European Archives of Paediatric Dentistry*, 19(1), 1-22.

Rosenberg, B., Murray, P. E. y Namerow, K. (2007). The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dental Traumatology*, 23(1), 26-29.

Torabinejad, M., Shabahang, S., Boyne, P. J., Abedi, H. R. y McMillan, P. (1999). A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *Journal of Endodontics*, 25(1), 1-5.

Torabinejad, M. y White, D. J. (1995). Tooth filling material and use. US Patent Number 5,769,638.

Van der Sluis, L. W. M., Versluis, M., Wu, M. K. y Wesselink, P. R (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415-426.



Regeneración de la pulpa dentaria

María Cristina Bucchi Morales

LA PULPA DENTARIA: LESIÓN, INFLAMACIÓN Y MUERTE

La pulpa dentaria es un órgano complejo, que cumple importantes funciones en la formación, mantención y defensa del diente. Es un tejido conectivo laxo, vascularizado e innervado (França et al., 2019), con presencia de una variedad de células que regulan la fisiología y patología del diente. La característica más distintiva de la pulpa dentaria es la presencia de una capa de odontoblastos, que están dispuestos en forma de empalizada en la interfaz pulpo-dentinaria (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2013). Estas células, que derivan de la cresta neural, son altamente diferenciadas y capaces de vivir durante toda la vida del diente (Bleicher, 2014). La pulpa presenta también una zona central de alta densidad celular, donde predominan los fibroblastos y, en menor medida, las células madre de pulpa, células inflamatorias e inmunes, entre otras. Las células madre de la pulpa están involucradas en la renovación del tejido, tienen capacidad de proliferar o multiplicarse, y pueden diferenciarse en células del linaje osteoblasto y del odontoblasto (Widbiller et al., 2016).

La historia natural de la caries se inicia con la desmineralización del esmalte, que una vez cavitado afecta también la estructura mineral y orgánica de la dentina. La presencia de componentes bacterianos en la dentina gatilla una respuesta inmune en etapas relativamente tempranas de la caries, ya que los procesos odontoblásticos, ubicados estratégicamente en los túbulos dentinarios y que pueden alcanzar el tercio externo de la dentina, presentan receptores en su membrana que reconocen tanto la invasión de patógenos como los cambios de pH en el ambiente (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2013). Los odontoblastos, alertados tempranamente de la invasión, secretan factores quimiotácticos para células dendríticas (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2014), células presentadoras de antígenos, que se acumulan bajo la capa odontoblástica y que participan en la respuesta inmune. Los odontoblastos secretan también citoquinas que participan en un aumento de la capilaridad de los vasos sanguíneos, favoreciendo la inflamación de la pulpa, y secretan beta-defensinas y óxido nítrico que tienen efectos antibacterianos (Farges et al., 2015). Además, los odontoblastos reaccionan aumentando la secreción de dentina que oblitera los túbulos, limitando el rápido avance de la infección (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2014).

Las características histológicas clásicas de la pulpa en este grado de avance de caries son inflamación leve a moderada a nivel de la cámara pulpar y formación de dentina terciaria relacionada con los túbulos involucrados en el proceso de caries (Ricucci et al., 2017). La remoción de la dentina infectada por parte del clínico y la neutralización de los componentes bacterianos presentes en los túbulos por parte del sistema inmune de la pulpa usualmente resultan en el cese de la respuesta inflamatoria. Sin embargo, si la lesión no es controlada y se acerca más a la pulpa, la respuesta inflamatoria aumentará en magnitud, provocando una

pérdida de la función de la pulpa y una necrosis de los odontoblastos en contacto con la lesión. Debido a que estas células son posmitóticas (no se multiplican), la pulpa las reemplazará con células reparativas diferenciadas de las células madre mesenquimales de la pulpa o con fibroblastos (Ricucci et al., 2014). Estas células secretarán un tejido mineralizado atubular y amorfo, conocido como dentina reparativa, en un último intento por detener la lesión (Ricucci et al., 2014). Eventualmente, la capacidad de reacción de la pulpase verá sobrepasada y el proceso inflamatorio avanzará hacia un estado irreversible. La pulpa evidenciará una inflamación severa, con infección bacteriana, que puede involucrar también la pulpa radicular, para finalmente degenerar en un proceso de necrosis completa del tejido. El proceso infeccioso continuará su paso hacia los tejidos periapicales del diente.

NECROSIS PULPAR EN EL DIENTE INMADURO

La necrosis de la pulpa y, por consiguiente, de los odontoblastos, tiene efectos dramáticos en el diente inmaduro, el que no solo perderá la capacidad de respuesta y defensa ante futuras lesiones de caries, sino que también experimentará una interrupción del desarrollo de su raíz. Al morir los odontoblastos, se detendrá la secreción de dentina primaria, tejido responsable del engrosamiento y alargamiento de la raíz del diente. Por consiguiente, las paredes de dentina permanecerán cortas y delgadas durante toda la vida del diente, lo que lo hará propenso a fracturas y con un rendimiento biomecánico débil ante fuerzas como las de la masticación, movimientos ortodóncicos y/o traumatismos dentoalveolares (Bucchi et al., 2019a), lo que finalmente comprometerá su pronóstico (fig. 16.1) (Cvek, 1992).

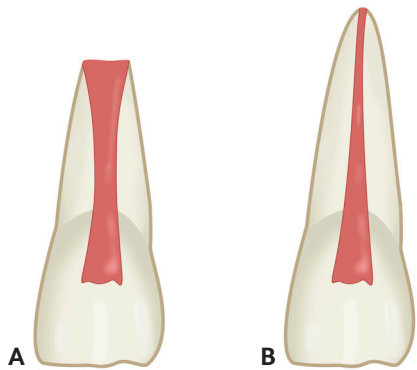


Figura 16.1. A. Diente permanente inmaduro. **B.** Diente permanente maduro con un completo desarrollo radicular. Nótese la diferencia en relación con la longitud de la raíz, el espesor de las paredes dentinarias y el diámetro del canal en la zona apical de las raíces.

El tratamiento clásico para los dientes necróticos inmaduros es la apexificación, que consiste en inducir la formación de un cierre apical para posteriormente obturar endodónticamente el diente. El cierre apical puede inducirse mediante la aplicación y recambio de hidróxido de calcio, que inducirá la formación de un cierre apical con tejido mineralizado similar al cemento (Torabinejad, Parirokh y Dummer, 2018). La apexificación mediante hidróxido de calcio involucra múltiples visitas del paciente y recambio del medicamento, y existe susceptibilidad del diente a fracturas cervicales debido a la prolongada exposición al medicamento (fig. 16.2A). La apexificación también puede llevarse a cabo mediante la aplicación

de agregado de trióxido mineral (MTA) (Torabinejad, Parirokh y Dummer, 2018), que forma un tope apical artificial. Sin embargo, el MTA es un material difícil de manipular, que requiere gran destreza por parte del operador para lograr un cierre apical adecuado, y potencialmente puede provocar un cambio de coloración del diente. Recientemente, se ha propuesto también el uso de Biodentine, un cemento de silicato tricálcico, como material para la apexificación, ya que posee una manipulación adecuada, es biocompatible y tiene capacidades mecánicas aceptables (fig. 16.2B) (Sharma et al., 2018). De todos modos, la apexificación, independiente del material utilizado para llevarla a cabo, no permite una revitalización del diente ni un mayor desarrollo de las paredes de dentina de la raíz (Lin et al., 2017), ya que solo apunta a inducir un cierre apical para posteriormente obturar el canal radicular con materiales biológicamente inertes.

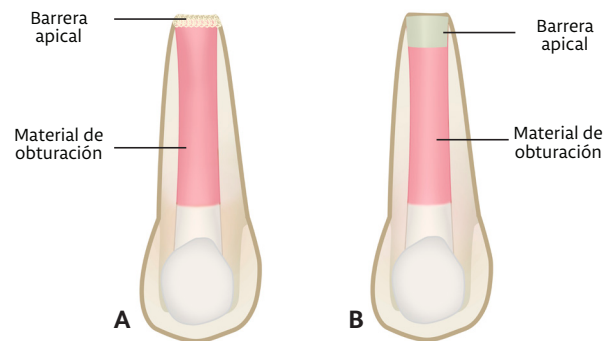


Figura 16.2. Apexificación. **A.** Formación de un cierre apical mediante una barrera calcificada inducida por la aplicación y recambio de hidróxido de calcio en múltiples citas. **B.** Formación de un tope apical artificial mediante la aplicación de MTA o Biodentine.

ENDODONCIA REGENERATIVA O REVITALIZACIÓN DEL DIENTE NECRÓTICO INMATURO

La endodoncia regenerativa es una opción terapéutica alternativa a la apexificación para el diente inmaduro necrótico. Es un tratamiento con una base biológica que tiene por objetivo reemplazar las estructuras comprometidas del diente, incluyendo la dentina y demás tejidos duros de la raíz, así como las células de la pulpa (Murray, García-Godoy y Hargreaves, 2007). La primera evidencia de la existencia de tejido vascularizado neoformado en el interior del canal, y de depósito de tejido mineralizado en dientes inmaduros previamente depulpados y con lesiones apicales, se publicó en la década de 1960, a partir de un estudio en perros y en humanos (Ostby, 1961). Sin embargo, la investigación sobre este tema se dejó largamente olvidada y no se retomó hasta 2001, mediante un reporte de caso de un premolar inmaduro necrótico con lesión apical de una paciente de trece años (Iwaya, Ikawa y Kubota, 2001). El diente fue desinfectado y medicado, no así instrumentado, pues se sospechó que aún había pulpa vital en el tercio apical del diente. En los controles, se observó tejido vascularizado en el interior del canal cercano al tercio coronal de la raíz y cinco meses después se observaron los primeros signos de cierre apical. El control de treinta meses reveló un completo cierre del ápice y una ganancia en longitud y grosor de las paredes de dentina (Iwaya, Ikawa y Kubota, 2001). Esta publicación fue seguida de un segundo reporte de caso en 2004 (Banchs y Trope, 2004), que adicionó al tratamiento descrito la formación intencional de un coágulo de sangre en el interior del canal radicular mediante la irritación del periápice con una lima y que reportó resultados similares a los anteriormente mencionados. Se observó una resolución de la sintomatología clínica, curación de la lesión apical asociada y maduración completa de la raíz a los veinticuatro meses (Banchs y Trope, 2004). Estos estudios reactivaron la investigación sobre la revascularización de dientes inmaduros necróticos, los que han presentado, en los últimos

quince años, una tasa exponencial de publicaciones y un protocolo clínico oficial de la Sociedad Europea de Endodoncia (Galler et al., 2016a).

BASES BIOLÓGICAS DE LA ENDODONCIA REGENERATIVA

Para que un tejido pueda regenerarse necesita la presencia de tres componentes básicos:

1. Células madre con capacidad de diferenciarse en el tipo celular deseado. Las fuentes de células madre a nivel bucodental son muchas, y las vinculadas a la endodoncia regenerativa son las células madre de la papila apical, células madre de la médula ósea y células madre del ligamento periodontal. Estas células madre viajan al interior del canal radicular mediante la inducción del sangrado en el interior del canal, por irritación del periápice (Chrepa et al., 2015; Lovelace et al., 2011). Existen métodos alternativos para dotar al canal radicular de células madre, como inyectarlas directamente desde una fuente externa o aplicar factores quimiotácticos que atraigan a las células madre perirradiculares sin la producción de un coágulo. Sin embargo, la formación del coágulo sanguíneo mediante sobreinstrumentación continúa siendo el enfoque más simple y económicamente viable para llevar células madre al interior del canal radicular.

2. Factores de crecimiento que modulen la migración, proliferación y diferenciación de las células madre. Durante el desarrollo embriológico del diente ocurre una interacción epitelio-mesénquima, y las células precursoras de odontoblastos y ameloblastos secretan numerosos factores de crecimiento que inducen su diferenciación recíproca, es decir, en odontoblasto y ameloblasto, respectivamente. Estos factores de crecimiento quedan incluidos en la dentina durante toda la vida del paciente y solo son liberados cuando la dentina es desmineralizada, ya sea por factores patológicos como la caries o por irrigantes comúnmente utilizados en la odontología como el EDTA (Galler et al., 2016b), y son capaces de inducir la diferenciación de las células madre en células similares a los odontoblastos (Galler et al., 2016b).

3. Un andamio o matriz que provea un ambiente tridimensional para el crecimiento de tejido nuevo. Este andamio es provisto por la fibrina del coágulo de sangre. Opcionalmente se pueden inyectar en el canal otros andamios, como la fibrina rica en plaquetas o materiales artificiales.

Los tres componentes necesarios para la revitalización de dientes necróticos se encuentran presentes naturalmente en el diente y los tejidos periapicales y, en consecuencia, la terapia puede ser fácilmente aplicable en la clínica odontológica.

PROTOCOLO CLÍNICO

El siguiente es el protocolo publicado por la Sociedad Europea de Endodoncia en 2016 (Galler et al., 2016a) y las consideraciones clínicas de la Sociedad Americana de Endodoncistas (AAE, 2015) (fig. 16.3).

Primera cita

Se debe hacer una cuidadosa selección del caso. La endodoncia regenerativa está indicada en dientes inmaduros con necrosis pulpar, con o sin lesiones apicales. Se deben excluir dientes avulsionados y reimplantados inmediatamente, ya que la revitalización puede ocurrir naturalmente; dientes en los que no sea posible aplicar aislamiento, y dientes que requieran restauración con un poste intrarradicular. Una vez seleccionado el caso, se procede como se indica a continuación.

- Realizar el diagnóstico clínico. El examen clínico debe evaluar la respuesta pulpar a pruebas térmicas y eléctricas, la sensibilidad a la percusión, movilidad dental, tono de percusión (anquilosis), dolor a la palpación, aumento de volumen, presencia de fístulas, decoloración coronal, profundidad de sondaje y presencia de fracturas. El examen radiográfico debe evaluar la presencia de lesión apical y el estado de desarrollo radicular.

- Limpiar la corona, anestesiarse localmente (opcional), aislar y desinfectar el campo de trabajo.

- Preparar la cavidad de acceso.

- Retirar el tejido pulpar necrótico con el uso de limas, evitando la instrumentación mecánica de las paredes del canal radicular, para no debilitar aún más el diente inmaduro.

- Irrigar con 20 ml de hipoclorito de sodio al 1.5 % durante 5 minutos. Es importante respetar el tiempo y la cantidad del irrigante para asegurar una adecuada desinfección. Se recomienda utilizar una aguja con ventilación lateral para evitar la extrusión del irrigante al periápice. La aguja debe situarse 2 mm por encima del tejido vital (que puede controlarse con un microscopio quirúrgico o cuando el paciente informa dolor). La elección de la concentración de hipoclorito de sodio refleja la necesidad de un equilibrio entre la desinfección suficiente y la preservación del tejido (Martin et al., 2014). Una concentración más elevada de hipoclorito de sodio afecta la supervivencia y diferenciación de las células madre y su capacidad de adherirse a la dentina, y una concentración menor podría llevar a una desinfección no efectiva. La presencia de sangrado o exudado, que debe ser controlada con puntas de papel, requerirá de una irrigación más prolongada.

- Irrigar con 5 ml de suero fisiológico estéril para minimizar los efectos citotóxicos del hipoclorito de sodio.

- Secar con puntas de papel.

- Irrigar con 20 ml de EDTA al 17 %.

- Aplicar hidróxido de calcio de manera homogénea en todo el canal radicular.

- Sellar el acceso coronal con un espesor mínimo de acuerdo con el material provisorio seleccionado.

Segunda cita (2-4 semanas después)

- Repetir el diagnóstico clínico de acuerdo con lo realizado en la primera cita.

- Si los signos de inflamación no han disminuido, remover el hidróxido de calcio. Se puede considerar la administración de antibióticos sistémicos si el paciente informa una alteración general de la salud, como fiebre o disfagia.

- Limpiar la corona, anestesiarse sin vasoconstrictor, aislar y desinfectar el campo operatorio.

- Retirar la obturación provisorio.

- Irrigar con 20 ml de EDTA al 17 % durante 5 minutos, usando de preferencia una aguja con salida lateral puesta 2 mm por encima del tejido vital.

- Irrigar con 5 ml de suero fisiológico estéril para reducir los efectos adversos de los irrigantes.

- Secar el exceso de líquido con puntas de papel.

- Inducir el sangrado mediante irritación mecánica del tejido apical, con una lima de bajo calibre (por ejemplo, # 20) con la punta previamente doblada y realizando movimientos de rotación (fig. 16.3B).

- Permitir que el canal se llene de sangre hasta 2 mm por debajo del margen gingival y esperar la formación del coágulo durante 15 minutos.

- Cortar una esponja de colágeno a un diámetro mayor que la parte coronal del canal radicular y una altura de 2-3 mm, colocando la esponja encima del coágulo de sangre. La esponja debe empaparse de sangre.

- Colocar una capa delgada (aprox. 2 mm) y homogénea de un silicato de calcio hidráulico (por ejemplo, MTA) o un cemento de silicato tricálcico (por ejemplo, Biodentine) sobre la matriz de colágeno. La capa de cemento debe quedar debajo de la unión amelo-cementaria para evitar decoloración de la corona.

- Aplicar un cemento de ionómero de vidrio fluido y fotopolimerizable o hidróxido de calcio.

- Retocar de las paredes de la cavidad con una fresa de diamante.

- Restaurar el acceso cameral con una restauración adhesiva (por ejemplo, composite).

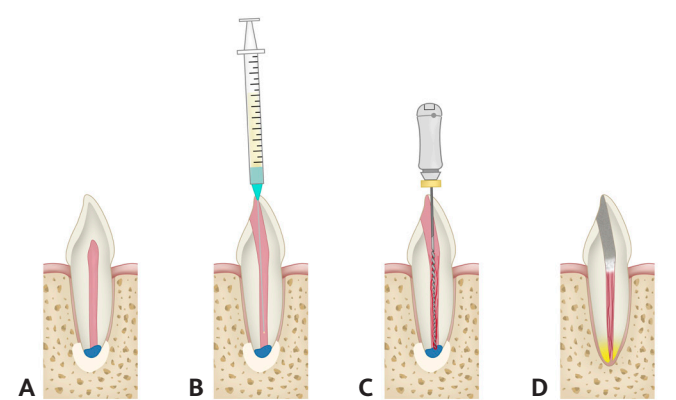


Figura 16.3. Protocolo de endodoncia regenerativa en un diente inmaduro. **A.** Diente inmaduro necrótico con lesión periapical. **B.** Durante la primera cita se debe desinfectar el canal con hipoclorito de sodio al 1.5%. **C.** En una segunda cita, y cuando el diente esté asintomático, se debe irritar el tejido periapical con una lima para provocar la presencia de un coágulo de sangre en el interior del canal. **D.** Diente después del seguimiento, se observa un desarrollo de la raíz y resolución de la lesión periapical. Azul: papila apical, blanco: lesión apical, amarillo: deposición de tejido duro en la raíz.

Seguimiento

Los controles deben realizarse a los 6, 12, 18 y 24 meses y posteriormente una vez al año durante 5 años. Se recomienda un control a los 3 meses en casos de infección de larga data, eliminación difícil de signos de inflamación y/o presencia de reabsorción inflamatoria de la raíz.

RESULTADOS CLÍNICOS

- Resolución de la sintomatología clínica del diente en casi la totalidad de los dientes tratados, según los reportes de la literatura (Lolato et al., 2016; Lin et al., 2017).
- Curación total o parcial de las lesiones apicales en casi la totalidad de los dientes tratados (Lin et al., 2017; Kontakiotis et al., 2015).
- Respuesta positiva a los test de vitalidad pulpar en el 35 % de los casos (Lolato et al., 2016).
- Desarrollo radicular, en forma de ganancia de grosor, largo y/o cierre apical en casi la totalidad de los dientes tratados (Lolato et al., 2016; Lin et al., 2017).
- Posibles efectos adversos: decoloración de la corona por el uso de MTA gris o debido a la contaminación de sangre a nivel coronal.

RESULTADOS HISTOLÓGICOS

La evidencia histológica de dientes inmaduros que han sido tratados con endodoncia regenerativa se limita mayormente a estudios en animales y algunos casos de dientes humanos extraídos por razones ortodóncicas. A excepción de estudios ocasionales (Austah et al., 2018), estos estudios muestran que el tejido neoformado después de la terapia no corresponde a pulpa, ya que, si bien es un tejido conectivo laxo y vascularizado, no tiene la organización de la pulpa original y carece de una capa de odontoblastos alineada en la interfaz pulpo-dentinaria. Por consiguiente, el tejido duro que secretan las células presentes en el tejido blando neoformado, que es responsable del desarrollo radicular después de la terapia, no es dentina tubular, sino un tejido que se ha descrito como similar al cemento o fibrodentina (del Fabbro et al., 2016; Zhou et al., 2017). Por ende, y con los protocolos actuales, no cabe esperar una real regeneración de los tejidos perdidos después de aplicada la terapia.

Implicancias de la falta de regeneración después de la terapia

Los odontoblastos y las células presentes después de la endodoncia regenerativa (fibroblastos, osteoblastos y otro tipo de células) tienen diferencias funcionales que repercuten en el pronóstico del diente y

que, por lo tanto, tienen una importancia clínica crítica. La presencia de células similares a los odontoblastos después de la terapia es altamente deseable y necesaria para restablecer las funciones de la pulpa, como la respuesta inmune, la secreción de dentina y la percepción del dolor y de estímulos mecánicos (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2013; Farges et al., 2009; Farges et al., 2015). Para realizar estas funciones propias de los odontoblastos, las células madre diferenciadas después de la endodoncia regenerativa deben presentar los receptores adecuados (Staquet et al., 2011) y una extensión celular lo más coronalmente posible en una estructura tubular para detectar lesiones tempranas, desencadenar una respuesta inmunitaria y secretar dentina terciaria (Couve, Osorio y Schmachtenberg, 2014). Sin embargo, los tejidos reparativos (similares al cemento o la fibrodentina) que se producen después de las terapias son, a diferencia de la dentina, estructuras atubulares (Nosrat et al., 2015). La falta de procesos celulares en el tejido duro neoformado, sobre todo a nivel medio y coronal, compromete las funciones inmunológicas y sensoriales de la pulpa, así como la secreción de dentina terciaria. La incapacidad del diente para reaccionar a una nueva lesión de caries compromete su pronóstico.

Asimismo, el tejido mineralizado reparativo que se forma después de la terapia presenta propiedades estructurales distintas a la dentina. El cemento y otros tejidos reparativos tienen una menor dureza y elasticidad que la dentina (Ho et al., 2010). Por lo tanto, la formación de tejido similar al cemento en lugar de la dentina tiene un impacto negativo en el rendimiento biomecánico del diente al soportar fuerzas físicas (Bucchi et al., 2019a). Los dientes que han completado su desarrollo radicular con tejido reparativo distribuyen la tensión mecánica de manera desventajosa en comparación con los dientes desarrollados fisiológicamente (es decir, con dentina) (Bucchi et al., 2019a) (fig. 16.4). La fortaleza ante la tensión mecánica es un requisito para el pronóstico del diente a largo plazo, ya que la formación de tejido reparativo puede hacer al diente más propenso a fracturas o reabsorciones radiculares.

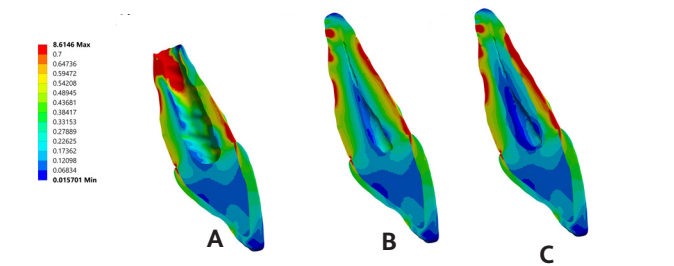


Figura 16.4. Distribución de la tensión mecánica de un diente inmaduro. **A.** Un diente que ha completado su desarrollo radicular fisiológicamente, es decir, con dentina **B.** Un diente después de la endodoncia regenerativa, al aplicar 240 N en el borde incisal para simular masticación. Se observa una distribución muy desventajosa de la tensión en el diente inmaduro, ya que la tensión se concentra en el tercio apical, donde las paredes son frágiles. El diente maduro con dentina presenta una distribución de la tensión equitativa a lo largo de la raíz y el diente maduro con cemento presenta una distribución poco equitativa de la tensión a lo largo de la raíz. Zonas rojas: alta tensión mecánica, zonas amarillas y verdes: tensión media, y zonas azules y celestes: baja tensión mecánica. **C.** Un diente después de la endodoncia regenerativa.

