



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS

PRINCIPIOS BÁSICOS EN ENDODONCIA CLÍNICA

Coordinadores

Katia Alcalá Barbosa
Gustavo Marín Del Campo Plascencia
Rigoberto Alcalá Zermeño
Elida Lizeth Barba González

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ENDODONCIA CLÍNICA

Katia Alcalá Barbosa
Gustavo Martín del Campo Plascencia
Rigoberto Alcalá Zermeño
Elida Lizeth Barba González
Coordinadores

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

2018

La impresión de este libro fue apoyada con recursos del proyecto “P/PROFOCIE-2015-14MSU001OZ-13, proyectos para el fortalecimiento de la capacidad y competitividad académica del Centro Universitario de Los Altos.

Primera edición 2018

D.R. © Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Los Altos
Carretera a Yahualica, Km. 7.5 Tepatitlán de Morelos,
Jalisco, México.

ISBN: 978-607-547-363-5

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

CONTENIDO

1. <i>Biología pulpar y periapical</i>	7
Hugo Isaac Plascencia Contreras * Flavia Mariana Díaz Magaña * Claudia Alejandra López Rodríguez	
2. <i>Clasificación contemporánea de enfermedades pulpares y periapicales</i>	21
Hugo Isaac Plascencia Contreras * Flavia Mariana Díaz Magaña * Salvador Márquez de Alba	
3. <i>Diagnóstico en endodocia</i>	36
Élida Lizeth Barba González * Julio César Cervantes Villaseñor * María de Jesús Torres Beltrán	
4. <i>Farmacología en endodoncia</i>	54
Juan Ramón Gómez Sandoval * Armando González Plascencia	
5. <i>Interpretación radiográfica</i>	63
Juan Gamaliel Aceves Franco * Mónica Gabriela Romo Rodríguez * Carmen Celina Alonso Sánchez * Alondra Irais González Gómez	
6. <i>Microscopia en endodoncia</i>	79
Noé Gustavo Martínez Cuellar * Eugenia Karina Martínez Carrillo * Fátima Cecilia Camberos Mercado	

7. Biopulpectomía y necropulpectomía	90
Katia Alcalá Barbosa * Judith Barba Oropeza * Salvador Márquez de Alba	
8. Técnicas complementarias de anestesia en endodoncia	102
María Fernanda Yáñez Acosta * Karina Berenice Acero Vargas * Adriana Nathalí Aceves Díaz	
9. Aislamiento absoluto	111
Rubén Alberto Bayardo González * Yannette Concesa Velázquez Jiménez * Karina Berenice Acero Vargas	
10. Anatomía de cámara y conductos radiculares	118
Rigoberto Alcalá Zermeño * Hilda Patricia Cholico Rodríguez * Juan Francisco Moreno Muñoz	
11. Apertura y localización de conductos	133
Katia Alcalá Barbosa * Felipe de Jesús Herrera Gutiérrez * Juan Francisco Moreno Muñoz	
12. Conductometría: principios y fundamentos para el tratamiento endodóntico	141
Norberto Juárez Broom * Álvaro Cruz González	
13. Técnicas biomecánicas de instrumentación manuales	158
Katia Alcalá Barbosa * Geovani Ramón González Barba * Felipe de Jesús Herrera Gutiérrez	
14. Instrumentos rotatorios	164
Eugenia Karina Martínez Carrillo * Rigoberto Alcalá Zermeño * Geovani Ramón González Barba	
15. Irrigación en endodoncia	177
Gustavo Martín del Campo Plascencia * Julio César Cervantes Villaseñor * Alondra Irais González Gómez	
16. Obturación en endodoncia	190
Katia Alcalá Barbosa * Juan Gamaliel Aceves Franco * Karina Berenice Acero Vargas	
17. Pulpotomía	199
Flavia Mariana Díaz Magaña * Claudia Alejandra López Rodríguez	

18. Recubrimiento pulpar	206
Flavia Mariana Díaz Magaña * Claudia Alejandra López Rodríguez	
19. Manejo endodóntico de dientes con ápice inmaduro	210
Flavia Mariana Díaz Magaña * Claudia Alejandra López Rodríguez	
20. Blanqueamiento dental	215
Sandra Berenice Vázquez Rodríguez * Jorge Abraham Alcalá Sánchez * María de Jesús Torres Beltrán * Juan Jesús Robles Álvarez	
21. Retratamiento no quirúrgico	230
Katia Alcalá Barbosa * Judith Barba Oropeza * Juan Francisco Moreno Muñoz	
22. Emergencias en endodoncia	245
Rigoberto Alcalá Zermeño * Mario Uribe Campero * Fátima Cecilia Camberos Mercado * Angélica Méndez Valdivia	
23. Restauración postendodóntica	253
Juan Pablo González Padilla * Alondra Irais González Gómez * María Natalia López Pérez	
24. Traumatismos dentales	261
Norberto Juárez Broon * Álvaro Cruz González	
25. Cirugía endodóntica	273
Gustavo Martín del Campo Plascencia * Luis Gerardo Gascón Guerra * Mario Bernal Llamas	
26. Relación endodoncia y periodoncia	283
Edgar Ernesto Murillo González * Hilda Patricia Cholico Rodríguez * Mario Bernal Llamas	

1. BIOLOGÍA PULPAR Y PERIAPICAL

Hugo Isaac Plascencia Contreras
Flavia Mariana Díaz Magaña
Claudia Alejandra López Rodríguez

Generalidades

¿Qué es la endodoncia?

Según la última actualización realizada en mayo de 2012 por parte de la *American Board of Endodontics*, la endodoncia es: “Rama de la odontología que estudia la morfología, fisiología y patología tanto de la pulpa dental como de los tejidos perirradiculares”.¹ Además, su estudio engloba áreas básicas como es la biología de la pulpa normal, así como la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento tanto de las enfermedades como de las lesiones de la pulpa y los tejidos perirradiculares.

Cabe hacer notar que nuestra especialidad abarca ampliamente la comprensión del estado normal de los tejidos dentales, dejando en segundo término sus situaciones patológicas, así como la aplicación de tecnología comercial con el afán de realizar tratamientos más biológicos que técnicos. Por lo tanto, el objetivo de este texto es revisar a fondo la composición general del complejo pulpo-dentinario.

Complejo pulpo-dentinario

La pulpa dental es el eje central de la especialidad en endodoncia, por lo que su comprensión resulta fundamental para el interesado en ejercer dicha especialidad. Por definición, la pulpa dental es: “tejido conectivo laxo especializado, de origen ectomesenquimatoso, densamente vascularizado e inervado por fibras aferentes simpáticas y parasimpáticas, que se encuentra completamente rodeada por un tejido duro que es la dentina”.²

La pulpa dental posee las mismas características que cualquier otro tejido conectivo del organismo, siendo la única diferencia que la pulpa está delimitada por dentina. A pesar de las diferencias existentes entre la pulpa y la dentina (la dentina es un tejido mineralizado y la pulpa un tejido blando), permanecen estrechamente relacionadas anatómicamente y funcionalmente durante toda la vida del diente. Debido a esto, se les menciona muy comúnmente como *el órgano o complejo pulpo-dentinario*.³ Cualquier evento que ocurre en la dentina repercute en la pulpa y viceversa.

Embriología del complejo pulpo-dentinario

El complejo pulpo dentinario se origina de las células ectomesenquimatosas (derivadas a su vez de la cresta neural). Una vez que se han formado las 20 láminas dentales (6ª semana de desarrollo embrionario) se establece una interacción epitelio-mesenquimatoso recíproca continua, que permitirá el crecimiento de dos tipos de células indiferenciadas, las células epiteliales indiferenciadas (dan origen a los ameloblastos) y las células mesenquimatosas indiferenciadas (dan origen a los odontoblastos primarios, cementoblastos, osteoblastos y fibroblastos del ligamento periodontal).

Zonas de la lámina dental

Posteriormente, una vez que se ha llegado al estadio de casquete (8ª semana de desarrollo embrionario) es posible distinguir tres zonas en la lámina dental que son de suma importancia durante la embriogénesis, las cuales son: *a*) el órgano dental o del esmalte (forma el esmalte); *b*) La papila dental (forma el complejo pulpo-dentinario), y *c*) el folículo o saco dental (forma al cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar).⁴

Ya que se llega al estadio de campana (fase de citodiferenciación), se inicia la formación tanto de dentina como de pulpa por la papila dental y del esmalte por el órgano dental.⁵

Formación Inicial de la matriz de dentina

Durante el estadio de campana se lleva a cabo la diferenciación de los odontoblastos primarios, la cual es regulada por la interacción entre el epitelio dental y la membrana basal subyacente.⁶ Dicha diferenciación celular inicia principalmente en la zona de la punta de las cúspides y en menor cantidad en el área del asa cervical, surgiendo de las

células epiteliales los ameloblastos y de las células mesenquimatosas los odontoblastos primarios. De la punta de la cúspide hacia el asa cervical, las células aparecen progresivamente menos diferenciadas.

Desarrollo radicular

El desarrollo radicular comienza después que se completa la formación del esmalte de la corona, lo que sigue a la formación de la raíz y las estructuras que lo rodean. Las células del epitelio dental interno y externo, los cuales componen el asa cervical, comienzan a proliferar y formar una estructura conocida como la vaina epitelial radicular de Hertwig (VERH, por sus siglas en inglés). Esta vaina determina el tamaño y forma de la raíz o raíces del diente, la cual establece una división entre la pulpa y el periodonto.⁷

Tan pronto como la primera capa de matriz de dentina radicular mineraliza, aparecen hendiduras en la VERH que permiten a las células de la mesénquima del folículo dental entrar en contacto con la dentina recientemente formada. Entonces, estas células se diferencian en cementoblastos y depositan matriz de cemento sobre la dentina radicular. En muchos dientes las porciones de la VERH fragmentada persisten en el periodonto en proximidad con la raíz después de que se termina el desarrollo radicular, los cuales se conocen como restos epiteliales de Malassez. Normalmente, dichas células no tienen alguna función específica, pero cuando existe inflamación periodontal pueden proliferar y algunos dan lugar a un quiste radicular.

Dentina

La dentina es una masa de tejido vital mineralizado anisótropo (presenta diversas características según la dirección como se observe),⁸ que es producida por una célula específica y que se encuentra exclusivamente en la pulpa dental, dicha célula es el odon-

to blasto. La dentina está compuesta principalmente de colágena, la cual es producida por el odontoblasto a partir de la secreción de una matriz orgánica con componentes tanto colagenosos como no colagenosos y por un proceso de mineralización bien regulado por la misma célula.⁹

Composición química de la dentina

La dentina presenta una composición muy similar a la del hueso, sin embargo, existen algunas diferencias que la distinguen de dicho tejido como el hecho de que el hueso se remodela durante toda la vida, ya sea de manera fisiológica o como reacción ante un estímulo persistente¹⁰ y la dentina no presenta remodelado fisiológico.

A manera de resumen, la dentina está compuesta por colágena tipo I que se encuentra embebida en cristales de hidroxapatita.¹¹ Lo anterior puede variar dependiendo de la localización y edad del paciente, pero en general la composición es de aprox. 70% de material inorgánico, 18% materia orgánica y 12% agua.^{12, 13}

Matriz orgánica de la dentina

Abarca aproximadamente el 18-20% de la composición de la dentina. La materia de la dentina es un tipo de matriz extracelular que es producida por los odontoblastos y donde es posible encontrar diversas macromoléculas que son importantes durante la dentinogénesis. Se encuentra compuesta por la colágena y proteínas no colagenasas

Colágena. Es el principal componente de la materia orgánica de la dentina y el más abundante, ya que abarca el 90% del total de su composición. Pero, en su mayoría es colágena tipo I con pequeñas cantidades tanto de tipo III como V. Es una proteína que se sintetiza en el odontoblasto y se secreta dentro de la pre dentina, en donde sus moléculas son alineadas en forma de fibras.¹⁴

Proteínas no colagenasas. Por otro lado, después de la colágena, el segundo componente más abundante de la materia orgánica de la dentina son las proteínas no colagenasas, las cuales son de notable importancia tanto química como estructural. Estas proteínas poseen características únicas que juegan un papel fundamental en la inducción y regulación de formación mineral durante la dentinogénesis¹⁵ y la remineralización del tejido carioso.

Entre las proteínas no colagenasas de la dentina están las SIBLINGs (por sus siglas en inglés, *Small Integrin-Binding Ligand N-linked Glycoproteins*),¹⁶ diversos factores de crecimiento,¹⁷ citocinas,¹⁸ neuropéptidos y factores neurotróficos,¹⁹ suero/proteínas plasmáticas,²⁰ familia de la matriz de metaloproteinasas (MMP, por sus siglas en inglés),²¹ así como inhibidores de tejido endógenas de metaloproteinasas (TIMPs, por sus siglas en inglés),²² amelogenina, pequeños proteoglicanos ricos en leucina,²³ osteonectina,²⁴ osteocalcina,²⁵ proteína Gla,²⁶ poliaminas, proteínas ligadas al calcio,²⁷ fosfolípidos y proteolípidos.²⁸

Zonas de la dentina

Pre dentina. También se le conoce como matriz de dentina debido a que es la capa de matriz orgánica recién sintetizada, secretada y sin mineralizar (de aprox. 10-30µm de grosor) que se localiza entre la zona odontoblastica y la dentina mineralizada, por ende, se encuentra en contacto directo con la pulpa dental. Está constituida principalmente por colágena tipo I y proteínas no colagenasas, la cual sigue una orientación en ángulo recto al eje longitudinal de los túbulos dentinarios.

La pre dentina se sintetiza en el cuerpo del odontoblasto y se secreta por su proceso,²⁹ posteriormente, conforme sufre calcificación, se produce nueva matriz de dentina mediante un proceso bien regulado y controlado. Se puede considerar a la pre dentina como un molde orgánico que puede mineralizarse en caso de ser necesario, ya que la co-

lágena que la compone funciona de orientador para los cristales de hidroxiapatita y las proteínas no colagenasas que se depositan al momento de la mineralización.

Dentina de manto. Fue descrita por primera vez por Weidenreich en 1925 y se considera como la primera capa de predentina que sufre mineralización justo a un lado la papila dental, por lo tanto, queda situada debajo del esmalte o cemento radicular.³⁰ Constituye una capa muy delgada (aprox. 80-100µm), compuesta por fibras colágena gruesas que están alineadas en forma de abanico.

Dentina peripulpar. Entre la predentina y la dentina de manto se encuentra la dentina circumpulpar o peripulpar,³¹ que abarca el mayor volumen de dentina del órgano dentario. Fue descrita por primera vez por Orban en 1929 y presenta las características histológicas típicas de la dentina, sin embargo, sus fibras colágenas son más delgadas y se disponen más irregularmente que en la dentina del manto, para formar una malla densa que se mineraliza por la deposición de sales de calcio.

Proceso de mineralización de la dentina. El odontoblasto es una célula altamente especializada que se encarga tanto de formar la predentina como de mineralizarla. Por lo tanto, una vez que se alcanza la diferenciación y maduración del odontoblasto primario, el cual tanto sintetiza la predentina en su cuerpo como la secreta por vía de su proceso, esta misma célula va a iniciar la mineralización de la dentina al encargarse de transportar los componentes inorgánicos necesarios y crear un medio ambiente óptimo como se describe más adelante.³²

En el caso de la dentina, ya que la predentina se secreta a través del proceso del odontoblasto por medio de exocitosis o pinocitosis inversa, inicia la acumulación de cristales de fosfato de calcio en pequeñas vesículas que brotan a partir del proceso del odontoblasto, las cuales son llamadas vesículas de matriz.³³ Tales vesículas de matriz contienen en su interior cristales de hi-

droxiapatita que crecen rápidamente y rompen justo al momento de la mineralización. Después, todos estos cristales liberados se mezclan con cristales que fueron expulsados por otras vesículas de matriz y forman un frente de cristales que crean pequeños glóbulos llamados calcosferitos o frente de mineralización.³⁴

Tipos de dentina

En relación con las características de su formación, en 1959, Kuttler Y.³⁵ clasificó a la dentina en tres tipos:

Dentina primaria. También se le denomina como dentina del desarrollo u ortodentina y fue descrita por primera vez por Tomes en 1923. Este tipo de dentina está compuesta tanto por dentina de manto como por dentina peripulpar y es la primera que se forma, al iniciar su deposición una vez que maduran por completo los odontoblastos primarios y pasan a una fase de secreción activa de predentina con el objetivo de comenzar a desarrollar la corona dental.³⁶ Este tipo de dentina posee la característica histológica de túbulos dentinarios con alineación recta, regular y libre de defectos como consecuencia de que el diente no está bajo ningún tipo de estrés funcional. En piezas dentales de monos, su promedio de formación inicial es de aprox. 10µm por día, disminuyendo a 4µm por día. Conforme avanza su formación, los odontoblastos modifican su distribución y se organizan de tal manera que se establecen varias capas celulares.

Dentina secundaria. También se le puede denominar como dentina fisiológica, adventicia, regular o funcional. Su principal diferencia histológica en comparación con la dentina primaria, es la distinta dirección que siguen los túbulos dentinarios (de trayecto recto a en forma de "S") a causa del estrés de grado variable al cual está sometido el diente.³⁷ Su promedio de formación es menor que en la dentina primaria, al disminuir a 0.8µm por día,³⁸ pero se lleva a cabo duran-

te toda la vida del órgano dentario mientras presente su aparato de inserción (encía) intacto.³⁹

Dentina terciaria. Es un tipo de dentina que posee una forma única y se desarrolla de manera rápida como respuesta a alguna irritación física, química y/o biológica, así que se considera un tejido de cicatrización.⁴⁰ El objetivo de su formación es el de proteger a la pulpa dental mediante su aislamiento del estímulo nocivo. Se pueden desarrollar dos clases de dentina terciaria, de acuerdo a la serie de eventos biológicos que se presentan durante su formación:

a) *Dentina terciaria reaccionaria*, se desarrolla fisiológicamente cuando se presenta una irritación de bajo grado (por ejemplo, caries superficial de lenta evolución, enfermedad periodontal o bruxismo), donde los odontoblastos primarios no son destruidos e inician con la producción de manera acelerada de dentina.⁴¹

Empero, cuando el irritante es de tal grado que produce una lesión pulpar extensa que puede involucrar destrucción total y/o parcial de los odontoblastos primarios (por ejemplo, pulpotomías), es necesaria la formación de

b) *Dentina terciaria reparativa.* La aposición de este tipo de dentina es muy compleja, ya que requiere tanto migración como diferenciación de odontoblastos secundarios a partir de las células madre pulpareas.⁴² Su aposición se lleva a cabo de manera acelerada, por ende, el tejido formado es menos tubular y regular que la dentina terciaria reaccionaria, debido a que los odontoblastos secundarios carecen de proceso del odontoblasto.⁴³ Además, también es posible detectar múltiples de tractos muertos (tejido pulpar atrapado dentro de la dentina reparativa mineraliza debido a su rápida formación)⁴⁴ y de ahí que comúnmente se refiera a este tejido como fibrodentina, osteodentina u osteocemento,⁴⁵ por su gran similitud histomorfológica con el cemento radicular y el hueso.