ENDODONCIA REGENERATIVA EN EL DIENTE MADURO

Como se mencionó anteriormente, la endodoncia regenerativa se originó para tratar dientes inmaduros con pulpas necróticas. Sin embargo, recientemente, estudios preliminares han aplicado el tratamiento de endodoncia regenerativa en dientes maduros necróticos, es decir, en pacientes adultos (Arslan et al., 2019a; Arslan et al., 2019b). Estos estudios son principalmente reportes de caso y estudios en animales, aunque actualmente se cuenta con algunos ensayos clínicos de corto periodo de seguimiento (Arslan et al., 2019b). Los resultados preliminares de la terapia

de endodoncia regenerativa en dientes maduros son alentadores, ya que hay resolución de la sintomatología clínica y curación de las lesiones apicales en casi la totalidad de los casos tratados, y una respuesta positiva a los test de vitalidad pulpar en algunos casos.

Se debe considerar que el número de artículos publicados sobre endodoncia regenerativa en dientes maduros es considerablemente menor al publicado acerca de dientes inmaduros. Además, se trata de artículos más recientes y, por consiguiente, los periodos de seguimiento son cortos. La investigación referente a la revitalización de dientes maduros se encuentra en etapas tempranas y requiere de un mayor nivel de evidencia antes de ofrecerla sistemáticamente como terapia para dientes maduros. Sin embargo, los beneficios potenciales justifican que se realice más investigación al respecto.

PROTOCOLO CLÍNICO

La endodoncia regenerativa en dientes maduros no cuenta con un protocolo estandarizado oficial y existen varios aspectos que no se encuentran dilucidados. Sin embargo, muchas de las indicaciones de medicamentos e irrigantes para la terapia en dientes inmaduros, como el hidróxido de calcio, concentración baja de hipoclorito de sodio y uso de EDTA, son aplicables también a los dientes maduros, pues las bases biológicas del tratamiento son las mismas. Al contrario del diente inmaduro, la instrumentación del canal sí estaría indicada en el caso de dientes maduros para reducir la carga bacteriana y facilitar el ingreso del irrigante a los túbulos dentinarios.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES MADUROS QUE HACEN DE LA APLICACIÓN DE LA TERAPIA UN MAYOR DESAFÍO CLÍNICO

Varios factores harían que la endodoncia regenerativa conlleve un mayor desafío clínico en el diente maduro que en el inmaduro. Estos son:

- La ausencia de la papila apical: la papila apical, que contiene una gran cantidad de células madre mesenquimales, es una estructura presente solo en los dientes inmaduros, ya que desaparece una vez que se ha completado el desarrollo radicular. Sin embargo, existe presencia de otras células madre mesenquimales en los tejidos periapicales de dientes maduros, como las células madre de la medula ósea o las del ligamento periodontal. La inducción de un coágulo sanguíneo tras la irritación del periápice de dientes maduros conlleva la presencia de células madre en el interior del canal, aunque la cantidad de células es altamente variable (Chrepa et al., 2015). Se debe considerar que a medida que aumenta la edad disminuye también la concentración de células madre en los tejidos, por lo que pacientes jóvenes serían mejores candidatos para la revascularización de dientes necróticos (Estefan et al., 2016).
- El reducido diámetro del foramen apical: el diámetro del foramen apical de dientes maduros es muy reducido (Bucchi, Gimeno-Sandig y Manzanares-Céspedes, 2017) y podría actuar como una barrera física para el ingreso de células y tejidos al interior del canal radicular. No está claro cuál es el diámetro ideal de foramen para favorecer los resultados de la terapia, debido a reportes contradictorios en la literatura. Se ha planteado que el canal y el foramen debieran instrumentarse para otorgar mayor predictibilidad a los resultados (Estefan et al., 2016), por lo que es común que los reportes en la literatura instrumenten el canal y el foramen hasta una lima de # 60 u # 80, pero también hay reportes que indican que el diámetro del foramen no juega un rol fundamental en el éxito de la terapia (Fang et al., 2018), ya que se observa revitalización de dientes con diámetros del foramen menores a 0.5 mm (Fang et al., 2018).
- Una mayor dificultad de desinfección de los canales: la presencia de canales accesorios y un menor diámetro de los túbulos dentinarios en los dientes maduros complejizan la desinfección del canal radicular. Sin embargo, al contrario de los dientes inmaduros, los dientes maduros pueden ser instrumentados, aumentando con ello la efectividad de la desinfección.

RESULTADOS ESPERADOS

Los estudios que aplican endodoncia regenerativa en dientes maduros evidencian una resolución de la sintomatología y de las lesiones apicales en más del 90 % de los casos, y una respuesta positiva a los test de vitalidad pulpar en aproximadamente el 50 % de ellos (Arslan et al., 2019b). Histológicamente, se evidencia la formación de tejido conectivo laxo vascularizado con ausencia de odontoblastos (Arslan et al., 2019a). Aunque no es un resultado buscado, pues la raíz ya ha completado su desarrollo radicular, existe evidencia de formación de tejido mineralizado adherido al canal radicular (Bucchi et al., 2019b).

Bibliografía

AAE (2015). Consent I, Appointment F. En *AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure Revised 4-12-15* (pp. 1-6).

Arslan, H., Sahin, Y., Topcuoglu, H. S. y Gundogdu, B. (2019). Histologic evaluation of regenerated tissues in the pulp spaces of teeth with mature roots at the time of the regenerative endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 45(11), 1384-1389.

Arslan, H., Ahmed, H. M. A., Sahin, Y., Doganay Yildiz, E., Gundogdu, E. C., Guven, Y. y Khalilov, R. (2019). Regenerative endodontic procedures in necrotic mature teeth with periapical radiolucencies: a preliminary randomized clinical study. *Journal of Endodontics*, 45(7), 863-872.

Austah, O., Joon, R., Fath, W. M., Chrepa, V., Diogenes, A., Ezeldeen, M., Couve, E. y Ruparel, N. B. (2018). Comprehensive characterization of 2 immature teeth treated with regenerative endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 44(12), 1802-1811.

Banchs, F. y Trope, M. (2004). Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *Journal of Endodontics*, 30, 196-200.

Bleicher, F. (2014). Odontoblast physiology. *Experimental Cell Research*, 325(2), 65-71.

Bucchi, C., Gimeno-Sandig, A. y Manzanares-Céspedes, C. (2017). Enlargement of the apical foramen of mature teeth by instrumentation and apicoectomy. A study of effectiveness and the formation of dentinal cracks. *Acta Odontologica Scandinavica*, 75(7), 488-495.

Bucchi, C., Gimeno-Sandig, Á., Valdivia-Gandur, I., Manzanares-Céspedes, C. y De Anta, J. M. (2019). A regenerative endodontic approach in mature ferret teeth using rodent preameloblast-conditioned medium. *In Vivo*, 33(4), 1143-1150.

Bucchi, C., Marcé-Nogué, J., Galler, K. M. y Widbillier, M. (2019). Biomechanical performance of an immature maxillary central incisor after revitalization: a finite element analysis. *International Endodontic Journal*, 52(10), 1508-1518.

Couve, E., Osorio, R. y Schmachtenberg, O. (2013). The amazing odontoblast: activity, autophagy, and aging. *Journal of Dental Research*, 92(9), 765-772.

Couve, E., Osorio, R. y Schmachtenberg, O. (2014). Reactionary dentinogenesis and neuroimmune response in dental caries. *Journal of Dental Research*, 93(8), 788-793.

Cvek, M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endodontics & Dental Traumatology*, 8(2), 45-55.

Chrepa, V., Henry, M. A., Daniel, B. J. y Diogenes, A. (2015). Delivery of apical mesenchymal stem cells into root canals of mature teeth. *Journal of Dental Research*, 94(12), 1653-1659.

Del Fabbro, M., Lolato, A., Bucchi, C., Taschieri, S. y Weinstein, R. L. (2016). Autologous platelet concentrates for pulp and dentin regeneration: a literature review of animal studies. *Journal of Endodontics*, 42(2), 250-257.

Estefan, B. S., El Batouty, K. M., Nagy, M. M. y Diogenes, A. (2016). Influence of age and apical diameter on the success of endodontic regeneration procedures. *Journal of Endodontics*, 42(11), 1620-1625.

Fang, Y., Wang, X., Zhu, J., Su, C., Yang, Y. y Meng, L. (2018). Influence of apical diameter on the outcome of regenerative endodontic treatment in teeth with pulp necrosis: a review. *Journal of Endodontics*, 44(3), 414-431.

Farges, J. C., Keller, J. F., Carrouel, F., Durand, S. H., Romeas, A., Bleicher, F., Lebecque, S. y Staquet, M. J. (2009). Odontoblasts in the dental pulp immune response. *The Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 312(5), 425-436.

Farges, J. C., Alliot-Licht, B., Renard, E., Ducret, M., Gaudin, A., Smith, A. J. y Cooper, P. R. (2015). Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries. *Mediators of Inflammation*, 2015, 230251.

França, C. M., Riggers, R., Muschler, J. L., Widbillier, M., Lococo, P. M., Diogenes, A. y Bertassoni, L. E. (2019). 3D-Imaging of whole neuronal and vascular networks of the human dental pulp via CLARITY and light sheet microscopy. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10.

Galler, K. M., Krastl, G., Simon, S., Van Gorp, G., Meschi, N., Vahedi, B. y Lambrechts, P. (2016). European Society of Endodontology position statement: revitalization procedures. *International Endodontic Journal*, 49(8), 717-723.

Galler, K. M., Widbillier, M., Buchalla, W., Eidt, A., Hiller, K. A., Hoffer, P. C. y Schmalz, G. (2016). EDTA conditioning of dentine promotes adhesion, migration and differentiation of dental pulp stem cells. *International Endodontic Journal*, 49(6), 581-590.

Ho, S. P., Yu, B., Yun, W., Marshall, G. W., Ryder, M. I. y Sally, J. (2010). Structure, chemical composition and mechanical properties of human and rat cementum and its interface with root dentin. *Acta Biomaterialia*, 5(2), 707-718.

Iwaya, S. I., Ikawa, M. y Kubota, M. (2001). Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dental Traumatology*, 17(4), 185-187.

Kontakiotis, E. G., Filippatos, C. G. y Agrafioti, A. (2014). Levels of evidence for the outcome of regenerative endodontic therapy. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1045-1053.

Kontakiotis, E. G., Filippatos, C. G., Tzanetakakis, G. N. y Agrafioti, A. (2015). Regenerative endodontic therapy: a data analysis of clinical protocols. *Journal of Endodontics*, 41(2), 146-154.

Lin, J., Zeng, Q., Wei, X., Zhao, W., Cui, M., Gu, J., Lu, J., Yang, M. y Ling, J. (2017). Regenerative endodontics versus apexification in immature permanent teeth with apical periodontitis: a prospective randomized controlled study. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1821-1827.

Lolato, A., Bucchi, C., Taschieri, S., El Kabbaney, A. y Del Fabbro, M. (2016). Platelet concentrates for revitalization of immature necrotic teeth: a systematic review of the clinical studies. *Platelets*, 27(5), 383-392.

Lovelace, T. W., Henry, M. A., Hargreaves, K. M. y Diogenes, A. (2011). Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *Journal of Endodontics*, 37(2), 133-138.

Martin, D. E., De Almeida, J. F. A., Henry, M. A., Khaing, Z. Z., Schmidt, C. E., Teixeira, F. B. y Diogenes, A. (2014). Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *Journal of Endodontics*, 40(1), 51-55.

Murray, P. E., García-Godoy, F. y Hargreaves, K. M. (2007). Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *Journal of Endodontics*, 33(4), 377-390.

Nosrat, A., Kolahdouzan, A., Hosseini, F., Mehri, E. A., Verma, P. y Torabinejad, M. (2015). Histologic outcomes of uninfected human immature teeth treated with regenerative endodontics: 2 case reports. *Journal of Endodontics*, 41(10), 1725-1729.

Ostby, B. N. (1961). The role of the blood clot in endodontic therapy. An experimental histologic study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 19, 324-353.

Ricucci, D., Loghin, S., Lin, L. M., Spångberg, L. S. W. y Tay, F. R. (2014). Is hard tissue formation in the dental pulp after the death of the primary odontoblasts a regenerative or a reparative process? *Journal of Dentistry*, 42(9), 1156-1170.

Ricucci, D., Siqueira, J. F., Loghin, S. y Lin, L. M. (2017). Pulp and apical tissue response to deep caries in immature teeth: A histologic and histobacteriologic study. *Journal of Dentistry*, 56, 19-32.

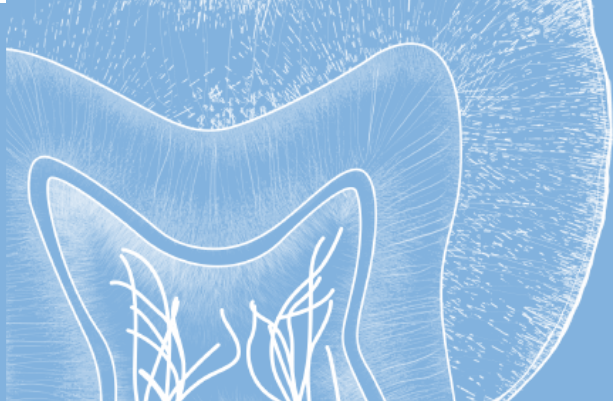
Sharma, S., Sharma, V., Passi, D., Srivastava, D., Grover, S. y Dutta, S. R. (2018). Large periapical or cystic lesions in association with roots having open apices managed nonsurgically using 1-step apexification based on platelet-rich fibrin matrix and Biodentine apical barrier: a case series. *Journal of Endodontics*, 44(1), 179-185.

Staquet, M. J., Carrouel, F., Keller, J. F., Baudouin, C., Msika, P., Bleicher, F., Kufer, T. A. y Farges, J. C. (2011). Pattern-recognition receptors in pulp defense. *Advances in Dental Research*, 23(3), 296-301.

Torabinejad, M., Parirokh, M. y Dummer, P. M. H. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. *International Endodontic Journal*, 51(3), 284-317.

Widbiller, M., Lindner, S. R., Buchalla, W., Eidt, A., Hiller, K. A., Schmalz, G. y Galler, K. M. (2016). Three-dimensional culture of dental pulp stem cells in direct contact to tricalcium silicate cements. *Clinical Oral Investigations*, 20(2), 237-246.

Zhou, R., Wang, Y., Chen, Y., Chen, S., Lyu, H., Cai, Z. y Huang, X. (2017). Radiographic, histologic, and biomechanical evaluation of combined application of platelet-rich fibrin with blood clot in regenerative endodontics. *Journal of Endodontics*, 43(12), 2034-2040.



Urgencia en endodoncia

Camila Fuentes Prieto

URGENCIAS ENDODÓNTICAS

Las urgencias endodónticas son situaciones en las que el dolor, asociado o no a un cuadro inflamatorio-infeccioso, no es manejable con terapias farmacológicas convencionales, limita las actividades diarias del paciente y es producido por distintos grados de inflamación de la pulpa, junto con la afección de los tejidos periapicales o la extensión de un proceso séptico a ellos (Berutti y Gagliani, 2017).

Realizar en estos casos un diagnóstico definitivo y, por ende, un tratamiento asertivo puede en muchas ocasiones ser un reto para el clínico, ya que el dolor tiene un componente biológico y psicológico, por lo que su manejo debe considerar ambos factores, los síntomas físicos y el estado emocional del paciente. Este primer acercamiento, junto con la habilidad del operador de realizar una buena anamnesis, que recabe información sobre la causa, inicio y duración del dolor, permitirán orientar las posteriores pruebas clínicas que llevarán al diagnóstico de la patología pulpar y/o apical (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Es importante tener en cuenta que los modelos actuales definen el dolor como un fenómeno complejo. Debido a su naturaleza intrínseca, ya no se considera una entidad única, sino, por el contrario, un fenómeno que comprende muchos componentes superpuestos: «Una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a una lesión tisular real o potencial, que incluye componentes fisiológicos y psicológicos» (Melzack y Katz, 2006). Debido a la modulación y a la interrelación de las vías nerviosas centrales, es difícil que los pacientes sean objetivos cuando describen su dolor. La modulación puede intensificarlo o suprimirlo, y le proporciona un carácter multidimensional (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003).

URGENCIA ENDODÓNTICA

Se define como un dolor acompañado o no de aumento de volumen, causado por diferentes etapas de inflamación o infección de los tejidos pulpaes y/o periapicales. Son circunstancias imprevistas o una combinación de circunstancias que exigen intervención inmediata. El momento en que se presenta esta urgencia en relación con la intervención endodóntica permite clasificar las urgencias en preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias (Soares y Goldberg, 2003).

URGENCIAS PREOPERATORIAS

DOLOR PRODUCIDO POR AFECTACIÓN DE LA PULPA

En las inflamaciones de la pulpa hay signos de vitalidad pulpar. El dolor es intenso, se exacerba o alivia con el frío, y puede ser paroxístico. Durante su evolución, la pulpitis presenta repercusiones en los tejidos periapicales, el dolor es más pronunciado y el diente duele a la percusión.

Pulpitis irreversible sintomática

Recordemos que la pulpa se encuentra encerrada en un entorno rígido, mineralizado y tiene pocas posibilidades de aumentar su volumen durante los episodios de inflamación. Con tan poca distensibilidad, una respuesta inflamatoria intensa puede conducir a un aumento de la presión tisular, que sobrepasa la capacidad de los mecanismos compensadores de la pulpa.

El proceso inflamatorio se extiende de forma circunferencial y progresiva a través de la pulpa, perpetuando el ciclo destructor. Durante las pruebas

de sensibilidad, la pulpa lesionada con inflamación local puede producir síntomas de dolor de las fibras A-delta. Cuando cede el dolor exagerado de las fibras A-delta, puede persistir una molestia sorda de carácter pulsátil. Este segundo dolor indica la afectación inflamatoria de las fibras nerviosas C nociceptivas. Al aumentar la inflamación de los tejidos pulpaes, el dolor de las fibras C se convierte en la única manifestación dolorosa.

Uno de los síntomas clásicos de la pulpitis irreversible es el dolor agudo, espontáneo y persistente frente a estímulos térmicos. Cuando el dolor de las fibras C predomina sobre el de las fibras A-delta, el dolor es más difuso y disminuye la posibilidad de identificar el diente causante mediante pruebas de sensibilidad.

Se ha descrito que los dientes con pulpitis irreversible y sin patología apical son difíciles de diagnosticar, ya que, si las fibras propioceptivas apicales no están inflamadas, el diente no dolerá a la percusión, y la localización de los síntomas podrá resultar difícil (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003).

Tratamiento

- Correcto diagnóstico que permita identificar el diente afectado.

- Anestesia. En estos casos puede ser difícil lograr una analgesia, ya que la disminución del pH en las zonas inflamadas dificulta la disociación de las moléculas del anestésico y su penetración en las vainas nerviosas. Se recomienda el tratamiento farmacológico preoperatorio con antiinflamatorios no esteroideos 30 minutos antes de la cita para lograr una anestesia más profunda, priorizar técnicas tronculares y soluciones al 4 % (Berutti y Gagliani, 2017).

- Aislamiento absoluto y acceso. La erradicación de la pulpa cameral y canalicular es la única forma de resolver la sintomatología.

- Medicación de hidróxido de calcio.

- Obturación provisoria.

- Indicación de analgésicos y antiinflamatorios.

DOLOR PRODUCIDO POR AFECTACIÓN APICAL

La extensión de la enfermedad pulpar hacia los tejidos apicales adyacentes representa la causa más frecuente de dolor periapical. Los propioceptores del ligamento periodontal son capaces de localizar los estímulos de presión, por lo que el dolor de origen apical normalmente es fácil de diagnosticar. Las patologías más frecuentes capaces de provocar un dolor intenso son la periodontitis apical sintomática (PAS) y el absceso apical agudo (AAA) (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Periodontitis apical sintomática

Es originada por una oclusión traumática, bruxismo, tratamiento ortodóncico o porque el proceso inflamatorio que conduce a una pulpitis irreversible se extiende a los tejidos apicales, originando una inflamación localizada del ligamento periodontal. Cuando la transición de la inflamación pulpar a la inflamación periapical se produce con rapidez, el dolor resultante es intenso, debido a que ambas patologías agudas están presentes de manera simultánea.

Se caracteriza por que el diente es extremadamente sensible al tacto, con un dolor sordo, pulsátil y constante. Radiográficamente se podrían apreciar lesiones de caries profundas, restauraciones extensas, recubrimientos pulpaes, o podría observarse únicamente un ensanchamiento del ligamento periodontal. Debido a las múltiples causas que pueden originar la periodontitis apical, es muy importante tomarse el tiempo necesario para realizar las pruebas de sensibilidad pulpar, palpación y percusión.

Tratamiento

Si el dolor es originado por un trauma oclusal, lo cual se detectará mediante chequeos de oclusión, se deben realizar los desgastes correspondientes y evaluar la oclusión nuevamente con tal de asegurar los puntos de contacto. Si esta era la causa de la periodontitis apical, el paciente relatará alivio inmediato al morder.

Si el dolor es originado por una patología pulpar, el tratamiento consiste en:

- Anestesia. Siguiendo los mismos consejos que para la pulpitis irreversible sintomática (Berutti y Gagliani, 2017).
- Aislamiento absoluto y acceso. La erradicación de la pulpa cameral y canalicular es la única forma de resolver la sintomatología.
- Preparación del canal radicular utilizando técnicas coronoapicales, con descontaminación progresiva por tercios, con el fin de no proyectar carga bacteriana al periápice, lo que podría agudizar aún más el proceso inflamatorio.
- Abundante irrigación con hipoclorito de sodio en concentraciones que van del 2.5 al 5 %; idealmente realizar ciclos de activación del irrigante, ya sea de forma manual, sónica o ultrasónica.
- Medicación con hidróxido de calcio, para lo cual se debe alcanzar como mínimo la instrumentación con un calibre # 25.
- Obturación provisoria.
- Indicación de analgésicos y antiinflamatorios.

Absceso apical agudo

Es una inflamación aguda caracterizada por la colección de pus localizada a nivel del hueso alveolar que rodea el ápice de un diente con pulpa necrótica. Los pacientes relatan dolor agudo y espontáneo, hipersensibilidad a la percusión y presión de los tejidos blandos adyacentes.

La localización de la tumefacción depende de la orientación del ápice radicular y la relación del sitio de la perforación de la lámina cortical y las inserciones musculares en el maxilar y la mandíbula. Los abscesos apicales con frecuencia se extienden a la mucosa bucal y al tejido subcutáneo facial. Algunas veces la colección purulenta drena a través del periodonto, aunque la constitución fibrosa de este tejido ofrece mucha resistencia (Soares y Goldberg, 2003; Carrotte, 2004).

Al perforar la cortical del hueso, el exudado pasa a acumularse bajo el periostio, formando un absceso subperióstico. Este espacio, al ser inexpandible y sumamente invrado, genera un cuadro muy doloroso y de corta duración. Ya que la colección purulenta buscará rápidamente una vía de evacuación, el exudado purulento tiende a exteriorizarse a través del tejido óseo esponjoso, que ofrece menos resistencia. Una vez que se perfora el periostio, el pus fuerza su camino a través de los tejidos blandos y puede localizarse en la mucosa bucal o en el tejido subcutáneo facial, dando origen a los abscesos submucosos y subcutáneos, respectivamente. Como consecuencia de la dispersión bacteriana, se produce una reacción inflamatoria diseminada en la región, denominada celulitis, con extensión variable. Por último, en su trayectoria, el pus termina por romper los tejidos blandos y drena en la cavidad bucal o externamente a través de un camino denominado tracto sinusal o fístula (Berutti y Gagliani, 2017).

Tratamiento (López-Fernández, Téllez-Rodríguez y Rodríguez-Ramírez, 2016; Velasco y Soto, 2012)

El tratamiento debe ser siempre etiológico, es decir, se debe eliminar la causa que está generando la infección y que corresponde a los patógenos que están en el interior del canal radicular y los tejidos subyacentes. El tratamiento farmacológico será solo complementario en los casos en que no se logre un completo vaciado del absceso o en pacientes inmunocomprometidos.

Nuestra primera opción será siempre el drenaje a través del canal radicular, para lo cual se debe realizar un análisis radiográfico de la cámara pulpar y el canal radicular, que permita determinar la posibilidad de acceder al canal y lograr una vía de drenaje.