Estructura histológica de la dentina

Unidades estructurales básicas de la dentina

a) Los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas delgadas que se encargan de proteger al proceso del odontoblasto y se extienden por toda la dentina.⁴⁶ Contienen en su interior al proceso del odontoblasto, fibras colágenas, fibras nerviosas, fluido dentinario y diversos depósitos minerales que afectan directamente la permeabilidad del lumen del túbulo.⁴⁷ Siguen una dirección en forma de “S” conforme se dirigen hacia la pulpa, resultado del apiñamiento por parte de los odontoblastos hacia una zona mucho más estrecha que es el centro de la cámara pulpar, más el estrés de grado variable al cual está sometido el diente.

Tienen forma de cono invertido, al presentar su dimensión más estrecha a nivel de la unión amelo-dentinario (aprox. 1 μm) y la más amplia a nivel pulpo-dentinario (aprox. 3-5 μm).⁴⁸ Además, en la dentina radicular son más irregulares y menos numerosos (aprox. 8,000 por mm^2) que en la dentina coronal,⁴⁹ donde es posible observar mayor cantidad a nivel pulpo-dentinario (aprox. 45,000 por mm^2) que a nivel amelo-dentinario (aprox. 15,000-20,000 por mm^2),⁵⁰ con un promedio de aprox. 18,000 por mm^2 en la porción media.⁵¹

b) Estructuralmente es posible distinguir dos tipos de dentina. *La dentina peritubular*, es un tipo de dentina que recubre la periferia tanto de los túbulos dentinarios como de sus ramificaciones y conforme avanza su depósito, se reduce el diámetro del lumen de los mismos.⁵² Está compuesta por gran cantidad de materia inorgánica (hasta el 95% de su composición puede ser hidroxapatita), ausencia total de fibras colágenas,⁵³ y su principal componente orgánico son los glicosaminoglicanos. Dicha característica hace a este tejido duro especialmente susceptible a la disolución cuando se le aplican agentes de grabado ácido durante procedimientos restauradores o algún quelante

como el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) para eliminar el lodo dentinario durante el tratamiento endodóntico.⁵⁴ Por lo tanto, colocar sobre la dentina tales agentes aumenta la permeabilidad de los túbulos dentinarios, ya que actúan más eficazmente sobre la dentina peritubular.

Existe un tipo de dentina peritubular que se deposita fisiológicamente en la parte interna del túbulo dentinario, la cual es denominada como *dentina intratubular*. Este tipo de dentina se encuentra principalmente donde el lumen del túbulo dentinario es más estrecho (unión amelo-dentinaria o cemento-dentinaria), pero no es posible detectarla en la zona más cercana a la pulpa dental, debido a que no ha iniciado la aposición de dentina en la parte interna del túbulo.

Por otro lado, la segunda estructura de la dentina se conoce como *dentina intertubular*. Se localiza entre los túbulos dentinarios⁵⁵ y está compuesta por gran cantidad de colágena tipo I (90%). Se ha reportado que es menos mineralizada desde un 9% hasta un 40% que la dentina peritubular,^{56,57} así que es menos susceptible a la disolución con la aplicación ácidos o quelantes.

- c) El fluido dentinario es un ultrafiltrado de la sangre proveniente de los capilares pulpares, que ocupa alrededor del 22% del volumen total de la dentina y tiene como característica no ser homogéneo ni uniforme. Su composición es muy similar a la del plasma, ya que se ha encontrado gran cantidad de sodio, calcio y fosfato provenientes de la circulación sanguínea pulpar, poca cantidad de potasio y presencia de algunas proteínas plasmáticas como la albúmina e inmunoglobulinas (principalmente IgG).⁵⁸

Unidades estructurales secundarias de la dentina

- a) La dentina de la interface o línea calcio-traumática es la primera barrera de

defensa, la cual se encuentra muy mineralizada y se caracteriza por su morfología irregular. Se localiza entre la dentina primaria y secundaria.⁵⁹

- b) Dentina interglobular o espacios de Czermack son zonas de dentina no mineralizada o hipomineralizada por la falta de fusión entre los calcosferitos, durante la fase de mineralización de la predentina.⁶⁰ La presencia de este tipo de dentina se asocia con ciertas enfermedades hormonales o nutricionales (por ejemplo, hipofosfatasa, resistencia a la vitamina D, enfermedad de Rickets, entre otras), atresia biliar y flurosis, las cuales son entidades que alteran directamente el proceso de mineralización de la dentina.

Pulpa dental

Zonas de la pulpa dental

- a) Capa odontoblástica. Esta capa se encuentra inmediatamente adyacente a la predentina; los procesos odontoblásticos, sin embargo, pasan a través de la predentina hasta adentrarse en la dentina. Por lo tanto, la capa odontoblástica posee solo el cuerpo del odontoblasto. Además, capilares, fibras nerviosas y células dendríticas se pueden encontrar entre los odontoblastos.⁶¹ En la porción coronal de una pulpa joven que está activamente secretando colágena, los odontoblastos asumen una forma columnar alargada, mientras que en la porción media de la pulpa radicular son más cuboidales y cerca del foramen apical, los odontoblastos aparecen como una capa escamosa de células planas. El plegamiento entre las columnas alargadas de los odontoblastos, produce la apariencia de una palizada. A su vez, los cuerpos celulares de los odontoblastos están conectados por *complejos de unión* (desmosomas, uniones estrechas y de hendidura) que unen mecánicamente a las células unas con otras, además, de establecer

una vía permeable para la transmisión de moléculas.

- b) Zona pobre en células o de weil. Inmediatamente adyacente a la capa odontoblástica en la pulpa coronal, hay con frecuencia una zona estrecha de aproximadamente 40 micras en anchura que está relativamente libre de células. Ésta es atravesada por capilares sanguíneos, fibras nerviosas no mielinadas y delgados procesos citoplásmicos de los fibroblastos. La presencia ó ausencia de la zona pobre en células dependerá del estado funcional de la pulpa (ausente en pulpas inmaduras ó en reparación).
- c) Zona rica en células. Capa que contiene una relativamente alta cantidad de fibroblastos comparado con la región más central de la pulpa. Además de fibroblastos, la zona rica en células incluye un número variable de macrófagos, células dendríticas, células mesenquimatosas indiferenciadas, preodontoblastos y terminaciones nerviosas mielínicas. Los odontoblastos dañados de manera irreversible son reemplazados por células que migran de la zona rica en células sobre la superficie interna de la dentina. Esta actividad mitótica es probablemente el primer paso en la formación de una nueva capa odontoblástica.
- d) Centro pulpar o pulpa propia. Es la masa central de la pulpa. Está formado por tejido conectivo laxo, y entre este estroma encontramos los vasos sanguíneos mayores que forman una verdadera trama, asociada a vasos linfáticos y fibras nerviosas mielínicas.

Regiones anatómicas de la pulpa dental

En una pieza dental, es posible encontrar la pulpa coronal (a su vez se subdivide en cuernos pulpares y cámara pulpar) y la pulpa radicular (se comunica con el ligamento periodontal principalmente por el foramen apical y en ocasiones por conductos laterales).

Terminología de los conductos radiculares (según Pucci y Kuttler)

CONDUCTO PRINCIPAL: presenta una entrada y una salida al periodonto

CONDUCTO COLATERAL: presenta una entrada y una salida al periodonto, pero adyacente al conducto principal

CONDUCTO LATERAL: surge de un conducto principal hacia el periodonto

ACCESORIO: surge de un conducto lateral hacia el periodonto

INTERCONDUCTO: comunica a dos conductos principales

RECURRENTE: se divide de un conducto principal y se vuelve a unir al mismo antes de alcanzar el foramen apical

DELTA APICAL: pequeñas ramificaciones localizadas en principalmente en los últimos 3mm de la raíz

INTERRADICULAR: comunica el piso de la cámara pulpa con el periodonto

CONSTRICCIÓN APICAL. Se encuentra adyacente a la zona CDC (unión de conducto, dentina y cemento) y se considera el punto de mayor estrechez del conducto radicular. Se considera el punto donde se debe realizar tanto la preparación biomecánica como la obturación de conductos. De acuerdo con Kuttler, mide aprox. 210 a 224µm.⁶²

Células de la pulpa dental

Odontoblasto primario. Es la célula más importante del complejo dentina-pulpa. La relación entre los odontoblastos primarios es mutua, y cuando uno es afectado, inmediatamente otros quedan afectados porque existen anastomosis por prolongaciones citoplasmáticas. Los odontoblastos primarios producen una matriz compuesta de fibras colágenas, proteínas no colagenasas, y proteoglucanos que son capaces de experimentar mineralización. Esta célula sintetiza principalmente colágena tipo I, y más raramente colágena tipo V. El odontoblasto primario, una vez completa su diferenciación, aparentemente no sufre más división celular.⁶³

Si esto fuera correcto, el tiempo de vida del odontoblasto coincidiría con el tiempo de vida de la pulpa viable. Entonces, la síntesis de matriz tiene lugar en el cuerpo del odontoblasto, y la secreción, en el proceso del odontoblasto. Esta célula se divide en dos componentes principales, uno estructural y uno funcional:

- a) El cuerpo del odontoblasto, que se encuentra adyacente a la predentina, presenta características ultraestructurales, como son un alto orden de retículo endoplásmico rugoso, un prominente aparato de Golgi, gránulos secretorios, y numerosas mitocondrias. Además, esta célula es rica en RNA, y su núcleo contiene uno o más nucléolos. Su función es sintetizar y secretar la predentina.
- b) El proceso del odontoblasto, que se encuentra dentro del túbulo dentinario. Los microtúbulos y los microfilamentos son los principales componentes ultraestructurales en el proceso del odontoblasto y sus ramas laterales. Su función es mineralizar la predentina formada en el cuerpo del odontoblasto.

Fibroblasto. Los fibroblastos son las células más numerosas de la pulpa. Estas células sintetizan colágena tipo I y tipo III; por consecuencia, producen colágena y sustancia fundamental. Dado que son capaces de fagocitar y digerir colágena, los fibroblastos son los responsables por el recambio de colágena en la pulpa. Además, los fibroblastos son particularmente abundantes en la zona rica en células. Conforme aumenta el número de vasos sanguíneos, nervios, y fibras colágenas en la pulpa, hay una disminución relativa en el número de fibroblastos.

Células madre de la pulpa dental. Son descendientes de las células ectomesenquimatosas indiferenciadas de la papila dental. Esta célula posee una forma estrellada y comúnmente se les localiza alrededor de los vasos sanguíneos y principalmente en la zona rica en células. Son células multipotenciales con capacidad de ser estimuladas y sufrir histodiferenciación celular en:

fibroblastos, odontoblastos, macrófagos, angioblastos, etc.

Células del sistema inmune. Las células del sistema inmune pulpar, son las mismas a las de cualquier parte del organismo. Las más comunes son los neutrófilos, macrófagos, linfocitos (tanto T como células plasmáticas), mastocitos entre otros

Componentes extracelulares

Matriz extracelular o sustancia fundamental.⁶⁴ El tejido conectivo consiste en células y fibras, ambos embebidos en sustancia fundamental o matriz extracelular (MEC). Las células que producen las fibras de tejido conectivo también sintetizan los principales componentes de la MEC. Se describe como una sustancia amorfa y se considera como un gel que está constituido por glucosaminoglucanos y agua. Los nutrientes que quieren ser transportados de los vasos sanguíneos a las células deben pasar a través de esta sustancia. La degradación de la sustancia fundamental puede ocurrir en ciertas lesiones inflamatorias que tienen una alta concentración de enzimas lisosómicas o bacterianas (por ejemplo, enzimas proteolíticas, hialuronidasas, y sulfatasas de condroitina).

Calcificaciones

Dentro de la pulpa dental, es común encontrar pequeños cálculos pulpares que no son detectables mediante radiografías por su tamaño tan pequeño. Se describen, de acuerdo a su localización, en tres tipos: cálculos libres (rodeados por pulpa dental), cálculos insertados (son continuos con la dentina) y cálculos embebidos (cubiertos por completo por dentina). La importancia de estos cálculos radica en la posibilidad de que obstruyan la entrada de los conductos radiculares al momento del tratamiento endodóntico.⁶⁵

Microcirculación pulpar

La función de la microcirculación pulpar es transportar nutrientes a los tejidos y eliminar productos metabólicos de desecho.

- a) Plexo capilar subodontoblástico. Cada pieza dental es vascularizada por una o dos arteriolas pequeñas (150µm de diámetro) que penetran por el foramen apical, siguiendo un curso hasta la porción central de la pulpa coronal, dando salida a ramificaciones que se esparcen lateralmente para formar el *plexo capilar subodontoblástico* justo antes de llegar a la zona odontoblástica, que tiene la función de nutrir a los odontoblastos.⁶⁶ En el plexo capilar subodontoblástico se encuentran abundantes capilares con fenestraciones que están recubiertos por una membrana basal en la que se asientan las células endoteliales que actúan como un filtro selectivo, controlando la salida y entrada de macromoléculas.
- b) Anastomosis arteriovenosas. Además, en la circulación pulpar es común encontrar anastomosis arteriovenosas (AAVs) que pueden presentarse tanto en las porciones coronal como radicular de la pulpa (mayor número en pulpa radicular).⁶⁷ Las AAVs son vénulas relativamente pequeñas con forma de asa en “U” y un diámetro aproximado de 10µm, siendo puntos de contacto directo entre la circulación arterial y venosa, cuya función es la de regular el flujo sanguíneo proporcionando un mecanismo de desvío de sangre en las áreas de lesión o inflamación. El tejido pulpar posee una capacidad limitada para la expansión, ya que está contenida entre las paredes rígidas de la dentina. Durante la reacción inflamatoria, se produce vasodilatación y aumento de permeabilidad vascular, con salida de líquido de los capilares hacia el tejido intersticial, lo que provoca aumento de la presión pulpar hidrostática, por lo que las AAVs juegan un papel importante para controlar las modificaciones en la presión hidrostática y osmótica pulpar en las reacciones inflamatorias.

- c) Circulación linfática. Los linfáticos ayudan a resolver la inflamación iniciada en la pulpa, al eliminar exudado y trasudados inflamatorios, así como irritantes. Con métodos actuales se ha corroborado la existencia de circulación linfática en la pulpa dental, presentándose numerosos vasos linfáticos en la parte central de la pulpa, originándose cerca de la zona pobre en células o de Weil y la zona odontoblástica. Se ha evidenciado que estos vasos abandonan la región de la pulpa radicular conjuntamente con los nervios y los vasos sanguíneos y, salen por el agujero apical, para drenar en los vasos linfáticos mayores del ligamento periodontal.

Inervación pulpar

El diente está inervado por un gran número de fibras nerviosas tanto mielinadas como no mielinadas, las cuales ejercen dos funciones, (1) *sensibilidad* (conducen los impulsos sensoriales recibidos) y (2) *vasomotora* (proveen modulación neurogénica de la microcirculación). Los tipos de fibras nerviosas pulpares son:

- a) Fibra nerviosa A-δ. Es una fibra mielinada nociceptiva de rápida conducción y fácil de excitar, la cual se localiza principalmente en piel, mucosa y pulpa dental (zona odontoblástica y túbulos dentinarios).⁷⁰ Cabe mencionar, que por ser nociceptiva únicamente detecta dolor más no su localización. Cuando es estimulada, responde con dolor agudo (hipersensibilidad dentinaria) y es altamente susceptible a los mediadores inflamatorios
- b) Fibra nerviosa A-β. Es una fibra mielinada que, a diferencia de la anterior, es propioceptiva y detecta la estimulación mecánica no dolorosa (vibración), la cual es posible encontrar en la piel, mucosa y abundantemente en el ligamento periodontal. De todas las fibras tipo A de la pulpa dental, el 10% son A-β y el 90% A-δ
- c) Fibra nerviosa c. Fibra nerviosa no mielinada de lenta conducción que se localiza principalmente en el centro pulpar y

zona odontoblástica. Se caracteriza por ser nociceptiva (sólo detecta dolor más no su localización) y responder con dolor quemante y sordo. A diferencia de las fibras A- δ , requiere de un estímulo muy agresivo y que dañe el tejido (por ejemplo, el presente en la pulpitis irreversible) para lograr estimularla.

Por lo tanto, a manera de resumen, la secuencia de estimulación de las fibras nerviosas de la pulpa dental comienza con la respuesta aguda y de corta duración de las fibras A- δ ante el crecimiento de una caries superficial que ocasiona una pulpitis reversible, que de persistir el irritante, pasa a un estado de irreversibilidad donde los síntomas incrementan y se excitan las fibras C. En este punto, el paciente aún no identifica con claridad el origen del dolor dado que las fibras estimuladas son exclusivamente nociceptivas. Una vez que la inflamación se disemina hasta el ligamento periodontal, el paciente logra identificar el origen del dolor porque se excitan las fibras A- β propioceptivas.

Los nervios sensoriales salen del nervio trigémino (segunda [V2] y tercera división [V3]) y entran a la pulpa radicular por vía del foramen apical en forma de haces en asociación con los vasos sanguíneos. Estos nervios sensoriales que entran en la pulpa están envueltos por una capa de células de Schwann que tienen en su interior a las fibras C no mielinadas.

Una vez que los nervios alcanzan la pulpa coronal, se abren en forma de abanico justo por debajo de la zona rica en células y se ramifican hasta formar un plexo de axones nerviosos conocido como el *plexo de Raschkow*, que se desarrolla por completo hasta que la formación radicular finaliza. Es en este plexo donde las fibras A salen de sus vainas de mielina y se ramifican para localizarse en el plexo subodontoblástico, de donde axones terminales emergen y se adentran entre los odontoblastos como terminaciones nerviosas libres. Ante la ausencia de este plexo (como en el caso de dientes recién traumatizados o dientes con ápice inmaduro), las pruebas de vitalidad no son confiables.^{71,72}

Es de interés clínico la evidencia de que las fibras nerviosas de la pulpa puedan ser resistentes a la necrosis. Esto se debe a que los cuerpos celulares se encuentran en ganglios fuera de la pulpa y solamente los procesos nerviosos se encuentran en los dientes. Los haces nerviosos, en general, son más resistentes a la autólisis que otros elementos tisulares; aún en pulpas degeneradas las fibras C pueden ser capaces de responder a la estimulación. Esto puede ofrecer una explicación de porqué la instrumentación de conductos radiculares aparentemente no vitales puede presentar dolor.