Si el absceso se originó en un diente con posibilidades de acceder al canal radicular, el tratamiento consiste en:

- Anestesia según los consejos mencionados anteriormente.
- Aislamiento y acceso del diente.
- Limpieza profusa de la cámara pulpar con hipoclorito de sodio.
- Descontaminación progresiva del canal radicular.
- Si se produce drenaje a través del canal, estimularlo masajeando la zona.
- Si no se produce un drenaje espontáneo del canal radicular, una vez realizada la completa limpieza del canal con técnica coronoapical y abundante irrigación, permeabilizar con una lima de pequeño calibre (K # 8 o # 10), con tal de estimular un posible drenaje.
- Preparación quimiomecánica del sistema de canales radiculares irrigando con abundante hipoclorito de sodio en concentraciones que pueden ir del 2.5 al 5 %. Idealmente generar ciclos de activación del irrigante.
- Medicación con hidróxido de calcio. De no lograr un adecuado drenaje del absceso o cuando sospechemos que se puede seguir generando supuración, no dejar medicación, para permitir el reflujo del eventual exudado o de los gases producidos por las bacterias residuales, que, de encontrarse con un obstáculo como sería el hidróxido de calcio al interior del canal, comprimirían los propioceptores apicales, aumentando la sintomatología (Berutti y Gagliani, 2017) y generando un aumento de volumen en los tejidos circundantes.
- Restauración provisoria.

- Si se trata de pacientes con enfermedad de base no controlada, inmunocomprometidos o se sospecha de un drenaje insuficiente del contenido del absceso que pudiese generar extensión a espacios anatómicos profundos, indicar antibióticos (ATB):

- Amoxicilina 875 mg-1 gramo, comprimidos cada 12 h por 5-7 días.
- Amoxicilina 875/ác. clavulánico 125 mg, compr. cada 12 h por 5-7 días.

En caso de alergia a la penicilina indicar:

- Alindamicina 300 mg, comprimidos cada 6 h por 5-7 días;
- o azitromicina 500 mg, comprimidos cada 24 h por 3-5 días.

- En abscesos subcutáneos o submucosos, cuando la acumulación de pus es perceptible a la palpación y posee límites definidos, hacer drenaje quirúrgico intra o extraoral.

- Citar al paciente a control a las 24-48 horas.

Si el absceso se originó en un diente sin posibilidades de acceder al canal radicular, en celulitis y abscesos subcutáneos o submucosos, se recomienda la interconsulta con un cirujano maxilofacial para el manejo correcto del drenaje quirúrgico y selección de ATB, para evitar la diseminación de la infección y posterior compromiso del paciente (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003; Carrotte, 2004; Oliveira Alves, 2010).

Drenaje externo

Ante la presencia de una colección purulenta fluctuante, después de haber controlado a la palpación los límites de la tumefacción, es posible obtener el drenaje haciendo una incisión con bisturí en la zona más inferior del área de fluctuación, aprovechando así el efecto de la gravedad (Soares y Goldberg, 2003). Luego, es preciso ejecutar la divulsión de los tejidos con un instrumento de punta roma, como la pinza hemostática de Kelly, que se introduce a través de la incisión y una vez ubicada se abre, provocando la salida del exudado purulento. Se aconseja mantener libre la incisión durante al menos 1 o 2 días (hasta la total remisión de los síntomas) lo que se logra fijando un pedacito de goma dique en un colgajo de la incisión mediante un punto de sutura. Solo en el caso de no estar seguros de haber logrado un completo drenaje del absceso, en pacientes con enfermedad de base no controlada o inmunodeprimidos, se indican antibióticos:

- Amoxicilina 875 mg-1 gramo, comprimidos cada 12 h por 5-7 días.
- Amoxicilina 875/ác. clavulánico 125 mg, compr. cada 12 h por 5-7 días.

En caso de alergia a la penicilina indicar:

- Clindamicina 300 mg, comprimidos cada 6 h por 5-7 días;
- o azitromicina 500 mg, comprimidos cada 24 h por 3-5 días.

En estos casos se otorga antibioterapia como complemento al drenaje para favorecer la resolución del cuadro y evitar su difusión a los tejidos blandos y a lo largo de los planos musculares, así como analgésicos y antiinflamatorios (Berutti y Gagliani, 2017). En el caso de realizar drenaje subcutáneo, se verá comprometida la piel, por lo que se debe complementar con antibioterapia:

- Cloxacilina 500 mg, comprimidos cada 6 h por 7 días.

En caso de no tratar este absceso apical agudo, o si fracasa el tratamiento inicial, el contenido purulento seguirá drenando a los espacios contiguos que opongan menor resistencia, constituyendo los abscesos subperióticos y posteriormente el absceso submucoso si drena por debajo de las inserciones musculares hacia la mucosa, como se describió anteriormente. El tratamiento hasta ahí está claro y no supone mayores complicaciones. Sin embargo, si el contenido purulento drena por sobre las inserciones musculares, se vacía hacia el tejido celular subcutáneo, constituyendo una celulitis. Esta celulitis a su vez puede presentarse de dos formas: localizada, generando un absceso subcutáneo o difusa, dando origen a un flegmón. Debido a que proviene del tejido óseo, este último se denomina comúnmente osteoflegmón y es el más frecuente dentro de las variables de flegmones. Afecta al tejido conjuntivo y/o subaponeurótico, y se presenta como un cuadro difuso, agudo y con mayor o menor compromiso del estado general del paciente.

El osteoflegmón se caracteriza por una asimetría facial evidente causada por un aumento de volumen de consistencia leñosa. La piel que cubre el aumento de volumen se observa roja, con pérdida de turgencia y elasticidad, adherida y con aumento de temperatura. Hay compromiso sistémico variable, con facies febril, palidez y sudoración; en casos graves, hay disociación pulso/temperatura. En algunos casos se puede presentar astenia, adinamia y trismus. Cuando se comprometen los espacios de los músculos masticadores, el trismus puede ser severo, al igual que si se comprometen los espacios sublingual y/o laterofaríngeo puede haber compromiso respiratorio grave.

Las complicaciones de infecciones odontogénicas que pueden presentarse si no se actúa a tiempo y eficazmente son anginas de Ludwig, sinusitis maxilares, infecciones orbitarias, fascitis necrosante, trombosis del seno cavernoso, absceso cerebral y mediastinitis (Velasco y Soto, 2012).

Tratamiento (Flynn y Halpern, 2003; Minsal, 2011; Gutiérrez

Pérez et al., 2004; Velasco y Soto, 2012; Vicente, 2004)

En estos casos el tratamiento debe comenzar con la administración empírica de antibióticos. Dependiendo de la severidad y/o condiciones del paciente se privilegiará antibioterapia oral o sistémica. Sin embargo, siempre que se vea involucrado o se arriesgue el compromiso de espacios anatómicos profundos, se optará por antibioterapia sistémica y hospitalización del paciente.

Tratamiento de infecciones odontogénicas leves:

- Responden bien al tratamiento con penicilinas orales.
- Analgesia y antiinflamatorios.
- Control a las 24 h.

- Una vez controlado el cuadro y coleccionado el contenido purulento (generalmente al tercer día de tratamiento antibiótico), realizar extirpación pulpar o exodonciay el drenaje de los espacios anatómicos comprometidos.

- Control a las 24-48 h.

Tratamiento de infecciones odontogénicas moderadas a severas:

- Manejo intrahospitalario.

- Antibioterapia sistémica: penicilina G sódica, 4 millones UI cada 6 h por 2-3 días, vía EV. Luego ATB oral. En alérgicos a la penicilina: clindamicina 600 mg EV cada 8 h por 2-3 días. Luego ATB oral.

- Control diario por un mínimo de 72 h.

- Una vez controlado el cuadro y coleccionado el contenido purulento, realizar drenaje vía canal radicular, exodoncia y drenaje de los espacios anatómicos comprometidos.

- Control a las 24-48 h.

Los *Streptococcus* sensibles a la penicilina predominan durante los 3 primeros días de síntomas clínicos, y los gramnegativos anaerobios estrictos más resistentes aparecen en un número significativo a partir de entonces. Este hecho sugiere la selección de las penicilinas por sobre otro antibiótico en infecciones odontogénicas leves y con poco tiempo de evolución (Velasco y Soto, 2012). Sin embargo, para infecciones severas que requieran una admisión hospitalaria, el antibiótico empírico de elección es más controversial; muchos estudios avalan el uso de las penicilinas, mientras otros muestran resistencias. Flynn señala que el antibiótico para infecciones odontogénicas severas debiera ser la clindamicina (Flynn y Halpern, 2003), considerando su capacidad de penetrar en los abscesos y el hueso.

Los siguientes cuidados complementarios del paciente, ya sea hospitalario o ambulatorio, deberán ser considerados:

- hidratación adecuada;
- vigilancia del estado general y alerta ante una falta de mejoría o empeoramiento;
- reposo absoluto o relativo en cama;
- dieta equilibrada, generalmente blanda y fría por el trismus;
- cumplimiento del tratamiento farmacológico basado en antibióticos y antiinflamatorios.

URGENCIAS INTRAOPERATORIAS

FALLA EN LA TÉCNICA ANESTÉSICA

Se produce por una técnica inadecuada que no logró llevar la solución anestésica en o sobre el ápice del diente, por lo que no pudo penetrar en los nervios sensoriales que inervan la pulpa (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Investigaciones han demostrado una alta tasa de fracaso de la anestesia local en pacientes con pulpitis irreversible sintomática, los que llegan a presentar hasta ocho veces más posibilidades de falla anestésica que en pacientes normales (Aggarwal et al., 2011). Otros factores que influyen en la profundidad y duración del anestésico son la respuesta individual de cada paciente, el estado de los tejidos donde se inyecta el anestésico (como el pH), variaciones anatómicas y la técnica anestésica administrada, si fue infiltrativa o troncular (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

En la mayoría de los casos, solo en la primera cita existen dificultades para controlar el dolor, lo cual disminuye al mínimo una vez que se localizan los canales radiculares y se extirpa la pulpa.

Tratamiento

Para resolver este cuadro debemos evaluar la elección del anestésico local y la técnica anestésica realizada, definiendo la necesidad de modificar la solución, la técnica anestésica y/o emplear una técnica complementaria.

PROYECCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL PERIÁPICE

Consiste en el paso de la solución de hipoclorito de sodio más allá del ápice del diente, generando daño tisular en los tejidos periapicales. Se caracteriza por que el paciente manifiesta inmediatamente dolor severo y una serie de signos clínicos, dentro de los que destacan:

- Inflamación violenta.
- Hemorragia profusa, tanto intersticial como a través del diente.

- Edema y equimosis. Algunos pacientes presentan un edema que se va incrementando con los días y equimosis acompañada de necrosis tisular, parestesia e infección secundaria. Aunque la mayoría se recupera en un periodo de una o dos semanas, se ha informado sobre parestesias de larga duración y cicatrices asociadas a este accidente (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Los errores que conducen a este accidente son irrigación a presión, enclavamiento de la aguja en el canal radicular o uso de agujas con salida apical, lo que es especialmente delicado en dientes con gran diámetro apical, reabsorciones apicales o ápice inmaduro (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Carrotte, 2004).

Tratamiento (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Soares y Goldberg, 2003; Gómez-Palma y Betancourt-González, 2018)

- Reconocer el accidente.
- Mantener la calma, detener el tratamiento, tranquilizar y dar una explicación al paciente.
- Atender el problema inmediato del dolor e inflamación, administrando anestesia troncular o regional con un anestésico de larga duración al 4 %.
- Controlar el diente durante media hora lavando con suero. Un exudado hemorrágico va a inundar el canal; si el drenaje persiste hay que considerar dejar el diente abierto por 24 horas, si no es así, dejar con doble sellado y citar a control a las 24 horas.
- Indicar analgésicos, antibióticos y corticoesteroides para minimizar el proceso inflamatorio (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011; Oliveira Alves, 2010; Siqueira, 2003). Es importante que la primera dosis de antibióticos y corticoides sea intravenosa y posteriormente seguir con dosis oral.

Medicación I. V.:

- Penicilina G sódica 4-6 millones UI c/6 h por 2-3 días vía EV.
- Clindamicina (alérgicos a la penicilina) 600 mg EV cada 6 horas por 2-3 días.

Medicamentos vía oral:

- Amoxicilina 1 gramo cada 12 horas por 7 días (alérgicos: clindamicina 300 mg cada 6 horas por 7 días).
- Betametasona 3 mg cada 8 horas por 4 días.
- Meloxicam 15 mg cada 12 horas por 4 días
- Papaína 10 mg cada 4-6 horas (según severidad del hematoma) hasta terminar los comprimidos de una caja (30 comprimidos).

- Dar al paciente instrucciones para el cuidado domiciliario. En las primeras 6 horas debe usar compresas frías para minimizar el dolor y la inflamación de manera intermitente en la zona. Después, se deben cambiar por compresas calientes con el fin de fomentar una respuesta curativa (Siqueira, 2003). Considerar derivar al paciente a un centro hospitalario en caso de que las acciones clínicas no hayan resuelto el cuadro (Oliveira Alves, 2010).

HEMORRAGIA

La hemorragia durante el tratamiento del canal radicular puede deberse a restos pulpares remanentes o a una perforación accidental.

Restos pulpares

Pueden causar dolor entre sesiones si no son retirados en la primera cita.

Tratamiento

Se deben limpiar e irrigar profusamente todos los canales radiculares para eliminar los restos pulpares todavía existentes (Soares y Goldberg, 2003).

Perforación

Se trata de aperturas artificiales que resultan en la comunicación del canal radicular con los tejidos periodontales o con la cavidad bucal. Son complicaciones indeseables que pueden ocurrir durante cualquier etapa del tratamiento endodóntico. Aun cuando también pueden ser producto de caries o procesos reabsortivos, la mayoría de las perforaciones son realizadas de forma iatrogénica (Rosales Calzada, 2013; Ree y Schwartz, 2012).

Tratamiento

El manejo de las perforaciones es explicado en detalle en el capítulo 13, dedicado a los accidentes endodónticos.

AGUDIZACIÓN O REAGUDIZACIÓN ENTRE CITAS

También conocida como *flare up*, se define como una exacerbación aguda del cuadro, caracterizada por dolor con o sin aumento de volumen, que comienza a las pocas horas o días de realizada una etapa de la intervención endodóntica y es suficientemente severa como para que el paciente vuelva a consultar de urgencia (Oliveira Alves, 2010; Siqueira, 2003).

Periodontitis apical sintomática en diente con terapia iniciada

Puede surgir como resultado de una sobreinstrumentación, extrusión del contenido del canal a los tejidos periapicales u oclusión traumática originada por la restauración provisoria.

Tratamiento

- Oclusión traumática: chequear la oclusión y ajustarla (Carrotte, 2004).
- Extrusión de contenido del canal a los tejidos periapicales:
 - anestesiarse;
 - realizar aislamiento absoluto;
 - retirar la restauración provisoria;
 - corroborar la longitud de trabajo y realizar la preparación del canal irrigando con hipoclorito de sodio;
 - indicar analgésicos y antiinflamatorios.
- Sobreinstrumentación:
 - anestesiarse;
 - realizar aislamiento absoluto;
 - retirar la restauración provisoria;
 - corroborar la longitud de trabajo;
 - si la destrucción de la constricción apical no alcanza un calibre excesivo, se debe crear un tope apical. Esto se logra preparando el canal en una zona más coronal (a 2 mm del ápice radiográfico) y a un mayor calibre, de manera que la obturación se mantenga dentro de los límites del canal;
 - si la perforación apical es de gran diámetro, se forma una barrera apical con MTA que permita la posterior obturación, sin riesgos de sobreextender los materiales de sellado al momento de compactarlos hacia apical;
 - indicar analgésicos y antiinflamatorios.

Absceso apical agudo en diente con terapia iniciada

Es una exacerbación repentina de una lesión apical previa asintomática, ocasionada por una alteración del ambiente interno del canal radicular durante la instrumentación. Esto puede evitarse planificando el caso y priorizando una preparación que permita la descontaminación progresiva del canal.

Tratamiento

Seguir la misma pauta detallada en este capítulo para el absceso apical agudo en urgencias preoperatorias.

REAGUDIZACIÓN POSTRATAMIENTO DE ENDODONCIA

También conocida como *flare up*, se define como una exacerbación aguda del cuadro, caracterizada por dolor con o sin aumento de volumen, que comienza a las pocas horas o días de terminado el tratamiento de endodoncia y es suficientemente severo para que el paciente vuelva a consultar de urgencia (Oliveira Alves, 2010; Siqueira, 2003). Puede ser ocasionada por una oclusión traumática, sobreinstrumentación, sobreobturbación, desplazamiento de detritus contaminado a los tejidos periapicales, etc. Se puede diagnosticar de dos formas:

Periodontitis apical sintomática en diente tratado endodónticamente

Se puede producir por oclusión traumática o sobreextensión de la obturación una vez concluido el tratamiento de endodoncia.

Tratamiento

- Oclusión traumática: chequear la oclusión y ajustarla.
- Sobreextensión de la obturación radicular: decidir entre controlar o hacer un retratamiento con corrección quirúrgica de ser necesario.

Absceso apical agudo en diente tratado endodónticamente

Se produce por una extrusión del detritus contaminado al periápice durante las etapas de preparación quimiomecánica y/o obturación. También se asocia a obturaciones radiculares sobreextendidas. Aunque en general la sobreextensión no causa más que una leve molestia, puede agudizarse si se extruye material contaminado junto a la obturación.

Tratamiento frente a todas las causas

- Intentar remover la obturación y volver a preparar el canal.
- Indicar ATB, de no poder realizar una desobturbación adecuada del canal:

Amoxicilina, 875 mg o 1 gramo cada 12 h por 5-7 días.
En caso de alergia, azitromicina, 500 mg cada 24 h por 3-5 días.

- Controlar y de ser necesario complementar con cirugía apical.

Bibliografía

Aggarwal, V., Singla, M., Miglani, S., Ansari, I. y Kohli, S. (2011). A prospective, randomized, singleblind comparative evaluation of anesthetic efficacy of posterior superior alveolar nerve blocks, buccal infiltrations, and buccal plus palatal infiltrations in patients with irreversible pulpitis. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1491-1494.

Berutti, E. y Gagliani, M. (2017). *Manual de endodoncia* (1.ª edición). Sociedad Italiana de Endodoncia y Amolca.

Carrotte, P. (2004). Endodontics: part 3, treatment of endodontic emergencies. *British Dental Journal*, 197(6), 299-305.

Flynn, T. R. y Halpern, L. R. (2003). Antibiotic selection in head and neck infections. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 15(1), 17-38.

Gómez-Palma, A. y Betancourt-González, L. P. (2018). Infiltración accidental de hipoclorito de sodio en tejidos periapicales al realizar tratamientos de conductos. *Revista Salud Quintana Roo*, 11(40), 45-49.

Gutiérrez Pérez, J. L., Perea Pérez, E. J., Romero Ruiz, M. M. y Girón González, J. A. (2004). Infecciones orofaciales de origen odontogénico. *Medicina y Patología Oral*, 9, 280-287.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

López-Fernández, R. M., Téllez-Rodríguez, J. y Rodríguez-Ramírez, A. F. (2016). Las infecciones odontogénicas y sus etapas clínicas. *Acta Pediátrica de México*, 37(5), 302-305.

Melzack, R. y Katz, J. (2006). Pain assessment in adult patients. En P. D. Wall y R. Melzack (eds.), *Textbook of pain* (5th edition) (pp. 291-304). Elsevier Churchill Livingstone.

Minsal (2011). Guía Clínica. Urgencias odontológicas ambulatorias. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7222b6448161ecb1e04001011f013f94.pdf>

Oliveira Alves, V. (2010). Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 110(5), 68-72.

Ree, M. y Schwartz, R. (2012). Management of perforations: four cases from two private practices with medium - to long-term recalls. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1422-1427.

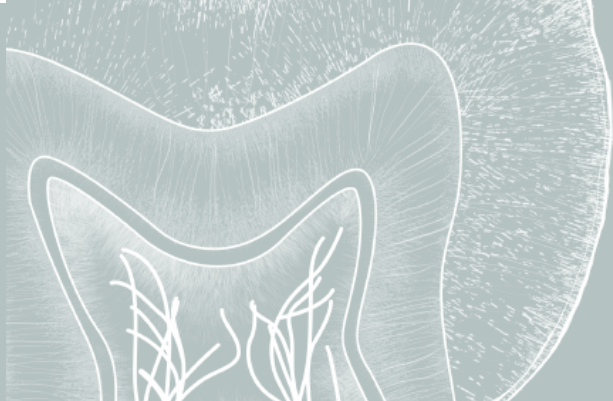
Rosales Calzada, A. (2013). Perforación radicular durante el procedimiento endodóntico. *Revista Nacional de Odontología de México*, 4(3). <https://www.intramed.net/contenido.asp?contenido=82971&pagina=2>

Siqueira, J. (2003). Microbial causes of flare ups. *International Endodontic Journal*, 36(7), 453-463.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

Velasco, I. y Soto, R. (2012). Principios para el tratamiento de infecciones odontogénicas con distintos niveles de complejidad. *Revista Chilena de Cirugía*, 64(6), 586-598.

Vicente, J. C. (2004). Celulitis maxilofaciales. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 9(supl), 126-138.



Dolor y su manejo farmacológico en endodoncia

Thomas Bornhardt Suazo, Camila Fuentes Prieto y Verónica Iturriaga Wilder

El dolor se define como «una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con, o similar a la asociada con, daño tisular real o potencial» (Raja et al., 2020). En el territorio facial, el nervio trigémino es el que rige indudablemente la percepción y modulación del dolor orofacial. En este sentido, la presentación aguda del dolor oral es, por lejos, lo más frecuentemente reportado (Renton, 2011). Es así como el dolor agudo se presenta de manera rutinaria en la práctica clínica del odontólogo, en la cual el dolor de origen odontogénico es el más común (Renton, 2011). El dolor de origen odontogénico o dental se describe según la clasificación del dolor orofacial como un dolor causado por lesiones o alteraciones que afectan a uno o más dientes y/o sus estructuras de soporte y circundantes inmediatos, es decir, la pulpa dental, el periodonto y la encía (ICOP, 2020).

Debido a la alta prevalencia del dolor dental, en odontología, y específicamente en endodoncia, su manejo es fundamental y está orientado a reducir los componentes periféricos y centrales con sus componentes asociados, como la hiperalgesia. Un correcto diagnóstico multifactorial, procedimientos endodónticos adecuados y un manejo farmacológico oportuno son la clave para el éxito terapéutico (Bobbio-Abad, Ghersi-Miranda y Hernández-Añaños, 2011; Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Sin embargo, en endodoncia podemos encontrar distintas categorías de dolor. En primer lugar, encontramos el dolor agudo, producto de la misma patología pulpar, el cual generalmente se resuelve con las medidas terapéuticas convencionales. En segundo lugar, reconocemos el dolor agudo persistente, el cual se mantiene unos días después del tratamiento y luego se resuelve. Por último, encontramos el dolor crónico posendodóntico. De acuerdo con las distintas modalidades dolorosas, existen también múltiples opciones farmacológicas para enfrentar estos cuadros. En este capítulo nos enfocaremos en describir los mecanismos fisiológicos del dolor dental, la analgesia en el dolor dental agudo, el manejo analgésico de pacientes con alteraciones sistémicas, y algunas consideraciones sobre el dolor agudo persistente y crónico posendodóntico.

MECANISMOS FISIOLÓGICOS DEL DOLOR ODONTOGÉNICO

El dolor dentario es causado por una inflamación de la pulpa dentaria. La causa más frecuente es la caries dental, que es la enfermedad más frecuente a nivel mundial (Renton, 2011). En un diente sano, normalmente solo se percibe dolor debido a la sensibilidad de la dentina frente a estímulos de frío, calor o físicos. En este sentido, las fibras nerviosas tipo C y A-delta son por excelencia las encargadas de transmitir la sensación dolorosa. Ambas se encuentran muy presentes en la pulpa, donde las fibras tipo C amielínicas son mayoritarias. Estas fibras ingresan por el foramen apical entregando una vasta inervación al órgano pulpar. Por lo tanto, la activación de estas fibras y la percepción de la sensación dolorosa juegan un rol fundamental en la codificación del dolor de origen pulpar y periodontal (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

En presencia de una patología dental, como una infección por caries o una agresión química o térmica posterior a un tratamiento dental, esta pulpa se inflama y la respuesta dolorosa frente a la lesión cambia. El dolor agudo inflamatorio genera una disminución en el umbral doloroso

trigeminal, con una respuesta aumentada a los estímulos fríos y dulces, la cual puede ser reversible o irreversible (Renton, 2011). En los casos donde la inflamación persiste, se instaura una pulpitis crónica irreversible, que aumenta la vascularización pulpar y por consiguiente la presión intrapulpar. Estos cambios inducen la presencia de isquemia pulpar, sensibilización y dolor persistente, principalmente ante el calor. Una vez necrosada la pulpa dental, esta infección alcanza el ápice del diente, iniciando una inflamación de los tejidos periapicales que se puede percibir clínicamente como dolor espontáneo de larga duración y dolor al morder o presionar el diente (Renton, 2011).

En la transmisión del dolor, se produce la generación del estímulo nociceptivo y la consiguiente liberación de sustancias algónénicas, como glutamato, mediadores inflamatorios y sustancia P. Estas sustancias activan los nociceptores presentes en las fibras A-delta y C en la periferia de la región orofacial y se produce la depolarización de esta primera neurona trigeminal. Posteriormente, la información se dirige a través de esta primera neurona al núcleo del tracto espinal del trigémino, principalmente al subnúcleo caudal, donde es procesada y redirigida a las zonas cerebrales superiores (fig. 18.1). En el núcleo del tracto espinal del trigémino confluye la gran mayoría de los estímulos nociceptivos trigeminales correspondientes a las sensaciones dolorosas de la cara y también los estímulos provenientes de las primeras neuronas cervicales (C1-C2). Por lo tanto, esta zona no constituye un simple lugar de paso para las señales sensitivas, sino que desempeña un papel importante en su procesamiento. Es así como en el núcleo del tracto espinal del trigémino se modula la señal nociceptiva, la que puede aumentar o disminuir la intensidad dolorosa, o bien interpretarse equivocadamente dando origen al dolor referido (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

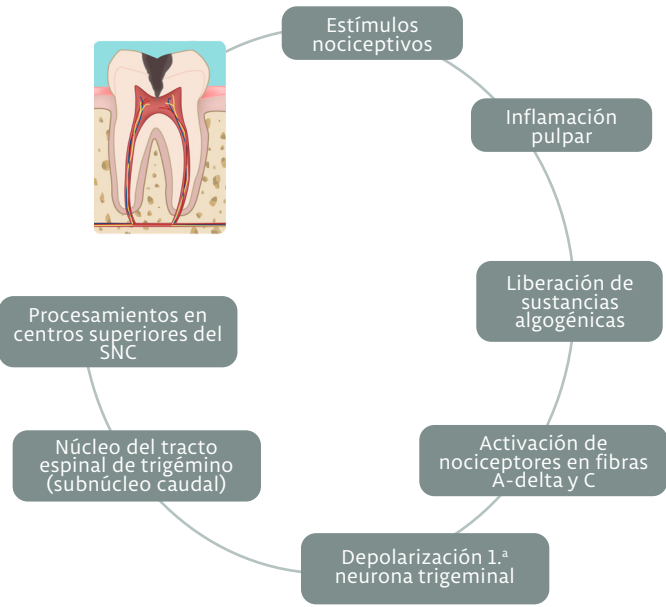


Figura 18.1. Transmisión del dolor odontogénico.

ANALGESIA EN EL DOLOR DENTAL AGUDO

En endodoncia, para contribuir a la analgesia se utiliza principalmente farmacoterapia que ayude a controlar el dolor. Los medicamentos analgésicos se definen como aquellos que tienen por objetivo principal el control y la disminución del dolor. Su administración altera el impulso doloroso en alguna de sus etapas de generación y/o propagación, ya sea a nivel central o periférico. Para cumplir este objetivo, existen dos grandes familias farmacológicas: los analgésicos menores no derivados del opio y los analgésicos mayores u opiáceos (Soares y Goldberg, 2003). Dentro de los analgésicos menores, encontramos los antiinflamatorios no esteroideos (AINE), que son los más utilizados en endodoncia, donde pocas veces es necesaria la indicación de analgésicos opiáceos. A continuación, se describen los principales fármacos utilizados para el control del dolor en endodoncia.

ANALGÉSICOS NO OPIÁCEOS O ANALGÉSICOS MENORES

Los analgésicos no opiáceos o menores están representados principalmente por la gran familia de los AINE y son los principales fármacos utilizados para controlar el dolor en endodoncia. Los AINE representan un variado grupo de moléculas que poseen un importante efecto analgésico, aunque también tienen efectos antiinflamatorios, antipiréticos y de inhibidor de la agregación plaquetaria (fig. 18.2). Administrados en dosis únicas o como terapia a corto plazo proveen una adecuada analgesia contra el dolor leve a moderado, mientras que el efecto antiinflamatorio se refleja en varios días e incluso semanas. Es así como la combinación de ambos efectos hace que estos fármacos sean particularmente útiles en el alivio sintomático del dolor y/o inflamación (Martindale, 1996). Los AINE inhiben la actividad de la enzima ciclooxigenasa (COX), lo que disminuye la formación de prostaglandinas y tromboxanos a partir del ácido araquidónico (fig. 18.3). La disminución en la síntesis de prostaglandinas (importantes en la generación del dolor, inflamación y fiebre, además de su actividad en diferentes tejidos) es la responsable de la mayoría de los efectos terapéuticos y adversos de los AINE (Martindale, 1996).

Efecto analgésico	Bloquea la generación periférica del impulso doloroso al inhibir la síntesis o acción de prostaglandinas y otras sustancias algogénicas.
Efecto antiinflamatorio	Disminuye la síntesis y/o acción de prostaglandinas y otros mediadores locales de la respuesta inflamatoria, reduciendo la migración leucocitaria, inhibición de la liberación/acción de enzimas lisosomales y modulando efectos celulares e inmunológicos en tejido conectivo mesenquimatoso.
Efecto antipirético	Actúa en el centro regulador de la temperatura a nivel hipotalámico produciendo vasodilatación periférica, resultando en un incremento del flujo sanguíneo a través de la piel y pérdida de calor. Probablemente este mecanismo se relaciona con la reducción de la actividad de prostaglandinas en el hipotálamo.
Efecto antiagregante plaquetario	Este efecto se debe a la acetilación irreversible de la ciclooxigenasa plaquetaria con menor formación de tromboxano A2. Su efecto antiagregante plaquetario es reversible excepto en la aspirina, donde prolonga el tiempo de sangrado.

Figura 18.2. Efectos de los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINE).

En endodoncia, se ha demostrado que los AINE son muy efectivos en el tratamiento del dolor de origen inflamatorio y que, en virtud de su capacidad de fijación a las proteínas plasmáticas, llegan efectivamente a los tejidos inflamados por extravasación de estos. Aunque clásicamente se creía que estos fármacos producían analgesia a través de mecanismos periféricos, en la actualidad se considera el sistema nervioso central como un lugar adicional de su acción. El dolor de origen pulpar tiene un gran componente inflamatorio, lo que determina una buena actividad y respuesta fisiológica a los tradicionales AINE (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

Por su parte, el paracetamol se expresa predominantemente en el sistema nervioso central (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), actuando sobre la COX-3, que es una variante de la COX-1. La introducción de los inhibidores de la COX-2 ofrece la posibilidad de contar, por un lado, con las ventajas analgésicas y antiinflamatorias y, por otro, con una disminución de los efectos adversos de irritación gastrointestinal. Mientras que la COX-1 tiene características de enzima constitutiva y su actividad tiene que ver con la participación de las prostaglandinas y los tromboxanos en el control de funciones fisiológicas, la COX-2 tiene características de enzima inducible en determinadas células bajo circunstancias patológicas. Aquí vemos la participación de diversas citoquinas y mediadores de la inflamación COX-2, los que se encuentran mayormente en el tejido dañado o inflamado (Soares y Goldberg, 2003).

Los AINE tradicionales inhiben de manera no selectiva la actividad enzimática de las isoformas COX-1 y COX-2, pero en mayor medida de la COX-1, lo cual trae como consecuencia la aparición de efectos secundarios a nivel gastrointestinal, renal y de coagulación (Martindale, 1996). Los AINE selectivos de COX-2 presentan estos efectos adversos en menor medida, por lo que se eligen en pacientes con patologías gástricas, renales o hepáticas. Sin embargo, los inhibidores de la COX-2 también pueden provocar irritación gástrica en pacientes con una enfermedad gastrointestinal preexistente (fig. 18.3). Además, es importante tener presente el efecto secundario en pacientes con problemas de trombosis y patologías cardíacas (Soares y Goldberg, 2003).

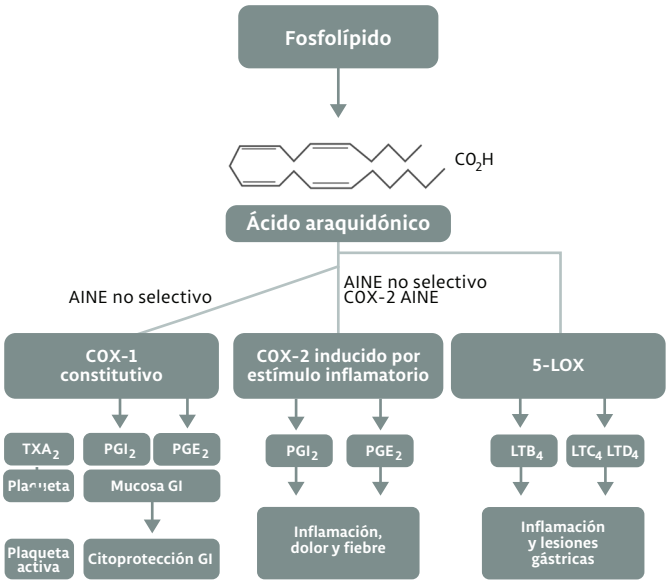


Figura 18.3. Mecanismo de acción de los AINE.

Los analgésicos menores pueden ser clasificados según su acción farmacológica, de la siguiente manera (Prieto y Castrillón, 2000):

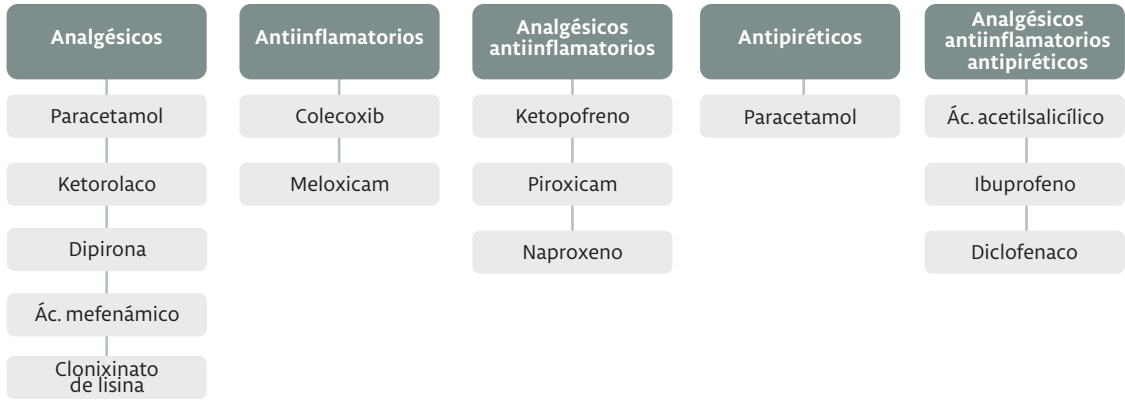


Figura 18.4. Clasificación de AINE según su acción farmacológica (Prieto y Castrillón, 2000).

Otro aspecto importante en los AINE y el paracetamol es el fenómeno de «techo analgésico». Esto significa que cada medicamento tiene su dosis máxima, más allá de la cual el fármaco no tendrá efecto terapéutico, sino, al contrario, solo aumentará sus efectos adversos. Los efectos adversos se asocian principalmente al sistema gastrointestinal, con una incidencia del

3 al 11%, y al sistema nervioso central, provocando mareos y cefalea entre el 1 y el 9% de los casos.

En la tabla 18.1 se destacan las principales características, dosis y algunas recomendaciones de los analgésicos menores más utilizados en endodoncia.

Fármaco	Acción	Grupo químico	Efecto sobre COX	Dosis	Irritación gástrica	Otras consideraciones
Paracetamol o actaminofenol	Excelente analgésico y antipirético, sin efecto antiinflamatorio y antiagregante plaquetario.	Derivado de acetanilida.	Inhibidor selectivo COX3.	Adulto: 1-2 g cada 6-8 horas (dosis máxima: 4 g/día). Niño: 20 mg/kg peso (dosis inicial) y 15 mg/kg cada 6 horas.	Escasa irritación gástrica.	Recomendado en niños, embarazadas y paciente con gastropatías. Precaución en sobredosis por necrosis hepática.
Dipirona o metamizol	Excelente analgésico y antipirético. Escasa acción antiinflamatoria. Leve acción antiespasmódica por relajación del músculo liso.	Derivado pirazilónico.	Inhibidor selectivo COX3.	Adulto: 300-324-500 mg cada 6 horas. Inyectable 1 g.	Escasa irritación gástrica.	Potencial depresor medular.
Ácido mefenámico	Predomina efecto analgésico. Acción antiespasmódica por relajación del músculo liso.	Derivado del ácido nacetil antranílico.	Inhibidor selectivo COX.	Adulto: 250-500 mg cada 6 horas.	Irritación gástrica, dolor epigástrico, náuseas o diarrea.	Buen analgésico posoperatorio.
Clonixinato de lisina	Excelente efecto analgésico.	Derivado del ácido nacetil antranílico.	Inhibidor no selectivo COX.	Adulto: 125 mg cada 6 horas. Inyectable 100 mg.	Irritación gástrica, dolor epigástrico, náuseas o diarrea.	Buen analgésico posoperatorio.
Ketorolaco	Potente analgésico, débil antiinflamatorio.	Derivado del ácido pirrolacético.	Inhibidor no selectivo COX.	Adulto: 10 mg cada 6 horas dosis máxima 50 mg/día, máximo 3 días. Inyectable 30 mg (dosis máxima 120 mg/día).	Potente irritante gástrico, con posibles hemorragias gástricas graves en tomas largas.	Uso de rescate. Dosis de 30 mg tiene efecto analgésico similar a 10 mg de morfina.
Meloxicam	Excelente antiinflamatorio (procesos agudos y crónicos), acción antirreumática	Derivado enólico.	Inhibidor preferencial COX2.	Adulto: 7,5 mg cada 12 horas o 15 mg cada 24 horas.	Menor irritación gástrica y menor daño renal comparado con otros AINE.	Contraindicado en pacientes con úlcera péptica activa, insuficiencia hepática o renal severa (sin diálisis). No administrar en niños, embarazadas o durante la lactancia.
Ibuprofeno	Buen efecto antiinflamatorio. Acción similar analgésica y antipirética.	Derivado del ácido propiónico.	Inhibidor no selectivo COX.	200-400-600 mg cada 6-8 horas.	Irritación gástrica.	Alta afinidad a proteínas plasmáticas.
Diclofenaco sódico	Acción similar analgésica, antipirética y antiinflamatoria.	Derivado del ácido fenilacético.	Inhibidor no selectivo COX.	50 mg cada 6 horas.	Irritación gástrica.	Alcanza buena concentración en líquido sinovial.

Tabla 18.1. Principales características de los analgésicos menores más utilizados en endodoncia.

ANALGÉSICOS OPIÁCEOS O ANALGÉSICOS MAYORES

Los opiáceos son analgésicos potentes usados en odontología a menudo en combinación con paracetamol, aspirina o ibuprofeno. La mayor parte de los opiáceos disponibles en clínica activan el receptor mu, localizado en diversas zonas importantes del cerebro. La activación conlleva una inhibición de la transmisión de señales nociceptivas desde el núcleo del tracto espinal del trigémino hasta las regiones cerebrales superiores. Estudios recientes indican que los opiáceos también provocan una activación de los receptores periféricos localizados en la pulpa dental (Marks y Hirsch,1998).

Dentro de los fármacos opiáceos más utilizados encontramos la morfina, el tramadol y la codeína. La morfina es un opiáceo potente agonista alfa 1. Es posible administrarlo por vía intravenosa, intramuscular (10 mg), oral (comprimidos 30 mg) y transdérmica (2.5 ug fentanilo/10 cm²). Se ha demostrado que la inyección intraligamentosa de morfina reduce significativamente el dolor tanto en los pacientes sometidos a endodoncia como en los que sufren otros estados dolorosos de origen inflamatorio. Por su parte, el tramadol y la codeína son opioides débiles. El tramadol se puede encontrar en gotas, cápsulas o ampollas de 50-100 mg, administrables de manera oral o parenteral. Es un agonista débil en receptores opioides e inhibe la recaptación de noradrenalina y serotonina. Entre las reacciones adversas más frecuentes encontramos vómitos, mareos, náuseas e hipotensión ortostática. La codeína es similar al tramadol y presenta una buena absorción gastrointestinal con poco riesgo de dependencia. Se utiliza como analgésico en dosis de 20-30 mg y también es posible encontrarla complementada con paracetamol (codeipar) (Prieto y Castrillón,2000).

Aunque los opiáceos son efectivos como analgésicos del dolor moderado e intenso, su utilización se encuentra limitada por los efectos adversos que pueden ocasionar, como náuseas, vómitos, mareos, somnolencia, depresión respiratoria y estreñimiento. Además, su consumo crónico se asocia a tolerancia y dependencia. Puesto que la dosis está limitada por estos efectos, en el manejo odontológico se administran por tiempos acotados y casi siempre en combinación con otros fármacos. Por lo tanto, es mejor utilizar un preparado combinado, que permita disminuir la dosis del opiáceo administrado y reducir la posible aparición de efectos adversos en el paciente (Prieto y Castrillón,2000). Se considera a menudo que la codeína es el prototipo de opiáceo a administrar por vía oral en combinación con otro fármaco (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011), aunque a veces es difícil encontrarlo en el mercado. Por su parte, la asociación de paracetamol con un opiode débil, como tramadol o codeína, combina dos sustancias con mecanismos de acción complementarios, lo que podría mejorar la analgesia y, al mismo tiempo, reducir los efectos adversos (Prieto y Castrillón,2000).

PROFILAXIS ANALGÉSICA EN ENDODONCIA

La administración preoperatoria de un AINE o analgésico permite una disminución en la intensidad del dolor y la inflamación, e incluso se ha visto que mejora el rendimiento de la anestesia. Esto permite retardar la iniciación del dolor posoperatorio y utilizar dosis menores para obtener el efecto máximo. En patologías como la pulpitis irreversible o periodontitis apicales sintomáticas, en las cuales el posoperatorio puede generar algún grado de dolor, se recomienda realizar un esquema profiláctico analgésico indicando la farmacoterapia idealmente veinticuatro horas antes de la intervención (Hargreaves, Cohen y Berman, 2011).

ELECCIÓN FARMACOLÓGICA EN ENDODONCIA

La elección de un determinado fármaco dependerá de múltiples factores, como la condición sistémica del paciente, la duración del tratamiento, el grado de dolor, y factores económicos y geográficos. Existen varias formas de clasificar el dolor que pueden contribuir a tomar decisiones terapéuticas, orientando el uso de distintas medidas farmacológicas. Entre

estas podemos categorizar el dolor según su intensidad. Para la valoración de la intensidad del dolor existen múltiples escalas que nos ayudan a objetivar el dolor. La más utilizada es la escala visual análoga (EVA), donde se valora la intensidad del dolor en una escala numérica de 0 a 10 puntos, donde 0 puntos es sin dolor y 10 puntos es el máximo de dolor que la persona ha percibido. En este sentido, también se pueden agrupar estos puntajes y categorizar el dolor en leve, moderado o severo.

Un dolor leve considera un puntaje de 1-3 en la EVA, un dolor moderado presenta un puntaje de 4-6 y un dolor severo considera puntajes de 7 o más. Estas categorías se pueden aplicar en el dolor dental o endodóntico, lo que también nos ayuda a tomar decisiones terapéuticas y/o realizar la elección de algún fármaco. A continuación, se describen algunas recomendaciones terapéuticas de acuerdo con el nivel de intensidad del dolor dental o endodóntico.

a) Dolor leve: sintomatología que puede ser originada por el diagnóstico pulpar inicial o una intervención endodóntica que genere irritación de los tejidos periapicales como, por ejemplo, una sobreinstrumentación. Se caracteriza por que el paciente no requiere fármacos para tolerarlo o se pueden utilizar analgésicos simples o AINE para su control (Hargreaves, Cohen y Berman,2011).

b) Dolor moderado: puede ser originado por una patología dental o una intervención endodóntica que genere irritación de los tejidos periapicales, como sobreinstrumentación, sobreextensión del material obturador, dolor postratamiento, etc. Los medicamentos de elección para estos casos son AINE, que se caracterizan por su acción analgésica, antiinflamatoria, antipirética y de antiagregante plaquetario mediante inhibición de la ciclooxigenasa (COX-2) (Bobbio-Abad, Gherzi-Miranda y Hernández-Añaños,2011).

c) Dolor severo: causado por una patología endodóntica aguda. En estos casos, la solución del cuadro se realiza en primera instancia a través de la terapia endodóntica que logre una correcta apertura cameral y/o exéresis pulpar (Bobbio-Abad, Gherzi-Miranda y Hernández-Añaños, 2011). Luego de realizado el tratamiento inicial se debe reevaluar la intensidad del dolor.

En conclusión, es importante conocer las características de cada fármaco y contrastarlo con la condición sistémica del paciente, duración del tratamiento, grado de dolor, y factores económicos y geográficos (fig. 18.4). Es importante considerar estos factores antes de recetar un medicamento, ya que frente a los distintos grados de sintomatología existen diversos medicamentos que podemos indicar, lo que se basará en los puntos mencionados. No hay que olvidar que estos fármacos son un complemento al tratamiento endodóntico y su prescripción dependerá principalmente del grado de dolor que manifieste el paciente.

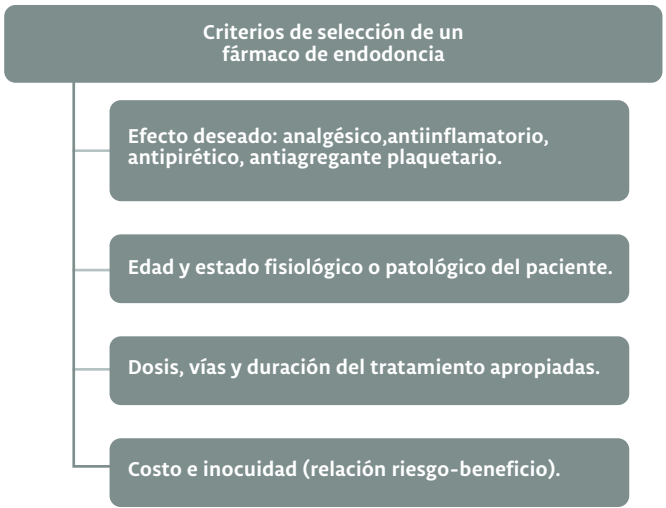


Figura 18.5. Criterios de selección farmacológica en endodoncia.

MANEJO ANALGÉSICO DE PACIENTES CON ALTERACIONES SISTÉMICAS

Dentro de las patologías crónicas más prevalentes se encuentran la diabetes y la hipertensión, que en algunas ocasiones pueden ir combinadas. En general, los pacientes diabéticos con su enfermedad bien controlada pueden recibir todos los tratamientos odontológicos que necesiten sin que haya que modificar los protocolos de atención, pero es importante tener en cuenta algunas consideraciones. El control del dolor en el paciente diabético es muy importante, ya que se ha comprobado que el estrés agudo aumenta la liberación de adrenalina y la eliminación de glucocorticoides, y disminuye la secreción de insulina. Todas estas alteraciones provocan un incremento de la glucosa sanguínea y de ácidos grasos libres que puede descompensar a un diabético (San Martín, Hampel y Villanueva, 2001). Respecto del uso de analgésicos, los salicilatos pueden incrementar la secreción de insulina y, por consiguiente, potenciar el efecto de las sulfonilureas, provocando una hipoglucemia. Por lo tanto, la aspirina debe ser evitada en pacientes con diabetes. Los analgésicos recomendados para estos pacientes son paracetamol o paracetamol + un opiode débil (tramadol o codeína) (Marks y Hirsch, 1998). En pacientes cuya enfermedad no esté controlada, se recomienda no realizar ningún procedimiento odontológico (Marks y Hirsch, 1998; Cardozo y Pardi, 2003). Entre los motivos para esta decisión se encuentra que los pacientes diabéticos mal controlados pueden tener problemas de cicatrización, además de un mayor riesgo de infecciones posoperatorias por diversas causas, entre las que la enfermedad macrovascular y la disfunción microvascular pueden comprometer la circulación local atrasando la respuesta a la infección (Cardozo y Pardi, 2003).