Referencias

- 1 Disponible en: <http://www.aae.org/Board/>
- 2 Estrela C. Ciencia Endodóntica. 2005. Editorial Artes Médicas, pag 1. Registro ISBN: 85-367-0028-9
- 3 Orstavik D & Pitt Ford. Essential Endodontology. 2a edition, 2008. Blackwell Publishing, pag 10. Registro ISBN: 9781405149761
- 4 Thesleff I. Developmental biology and building a tooth. Quintessence Int. 2003; 34(8): 613-620 [PubMed: 14620213]
- 5 Torabinejad M & Walton R. Endodontics, principles and practice. 4ª edition, 2009. Elsevier Health Sciences, pag 2-3. Registro ISBN-10: 1416038515
- 6 Thesleff I. Epithelial-mesenchymal signaling regulating tooth morphogenesis. J Cell Sci. 2003; 116(9): 1647-1648 [PubMed: 12665545]
- 7 Linde A & Goldberg M. Dentinogenesis. Crit Rev Oral Biol Med. 1993. 4(5): 679-728 [PubMed: 8292714]
- 8 Wang R & Weiner S. Human root dentin: structural anisotropy and Vickers microhardness isotropy. Connect Tissue Res. 1998; 39(4): 269-279. [PubMed: 11063007]
- 9 Arana-Chavez VE & Massa LF. Odontoblasts: the cells forming and maintaining dentine. Int J Biochem Cell Biol. 2004; 36(8): 1367-1373. [PubMed: 15147714]

- 10 Sugiyama T, Price JS, Lanyon LE. Functional adaptation to mechanical loading in both cortical and cancellous bone is controlled locally and is confined to the loaded bones. *Bone*. 2010; 46(2): 314-321. [PubMed: 19733269]
- 11 Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1996; 7(2): 104-133. [PubMed: 8875027]
- 12 Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*. 1997; 25(6): 441-458. [PubMed: 9604576]
- 13 Goldberg M & Smith AJ. Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004; 15(1): 13-27.
- 14 Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: A critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003; 14(1): 13-29. [PubMed: 12764017]
- 15 Hao J, Ramachandran A, George A. Temporal and spatial localization of the dentin matrix proteins during dentin biomineralization *J Histochem Cytochem*. 2009; 57(3): 227-237. [PubMed: 19001636]
- 16 Verdelis K, Lukashova L, Yamauchi M, Atsawasuwan P, Wright JT y cols. Changes in matrix phosphorylation during bovine dentin development. *Eur J Oral Sci*. 2007; 115(4): 296-302. [PubMed: 17697169]
- 17 Musson DS, McLachlan JL, Sloan AJ, Smith AJ, Cooper PR. Adrenomedullin is expressed during rodent dental tissue development and promotes cell growth and mineralization. *Biol Cell*. 2010; 102(3): 145-157. [PubMed: 19828015]
- 18 Levin LG, Rudd A, Bletsa A, Reisner H. Expression of IL-8 by cells of the odontoblast layer in vitro. *Eur J Oral Sci*. 1999; 107(2): 131-137. [PubMed: 10232462]
- 19 Fiore M, Chaldakov GN, Aloe L. Nerve growth factor as a signaling molecule for nerve cells and also for the neuroendocrine-immune systems. *Rev Neurosci*. 2009; 20(2): 133-145. [PubMed: 19774790]
- 20 Okamura K, Tanaka A, Kakehi A, Maeda M, Tsutsui M. Plasma components in deep lesions of human carious dentin. *J Dent Res*. 1979; 58(10): 2010. [PubMed: 387837]
- 21 Mazzoni A, Papa V, Nato F, Carrilho M, Tjäderhane L y cols. Immunohistochemical and biochemical assay of MMP-3 in human dentine. *J Dent*. 2011; 39(3): 231-237. [PubMed: 21215789]
- 22 Niu LN, Zhang L, Jiao K, Li F, Ding YX y cols. Localization of MMP-2, MMP-9, TIMP-1, and TIMP-2 in human coronal dentine. *J Dent*. 2011; 39(8): 536-542. [PubMed: 21641958]
- 23 Okahata S, Yamamoto R, Yamakoshi Y, Fukae M. A large chondroitin sulfate proteoglycan, versican, in porcine predentin. *J Oral Biosci*. 2011; 53(1): 72-81. [PubMed: 22200993]
- 24 Chun YH, Yamakoshi Y, Kim JW, Iwata T, Hu JC y cols. Porcine SPARC: isolation from dentin, cDNA sequence, and computer model. *Eur J Oral Sci*. 2006; 114(Suppl 1): 78-85. [PubMed: 16674666]
- 25 Ferron M, Hinoi E, Karsenty G, Ducy P. Osteocalcin differentially regulates beta cell and adipocyte gene expression and affects the development of metabolic diseases in wild-type mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2008; 105(13): 5266-5270. [PubMed: 18362359]
- 26 Kaipatur NR, Murshed M, McKee MD. Matrix Gla protein inhibition of tooth mineralization. *J Dent Res*. 2008; 87(9): 839-844. [PubMed: 18719210]
- 27 Somogyi E, Petersson U, Sugars RV, Hultenby K, Wendel M. Nucleobindin-a Ca²⁺-binding protein present in the cells and mineralized tissues of the tooth. *Calcif Tissue Int*. 2004; 74(4): 366-376. [PubMed: 15255074]
- 28 Goldberg M, Boskey AL. Lipids and biomineralizations. *Prog Histochem Cytochem*. 1996; 31(2): 1-187. [PubMed: 8893307]
- 29 Smith AJ, Scheven BA, Takahashi Y, Ferracane JL, Shelton RM y cols. Dentine as a bioactive extracellular matrix. *Arch Oral Biol*. 2012; 57(2): 109-121. [PubMed: 21855856]

- 30 Dechichi P, Biffi JC, Moura CC, de Armeida AW. A model of the early mineralization process of mantle dentin. *Micron*. 2007; 38(5): 486-491. [PubMed: 16996743]
- 31 Stratmann U, Schaarschmidt K, Wiesmann HP, Plate U, Höhling HJ y cols. The mineralization of mantle dentine and of circumpulpal dentine in the rat: an ultrastructural and element-analytical study. *Anat Embryol (Berl)*. 1997; 195(3): 289-297. [PubMed: 9084827]
- 32 Linde A. Dentin mineralization and the role of odontoblasts in calcium transport. *Connect Tissue Res*. 1995; 33(1-3): 163-170. [PubMed: 7554949]
- 33 Anderson HC. Matrix vesicles and calcification. Review. *Curr Rheumatol Rep*. 2003; 5(3): 222-226. [PubMed: 12744815]
- 34 Mishima H & Kozawa Y. SEM and EDS analysis of calcospherites in human teeth. *Eur J Oral Sci*. 1998; 106(Suppl 1): 392-396. [PubMed: 9541254]
- 35 Kuttler Y. Classification of dentine into primary, secondary, and tertiary. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1959; 12(8): 996-999. [PubMed: 13674699]
- 36 Wang X, Zhang Q, Chen Z, Zhang L. Immunohistochemical localization of LIM mineralization protein 1 in pulp-dentin complex of human teeth with normal and pathologic conditions. *J Endod*. 2008; 34(2): 143-147. [PubMed: 18215669]
- 37 Goldberg M, Farges JC, Lacerda-Pinheiro S, Six N, Jegat N y cols. Inflammatory and immunological aspects of dental pulp repair. *Pharmacol Res*. 2008; 58(2): 137-147. [PubMed: 18602009]
- 38 Ziskin DE, Applebaum E, Gorlin RJ. The effect of hypophysectomy upon the permanent dentition of rhesus monkeys. *J Dent Res*. 1949; 28(1): 48-54. [PubMed: 18110505]
- 39 Cox CF, White KC, Ramus DL, Farmer JB, Snuggs HM. Reparative dentin: factors affecting its deposition. *Quintessence Int*. 1992; 23(4): 257-270. [PubMed: 1502302]
- 40 Smith A, Murray P, Sloan AJ, Matthews JB, Zhao S. Trans-dentinal stimulation of tertiary dentinogenesis. *Adv Dent Res*. 2001 15: 51-54. [PubMed: 12640740]
- 41 Cooper PR, Takahashi Y, Graham LW, Simon S, Imazato S y cols. Inflammation-regeneration interplay in the dentine-pulp complex. *J Dent*. 2010; 38(9): 687-697. [PubMed: 20580768]
- 42 Orhan EO, Maden M, Senguüven B. Odontoblast-like cell numbers and reparative dentine thickness after direct pulp capping with platelet-rich plasma and enamel matrix derivative: a histomorphometric evaluation. *Inter Endod J*. 2012; 45(4): 317-325. [PubMed: 22007726]
- 43 Dammaschke T. The formation of reparative dentina and Höhl cells in the dental pulp. *ENDO (Lond Engl)*. 2010; 4(4): 255-261.
- 44 Mjör IA. Chapter 15. Human coronal dentine: structure and reactions. En: Siskin M. *The biology of the human dental pulp*. The C.V. Mosby Company. 1973, Saint Louis, Missouri, EUA; pag 263.
- 45 Unno H, Suzuki H, Nakakura-Ohshima K, Jung HS, Ohshima H. Pulpal regeneration following allogenic tooth transplantation into mouse maxilla. *Anat Rec (Hoboken)*. 2009; 292(4): 570-579. [PubMed: 19226618]
- 46 Aubin JE. New immunological approaches to studying the odontoblast. *J Dent Res*. 1985; 64(Spec): 515-522. [PubMed: 3886735]
- 47 Hildebrand C, Fried K, Tuisku F, Johansson CS. Teeth and tooth nerves. *Prog Neurobiol*. 1995; 45(3): 165-167. [PubMed: 7777672]
- 48 Lopes MB, Sinhoreti MA, Gonini Júnior A, Consani S, McCabe JF. Comparative study of tubular diameter and quantity for human and bovine dentin at different depths. *Braz Dent J*. 2009; 20(4): 279-283. [PubMed: 20069249]
- 49 Tsurumachi T, Huang TJ, Zhan W, Hayashi M, Ogiso B. Scanning electron microscopic study of dentinal pulpal walls in relation to age and tooth area. *J Oral Sci*. 2008; 50(2): 199-203. [PubMed: 18587211]
- 50 Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical

- region of human teeth. *Int Endod J.* 2001; 34(5): 346-353. [PubMed: 11482717]
- 51 Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol.* 2000; 45(5): 355-361. [PubMed: 10739856]
- 52 Ryou H, Romberg E, Pashley DH, Tay FR, Arola D. Nanoscopic dynamic mechanical properties of intertubular and peritubular dentin. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2012; 7: 3-16. [PubMed: 22340680]
- 53 Gotliv BA & Veis A. Peritubular dentin, a vertebrate apatitic mineralized tissue without collagen: role of a phospholipid-proteolipid complex. *Calcif Tissue Int.* 2007; 81(3): 191-205. [PubMed: 17674072]
- 54 Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* 2003; 36(12): 810-830. [PubMed: 14641420]
- 55 Ryou H, Romberg E, Pashley DH, Tay FR, Arola D. Nanoscopic dynamic mechanical properties of intertubular and peritubular dentin. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2012; 7: 3-16. [PubMed: 22340680]
- 56 Miller WA, Eick JD, Neiders ME. Inorganic components of the peritubular dentin in young human permanent teeth. *Caries Res.* 1971; 5(3): 264-278. [PubMed: 5284352]
- 57 Xu C & Wang Y. Chemical composition and structure of peritubular and intertubular human dentine revisited. *Arch Oral Biol.* 2012; 57(4): 383-391. [PubMed: 21996490]
- 58 Kim SY, Ferracane J, Kim HY, Lee IB. Real-time measurement of dentinal fluid flow during amalgam and composite restoration. *J Dent.* 2010; 38(4): 343-351. [PubMed: 20060432]
- 59 Simon S, Smith AJ, Lumley PJ, Berdal A, Smith G y cols. Molecular characterization of young and mature odontoblasts. *Bone.* 2009; 45(4): 693-703. [PubMed: 19555781]
- 60 Jayawardena C, Nandasena T, Abeywardena A, Nanayakkara D. Regional distribution of interglobular dentine in human teeth. *Arch Oral Biol.* 2009; 54(11): 1016-1021. [PubMed: 19782342]
- 61 Simon S, Cooper P, Berdal A, Lumley P, Tomson P, Smith AJ. Understanding pulp biology for routine clinical practice. *ENDO (Lond Engl).* 2009; 3(3): 171-184
- 62 Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc.* 1955; 50(5): 544-552 [PubMed: 14366934]
- 63 Orhan EO, Maden M, Senguüven B. Odontoblast-like cell numbers and reparative dentine thickness after direct pulp capping with platelet-rich plasma and enamel matrix derivative: a histomorphometric evaluation. *Int Endod J.* 2012; 45(4): 317-325 [PubMed: 22007726]
- 64 Simon S, Cooper P, Berdal A, Lumley P, Tomson P y cols. Understanding pulp biology for routine clinical practice. *ENDO (Lond Engl).* 2009; 3(3): 171-184
- 65 Goga R, Chandler NP, Oginni AO. Pulp stones: a review. *Int Endod J.* 2008; 41(6): 457-468 [PubMed: 18422587]
- 66 Berggreen E, Bletsa A, Hereyaas KJ. Circulation in normal and inflamed dental pulp. *Endod Top.* 2010; 17: 2-11
- 67 Takahashi K, Kishi Y, Kim S. A scanning electron microscope study of the blood vessels of dog pulp using corrosion resin casts. *J Endod.* 1982; 8(3): 131-135 [PubMed: 7042891]
- 68 Luukko K, Kettunen P, Fristad I, Berggreen E. Chapter 12: Structure and functions of the dentin-pulp complex. En: Hargreaves & Cohen. *Cohen's pathways of the pulp.* 10th edition, 2011. Registro ISBN: 978-0-323-06489-7
- 69 Byers MR, Henry MA, Närhi MVO. Chapter 7: dental innervations and its responses to tooth injury. In: Hargreaves KM, Goodis HE, Tay FR. *Seltzer and Bender's dental pulp.* 2012. 2nd edition. Quintessence Publishing Co, Inc. Registro ISBN 978-0-86715-480-1
- 70 Närhi MVO, Hirvonen T, Hakumaki MOK. Activation of intradental nerves in the dog to some stimuli applied to the dentin. *Arch Oral Biol.* 1982; 27(12): 1053-1058 [PubMed: 6963884]

- 71 Jafarzadeh H & Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J.* 2010; 43(9): 738-762 [PubMed: 20609022]
- 72 Jafarzadeh H & Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and tests cavities. *Int Endod J.* 2010; 43(11): 945-958 [PubMed : 20726917]

2. CLASIFICACIÓN CONTEMPORÁNEA DE ENFERMEDADES PULPARES Y PERIAPICALES

*Hugo Isaac Plascencia Contreras
Flavia Mariana Díaz Magaña
Salvador Márquez De Alba*

Generalidades

Uno de los pasos más importantes de la terapia endodóntica es el diagnóstico. Se considera el paso inicial para alcanzar el éxito del tratamiento de conductos y es tan fundamental como la apertura cameral, preparación biomecánica, irrigación y obturación que, generalmente, se lleva toda la atención del operador. No obstante, es importante resaltar la necesidad de establecer un diagnóstico preoperatorio que nos permita determinar un plan de tratamiento a seguir, así como poder proporcionar al paciente un pronóstico de su caso.

Antecedentes

Históricamente, la mayoría de las clasificaciones de enfermedades pulpares y periapicales propuestas tratan de combinar los hallazgos histológicos con los hallazgos clínicos, en un intento por determinar con mayor exactitud el estado de la pulpa dental y, de esta manera, establecer un plan de tratamiento específico para cada caso en particular; lamentablemente los signos y síntomas en raras ocasiones concuerdan con los even-

tos histológicos.¹ Por ejemplo, se ha demostrado que las terminaciones nerviosas de la pulpa dental son resistentes al proceso de necrosis, así que es posible encontrar piezas dentales con hipersensibilidad a los cambios térmicos y hacernos creer que se trata de una pulpitis irreversible sintomática, cuando el contenido del sistema de conductos se encuentra en un estado de necrosis total o parcial (necrobiosis).^{2,3} Por lo tanto, para poder determinar el estado histológico exacto de la pulpa dental, es necesaria su extirpación y análisis en laboratorio, por lo que es impráctico tomar como referencia alguna clasificación histológica.

Primer consenso de la Asociación Americana en Endodoncia (AAE) sobre Terminología Diagnóstica en Endodoncia

En el 2007, los directores de los programas de la Asociación Americana en Endodoncia (AAE, por sus siglas en inglés) hacen mención que es necesario estandarizar los términos endodónticos utilizados especialmente en las diversas facultades de Odontología tanto de Estados Unidos como de Canadá,

además de los publicados en los libros de texto sobre endodoncia.

Para el 2008, Rossman, director de la American Association of Endodontics Board, convocó a una conferencia para revisar el tema y estableció un comité compuesto por Glickman, Bakland, Fouad, Hargreaves y Schwartz para elaborar el programa de dicha reunión. A su vez, este comité seleccionó otro grupo de expertos, reconocidos en el ámbito del diagnóstico en endodoncia a nivel mundial.

En octubre de 2008 se llevó a cabo el Primer Consenso de la AAE sobre Terminología Diagnóstica, en Chicago, EUA (En adelante, 1°C-AAE), donde participaron 64 invitados especiales. Se revisaron tópicos como: terminología, definición, criterios de evaluación y modalidades de tratamientos para la enfermedad pulpar y periapical. Como resultado, en el 2009, la AAE publicó en el *Journal of Endodontics* cinco artículos con la nueva terminología para el diagnóstico en endodoncia,^{4, 5, 6, 7, 8} la clasificación clínica de enfermedades pulpares y periapicales aceptada y sus respectivas modalidades de tratamiento, lo cual fue respaldado también por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y se anexó al glosario de términos endodónticos publicados por la AAE, por lo que se recomendó su uso en todas las especialidades en endodoncia a nivel mundial.

Clasificación clínica de enfermedades pulpares

Durante el 1°C-AAE se estableció que la clasificación de enfermedades pulpares propuesta por Morse y cols. en 1977⁹ con sus respectivas modificaciones, era la mejor clasificación clínica de enfermedades pulpares, la cual se muestra en la tabla 1.

Es importante remarcar que esta clasificación clínica de enfermedades pulpares se limita exclusivamente a todos los eventos ocurridos dentro del sistema de conductos radiculares, ya que los cambios desarrolla-

dos del límite CDC hacia los tejidos periapicales se engloban dentro de la clasificación clínica de enfermedades periapicales.