Por otra parte, en pacientes hipertensos es fundamental manejar correctamente el estrés, estableciendo una relación de confianza. El estrés puede generar una disminución en la liberación de catecolaminas, produciendo vasoconstricción y aumentando la presión arterial del paciente. En algunos casos, se pueden tomar medidas anexas en la atención odontológica, como la premedicación con benzodiacepinas, el uso de óxido nitroso o la realización de cambios graduales de posición, para evitar hipotensión ortostática (Curhan et al., 2002). Existe una fuerte correlación entre el consumo de AINE y la hipertensión arterial, aunque no todos los AINE tienen la misma capacidad de incrementar la tensión de las arterias. El naproxeno, el piroxicam y la indometacina parecen tener efectos hipertensivos moderados a corto plazo, especialmente en pacientes con elevación previa de la tensión arterial, mientras que otros AINE, como el ibuprofeno y la aspirina, no parecen afectarla sustancialmente (González-Juanatey et al., 2006). El principal mecanismo por el que los AINE incrementan la presión arterial está en relación con la inhibición de la síntesis de prostaglandinas, lo que produce un aumento en la reabsorción de sodio y la retención de agua. Por un mecanismo similar, los AINE interaccionan con todos los antihipertensivos que basan su mecanismo de acción en un incremento de las prostaglandinas vasodilatadoras, tales como los diuréticos de asa, las tiazidas, los betabloqueantes, los bloqueadores alfa-adrenérgicos y los inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina (IECA), por lo que su uso en pacientes diabéticos debe ser controlado. Si durante el tratamiento con un AINE se pierde el control de la presión arterial en un paciente que estaba previamente controlado, se debe considerar sustituir el AINE por paracetamol o un salsalato (AINE del grupo de los salicilatos indicado para el tratamiento del dolor leve o moderado), ya que estos medicamentos no inhiben la síntesis de prostaglandinas (San Martín, Hampel y Villanueva, 2001). Estas complicaciones pueden ser inducidas por cualquier tipo de AINE, incluidos los inhibidores selectivos de la COX-2. Pero son menos frecuentes con dosis bajas de aspirina u otros tipos de analgésicos como el paracetamol (Curhan et al., 2002).

En conclusión, en los pacientes hipertensos se debe tener cuidado al elegir los fármacos analgésicos, ya que todos pueden causar un aumento transitorio de la hipertensión; la mejor elección es paracetamol o algún salsalato, aunque el ibuprofeno a corto plazo también es recomendado (Curhan et al., 2002).

DOLOR AGUDO PERSISTENTE Y CRÓNICO POSENDODÓNTICO

En general, el dolor agudo persistente posterior al tratamiento endodóntico tiene una prevalencia variada del 10 al 65 % (Ng et al., 2004; Kane et al., 2000). Este dolor ocurre unas horas o días después del procedimiento odontológico. La etiología más frecuente es una exacerbación aguda de la patología pulpar y/o perirradicular asintomática después del inicio o continuación del tratamiento endodóntico (Ng et al., 2004; Glennon et al., 2004). Esto se conoce como brote o *flare up* endodóntico, el cual tiene una incidencia del 8 % (Tsesis et al., 2008; Sadaf y Ahmad, 2014). Su causa es multifactorial y están involucrados mecanismos mecánicos, microbiológicos y químicos que afectan a la pulpa o tejido periapical (Haroutiunian et al., 2013).

Posibles causas de <i>flare up</i> endodóntico
Mantención de la infección
Preparación endodóntica o instrumentación más allá del extremo apical del canal pulpar
Extirpación pulpar incompleta
Perforación del canal o furca del diente
Extensión del material de obturación más allá del ápice del diente
Material de obturación de la cámara pulpar que resulte en hiperoclusión dental
Algunos irritantes químicos
Micoorganismos como <i>F. nucleatum</i> , algunas especies de <i>Prevotella</i> y <i>Porphyromonas</i>

Tabla 18.2. Principales causas reportadas de *flare up* endodóntico.

Nuevamente, es importante considerar todas las posibles causas y realizar un correcto diagnóstico presuntivo de la etiología más probable del dolor agudo posendodóntico. Para su manejo se puede indicar la terapia analgésica/ antiinflamatoria convencional mencionada previamente, pero también se han visto buenos resultados con el uso de corticoides (Shamszadeh et al., 2018). En los casos que corresponda, es posible indicar el uso de antibióticos como terapia coadyuvante (Matthews, Sutherland y Basrani, 2003; Aminoshariae y Kulild, 2016). De igual forma, es importante considerar la necesidad de realizar un retratamiento, cirugía apical o un ajuste oclusal en el caso de hiperoclusión (Hargreaves, 2015; Nguyen et al., 2020). En este sentido, la pesquisa temprana del dolor agudo posendodóntico será la clave para evitar su cronificación. Debido a esto es de gran importancia un adecuado periodo de seguimiento del tratamiento endodóntico, valorando en el examen clínico la posibilidad de algún daño nervioso que genere sintomatología neuropática (fig. 18.6). En los casos de dolor durante el procedimiento endodóntico o dientes con ápices cercanos a la emergencia de algún nervio, se debe prestar mayor atención.

Síntomas neuropáticos positivos	Síntomas neuropáticos negativos
- Disestesia o parestesia - Dolor eléctrico o quemante - Alodinia - Hiperalgnesia - Hiperestesia	- Anestesia o entumecimiento - Analgesia - Hipoestesia - Hipoalgnesia

Figura 18.6. Síntomas positivos o negativos de neuropatía.

Por otro lado, es posible identificar un tipo de dolor posendodóntico que persiste más allá del periodo normal de reparación de los tejidos somáticos y que afectaría a los tejidos neurales. Es importante reconocer que el tratamiento endodóntico representa una lesión importante para los tejidos nerviosos del diente, donde se realiza una extirpación del tejido pulpar, incluidas las fibras nerviosas presentes. En general, los mecanismos fisiológicos de reparación de los tejidos permiten la resolución del cuadro endodóntico y la sintomatología dolorosa, pero en algunos casos se ha reportado la presencia de un dolor neuropático como secuela. Este dolor es conocido a través de distintos nombres, como odontalgia atípica, diente fantasma, anestesia dolorosa o, más recientemente, dolor neuropático trigeminal postraumático (DNTPT) (ICOP, 2020; Nguyen et al., 2020; Scholz et al., 2019).

Es posible encontrar los criterios diagnósticos de la clasificación del dolor orofacial en la figura 18.7 donde el trauma de una estructura nerviosa es la etiología común (ICOP, 2020). En este caso, el DNTPT asociado a endodoncia puede tener sus causas en una inflamación, infección o irritación del tejido extrarradicular, medicación u obturaciones radicales que traspasen el foramen apical, daño o lesión directa del nervio por una anestesia traumática o el procedimiento endodóntico por sí solo (Von Ohle y ElAyouti, 2010; Devine et al., 2018). Estas lesiones fomentarán la inflamación del tejido neural restante o adyacente y propiciarán inicialmente una sensibilización periférica. Si esto se mantiene, se pueden generar cambios fenotípicos en las neuronas y sobreexcitar a la segunda neurona trigeminal, produciéndose una sensibilización central, la cual es responsable de alodinia e hiperalgesia (fig. 18.6). Desde este momento, la sintomatología dolorosa cambia y es posible encontrar un dolor eléctrico o quemante, que sigue al dermatoma relacionado con el diente tratado.

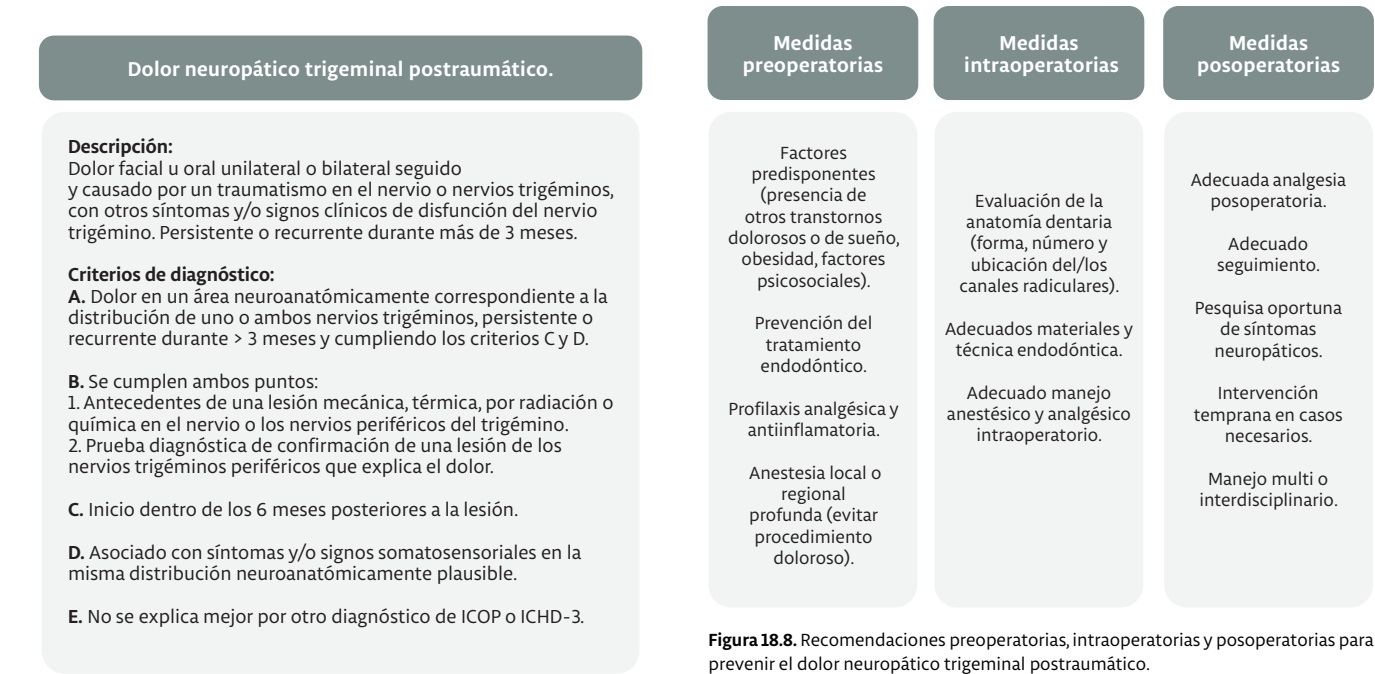


Figura 18.7. Descripción y criterios diagnósticos del dolor neuropático trigeminal postraumático.

El diagnóstico temprano de un DNTPT es primordial en el pronóstico y manejo de la situación. Mientras más oportuno sea el diagnóstico, mejor será el pronóstico, el que siempre debe ser reservado. El manejo del DNTPT es complejo y debe ser multidisciplinario, además de que requiere educar al paciente sobre su condición y no generar falsas expectativas. Dentro de las opciones terapéuticas encontramos la farmacoterapia, medidas complementarias no farmacológicas e intervenciones quirúrgicas. La

más utilizada es la farmacoterapia (Baron, Binder y Wasner, 2010), que se asemeja al manejo de una neuropatía trigeminal, por lo que no siempre es posible lograr una completa remisión de la sintomatología. El uso de antidepresivos tricíclicos, antidepresivos inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina y noradrenalina (IRSN), y antiepilépticos como la gabapentina o pregabalina son los fármacos de primera línea para el manejo del DNTPT (Finnerup et al., 2015; Attal et al., 2010). Es frecuente que se utilicen de manera combinada o asociados a opioides débiles. También es frecuente el uso de medicación tópica, como los parches o cremas/geles de lidocaína, capsaicina o AINE. De igual forma, se han desarrollado presentaciones tópicas que combinan distintos fármacos, como ketamina, carbamazepina, clonidina y todos los fármacos anteriormente mencionados. Esta presentación tópica disminuye los efectos adversos de los fármacos (Heir et al., 2008) y es posible utilizarla de manera extraoral o intraoral, dependiendo de la ubicación de la sintomatología.

Respecto de las medidas complementarias no farmacológicas, siempre lo más importante es la educación del paciente y el acompañamiento psicológico, debido a la complejidad del cuadro doloroso. Por último, se pueden mencionar algunas alternativas quirúrgicas que incluyen la remoción del material de obturación o la exodoncia. Sin embargo, estas son muy poco indicadas, debido a que es posible aumentar el daño generado y, por lo tanto, aumentar el dolor. Siempre que el dolor tenga una data mayor a treinta horas, se debe optar por un tratamiento conservador, evitando así empeorar el cuadro clínico.

Existen algunas recomendaciones que ayudan a prevenir la generación de un DNTPT. Entre estas encontramos las medidas preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias, las que se resumen en la figura 18.8.

Figura 18.8. Recomendaciones preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias para prevenir el dolor neuropático trigeminal postraumático.

Bibliografía

Aminoshariae, A. y Kulild, J. C. (2016). Evidence-based recommendations for antibiotic usage to treat endodontic infections and pain: a systematic review of randomized controlled trials. *The Journal of the American Dental Association*, 147(3), 186-191.
Attal, N., Cruccu, G., Baron, R., Haanpää, M., Hansson, P., Jensen, T. S. y Nurmikko, T. (2010). European Federation of Neurological Societies. EFNS guidelines on the pharmacological treatment of neuropathic pain: 2010 revision. *European Journal of Neurology*, 17(9), 1113-e1188.

Baron, R., Binder, A. y Wasner, G. (2010). Neuropathic pain: diagnosis, pathophysiological mechanisms, and treatment. *The Lancet Neurology*, 9(8), 807-819.

Benoliel, R., Zadik, Y., Eliav, E. y Sharav, Y. (2012). Peripheral painful traumatic trigeminal neuropathy: clinical features in 91 cases and proposal of novel diagnostic criteria. *The Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 26(1), 49-58.

Bobbio-Abad, S., Ghersi-Miranda, H. D. y Hernández-Añaños, J. F. (2011). Manejo farmacológico coadyuvante al tratamiento endodóntico. *Revista Estomatológica Herediana*, 21(1), 110-115.

Cardozo, E. y Pardi, G. (2003). Consideraciones a tomar en cuenta en el manejo odontológico del paciente con diabetes mellitus. *Acta Odontológica Venezolana*, 41(1), 63-66.

Curhan, G. C., Willett, W. C., Rosner, B. y Stampfer, M. J. (2002). Frequency of analgesic use and risk of hypertension in younger women. *Archives of Internal Medicine*, 162(19), 2204-2208.

Devine, M., Hirani, M., Durham, J., Nixdorf, D. R. y Renton T. (2018). Identifying criteria for diagnosis of posttraumatic pain and altered sensation of the maxillary and mandibular branches of the trigeminal nerve: a systematic review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 125(6), 526-540.

Finnerup, N. B., Attal, N., Haroutounian, S., McNicol, E., Baron, R., Dworkin, R. H., Gilron, I., Haanpää, M., Hansson, P., Jensen, T. S., Kamerman, P. R., Lund, K., Moore, A., Raja, S. N., Rice, A. S., Rowbotham, M., Sena, E., Siddall, P., Smith, B. H. y Wallace, M. (2015). Pharmacotherapy for neuropathic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology*, 14(2), 162-173.

Glennon, J. P., Ng, Y. L., Setchell, D. J. y Gulabivala, K. (2004). Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 37(1), 29-37.

González-Juanatey, J. R., Rivera, J., Sánchez, R. G., Reviriego, B. y Casimiro, C. (2006). Efecto del tratamiento con AINE sobre la presión arterial en pacientes hipertensos con riesgo cardiovascular elevado. *Anales de Medicina Interna*, 23(9), 420-427.

Hargreaves, K., Cohen, S. y Berman, L. (2011). *Vías de la pulpa* (10.ª edición). Elsevier.

Heir, G., Karolchek, S., Kalladka, M., Vishwanath, A., Gomes, J., Khatri, R., Nasri, C., Eliav, E. y Ananthan, S. (2008). Use of topical medication in orofacial neuropathic pain: a retrospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 105(4), 466-469.

Haroutiunian, S., Nikolajsen, L., Finnerup, N. B. y Jensen, T. S. (2013). The neuropathic component in persistent postsurgical pain: a systematic literature review. *Pain*, 154(1), 95-102.

Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) (2018). The International Classification of Headache Disorders (3rd edition). *Cephalalgia*, 38(1), 1-211.

Kane, A. W., Toure, B., Sarr, M., Faye, B. (2000). Pain in intracanal treatment. A clinical study apropos of 150 cases. *Odonto-stomatologie tropicale*, 23(90), 5-10.

Hargreaves, K. y Berman, L. (2015). *Cohen's Pathways of the Pulp* (11.ª edición). Elsevier.

López-López, J., Estrugo-Devesa, A., Jané-Salas, E. y Segura-Egea, J. J. (2012). Inferior alveolar nerve injury resulting from overextension of an endodontic sealer: non-surgical management using the GABA analogue pregabalin. *International Endodontic Journal*, 45(1), 98-104.

Marks, J. E. y Hirsch, I. B. (1998). Surgery and diabetes. En R. A. Deforms (ed.), *Current management of diabetes mellitus*. Mosby Year Book.

Martindale, W. (1996). *The Extra Pharmacopoeia* (31.ª edición). Royal Pharmaceutical Society.

Matthews, D. C., Sutherland, S. y Basrani, B. (2003). Emergency management of acute apical abscesses in the permanent dentition: a systematic review of the literature. *Journal of the Canadian Dental Association*, 69(10), 660.

Ng, Y. L., Glennon, J. P., Setchell, D. J. y Gulabivala, K. (2004). Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 37(6), 381-391.

Nguyen, D., Nagendrababu, V., Pulikkotil, S. J. y Rossi-Fedele, G. (2020). Effect of occlusal reduction on postendodontic pain: a systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Australian Endodontic Journal*, 46(2), 282-294.

Prieto, C. y Castrillón E. (2000). Problemas de uso de los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) en pacientes con patología crónica asociada. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, 24(4), 85-91.

Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T. y Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>

Renton, T. (2011). Dental (odontogenic) pain. *Reviews in Pain*, 5(1), 2-7.

Sadaf, D. y Ahmad, M. Z. (2014). Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *International Journal of Biomedical Science*, 10(4), 243-247.

San Martín, C., Hampel, H. y Villanueva, J. (2001). Manejo Odontológico del paciente hipertenso. *Revista Dental de Chile*, 92(2), 34-40.

Shamszadeh, S., Shirvani, A., Eghbal, M. J. y Asgary, S. (2018). Efficacy of corticosteroids on postoperative endodontic pain: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1057-1065.

Scholz, J., Finnerup, N. B., Attal, N. y Treed, R. D. (2019). The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic neuropathic pain. *Pain*, 160(1), 53-59.

Singh, P. K. (2010). Root canal complications: 'the hypochlorite accident'. *SADJ: Journal of the South African Dental Association*, 65(9), 416-419.

Soares, I. y Goldberg, F. (2003). *Endodoncia. Técnica y fundamentos* (1.ª edición). Editorial Médica Panamericana.

The Orofacial Pain Classification Committee. (2020). International Classification of Orofacial Pain (ICOP) (1st edition). *Cephalalgia*, 40(2), 129-221.

Tsesis, I., Faivishevsky, V., Fuss, Z. y Zukerman, O. (2008). Flare-ups after endodontic treatment: a metaanalysis of literature. *Journal of Endodontics*, 34(10), 1177-1181.

Von Ohle, C. y ElAyouti, A. (2010). Neurosensory impairment of the mental nerve as a sequel of periapical periodontitis: case report and review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 110(4), e84-89.

CONSIDERACIONES PREVIAS DE UN DIENTE ENDODÓNTICAMENTE TRATADO

Una vez realizado el tratamiento endodóntico se debe considerar que el diente ha sufrido algunos cambios estructurales, principalmente por deshidratación de la dentina en conjunto con la pérdida de estructura dentaria por caries, restauraciones previas o por la misma preparación del canal radicular y el acceso. En este sentido, un diente endodónticamente tratado requiere de una mayor planificación al momento de preparar el remanente dentario para su posterior restauración. Además, se debe considerar que existe una disminución de casi un 50 % en la propiocepción del diente endodonciado, lo que conlleva una menor sensibilidad a los estímulos mecánicos y, por lo tanto, un mayor riesgo de sobrecarga oclusal.

Las fuerzas aplicadas en la superficie oclusal de los dientes sanos son distribuidas de manera uniforme desde las cúspides y fosas hacia el área de soporte. En este sentido, el diente es considerado una estructura hueca, laminada y pretensada, pues las cargas se distribuyen de igual manera por toda la estructura y luego de deformarse vuelve a su forma original sin fracturarse. Recordemos que el esmalte tiene un comportamiento mecánico diferente a la dentina (Anusavice, 2003). El esmalte se comporta de manera muy similar a un vidrio, que es capaz de soportar grandes tensiones de compresión sin sufrir mayores deformaciones, pero es muy frágil a las tensiones en los casos en que no hay un medio de disipación de estas. El esmalte sufre una gran deformación elástica y una limitada deformación plástica (fig. 19.1).

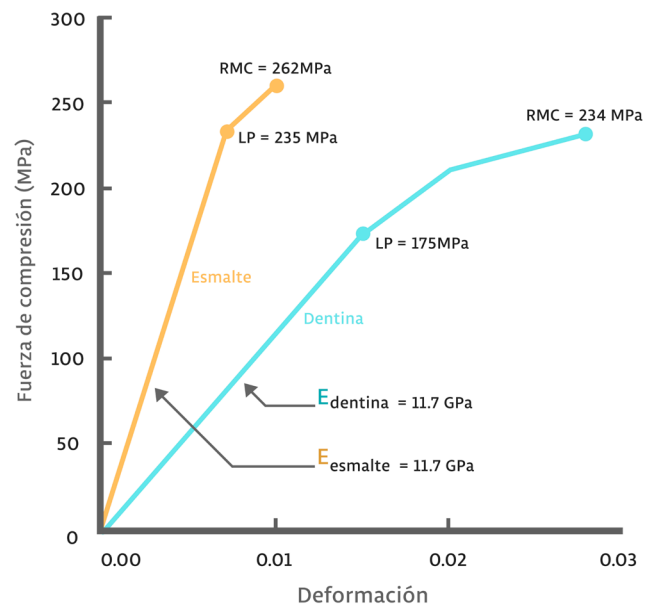


Figura 19.1. Diagrama de fuerza-deformación de esmalte y dentina bajo cargas de compresión (Anusavice, 2003).

Estudios han reportado valores para el módulo de elasticidad en el esmalte humano en un rango de entre 70 y 120 GPa, siendo este el mismo rango en el que se encuentran los módulos de elasticidad de materiales como el circonio (Zr = 95 GPa), el oro (Au = 77 GPa) y la plata (Ag = 76 GPa) (Rivera, Ossa y Arola, 2012). Sin embargo, si no existe un tejido debajo de él que sea capaz de deformarse plásticamente y distribuir de manera uniforme las cargas, el esmalte puede sufrir fractura.

Al contrario del esmalte, la dentina tiene un módulo elástico menor (20 GPa), pero una capacidad de deformación mayor (fig. 19.1), tanto elástica como plástica. Esto se debe a que su volumen se compone de aproximadamente un 50 % de contenido mineral; más de un 30 % de matriz orgánica, en su mayor parte colágeno tipo I, y el 20 % restante es fluido (LeGeros, 1990).

De esta manera, la pérdida de estructura dentaria por caries, restauraciones previas o las mismas preparaciones del canal radicular y acceso pueden impedir una distribución uniforme de las cargas en el tejido de soporte, concentrando áreas de tensión en ciertas regiones que producen más deformación en el tejido y, por lo tanto, un mayor riesgo de fractura (Pegoraro et al., 2013).

A medida que va aumentando el tamaño de la restauración, es importante considerar el debilitamiento consecuente (fig. 19.2).

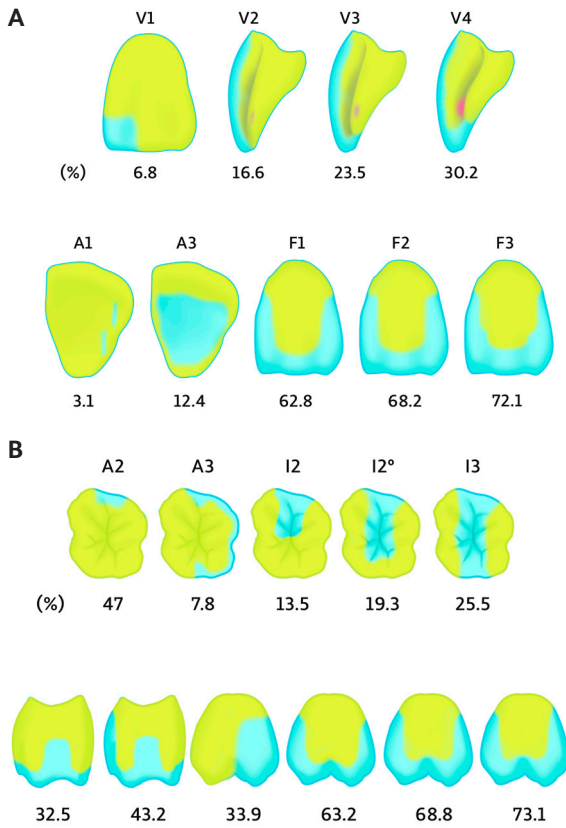


Figura 19.2. Porcentaje de pérdida de estructura dentaria en diferentes preparaciones. **A.** En dientes anteriores. **B.** En dientes posteriores (Edelhoff y Sorensen, 2002).