Tabla 1. Clasificación clínica de enfermedades pulpares

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Pulpa normal 2) Pulpitis reversible <ol style="list-style-type: none"> a) Sintomática o asintomática 3) Pulpitis irreversible <ol style="list-style-type: none"> a) Sintomática b) Asintomática 4) Necrosis pulpar 5) Reabsorción dentinaria interna 6) Calcificación pulpar 7) Tratamiento endodóntico iniciado previamente 8) Tratamiento endodóntico previo |
|---|

Pulpa normal

El 1°C-AAE define a la pulpa normal como: “una categoría para el diagnóstico clínico donde la pulpa está libre de síntomas y responde con normalidad a las pruebas de vitalidad.” Sus características son:

Características clínicas. Hace referencia a la pulpa dental que se encuentra intacta y no presenta ningún signo o síntoma, ni clínico ni histológico de enfermedad. Se caracteriza por responder con normalidad a las pruebas de vitalidad tanto térmicas como eléctricas (dolor moderado y transitorio no mayor a pocos segundos), pero cabe mencionar que la prueba térmica al frío es la más confiable. A la prueba, tanto de percusión como de palpación, no responde dolorosamente.^{10, 11} Hace mención que esta categoría se utiliza exclusivamente en los casos donde la pulpa dental intacta requiere tratamiento de conductos por razón protésica en dientes totalmente sanos.

Características radiográficas. Existe ausencia de cambios patológicos.

Características histológicas. Vistas a detalle en el capítulo anterior 1.- Biología pulpar y periapical.

Tratamiento. No requiere ningún tipo de intervención.

Pulpitis reversible o hiperemia pulpar

El I^oC-AAE define la pulpitis reversible como: “una categoría para el diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que la inflamación se puede eliminar y la pulpa tiene la capacidad de regresar a la normalidad.” Sus características son:

Características clínicas. Los pacientes pueden referir desde ausencia total de síntomas hasta dolor moderado a intenso que se desencadena exclusivamente ante la presencia de algún tipo de irritante y dicha respuesta dolorosa desaparece a los pocos segundos de retirado el estímulo.¹² Es importante resaltar que el antecedente de dolor espontáneo hace sospechar de un proceso inflamatorio más severo, generalmente asociado con pulpitis irreversible.

Características radiográficas. No se observa ningún cambio significativo.

Características histológicas. En general, se caracteriza por la presencia de una pequeña área de inflamación aguda muy localizada.¹³ Es posible detectar respuesta inmune tanto innata como adaptativa¹⁴ con abundantes neutrófilos, los cuales son seguidos por mastocitos y en menor cantidad de macrófagos, así como diversos mediadores inflamatorios.

Tratamiento. Si la pulpa dental realmente presenta las características histológicas previamente descritas, entonces tendría la capacidad de curar (ya sea con tejido normal o fibroso) al momento de eliminar el irritante, seguido por el posterior sellado hermético de la zona tratada¹⁵ con cualquiera de las tres modalidades de tratamiento disponibles para esta entidad (recubrimiento pulpar directo,¹⁶ indirecto¹⁷ o pulpotomía,¹⁸ finalizando con el seguimiento clínico y radiográfico por dos semanas previo a realizar la restauración final. No obstante, dado que no podemos determinar con exactitud la extensión de la inflamación, el pronóstico de este tipo de tratamientos es reservado, debido a que la inflamación puede ser regresiva.

Pulpitis irreversible

Se considera como la continuación de la pulpitis reversible, ocasionada por la persistencia del irritante que produce la extensión del área de inflamación pulpar.

Características radiográficas. No se observa ningún cambio significativo en la región apical, salvo la presencia del agente etiológico. No obstante, mientras mayor sea la cronicidad de esta entidad, en algunas ocasiones se puede detectar desde el ligamento periodontal ensanchado hasta ligera destrucción de la cortical de la región apical.

Tratamiento. Dado que la pulpa dental está severamente dañada y no es posible lograr su curación mediante los tratamientos conservadores empleados para la pulpitis reversible, idealmente se recomienda en estos casos la biopulpectomía total en una cita.¹⁹ Sin embargo, cuando el paciente experimental dolor intenso y no es posible realizar el tratamiento en una sola sesión, la molestia se puede eliminar mediante el descongestionamiento de la cámara pulpar. De acuerdo a sus síntomas, la pulpitis irreversible se divide en dos:

1] Pulpitis irreversible sintomática

El I^oC-AAE define la pulpitis irreversible sintomática como: “una categoría para el diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de curar. Descripción adicional: dolor térmico prolongado, espontáneo e irradiado (o referido).” Sus características son:

Características clínicas. El paciente refiere dolor prolongado, intenso e intermitente, lo cual se asocia con el aumento en la presión intrapulpar y presencia de mediadores inflamatorios (principalmente, la prostaglandina E₂). El signo más evidente de irreversibilidad de la pulpa es la historia de dolor espontáneo (principalmente nocturno).²⁰

En esta entidad, generalmente los pacientes no identifican con exactitud el origen del dolor dado que las fibras nerviosas pulpares estimuladas A-δ y C son nocicep-

tivas. Las fibras nerviosas presentes en la pulpa y que se encargan de la propiocepción son las A- β , que son solo el 10% del total de fibras A presentes en la pulpa, contra el 90% de las fibras A- δ . Cuando los pacientes presentan pulpitis irreversible (sintomática o asintomática) y refieren dolor a la masticación (periodontitis apical aguda), puede indicar que la inflamación es tan severa y diseminada que involucra tanto a la pulpa dentro del sistema de conductos, la cual ya llegó hasta el periodonto, siendo este último abundante en fibras A- β propioceptivas capaces de detectar con exactitud la localización del dolor, lo cual según Sigurdsson.²¹ invariablemente indica inflamación irreparable mediante tratamiento conservador y que puede servir para distinguir entre pulpitis reversible e irreversible.

Características histológicas. Se considera una continuación de la entidad anterior, donde se presenta diseminación de la inflamación pulpar hasta el punto de abarcar todo el tejido tanto para la pulpitis irreversible sintomática como asintomática. El mecanismo exacto de cómo esto se desarrolla aún se desconoce, aunque se han propuesto 2 posibles maneras: i) la formación de múltiples microabscesos que se unen hasta abarcar porciones de la pulpa dental y producir necrosis por licuefacción del tejido,²² o ii) diseminación en toda la pulpa dental de la inflamación originalmente bien localizada hasta degenerar la totalidad del tejido.²³ Además, como consecuencia de la persistencia del irritante también, únicamente es posible observar respuesta inmune adaptativa, con presencia macrófagos, linfocitos y células plasmáticas (estado de cronicidad).

2] Pulpitis irreversible asintomática

El 1°C-AAE define la pulpitis irreversible asintomática como: “una categoría para el diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de curar. Descripción adicional: ausencia de síntomas clínicos, pero presencia de inflamación pulpar por

caries, remoción de caries, trauma.” Sus características son:

Características clínicas. Ausencia total de síntomas clínicos, pero es evidente la necesidad de tratamiento de conductos por la presencia de caries, remoción de caries o trauma.²⁴ Dada la ausencia de síntomas, un alto porcentaje de las pulpitis irreversibles asintomáticas finalizan en necrosis pulpar con posterior periodontitis apical (26%-60%),²⁵ por lo tanto, no se recomienda tomar la ausencia de síntomas como indicador de presencia, severidad o reversibilidad de la pulpitis. El hecho de que no se presenten síntomas se puede explicar porque el agente etiológico (principalmente la caries) destruye el techo de la cámara pulpar y se facilita la expansión del tejido pulpar inflamado, así como el drenaje de exudado inflamatorio que permite a la pulpitis irreversible transcurrir en estado asintomático.

Cuando lo anterior se presenta en pacientes jóvenes y adecuada respuesta de defensa, se puede desarrollar la proliferación del tejido conectivo pulpar debido a la inflamación crónica de la misma que se encuentra expuesta a la cavidad bucal y que frecuentemente es recubierta por epitelio oral descamado. Clínicamente, lo anterior se observa como una masa de tejido proveniente del conducto radicular y sale a la cámara pulpar, a lo cual se le denomina como pulpitis hiperplásica o pólipo pulpar.²⁶

Características histológicas. La respuesta inmunológica en estos casos es prácticamente la misma a la observada en los casos de pulpitis irreversible sintomática, con la excepción de una marcada disminución en la cantidad de mediadores inflamatorios y neuropéptidos liberados, que excitan las fibras nerviosas pulpares.

En los casos donde el techo de la cámara pulpar llega a destruirse y la pulpa dental se encuentra en un proceso inflamatorio crónico propio de la pulpitis irreversible, pero que posee una elevada respuesta de defensa tanto por la edad del paciente como por el amplio calibre del foramen apical se llega a exponer a la cavidad oral, permite que la pulpa cambie su composición a tejido co-

nectivo compacto, rico en haces de colágeno y relativamente pocos vasos sanguíneos, numerosas fibras nerviosas que llegan hasta el epitelio, así como marcadas áreas de infiltrado inflamatorio crónico²⁷ y las células epiteliales descamadas de la mucosa bucal oral se depositen en su superficie externa y establezcan un tipo de epitelio escamoso estratificado que cubre y protege a la pulpa de los irritantes externos, excepto cuando las fuerzas de masticación lastimen el tejido hiperplásico.