De esta manera, se puede deducir que al momento de la preparación endodóntica se debe considerar que a mayor pérdida de tejidos dentarios existirá un mayor riesgo de colapso estructural. Por lo tanto, el refuerzo más importante del diente tratado endodónticamente es la mantención de sus propios tejidos.

Cabe destacar que, antes de restaurar el diente endodónticamente tratado, se debe evaluar el estado de la endodoncia, indicando la necesidad de retratamiento solo en los casos en que se observe la formación de una lesión apical, exista sintomatología clínica o un inadecuado sellado a nivel coronario (Bertoldi, 2012). Otro factor no menos importante que debe ser considerado es el llamado «efecto férula», en que se busca mantener un anillo dentinario o férula alrededor de los 360° del diente, el cual minimizará el riesgo de fracturas, considerando una altura mínima de 1.5 mm e ideal 2 mm en toda su circunscripción (fig. 19.3).

Este remanente dentinario mejora la forma de retención y resistencia de la preparación ante fuerzas, y disminuye las tensiones en la interfase diente/cemento/poste, ya que absorbe las tensiones oclusales.



Figura 19.3. Remanente dentinario para lograr el efecto férula. Nótese al menos 2 mm de remanente.

SISTEMA DE ANLAJE INTRARRADICULAR O POSTES

Es importante destacar que el poste o perno radicular no se utiliza para reforzar el remanente dentario, sino que sirve como un dispositivo de anclaje, conectando la futura restauración con la porción radicular, y ayudando, en menor magnitud, en la transmisión de fuerzas oclusales. Incluso, el proceso de desobturación y preparación del canal para recibir el poste puede debilitar aún más el diente tratado endodónticamente por la pérdida de tejido dentario.

Existe una gran variedad de postes intrarradicales en el mercado (fig. 19.4), pero la elección debe recaer en un sistema que, asociado al cemento, proporcione al conjunto raíz/cemento/poste una estructura semejante a la de un monobloque o pieza única. Para esto, el cemento debe tener la capacidad de adherirse al poste y a la dentina, y los módulos elásticos de los tres deben ser semejantes entre sí.

Para preparar los canales y remover el material de obturación debe considerarse el largo y diámetro del poste. En relación con el largo, el poste debe ser igual o mayor al tamaño de la corona clínica (considerando incluso la reabsorción ósea) y/o dos tercios del largo total del canal, manteniendo 4 mm como mínimo de material obturador en la zona apical. Esto va a permitir una distribución uniforme de las fuerzas en el eje central del diente. En cuanto al diámetro, este no debe superar un tercio del ancho de la raíz y, en dientes anterosuperiores, debe considerar un mayor espesor en la superficie vestibular por la descomposición de la fuerza oclusal.

La forma del poste debe ser similar a la del canal (fig. 19.5), donde se procederá a cementar para evitar la pérdida de estructura dentinaria, y las paredes del poste deben ser lo más paralelas a las paredes dentinarias. Además, debe considerarse que la vía de inserción del poste debe ser igual a la del eje longitudinal del diente, siempre respetando el principio del efecto férula.



Figura 19.4. Variedad de postes de fibra que se encuentran en el mercado.

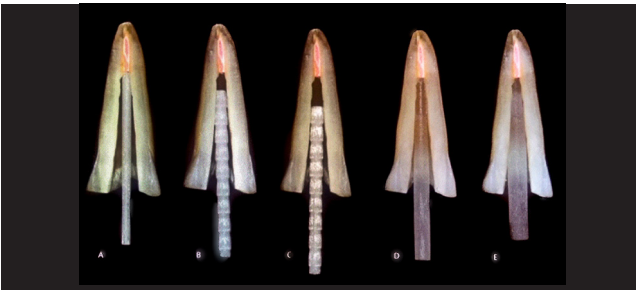


Figura 19.5. Adaptación del poste de fibra a la forma del canal (Muniz, 2015).

Algunos requisitos de los postes son:

- requerir una preparación mínima del canal radicular;
- ser biocompatibles y compatibles con la cementación de la restauración definitiva;
- reducir tensiones en la región radicular;
- ser estéticos y permitir la transmisión de la luz lo más próxima al diente;
- ser radiopacos;
- poseer un módulo elástico similar a la dentina;
- contar con una sencilla técnica de remoción.

Los postes metálicos poseen la desventaja de requerir una remoción innecesaria de tejido dentinario, junto con una gran diferencia del módulo elástico en comparación con la dentina (tabla 19.1; fig. 19.6).



Figura 19.6. Poste colado.

En la actualidad, el uso de postes de fibra de vidrio se ha ido masificando por una serie de ventajas:

- Son materiales con módulo elástico similar a la dentina, por lo que, de producirse una fractura, esta ocurre a nivel del poste y no llega a ser catastrófica a nivel dental (Ferrari, Vichi y García-Godoy, 2000; Malferrari, Monaco y Scotti, 2003). Además, este fragmento se puede remover y cementar inmediatamente un nuevo poste.
- Permiten una mayor conservación de tejido dentario en la preparación radicular que los postes metálicos colados, posibilitando su función de conexión con sistemas de menor calibre y conservando más dentina radicular. Los postes de fibra acompañan a la dentina en la flexión de los tejidos dentarios frente a las cargas oblicuas (Asmussen, Peutzfeldt y Heitmann, 1999).

- Pueden ser instalados en una misma sesión, a diferencia de los postes colados, evitando la provisionalización de canales parcialmente desobturados y su posible contaminación.
- Se pueden personalizar y adaptar según la forma del canal sin necesidad de mayores desgastes (fig. 19.7)
- No sufren corrosión ni generan tinciones en la encía y permiten un paso de luz bastante más favorable que los postes colados en restauraciones libres de metal (fig. 19.7).



Figura 19.7. Poste de fibra anatomizado o personalizado.

TEJIDO	MÓDULO DE ELASTICIDAD (GPa)
Dentina	18.6
Composite	22.2
Postes de fibra	45
Postes de zirconio	150
Postes de oro	99.3
Liga níquel-cromo	210

Tabla 19.1. Módulos de elasticidad de diferentes tejidos y materiales.



Figura 19.8. Reconstrucción de muñón con resina compuesta y un perno de fibra, que favorece el paso de la luz para la restauración final.



Figura 19.9. Restauración final en disilicato de litio (e. max).

RESTAURACIÓN DEL DIENTE ENDODÓNTICAMENTE TRATADO

La restauración del diente endodónticamente tratado se determina por el grado de destrucción de la corona y el tipo de diente a restaurar. Entre los factores que deben considerarse para su elección están:

1. Cantidad y calidad del remanente coronario: cantidad de cúspides con soporte dentinario, presencia o ausencia de esmalte sin sustento dentinario, espesor de las paredes, etc.

2. Ubicación del diente en la arcada: se sabe que un diente anterior recibe una menor magnitud de fuerzas, pero su componente de descomposición de las mismas es en el eje oblicuo, comparado con dientes posteriores que reciben fuerzas mayores, pero se distribuyen en un eje axial.

En los casos de prótesis fija, cuando la pérdida de la estructura dentaria es igual o menor al 50 % de la estructura coronaria, es necesaria la confección de núcleos o muñones de relleno con o sin retención intrarradicular. Los núcleos de relleno y la estructura remanente son dependientes, es decir, ambos son responsables y contribuyen a la integridad estructural del diente (Pegoraro et al., 2013). Los materiales utilizados para confeccionar los núcleos de relleno deben presentar las siguientes características: ser biocompatibles; no sufrir corrosión; presentar adhesión; ser compatibles con los postes; ser estables dimensionalmente; tener módulo elástico compatible con la dentina; ser resistentes a la compresión, tracción y corte; contar con un tiempo de trabajo adecuado; ser reparables, y tener un costo accesible y una estética aceptable. Es por esto que se prefiere la utilización de resina compuesta para la reconstrucción de muñones.

Por otro lado, cuando la pérdida es igual o mayor al 50 % y hay dos o menos cúspides remanentes, es necesaria la utilización de algún sistema de anclaje o retenedores intrarradicales.

INDICACIÓN DE RESTAURACIÓN

Sin duda, existen numerosas alternativas restauradoras para dientes endodónticamente tratados. Actualmente, los materiales de elección son las resinas indirectas y las cerámicas adhesivas, ambas con gran potencial de adhesión al remanente de la estructura dentaria. Podemos señalar que hoy en día, en dientes que se rehabilitan con restauraciones indirectas, el material más usado y que tiene cada vez mejores propiedades son las cerámicas, especialmente aquellas que, como las feldespáticas o las vitrocerámicas, pueden lograr una adhesión al remanente dentario formando un monobloque o cuerpo único. Así, las coronas metal-cerámicas sobre dientes son cada vez menos utilizadas y conservan indicaciones bastante limitadas.

En varios casos surge la duda sobre con qué tratamiento restaurar el diente. Hay diferentes posibilidades que van desde un *inlay* (fig. 19.10), *onlay* o corona $\frac{3}{4}$, hasta una corona periférica convencional. Siempre se debe tener en cuenta que el tratamiento debe ser conservador dentro de lo posible.

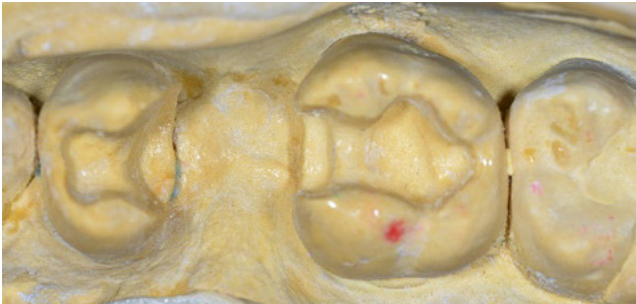


Figura 19.10. Cavidad conservadora para inlay.

A. Dientes anteriores: se sugiere la utilización de un poste radicular, ya que los movimientos protrusivos generarán fuerzas oblicuas de magnitudes considerables que, asociados a un borde incisal debilitado, requieren de un poste para contener de mejor forma el muñón. Por lo tanto, el tratamiento deberá ser en muchos casos una corona cerámica (fig. 19.11). Existen algunas excepciones, por ejemplo, en un diente anterior voluminoso, como un incisivo central que está íntegro excepto por el acceso endodóntico, o con alguna restauración proximal pequeña, se puede restaurar solo con resina compuesta.



Figura 19.11. Dientes anteriores rehabilitados con postes y restauraciones de cerámica pura.

B. Premolares: si el remanente dentario es menor a 2/3 del volumen coronario, se recomienda el uso de un poste intracoronario. En la mayoría de los casos debemos utilizar algún tipo de conector radicular para lograr contener de mejor forma la resina con la cual conformaremos el muñón mixto (diente-resina). Situaciones específicas pueden ser tratadas con *inlay* (cavidades intracoronarias, sin cubrir cúspides) o con *onlay* (cavidades con recubrimiento de una, varias o todas las cúspides) (figs. 19.12 y 19.17). En ambos casos podemos usar resinas indirectas o cerámicas, considerando que las resinas son de indicación más precisa en restauraciones intracoronarias tipo *inlay* y las cerámicas, en restauraciones más amplias y con cobertura de cúspides. Cuando se pierde gran integridad coronaria, o en cúspides muy socavadas con menos de 2 mm medidos desde la punta de la cúspide al borde de la cavidad, se recomienda incluir o realizar un recubrimiento de cúspides (figs. 19.13 y 19.14).



Figura 19.12. Cavidad y restauración tipo *onlay* en premolares.

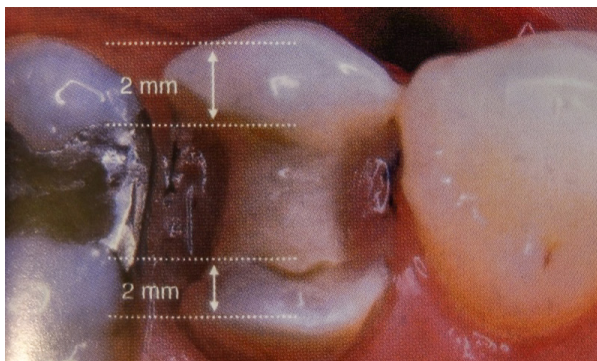


Figura 19.13. Distancia mínima de 2 mm para evaluar la cobertura cuspea (Hirata, 2012).



Figura 19.14. Preparación y restauración final de corona 1/2.

C. Molares: el uso de postes es cada vez menor, debido al gran volumen de tejido que poseen, donde el poste tiene poca o nula ayuda para sostener el muñón. Los procedimientos y las técnicas adhesivas mejoradas permiten integrar una resina compuesta para restaurar zonas socavadas y lograr conformar una preparación más expulsiva. Muchos casos se pueden tratar mediante *onlay* (fig. 19.15) o coronas 1/2 (figs. 19.16 y 19.17), dependiendo del grado de daño y severidad del caso. En estas últimas, aparte del recubrimiento de cúspides, se preparan las paredes vestibular y proximal, mientras que la pared palatina o lingual es cubierta, pero la terminación se encuentra en el tercio medio-oclusal.

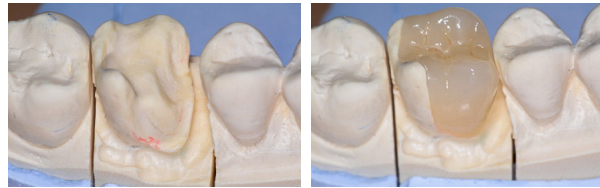


Figura 19.15. Cavidad y restauración tipo *onlay* en molares.



Figura 19.16. Vista distal de una corona 1/2. Nótese en vestibular la preparación cervical tipo Chamfer y en palatino la terminación recta en el tercio medio.



Figura 19.17. Coronas periféricas en premolares y *onlay* en molares.

D. Otros casos: cuando el diente endodónticamente tratado sea pilar de prótesis fija o removable también se recomienda la utilización de postes intrarradicales por las fuerzas de torsión que se producen sobre ellos.

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO REHABILITADOR EN DIENTES ENDODÓNTICAMENTE TRATADOS Y SEVERAMENTE COMPROMETIDOS

A. Alargamiento coronario: permite una mayor exposición de tejido sano, respetando la proporción coronoradicular mínima (1:1). Además, permite un refuerzo y aumento de la retención por la mayor cantidad de tejido dentinario expuesto y una localización correcta del margen de la restauración final sin invadir el ancho biológico (Ferrús et al., 2006) (fig. 19.18).

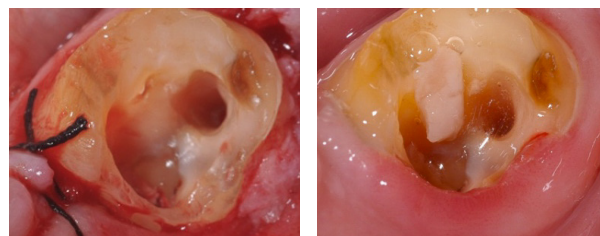


Figura 19.18. Alargamiento coronario de la región molar.

B. Extrusión ortodóncica: el proceso lento influye en la arquitectura de los tejidos blandos y duros, mientras que la extrusión rápida influye solo en los tejidos duros (fig. 19.19).

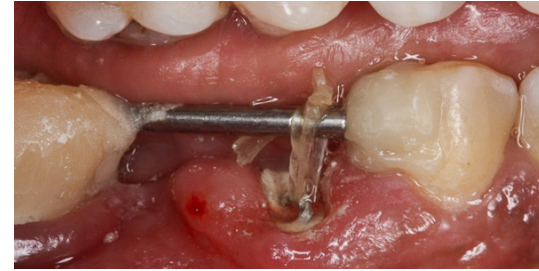


Figura 19.19. Extrusión ortodóncica lenta.

C. Hemisección radicular: está indicada en dientes con buena higiene y multirradiculares que no presenten más de una raíz comprometida, o en lesiones de furca tipo II y III. Es un tratamiento relativamente conservador y con una alta tasa de éxito (fig. 19.20).



Figura 19.20. Caso de resección radicular de raíces mesial y distal de pieza 3.6 y posterior rehabilitación ferulizada a dientes vecinos (Prabhu y Munshi, 1996).

D. Endocoronas: cuando se realiza un tratamiento endodóntico en molares con raíces cortas, obliteradas o dilaceradas, se puede indicar este tipo de tratamiento. Permite la recuperación funcional y estética de los molares con espacio interoclusal insuficiente. Es un procedimiento que depende tanto de la preparación de la cámara pulpar como de la adhesión entre el sustrato dentinario y la restauración. Está contraindicado en premolares, por el componente oblicuo que puede tener la fuerza ejercida en la superficie oclusal (fig. 19.21).

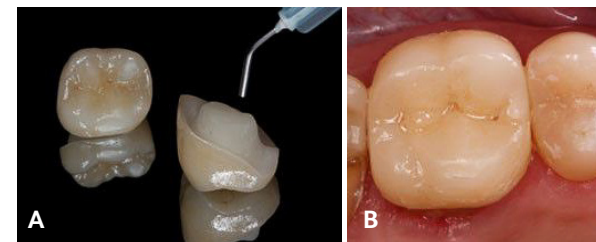


Figura 19.21. A. Aplicación de sistema adhesivo previa cementación de endocorona o endocrown. B. Cementación de la endocorona.

Para lograr el éxito de la restauración de un diente tratado endodónticamente es fundamental realizar una adecuada selección del tipo de poste, eliminar la menor cantidad posible de estructura dentaria y conseguir un buen efecto férula.

Bibliografía

Anusavice, K. J. (ed.) (2003). *Phillips' Science of Dental Material* (11.ª edición). Elsevier.

Asmussen, E., Peutzfeldt, A. y Heitmann, T. (1999). Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of Dentistry*, 27(4), 275-278

Bertoldi, A. (ed.) (2012). *Rehabilitación posendodóntica. Base racional y consideraciones estéticas* (1.ª edición). Panamericana.

Edelhoff, D. y Sorensen, J. A. (2002a). Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 22(3), 241-249.

Edelhoff, D. y Sorensen, J. A. (2002b). Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(5), 503-509.

Ferrari, M., Vichi, A. y García-Godoy, F. (2000). Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *American Journal of Dentistry*, 13, 15B-18B.

Ferrús Cruz, J., Echeverría Manau, A., Morante Mudarra, S., Vignoletti, F., Sanz Alonso, M. y Zabalegui, I. (2006). Alargamiento coronario: importancia clínica y técnicas. *Gaceta Dental*, 167, 62-73.

Hirata, R. (2012). *Tips. Claves en odontología estética* (1.ª edición). Panamericana.

LeGeros, R. Z. (1990). Chemical and crystallographic events in the caries process. *Journal of Dental Research*, 69, Spec No: 567-574; discussion 634-636.

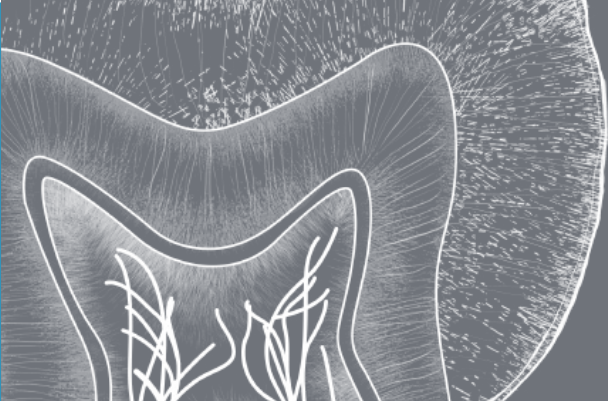
Malferrari, S., Monaco, C. y Scotti, R. (2003). Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *The International Journal of Prosthodontics*, 16(1), 39-44.

Muniz, L. (2015). *Reabilitação estética em dentes tratados endodonticamente* (1.ª edición). Santos.

Pegoraro, L. F., Lins, A., Araujo, C. R. P., Bonfante, G. y Conti, P. C. R. (eds.). (2013). *Prótese fixa: bases para o planejamento em reabilitação oral* (2.ª edición). Artes Médicas.

Prabhu, N. T. y Munshi, A. K. (1996). Hemisection of a permanent mandibular first molar: a treatment option for a vertically impacted second premolar. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 20(3), 233-235.

Rivera, C. A., Ossa, A. y Arola, D. (2012). Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental. *Revista Ingeniería Biomédica*, 6(12), 10-16.



Nuevas tecnologías aplicadas a la endodoncia

Pablo Betancourt Henríquez y Eulàlia Sans Serramitjana

1) Diagnóstico de patologías periapicales.

Los CBCT son más específicos y sensibles en el diagnóstico de patologías periapicales que las radiografías convencionales (Özen et al., 2009; Patel et al., 2009), sirven para localizar un diente afectado cuando los signos y síntomas son inconsistentes y permiten diagnosticar patologías de origen no odontogénicas (Patel et al., 2015). En presencia de una lesión apical el CBCT permite la evaluación precisa de sus dimensiones y extensión, así como su relación con las estructuras anatómicas adyacentes y la presencia de cualquier expansión o perforación del hueso cortical (Bornstein et al., 2012).

Lesiones periapicales de tamaño reducido que no pueden detectarse fácilmente con radiografía periapical sí pueden detectarse mediante CBCT, lo que tiene un impacto directo sobre el plan de tratamiento (Patel y Vincer, 2017).

2) Evaluación morfológica del diente.

Debido a la naturaleza bidimensional que ofrece la radiografía periapical, es probable que se subestime la verdadera complejidad morfológica del sistema de canales radiculares (Davies et al., 2016). Matherne et al. (2008) informaron que los endodoncistas en un 41 % de los casos no lograron identificar al menos un canal cuando evaluaron radiografías periapicales.

Una de las ventajas que da el uso del CBCT es que permite estudiar la anatomía interna del diente, número de canales radiculares, morfología de la raíz, grosor de las paredes dentinarias, y determinar la clasificación del sistema de canales radiculares (Betancourt et al., 2015). Un alto porcentaje de fracasos del tratamiento se debe a la imposibilidad de detectar la presencia y ubicación del canal mesiovestibular secundario (MV2), ubicado en la raíz mesiovestibular del primer y segundo molar maxilar, lo que impide realizar una completa preparación quimiomecánica y obturación. Su localización en la práctica clínica es muy compleja, debido al exceso de dentina depositada en la entrada del canal y a la dificultad para acceder visualmente a los molares maxilares (Betancourt et al., 2016). Abuabara et al. (2013) informaron que solo el 8 % de los canales MV2 se identificaron mediante radiografía periapical, mientras que con CBCT los canales MB2 se identificaron en el 54 % de los casos. En un estudio realizado en una subpoblación chilena con una muestra de 1100 molares maxilares, Betancourt et al. (2015) reportaron una prevalencia de un 69.82 % del canal MV2 en el primer molar maxilar, mientras que en el segundo molar maxilar se reportó un 46.91 %. El CBCT, además de identificar la presencia del canal MV2, también permite su localización geométrica. Betancourt et al. (2015) propusieron una técnica de localización tomando como referencia el punto central del canal mesiovestibular y el punto central del canal palatino (fig. 20.1).

APLICACIONES DEL CBCT EN ENDODONCIA

El uso del CBCT en endodoncia ha ido en aumento rápidamente en todo el mundo, ya que, a diferencia de los métodos radiográficos tradicionales que obtienen una imagen bidimensional, el CBCT es un método de imagen tridimensional que ofrece la posibilidad de ver un diente o dientes individuales en los tres planos del espacio. Por lo tanto, el CBCT es una herramienta poderosa en el diagnóstico endodóntico, la planificación del tratamiento y el seguimiento del caso, lo que detallaremos a continuación.

Una de las ventajas que da el uso del CBCT es que permite estudiar la anatomía interna del diente, número de canales radiculares, morfología de la raíz, grosor de las paredes dentinarias, y determinar la clasificación del sistema de canales radiculares (Betancourt et al., 2015). Un alto porcentaje de fracasos del tratamiento se debe a la imposibilidad de detectar la presencia y ubicación del canal mesiovestibular secundario (MV2), ubicado en la raíz mesiovestibular del primer y segundo molar maxilar, lo que impide realizar una completa preparación quimiomecánica y obturación. Su localización en la práctica clínica es muy compleja, debido al exceso de dentina depositada en la entrada del canal y a la dificultad para acceder visualmente a los molares maxilares (Betancourt et al., 2016). Abuabara et al. (2013) informaron que solo el 8 % de los canales MV2 se identificaron mediante radiografía periapical, mientras que con CBCT los canales MB2 se identificaron en el 54 % de los casos. En un estudio realizado en una subpoblación chilena con una muestra de 1100 molares maxilares, Betancourt et al. (2015) reportaron una prevalencia de un 69.82 % del canal MV2 en el primer molar maxilar, mientras que en el segundo molar maxilar se reportó un 46.91 %. El CBCT, además de identificar la presencia del canal MV2, también permite su localización geométrica. Betancourt et al. (2015) propusieron una técnica de localización tomando como referencia el punto central del canal mesiovestibular y el punto central del canal palatino (fig. 20.1).

Debido a la naturaleza bidimensional que ofrece la radiografía periapical, es probable que se subestime la verdadera complejidad morfológica del sistema de canales radiculares (Davies et al., 2016). Matherne et al. (2008) informaron que los endodoncistas en un 41 % de los casos no lograron identificar al menos un canal cuando evaluaron radiografías periapicales.

Una de las ventajas que da el uso del CBCT es que permite estudiar la anatomía interna del diente, número de canales radiculares, morfología de la raíz, grosor de las paredes dentinarias, y determinar la clasificación del sistema de canales radiculares (Betancourt et al., 2015). Un alto porcentaje de fracasos del tratamiento se debe a la imposibilidad de detectar la presencia y ubicación del canal mesiovestibular secundario (MV2), ubicado en la raíz mesiovestibular del primer y segundo molar maxilar, lo que impide realizar una completa preparación quimiomecánica y obturación. Su localización en la práctica clínica es muy compleja, debido al exceso de dentina depositada en la entrada del canal y a la dificultad para acceder visualmente a los molares maxilares (Betancourt et al., 2016). Abuabara et al. (2013) informaron que solo el 8 % de los canales MV2 se identificaron mediante radiografía periapical, mientras que con CBCT los canales MB2 se identificaron en el 54 % de los casos. En un estudio realizado en una subpoblación chilena con una muestra de 1100 molares maxilares, Betancourt et al. (2015) reportaron una prevalencia de un 69.82 % del canal MV2 en el primer molar maxilar, mientras que en el segundo molar maxilar se reportó un 46.91 %. El CBCT, además de identificar la presencia del canal MV2, también permite su localización geométrica. Betancourt et al. (2015) propusieron una técnica de localización tomando como referencia el punto central del canal mesiovestibular y el punto central del canal palatino (fig. 20.1).

Un alto porcentaje de fracasos del tratamiento se debe a la imposibilidad de detectar la presencia y ubicación del canal mesiovestibular secundario (MV2), ubicado en la raíz mesiovestibular del primer y segundo molar maxilar, lo que impide realizar una completa preparación quimiomecánica y obturación. Su localización en la práctica clínica es muy compleja, debido al exceso de dentina depositada en la entrada del canal y a la dificultad para acceder visualmente a los molares maxilares (Betancourt et al., 2016). Abuabara et al. (2013) informaron que solo el 8 % de los canales MV2 se identificaron mediante radiografía periapical, mientras que con CBCT los canales MB2 se identificaron en el 54 % de los casos. En un estudio realizado en una subpoblación chilena con una muestra de 1100 molares maxilares, Betancourt et al. (2015) reportaron una prevalencia de un 69.82 % del canal MV2 en el primer molar maxilar, mientras que en el segundo molar maxilar se reportó un 46.91 %. El CBCT, además de identificar la presencia del canal MV2, también permite su localización geométrica. Betancourt et al. (2015) propusieron una técnica de localización tomando como referencia el punto central del canal mesiovestibular y el punto central del canal palatino (fig. 20.1).

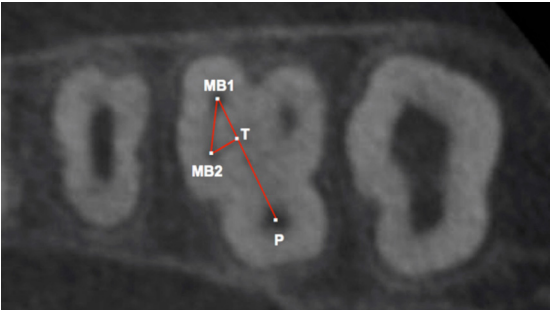


Figura 20.1. Detección y localización del canal MV2 en la raíz mesiovestibular del primer molar maxilar (Betancourt, Navarro y Fuentes, 2017).

Por otra parte, diversos estudios han demostrado significativas ventajas al utilizar exámenes CBCT para identificar raíces supernumerarias (Tu et al., 2009; Betancourt y Fuentes, 2016; Matus y Betancourt, 2018), tal como se observa en las figuras 21.2, 21.3 y 21.4.

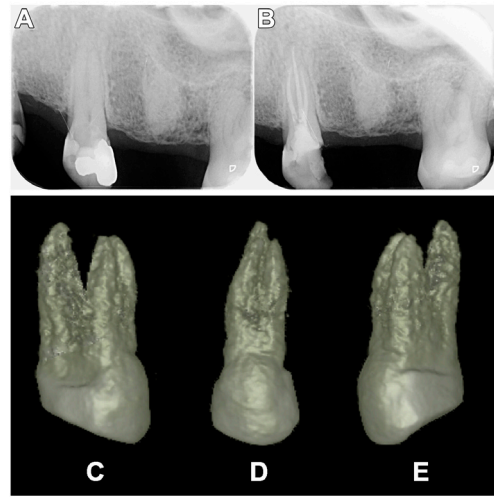


Figura 20.2. A-B. Imagen de segundo premolar maxilar de tres raíces. C-E. Radiografía periapical (Matus, Garay y Betancourt, 2017).

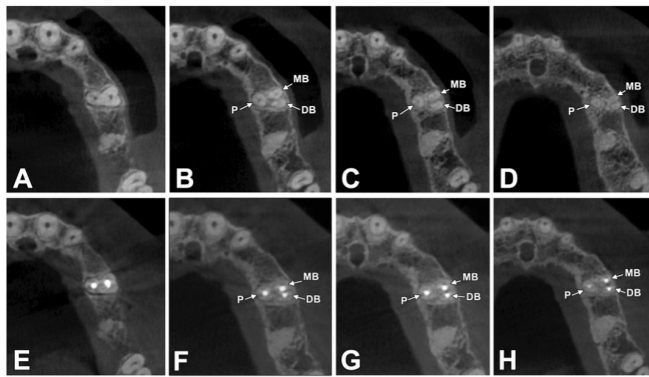


Figura 20.3. Imagen CBCT de segundo premolar maxilar de tres raíces. A-D. Antes del tratamiento. E-H. Después del tratamiento endodóntico (Matus, Garay y Betancourt, 2017).



Figura 20.4. Imagen CBCT (sección transversal) de canino mandibular izquierdo con 2 raíces y 2 canales radiculares, utilizando el software Ez 3D 2009 (Betancourt y Fuentes, 2016).

3) Fractura radicular. El CBCT permite una visualización más precisa del curso de la fractura (a menudo oblicua) y la relación que presenta el rasgo de fractura con la pulpa, periodonto y hueso, lo que facilita el manejo clínico en cada caso (Martos et al., 2017). Las fracturas radiculares

horizontales generalmente tienen una orientación oblicua cuando ocurren en los tercios apical y medio de la raíz, y solo pueden identificarse con radiografías periapicales cuando el haz de rayos X pasa entre 15 y 20° respecto a la orientación de la línea de fractura (Andreasen y Andreasen, 1988). Por lo tanto, estas lesiones pueden pasarse por alto con radiografías periapicales, pero se identifican de manera confiable con CBCT (Jones et al., 2015).

En el caso de fracturas radiculares verticales, el rendimiento del CBCT no siempre es óptimo, debido a la dirección en que ocurre el rasgo de fractura. Sin embargo, un examen de CBCT está indicado cuando los síntomas y/o signos del paciente están ausentes o son ambiguos, y se sospecha de una fractura radicular vertical. En estos casos, el CBCT puede revelar signos de pérdida ósea perirradicular, que indique una posible fractura radicular (Patel et al., 2019).

4) Medición del grosor de la estructura dentinaria. La tomografía computarizada con haz cónico puede proporcionar una evaluación más objetiva del grosor de dentina que recubre la pulpa. Además, es útil para la medición (en mm) del ancho de las paredes dentinarias en los tres tercios de la raíz. Esto es de valiosa ayuda para detectar zonas de escaso diámetro, que están expuestas a una perforación producto de una sobreinstrumentación (fig. 20.5).

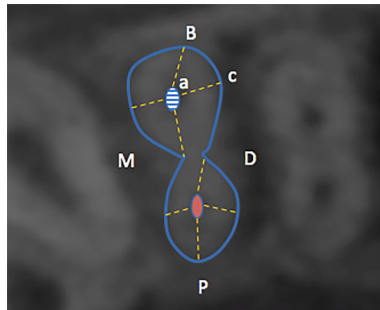


Figura 20.5. Medición en milímetros de las paredes dentinarias de primer premolar maxilar (Matus et al., 2020).

5) Localización del canal mandibular. El canal mandibular es una estructura anatómica de alta relevancia en procedimientos endodónticos, debido a la cercanía que presenta con las raíces dentarias, especialmente de los molares inferiores. Es por esto que se debe conocer su ubicación precisa y la morfología del canal mandibular para evitar daños al nervio alveolar inferior. El CBCT permite determinar la distancia precisa que existe entre las raíces y el canal mandibular, y también la relación que presenta con la cortical ósea (fig. 20.6).

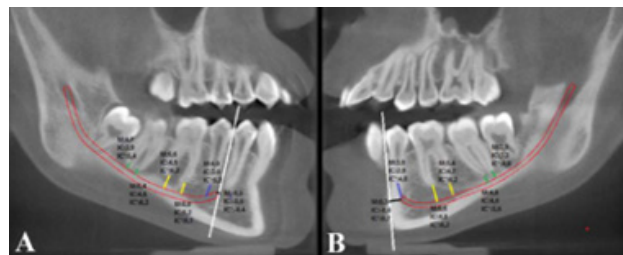


Figura 20.6. Localización del canal mandibular y medición de la distancia a los ápices radiculares (Muñoz et al., 2017).

LIMITACIONES

Las restauraciones metálicas, los postes metálicos y los implantes dentales suelen causar artefactos en las imágenes reconstruidas (Scarfe y Farman, 2008). Un artefacto es cualquier distorsión o error en la imagen que no está relacionado con el tema en estudio. El impacto potencialmente perjudicial que esto puede tener sobre las imágenes reconstruidas debe analizarse antes de considerar una exploración. El CBCT es una técnica

sensible al movimiento, en la que el más mínimo movimiento por parte del paciente durante la exploración puede generar una distorsión en la imagen. Por lo tanto, se debe prestar especial atención al emplearlo con niños, pacientes de edad avanzada y personas con trastornos neurológicos, como la enfermedad de Parkinson. Por otro lado, la resolución espacial (incluso al usar el vóxel de menor tamaño) puede no ser suficiente para identificar objetos pequeños, como instrumentos fracturados o problemas de diagnóstico difíciles, por ejemplo, fracturas verticales radiculares incompletas (Brady et al., 2014). Finalmente, el CBCT presenta una menor resolución en tejidos blandos que la tomografía computacional convencional.

IRRIGACIÓN ACTIVADA POR LÁSER (LAI)

Desde los primeros estudios realizados durante la década pasada por Blanken, George y De Groot (Blanken y Verdaasdonk, 2007; George, Meyers y Walsh, 2008; Blanken et al., 2009; De Groot et al., 2009), la activación del irrigante endodóntico por medio del uso de la energía láser ha concitado un gran interés en el campo de la endodoncia, más aún después de que Macedo et al. (2010) reportaran un aumento de la velocidad de reacción del hipoclorito de sodio al ser activado mediante láser, lo cual favorecería su efecto bactericida.

La irrigación activada por láser (LAI) se basa en la formación de burbujas inducidas por la energía láser, que, luego de una rápida expansión, implosionan liberando ondas de choque y un flujo de alta velocidad al interior del canal radicular. A este fenómeno se le conoce como cavitación. La solución irrigante energizada se vuelve más reactiva, penetrando al interior de los túbulos dentinarios y la compleja red tridimensional del sistema de canales radiculares, mejorando su grado de limpieza y desinfección.

Debido a la alta afinidad del agua con láseres infrarrojos medianos, específicamente con la familia láser de Erbio, Er:YAG (2940 nm) y Er,Cr:YSGG (2780 nm), estos han sido los más utilizados para activar el irrigante al interior del canal radicular (fig. 20.7).

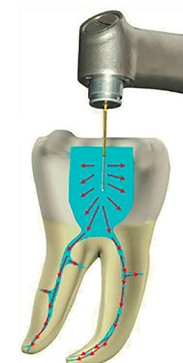


Figura 20.7. Irrigación activada por láser en el sistema de canales radiculares. La liberación de la energía láser impulsa al irrigante a zonas de difícil acceso. Imagen utilizada con la autorización del Dr. Giovanni Olivi (2013).

BASES TEÓRICAS DE LA CAVITACIÓN

Una vez que la energía del láser es absorbida por la solución, ocurre un sobrecalentamiento instantáneo al punto de ebullición del agua (100 °C), lo que resulta en la formación de una burbuja de vapor de cavitación inicial. Una vez que la emisión del láser se detiene, comienza el colapso de la burbuja (fig. 20.8). La contracción genera ondas de presión que primero se desplazan a velocidad supersónica (ondas de choque) y luego a velocidad sónica (ondas acústicas) (Matsumoto, Yoshimine y Akamine, 2011), creando fuerzas de corte a lo largo del canal radicular (De Groot et al., 2009). Además, un flujo de líquido a alta velocidad es generado durante el colapso de la burbuja (Song et al., 2004). Actualmente, se plantea que

este fenómeno cavitacional podría favorecer la remoción de debris y barro dentinario desde el interior del canal radicular, así como también incidir en la desorganización de biofilms bacterianos.

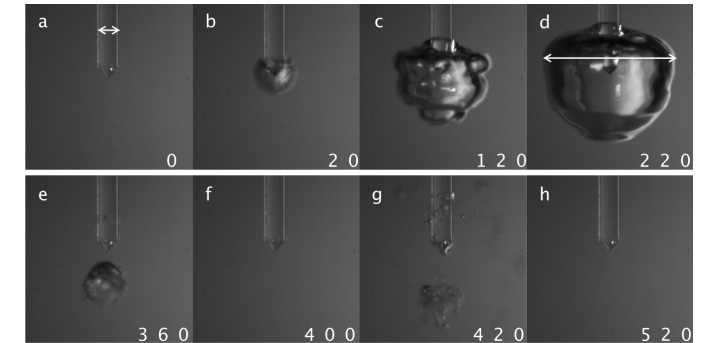


Figura 20.8. Proceso de formación, expansión e implosión de la burbuja inducida por láser en solución acuosa libre. Imagen utilizada con la autorización del Dr. Himeka Matsumoto (Matsumoto, Yoshimine y Akamine, 2011).

Diversos modelos de estudio han sido propuestos para determinar el efecto antibacteriano del LAI. Betancourt et al. (2018) propusieron un modelo *in vitro* para simular las condiciones al interior de un canal radicular. Los autores observaron que el fenómeno cavitacional y el aumento en la dinámica del fluido producido por el láser Er,Cr:YSGG incrementaron la efectividad antibacteriana del hipoclorito de sodio al 0.5%, lo cual tiene un gran interés clínico. En otro trabajo (Betancourt et al., 2020) se estudió el efecto de la irrigación activada por el láser Er,Cr:YSGG a nivel celular en un biofilm de *Enterococcus faecalis*, a través de microscopía de fuerza atómica. Luego de una activación de 60 segundos, fue evidente la pérdida de la estructura original bacteriana (lisis celular), reforzando la perspectiva del láser como un buen agente antimicrobiano (fig. 20.9).

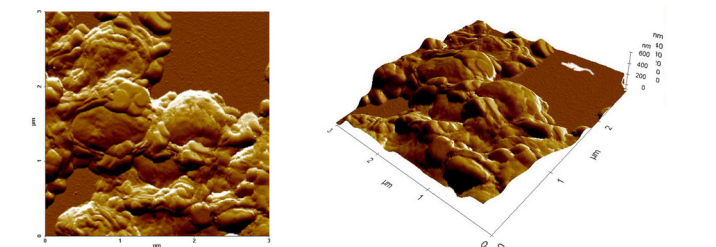


Figura 20.9. Imagen de biofilm de *E. faecalis* tras la aplicación de irrigación activada por el láser Er,Cr:YSGG, a través de microscopía de fuerza atómica. Se puede observar la pérdida de contenido citoplasmático y la pérdida de la morfología original (Betancourt et al., 2020).

Diversos estudios realizados en dientes extraídos coinciden con que el LAI podría ser una buena alternativa para la desinfección de canales radiculares (fig. 20.10), incluso a nivel apical (Betancourt et al., 2020; Bago Juric, Plečko y Anić, 2014; Betancourt et al., 2019).

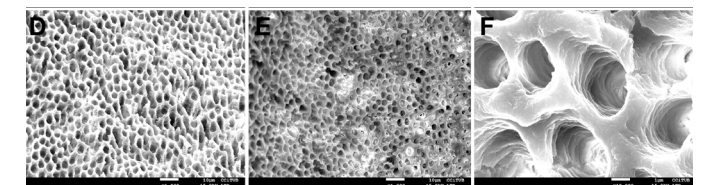


Figura 20.10. Imagen de microscopía de barrido de los túbulos dentinarios después del uso de LAI, utilizando hipoclorito de sodio al 0.5%. Se observa la superficie dentinaria y el interior de los túbulos dentinarios libres de barro dentinario y debris (Betancourt et al., 2020).

TERAPIA FOTODINÁMICA (PDT)

Recientemente, han sido propuestos nuevos mecanismos para mejorar la desinfección del canal radicular, ya sea reemplazando los procedimientos quimiomecánicos convencionales o complementando sus efectos. La terapia fotodinámica (PDT) se basa en el uso de fotosensibilizadores (FS) que pueden ser absorbidos por los microorganismos, o bien se pueden unir a su superficie (Tennert et al., 2014). Al ser activados en presencia de oxígeno y con una luz de una determinada longitud de onda, se generan moléculas de oxígeno singlete y radicales libres, que son citotóxicos para los microorganismos. La liberación de especies de oxígeno reactivas (ROS) es un proceso fotodinámico, es decir, impulsado por la luz y sin efectos térmicos que lo acompañen (Arneiro et al., 2014).

La terapia fotodinámica combina láseres de baja potencia con fotosensibilizadores, por lo que el efecto causado en las bacterias, más que un efecto térmico, se basa en la generación de compuestos citotóxicos (fig. 20.11).

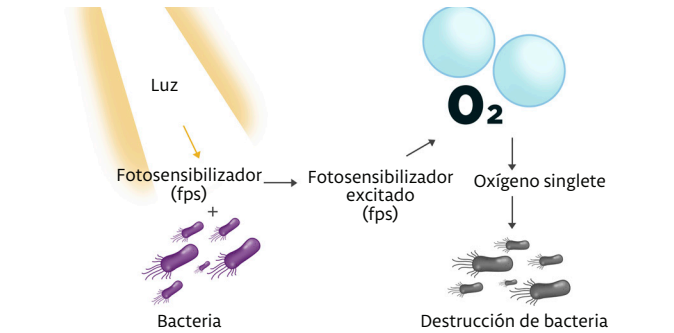


Figura 20.11. Mecanismo de acción de la terapia fotodinámica.

Los fotosensibilizadores más utilizados son el azul de metileno, las fenotiazinas catiónicas y el azul de toluidina O. Todos son compuestos químicos que se excitan al absorber fotones de luz, desencadenando reacciones fotoquímicas internas. Estos fotosensibilizadores pueden dirigir su acción tanto contra bacterias grampositivas como gramnegativas. Su carga positiva, junto con el bajo peso molecular, permite la difusión a través de las porinas de la membrana externa de las bacterias gramnegativas (Usacheva, Teichert y Biel, 2003). Diversos estudios realizados *in vitro* han demostrado la eficiencia de estos cromóforos activados con una gran reducción en la viabilidad de *E. faecalis* en canales radiculares infectados (Nunes et al., 2011; Ríos et al., 2011).

La terapia fotodinámica surgió como una terapia coadyuvante al tratamiento enodóntico convencional para el tratamiento clínico de dientes con lesiones periapicales (Nagayoshi et al., 2011; Garcez et al., 2015), en particular para los dientes sometidos a un tratamiento o retratamiento endodóntico de una sesión (Rabello et al., 2017).

Las principales características de la terapia fotodinámica se pueden resumir en la siguiente tabla (Jori et al., 2006):

Ventajas de la terapia fotodinámica
• Amplio espectro de acción, debido a que los fotosensibilizadores pueden ser captados por bacterias, parásitos, hongos y levaduras.
• Su efecto puede limitarse a microorganismos, evitando daños en los tejidos del huésped.
• Su acción no incrementa la resistencia en los microorganismos luego de varios tratamientos.
• La activación de moléculas fotosensibilizadoras se realiza con fuentes de luz de bajo costo.

Tabla 20.1 Resumen de las ventajas de la terapia fotodinámica.

La activación de los fotosensibilizadores se logra mediante el uso de diversas fuentes de luz, como el láser de Argón (488-514 nm con luz azul), láser Nd:Yag, láseres de Helio-Neón (633 nm con luz roja), arseniuro de Galio-Aluminio (luz infrarroja) y láser de vapor de cobre. El láser de diodo (630 a 690 nm, 830 nm, 906 nm) es el más utilizado actualmente por su bajo costo y su facilidad de transporte.

Actualmente, el uso de la terapia fotodinámica en terapia endodóntica se ha probado en términos de reducción de carga bacteriana *in vivo* (Garcez et al., 2008), *in vitro* (López-Jiménez et al., 2015) y *ex vivo* (Ng et al., 2011), y ha mostrado resultados prometedores.

ULTRASONIDO

El ultrasonido es una forma de energía que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas que tienen la propiedad de propagarse a través de distintos medios: sólidos, líquidos y gaseosos. La energía se transmite desde una lima, o un cable oscilante, mediante ondas ultrasónicas que inducen diversos fenómenos, como oscilación, cavitación, microcorriente acústica y generación de calor. Al interior del canal radicular producirán efectos sobre la estructura dentaria, especialmente sobre la dentina y la capa de barrillo dentinario. También se ha visto que la energía ultrasónica puede potenciar la acción antimicrobiana de soluciones antisépticas utilizadas como irrigantes, particularmente del hipoclorito de sodio (NaOCl).

Las puntas (*tips*) están diseñadas para oscilar a frecuencias ultrasónicas de 25-30 kHz, que están más allá del límite de la percepción auditiva humana (< 20 kHz). Estas frecuencias pueden adaptarse fácilmente para la agitación del NaOCl, EDTA u otras soluciones de irrigación.

Se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica en la literatura. El primer tipo es la combinación de instrumentación ultrasónica simultánea y riego (UI). El segundo tipo, a menudo denominado irrigación ultrasónica pasiva (PUI), funciona sin instrumentación simultánea (Cherukara, Pollock y Wright, 2002).

Los instrumentos se deben activar hasta 1-2 mm de la longitud de trabajo. En casos de raíces con curvatura pronunciada, se recomienda activarlos hasta el comienzo de la curvatura, para evitar el contacto con las paredes dentinarias. Para una eficacia de limpieza óptima de extensiones ovales, istmos y canales laterales, el instrumento debe ser dirigido hacia estas áreas cuando sea posible (Nehme, 1999). El uso del ultrasonido en la terapéutica endodóntica no se limita solo a la activación del irrigante, sino que es una herramienta de ayuda en distintas etapas del tratamiento. A continuación, se destacan sus aplicaciones más comunes.

1. Diseño de la cavidad de acceso. En los procedimientos de acceso convencionales, las puntas ultrasónicas son útiles para refinar las paredes del acceso y eliminar cálculos pulpares adheridos (Gorduysus, Gorduysus y Friedman, 2001).

2. Localización de canales radiculares. Uno de los desafíos en endodoncia es la localización de canales radiculares, particularmente en los casos en que la entrada se ha obstruido por dentina o dentina calcificada secundaria, lo que es común durante la localización de los canales MV2 en molares superiores y medio-mesiales en molares inferiores. Una de las ventajas más importantes de las puntas ultrasónicas es que no giran, lo que mejora la seguridad y control, especialmente importantes cuando el riesgo de la perforación es alto.

3. Remoción de obstrucciones intracanalulares. El retiro de instrumentos o cuerpos extraños implica un reto para el profesional. En la práctica endodóntica habitualmente nos vemos enfrentados a obstrucciones como pastas duras, instrumentos separados, conos de plata o diversos tipos de postes (Ruddle, 2004). Si el tratamiento ha fracasado, es necesario retirar tales elementos para realizar el retratamiento no quirúrgico del diente. La indicación del ultrasonido en estos casos viene apoyada en que las puntas tienen acceso a zonas profundas del canal radicular (Souyave, Inglis y Alcalay, 1985) y en que habitualmente el uso del ultrasonido no está restringido por la posición del fragmento al interior del canal radicular.

Sin embargo, su mayor ventaja radica en que, en muchos casos, permite el abordaje ortógrado (desde la cámara pulpar) del diente sin debilitarlo y sin remover excesivamente el tejido dentinario (Chenail y Tepliski, 1987). La eliminación de las obstrucciones del canal radicular debe realizarse con un mínimo de daño al diente y a los tejidos circundantes.

El objetivo del uso de ultrasonido en el retiro de pernos es lograr la fractura del cemento ubicado entre el perno y la pared dentinaria, primero a nivel coronal, para luego, mediante las vibraciones, incidir en las zonas media y apical de la raíz. La energía ultrasónica produce la fractura del cemento, permitiendo la liberación del perno para su posterior remoción (Altshul et al., 1997). Para producir la fractura del cemento y el desalojo del perno, se requiere un contacto íntimo entre la aleación y la punta ultrasónica. El efecto vibratorio es el que ayuda a recuperar fragmentos separados de instrumentos al interior del canal radicular. Sin embargo, no existe un protocolo «estandarizado» para lograr la remoción efectiva y segura en todos los casos. Cada situación clínica tiene su indicación y se debe actuar en razón de ello.

4. Activación de irrigantes endodónticos. La efectividad de la irrigación depende tanto de la acción mecánica del lavado como de las propiedades químicas de los irrigantes para disolver el tejido y eliminar microorganismos (Lee et al., 2004). La acción mecánica de lavado de los irrigantes ayuda a eliminar debris y barro dentinario del interior del canal radicular. Se ha reportado que la acción del flujo provocado por la jeringa convencional es relativamente débil y su acción depende no solo de la anatomía del canal radicular, sino también de la profundidad a la que se ejerce la acción y del diámetro de la aguja (Teplitsky et al., 1987).

La transmisión acústica del ultrasonido produce fuerzas de corte suficientes para lograr una correcta limpieza en los canales ya instrumentados. Una posible explicación para la acción mejorada del irrigante es que se logra una velocidad y potencia de flujo mucho más alta al ser activado ultrasónicamente (Lee et al., 2004). Por otro lado, la energía ultrasónica puede generar cavitación en la solución (Ahmad, Pitt Ford y Crum, 1987), generando un flujo turbulento que ayuda a la limpieza y desinfección del canal radicular (fig. 20.12).

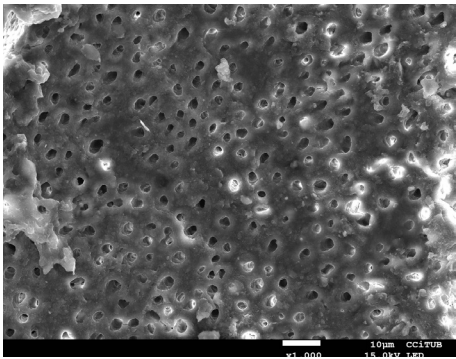


Figura 20.12. Imagen de microscopía electrónica de barrido (SEM) del tercio apical de diente tratado con ultrasonido. Se aprecia un alto grado de limpieza y la mayoría de los túbulos dentinarios despejados. El irrigante activado fue hipoclorito de sodio al 0.5%. Magnificación x1000. Imagen obtenida por el Dr. Pablo Betancourt y el Prof. Dr. Miguel Viñas.

Cameron postuló que existe un efecto sinérgico entre el hipoclorito de sodio y el ultrasonido (Cameron, 1987). La capacidad del hipoclorito de sodio para disolver el colágeno y su capacidad bactericida mejoran con calor; por lo tanto, el efecto calórico producido por la acción ultrasónica juega un rol importante (Ahmad, 1990).

Los canales radiculares con una curvatura pronunciada aumentan la posibilidad de que la punta del ultrasonido entre en contacto con las paredes de la raíz, lo que puede provocar una disminución de la amplitud de acción y una reducción de la velocidad de transmisión del irrigante, reduciendo así su efectividad.

5. Preparación de la cavidad en cirugía periapical. Debido a que el pronóstico de la cirugía endodóntica depende en gran medida del sellado del canal radicular, una cavidad óptima en la preparación retrógrada es un requisito esencial para un relleno adecuado de la raíz después de la apicectomía (Sutimuntanakul, Worayoskowitz y Mangkornkarn, 2000). La finalidad de la preparación retrógrada es diseñar una cavidad en el extremo radicular de la raíz resectada, creando el espacio suficiente para la colocación de un material de obturación que mejore el sellado del sistema de canales radiculares, evitando la microfiltración apical.

Una de las ventajas clínicas que ofrecen las puntas ultrasónicas es que conforman cavidades más profundas y conservadoras, respetando la anatomía interna del canal radicular (Wuchenich, Meadows y Torabinejad, 1994). Al accionar, estas puntas se mantienen centradas en su posición, disminuyendo la posibilidad de perforaciones laterales. La capacidad de corte de las puntas ultrasónicas va a depender principalmente de la intensidad de la energía acústica transmitida al instrumento por la unidad generadora, existiendo una relación directamente proporcional entre el aumento de la energía y la amplitud de desplazamiento de la punta del instrumento (von Arx y Walker, 2000). También depende de la angulación entre la punta del instrumento con respecto al plano del eje de inserción de este, o sea, al aumentar el ángulo disminuye el patrón de oscilación longitudinal, lo que disminuye también la capacidad de corte. Otros factores que afectan la capacidad de corte son la carga aplicada sobre el instrumento, el diámetro y la longitud de la parte activa del instrumento (Devall et al., 1996).

El desarrollo de *retrotips* o puntas ultrasónicas y sónicas ha revolucionado la terapia retrógrada, mejorando el procedimiento quirúrgico con un acceso más adecuado al extremo de la raíz, lo que resulta en una mejor preparación del canal (Kim, 1997). Las puntas ultrasónicas presentan una gran variedad de formas y ángulos, lo que favorece algunos pasos durante los procedimientos quirúrgicos (Kellert, Solomon y Chalfin, 1994).

Entre las precauciones a tener en cuenta en referencia al uso del ultrasonido está utilizar magnificación y refrigeración con el fin de evitar el cúmulo de calor durante el periodo de vibración (Sjogren et al., 1990).

MICROSCOPIA

Una particularidad de la endodoncia es que el campo de acción operatorio carece de luz y visión directa, dependiendo ello en un gran número de casos solo de las habilidades técnicas del clínico. Debido a que el resultado de la terapia endodóntica está relacionado con la localización de canales radiculares adicionales o diversas variaciones morfológicas, el aumento y la iluminación proporcionados por un microscopio óptico se han vuelto indispensables tanto para el diagnóstico como para la terapia (Budd, Gekelman y White, 2005). Hoy en día, es ampliamente aceptado que el uso del microscopio óptico ha mejorado la resolución de casos complejos.

Sin embargo, el uso eficiente del microscopio óptico requiere capacitación avanzada. Muchos procedimientos de endodoncia se realizan con aumento de x10 a x15, y algunos requieren un aumento tan alto como x30. Operar cómodamente con estos aumentos requiere la integración de nuevas habilidades.

A continuación, se describe en mayor detalle la aplicación del microscopio óptico en procedimientos endodónticos.

1. Retiro de instrumentos. La utilización del microscopio óptico va acompañada generalmente de la tecnología ultrasónica, y una aplicación común es la recuperación de instrumentos fracturados (Suter, Lussi y Sequeira, 2005).

2. Reparación de accidentes iatrogénicos. El microscopio óptico es un instrumento de indudable valor para realizar procedimientos de reparación de perforaciones iatrogénicas, donde el pronóstico depende de la visualización y calidad del sellado (Abarca et al., 2019).

3. Diagnóstico. La amplitud del campo operatorio, junto con la luz coaxial, permite reconocer los detalles de la anatomía del diente a tratar, obturaciones con filtración y posibles fracturas o fisuras de la corona dentaria (Slaton et al., 2003).

4. Localización de canales radiculares. La localización de canales calcificados, perdidos, aberrantes, dilacerados y bloqueados es quizás la aplicación más utilizada del microscopio en endodoncia. Su uso disminuye la posibilidad de producir perforaciones durante su búsqueda (de Carvalho y Zuolo, 2000; Schwarze et al., 2002).

5. Endodoncia quirúrgica. Los procedimientos quirúrgicos endodónticos modernos exigen un enfoque microscópico que mejora y facilita cada una de sus fases. El manejo quirúrgico de los tejidos blandos ha sido mejorado en gran medida con un enfoque microscópico, que conduce a una curación más rápida, un manejo menos traumático de los tejidos blandos y el advenimiento de las técnicas de sutura microquirúrgica, que minimizan el trauma y conducen a una rápida cicatrización de heridas (Kim, 1997; Pécora y Andreana, 1993).

Bibliografía

Abarca, J., Díaz, C., Garay, M. y Monardes, H. (2019). Multidisciplinary tooth treatment with unfavorable prognosis. Case report. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 12(2), 87- 89.

Abuabara, A., Baratto-Filho, F., Aguiar Anele, J., Leonardi, D. P. y Sousa- Neto, M. D. (2013). Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 205-209.

Ahmad, M., Pitt Ford, T. R. y Crum, L. A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 13(10), 490-499.

Ahmad, M. (1990). Measurements of temperature generated by ultrasonic file *in vitro*. *Endodontics & Dental Traumatology*, 6(5), 230-231.

Altshul, J., Marshall, G., Morgan, L. y Baumgartner, C. (1997). Comparison of dentinal crack incidence and of post removal time resulting from post removal by ultrasonic or mechanical force. *Journal of Endodontics*, 23(11), 683-685.

Andreasen, F. M. y Andreasen, J. O. (1988). Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Endodontics & Dental Traumatology*, 4(5), 202-214.

Arneiro, R. A., Nakano, R. D., Antunes, L. A., Ferreira, G. B., Fontes, K. y Antunes, L. S. (2014). Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of Oral Science*, 56(4), 277-285.

Bago Juric I., Plečko, V. y Aniċ I. (2014). Antimicrobial efficacy of Er, Cr: YSGG laser-activated irrigation compared with passive ultrasonic irrigation and RinsEndo® against intracanal *Enterococcus faecalis*. *Photomedicine and Laser Surgery*, 32(11), 600-605.

Betancourt, P., Navarro, P., Cantín, M. y Fuentes, R. (2015). Cone-beam computed tomography study of prevalence and location of MB2 canal in the mesiobuccal root of the maxillary second molar. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 8(6), 9128-9134.

Betancourt, P. y Fuentes, R. (2016). Cone beam computarized tomography analysis of an unusual mandibular canine with two independent roots and two canals. *Biomedical Research*, 27(1), 177-180.

Betancourt, P., Navarro, P., Muñoz, G. y Fuentes, R. (2016). Prevalence and location of the secondary mesiobuccal canal in 1100 maxillary molars using cone beam computed tomography. *BMC Medical Imaging*, 16(1), 66.

Betancourt, P., Navarro, P. y Fuentes, R. (2017). CBCT technique for location of the MB2 canal of maxillary first molar. *Biomedical Research*, 28(16), 6937-6941.

Betancourt, P., Merlos, A., Sierra, J. M., Camps-Font, O., Arnabat-Domínguez, J. y Viñas, M. (2018). Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er, Cr: YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Lasers in Medical Science*, 34(2), 247-254.

Betancourt, P., Sierra, J. M., Camps-Font, O., Arnabat-Domínguez, J. y Viñas, M. (2019). Er, Cr: YSGG laser-activation enhances antimicrobial and antibiofilm action of low concentrations of sodium hypochlorite in root canals. *Antibiotics-Basel*, 8(4), 232.

Betancourt, P., Merlos, A., Sierra, J. M., Arnabat-Domínguez, J. y Viñas, M. (2020). Er, Cr: YSGG laser-activated irrigation and pasive ultrasonic irrigation: comparision of two stretgies for root canal disinfection. *Photomedicine and Laser Surgery*, 38(2), 91-97.

Blanken, J. W. y Verdaasdonk, R. M. (2007). Cavitation as a working mechanism of the Er, Cr: YSGG laser in endodontics: a visualization study. *The Journal of Oral Laser Applications*, 7(2), 97-106.

Blanken, J., De Moor, R. J. G., Meire, M. y Verdaasdonk, R. (2009). Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 41(7), 514-519.

Bornstein, M. M., Wasmer, J., Sendi, P., Janner, S. F. M., Buser, D. y von Arx, T. (2012). Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: A comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 38(1), 51-57.

Brady, E., Mannocci, F., Brown, J., Wilson, R. y Patel, S. (2014). A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *International Endodontic Journal*, 47(8), 735-746.

Budd, J. C., Gekelman, D. y White, J. M. (2005). Temperature rise of the post and on the root surface during ultrasonic post removal. *International Endodontic Journal*, 38(10), 705-711.

Cameron, J. A. (1987). The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *Journal of Endodontics*, 13(11), 541-545.

Chenail, B. y Tepliski, P. (1987). Orthograde ultrasonic retrieval of root canal obstruccions. *Journal of Endodontics*, 13(4), 186-190.

Cherukara, G. P., Pollock, G. R. y Wright, P. S. (2002). Case report: removal of fractured endodontic posts with a sonic instrument. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 10(1), 23-26.

Davies, A., Patel, S., Foschi, F., Andiappan, M., Mitchell, P. J. y Mannocci, F. (2016). The detection of periapical pathoses using digital periapical radiography and cone beam computed tomography in endodontically retreated teeth - part 2: a 1 year post-treatment follow-up. *International Endodontic Journal*, 49(7), 623-635.

De Carvalho, M. C. y Zuolo, M. L. (2000). Orifice locating with a microscope. *Journal of Endodontics*, 26(9), 532-534.

De Groot, S. D., Verhaagen, B., Versluis, M., Wu, M. K., Wesselink, P. R. y Van der Sluis, L. W. M. (2009). Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *International Endodontic Journal*, 42(12), 1077-1083.

Devall, R., Lumley, P., Waplington, M. y Blunt, L. (1996). Cutting characteristics of a sonic root-end preparation instrument. *Endodontics and dental traumatology*, 12(2), 96-99.

Garcez, A. S., Nunez, S. C., Hamblin, M. R. y Ribeiro, M. S. (2008). Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *Journal of Endodontics*, 34(2), 138-142.

Garcez, A. S., Arantes-Neto, J. G., Sellera, D. P. y Fregnani, E. R. (2015). Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 12(4), 575-580.

George, R., Meyers, I. A. y Walsh, L. J. (2008). Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *Journal of Endodontics*, 34(12), 1524-1527.

Gorduysus, M. O., Gorduysus, M. y Friedman, S. (2001). Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. *Journal of Endodontics*, 27(11), 683-686.

Jones, D., Mannocci, F., Andiappan, M., Brown, J. y Patel, S. (2015). The effect of alteration of the exposure parameters of a cone-beam computed tomography scan on the diagnosis of simulated horizontal root fractures. *Journal of Endodontics*, 41(4), 520-525.

Jori, G., Fabris, C., Socin, M., Ferro, S., Coppellotti, O., Dei, D., Fantetti, L., Chiti, G. y Roncucci, G. (2006). Photodynamic therapy in the treatment of microbial infections: basic principles and perspective applications. *Lasers in Surgery and Medicine*, 38(5), 468-481.

Kellert, M., Solomon, C. y Chalfin, H. (1994). A modern approach to surgical endodontics: ultrasonic apical preparation. *The New York State Dental Journal*, 60(6), 25-28.

Kim, S. (1997). Principles of endodontic microsurgery. *Dental Clinics of North America*, 41(3), 481-497.

Lee, S. J., Wu, M. K. y Wesselink, P. R. (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *International Endodontic Journal*, 37(10), 672-678.

López-Jiménez, L., Fusté, E., Martínez-Garriga, B., Arnabat-Domínguez, J., Vinuesa, T. y Viñas, M. (2015). Effects of photodynamic therapy on *Enterococcus faecalis* biofilms. *Lasers in Medical Science*, 30(5), 1519-1526.

Macedo, R. G., Wesselink, P. R., Zaccheo, F., Fanali, D. y Van der Sluis, L. W. M. (2010). Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *International Endodontic Journal*, 43(12), 1108-1115.

Martos, J., Amaral, L., Silveira, L., Damian, M., Xavier, C. y Lorenzi, A. (2017). Clinical management of horizontal root fractures aided by the use of cone-beam computed tomography. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 31(2), 102-108.

Matherne, R. P., Angelopoulos, C., Kulild, J. C. y Tira, D. (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems *in vitro*. *Journal of Endodontics*, 34(1), 87-89.

Matsumoto, H., Yoshimine, Y. y Akamine, A. (2011). Visualization of irrigant flow and cavitation induced by Er: YAG laser within a root canal model. *Journal of Endodontics*, 37(6), 839-843.

Matus, D. y Betancourt, P. (2018). Mechanical root canal preparation using the WaveOne gold® system. Case series. *Biomedical Research*, 29(13), 2686-2689.

Matus, D., Garay, I. y Betancourt, P. (2017). Root canal preparation of maxillary second premolar with three roots and three separate root canals: a micro-computed tomography study. *Biomedical Research*, 28(10), 4657-4659.

Matus, D., Fuentes, R., Navarro, P. y Betancourt, P. (2020). Morphological analysis of maxillary first premolars by cone beam computed tomography in a Chilean sub-population. *International Journal of Morphology*. (en prensa).

Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Martini, P. T., Andreis, I. A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, 8(9), 1558-1564.

Muñoz, G., Dias, F. J., Weber, B., Betancourt, P. y Borie, E. (2017). Anatomic relationships of mandibular canal. A cone beam CT study. *International Journal of Morphology*, 35(4), 1243-1248.

Nagayoshi, M., Nishihara, T., Nakashima, K., Iwaki, S., Chen, K. K., Terashita, M. y Kitamura, C. (2011). Bactericidal effects of diode laser irradiation on *Enterococcus faecalis* using periapical lesion defect model. *ISRN Dentistry*, 2011, 870364.

Ng, R., Singh, F., Papamanou, D. A., Song, X., Patel, C., Holewa, C., Patel, N., Klepac-Ceraj, V., Fontana, C. R., Kent, R., Pagonis, T. C., Stashenko, P. P. y Soukos, N. S. (2011). Endodontic photodynamic therapy *ex vivo*. *Journal of Endodontics*, 37(2), 217-222.

Nehme, W. (1999). A new approach for the retrieval of broken instruments. *Journal of Endodontics*, 25(9), 633-635.

Nunes, M. R., Mello, I., Franco, G. C., De Medeiros, J. M., Dos Santos, S. S., Habitante, S. M., Lage-Marques, J. L. y Raldi, D. P. (2011). Effectiveness of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis*, with and without the use of an intracanal optical fiber: an *in vitro* study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(12), 803-808.

Olivi, G. (2013). Laser use in endodontics: evolution from direct laser irradiation to laser-activated irrigation. *Journal of Dental Lasers*, 21(2), 58-71.

Özen, T., Kamburoğlu, K., Cebeci, A. R., Yüksel, S. P. y Paksoy, C. S. (2009). Interpretation of chemically created periapical lesions using 2 different dental cone-beam computerized tomography units, an intraoral digital sensor, and conventional film. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 107(3), 426-432.

Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F. y Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in endodontics - a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 52(8), 1138-1152.

Patel, S., Dawood, A., Whaites, E. y Pitt Ford, T. (2009). New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal*, 42(6), 447-462.

Patel, S., Durack, C., Abella, F., Shemesh, H., Roig, M. y Lemburg, K. (2015). Cone beam computed tomography in endodontics - a review. *International Endodontic Journal*, 48(1), 3-15.

Patel, S. y Vincer, L. (2017). Case report: single visit indirect pulp cap using Biodentine. *Dental Update*, 44(2), 141-145.

Pécora, G. y Andreana, S. (1993). Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 75(6), 751-758.

Rabello, D. G. D., Corazza, B. J. M., Ferreira, L. L., Santamaria, M. P., Gomes, A. P. M. y Martinho, F. C. (2017). Does supplemental photodynamic therapy optimize the disinfection of bacteria and endotoxins in one-visit and two-visit root canal therapy? A randomized clinical trial. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 19, 205-211.

Ríos, A., He, J., Glickman, G. N., Spears, R., Schneiderman, E. D. y Honeyman, A. L. (2011). Evaluation of photodynamic therapy using a light-emitting diode lamp against *Enterococcus faecalis* in extracted human teeth. *Journal of Endodontics*, 37(6), 856-859.

Ruddle, C. J. (2004). Nonsurgical endodontic retreatment. *Journal of the California Dental Association*, 32(6), 474-484.

Scarfe, W. C., Farman, A. G. y Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association*, 72(1), 75-80.

Scarfe, W. C. y Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.

Schwarze, T., Baethge, C., Stecher, T. y Geurtsen, W. (2002). Identification of second canals in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars using magnifying loupes or an operating microscope. *Australian Endodontic Journal*, 28(2), 57-60.

Sjogren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G. y Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 16(10), 498-504.

Slaton, C. C., Loushine, R. J., Weller, R. N., Parker, M. H., Kimbrough, W. F. y Pashley, D. H. (2003). Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. *Journal of Endodontics*, 29(8), 519-522.

Song, W. D., Hong, M. H., Lukyanchuk, B. y Chong, T. C. (2004). Laser-induced cavitation bubbles for cleaning of solid surfaces. *Journal of Applied Physics*, 95(6), 2952-2956.

Souyave, L. C., Inglis, A. T. y Alcalay, M. (1985). Removal of fractured instruments using ultrasonics. *British Dental Journal*, 159(8), 251-253.

Suter, B., Lussi, A. y Sequeira, P. (2005). Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*, 38(2), 112-123.

Sutimuntanakul, S., Worayoskowitz, W. y Mangkornkarn, C. (2000). Retrograde seal in ultrasonically prepared canals. *Journal of Endodontics*, 26(8), 444-446.

Tennert, C., Feldmann, K., Haamann, E., Al-Ahmad, A., Follo, M., Wrbas, K. T., Hellwig, E. y Altenburger, M. J. (2014). Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC Oral Health*, 14, 132.

Teplitsky, P. E., Chenail, B. L., Mack, B. y Machnee, C. H. (1987). Endodontic irrigation: a comparison of endosonic and syringe delivery systems. *International Endodontic Journal*, 20(5), 233-241.

Tu, M. G., Huang, H. L., Hsue, S. S., Hsu, J. T., Chen, S. Y., Jou, M. J. y Tsai, C. C. (2009). Detection of permanent three rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *Journal of Endodontics*, 35(4), 503-507.

Usacheva, M. N., Teichert, M. C. y Biel, M. A. (2003). The interaction of lipopolysaccharides with phenothiazine dyes. *Lasers in Surgery and Medicine*, 33(5), 311-319.

Von Arx, T. y Walker, W. (2000). Microsurgical instruments for root end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endodontics & Dental Traumatology*, 16(2), 47-62.

Wuchenich, G., Meadows, D. y Torabinejad, M. (1994). A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. *Journal of Endodontics*, 20(6), 279-282.



Este libro fue compuesto por Katherin Castillo y el equipo de Ediciones Universidad de La Frontera durante el verano de 2024.

Para los textos se utilizó la fuente Libertad, del tipógrafo Fernando Díaz.



Este libro reúne un conjunto de artículos que abarcan todas las facetas disciplinares de la endodoncia. Para ello, revisa las etapas del tratamiento endodóntico, desde el diagnóstico hasta la rehabilitación; describe la anatomía pulpar y apical y sus patologías más frecuentes, y ofrece guías para enfrentar la urgencia endodóntica y el manejo farmacológico del dolor. Además, provee un inventario de los instrumentos, materiales y dispositivos empleados en endodoncia e informa sobre las últimas tecnologías que ha implementado la disciplina.

Escrito por dieciséis autores y autoras especialistas en sus áreas, este libro busca surtir de conocimientos teóricos, procedimentales y tecnológicos a los estudiantes, profesionales e investigadores de este crucial campo de la odontología.