Necrosis pulpar

El 1°C-AAE define a la necrosis pulpar como: “una categoría para el diagnóstico clínico que indica muerte de la pulpa dental. La pulpa usualmente no responde a las pruebas de vitalidad.” Sus características son:

Características clínicas. Se considera el estado terminal de la pulpitis irreversible o en ciertos casos como consecuencia de traumatismo. Transcurre en estado totalmente asintomático hasta que la inflamación e infección llega a los tejidos periapicales y se forma una periodontitis apical, pero dichas entidades se tratan en el apartado de III.- Clasificación clínica de enfermedades periapicales. De todas las enfermedades pulpares previamente mencionadas, cuando la necrosis pulpar abarca todo el sistema de conductos radiculares, es una de las entidades donde existe mayor correlación entre los hallazgos histológicos y los clínicos, dado que una respuesta negativa con las pruebas de vitalidad, tanto térmicas (principalmente con lo frío) como eléctricas, en la mayoría de los casos indica muerte pulpar.²⁸ Sin embargo, dado que la necrosis pulpar generalmente es un proceso degenerativo de lento avance (con excepción de los casos de traumatismos), en muchas ocasiones es posible encontrar diferentes grados de muerte pulpar en un mismo diente (apical a la unión amelo-cementaria como mínimo), lo cual se conoce como *necrobiosis*. Cuando la pulpa dental está en este punto, los dientes pueden re-

accionar positivamente a las pruebas de vitalidad tanto térmica como eléctrica como en los casos de pulpitis irreversible, pero al mismo tiempo se presentan signos y síntomas de pulpa necrótica infectada. Por lo tanto, la determinación de necrosis parcial se realiza clínicamente con mayor exactitud hasta el momento de acceder al contenido pulpar.

Características radiográficas. Puede no observarse algún cambio significativo en la región apical o en ciertos casos se puede detectar el espacio del ligamento periodontal ensanchado.

Características histológicas. En general, la necrosis pulpar es la degeneración total del tejido, que ocasiona ausencia histológica del mismo y presencia de restos tisulares que sirven de depósito para la colonización de microorganismos. Cuando se presenta invasión bacteriana en el sistema de conductos radiculares, con tejido pulpar muerto, se infecta y desencadena una periodontitis apical.

Tratamiento. Dado que no es posible determinar con exactitud la extensión del proceso de necrosis, el tratamiento de elección es la necropulpectomía total en 2 citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo.

Reabsorción dentinaria interna

Durante el 1°C-AAE se propone a la reabsorción dentinaria interna como una entidad patológica, más no propiamente como una categoría para el diagnóstico clínico. Entidad donde es posible encontrar células clásticas multinucleadas (denominadas dentinoclastos) dentro del tejido pulpar que reabsorben progresivamente las paredes dentinarias del espacio del sistema de conductos.²⁹ Su etiología es desconocida, por lo que se considera una entidad idiopática, pero se ha asociado con lesiones traumáticas, autotransplantes, pulpitis irreversible y pulpotomías tanto con hidróxido de calcio en dientes permanentes como con formocresol en dientes temporales.

Características clínicas. Es una entidad totalmente asintomática y su hallazgo generalmente se presenta durante la evaluación radiográfica de rutina ya sea de la pieza dental afectada o las vecinas. No obstante, en algunos casos, es posible visualizar la corona clínica de color rosada como resultado del adelgazamiento interno de la estructura dental y del crecimiento del tejido granulomatoso interno. Dado que esta anomalía se asocia con pulpa vital, va a responder con normalidad a las pruebas de vitalidad, de lo contrario, puede indicar que el defecto de reabsorción creció de tal manera que alcanzó la región periapical y en ese momento el diente pasa a una fase de necrosis parcial o total.

Características histológicas. Consolaro³⁰ menciona que es una transformación metaplástica de las células pulpares normales en células mononucleares y clásticas multinucleadas o dentinoclastos, las cuales actúan en algunas ocasiones rápidamente y posteriormente presentan un periodo de letargo donde se movilizan lentamente hacia las paredes dentinarias del espacio pulpar y las comienzan a reabsorber. Posteriormente, el defecto o lagunas de reabsorción son ocupados por tejido granulomatoso, o también es posible encontrar una combinación de éste tejido granulomatoso con tejido mineralizado semejando al hueso y/o cemento radicular.^{31, 32}

Características radiográficas. Como se mencionó previamente, para el diagnóstico de esta entidad es indispensable la inspección radiográfica donde puede aparecer como un ensanchamiento ovoide del conducto radicular, donde los contornos originales del canal se distorsionan o incluso desaparecen. Estas características son muy semejantes a las encontradas en la reabsorción radicular externa, sin embargo, cuando la lesión está confinada al interior del sistema de conducto va a permanecer en el centro del canal radicular a pesar de tomar radiografías en diversas angulaciones.³³

Tratamiento. Dado que esta patología no se autolimita³⁴ y a pesar de que es asintomática, se recomienda evitar que el defecto de reabsorción socave y debilite la estructura dental, además de prevenir la comunica-

ción con la superficie externa o los tejidos periapicales, lo cual facilita la colonización de bacterias. Por lo tanto, se recomienda la biopulpectomía total en 2 citas con el objetivo principal de remover todo el tejido vital apical que provee nutrientes a los dentinoclastos y en segunda medida eliminar el tejido pulpar coronal localizado en el defecto de reabsorción.

Dada la morfología tan compleja de estos dientes, se recomienda el empleo de irrigación pasiva ultrasónica e incrementar la concentración del hipoclorito de sodio (5.25%) con el objetivo de remover la mayor cantidad de tejido localizado en las zonas inaccesibles a los instrumentos endodónticos.³⁵ Generalmente, el manejo endodóntico de dientes con pulpa inflamada se recomienda que sea en 1 sola cita para evitar la posible contaminación bacteriana entre citas, sin embargo en el caso de la reabsorción dentinaria interna (que también presenta pulpa vital) se recomienda llevar a cabo la biopulpectomía en 2 citas, al colocar pasta de hidróxido de calcio como medicación intraconducto y en todo el defecto de reabsorción por mínimo 7 días. Se ha demostrado que el hidróxido de calcio es capaz de solubilizar el tejido pulpar necrótico, pero en menor medida de como lo hace el hipoclorito de sodio,³⁶ por lo tanto se coloca para limpiar de mejor manera la zona de reabsorción y en la segunda cita remover, mediante irrigación pasiva ultrasónica, todo el tejido desprendido por el efecto cáustico del hidróxido de calcio.³⁷ La obturación se puede realizar de manera convencional con condensación lateral, pero dada la irregularidad del sistema de conductos se recomienda que se realice con un sistema de gutapercha termoplastificada para rellenar todos los defectos, aunque también se puede realizar con MTA cuando se trate de reabsorción comunicada con la superficie periodontal.

Calcificación pulpar

Al igual que la entidad anterior, durante el 1ºC-AAE también se propone a la calcifica-

ción pulpar meramente como un hallazgo, más no propiamente como una categoría para el diagnóstico clínico.

La calcificación pulpar se considera un cambio degenerativo de igual modo como lo es la fibrosis o atrofia pulpar, la cual está estrechamente relacionada con la edad o lesiones superficiales que provocan inflamación crónica con subsecuente reacción de la pulpa mediante formación de fibrosis o calcificación,³⁸ pero cabe mencionar que en los casos de calcificación no necesariamente la inflamación va a ser progresiva y la pulpa dental finalizará en necrosis, así que no todos los casos requieren tratamiento.³⁹

La calcificación pulpar puede desarrollarse en estado fisiológico conforme avanza la edad donde la pulpa dental disminuye su contenido celular, de vasos sanguíneos y nervios, pero incrementa el grosor de las fibras de colágeno, de calcificaciones y cálculos pulpares.⁴⁰ Puede detectarse, tanto clínica como radiográficamente, previo al tratamiento y puede llegar a afectar el pronóstico del caso por la dificultad para localizar los conductos, así como mayor posibilidad de perforación.

No hay que confundir la calcificación pulpar con la obliteración de los conductos ni con la metamorfosis cálcica, dado que en muy raras ocasiones el sistema de conductos está totalmente obliterado⁴¹ y además no existe un cambio en la composición del material depositado dentro del conducto radicular como sí sucede en la metamorfosis cálcica,⁴² sino que los odontoblastos primarios son estimulados e inician la formación de dentina terciaria reaccionaria como respuesta a la irritación presente.

Tratamiento endodóntico iniciado previamente

El 1ºC-AAE define al tratamiento endodóntico iniciado previamente como: “una categoría para el diagnóstico clínico que indica que el diente se trató previamente mediante tratamiento endodóntico parcial (por ejemplo, pulpotomía, pulpectomía.)”

Los pacientes pueden acudir a consulta con tratamiento endodóntico que se inició tiempo atrás, más no se finalizó. Es importante distinguir este tipo de casos de los descritos previamente, dado que su manejo clínico puede ser diferente a lo convencional.

1] Tratamiento endodóntico incompleto sin signos de infección. Se refiere a los casos donde el tratamiento de conductos no se culminó y al hacer la inspección clínica y radiográfica “no se detectan” signos ni síntomas de infección. No obstante, el hecho de no encontrar signos ni síntomas de infección, no implica que no puedan existir microorganismos dentro del sistema de conductos.

2] Tratamiento endodóntico incompleto con signos de infección. Se refiere a los casos donde el tratamiento de conductos no se culminó y al hacer la inspección clínica y radiográfica “se detectan” signos ni síntomas de infección. Si se encuentra algún otro hallazgo que complique el tratamiento endodóntico (por ejemplo, perforación, conducto no tratado) se tiene que anexar como parte del diagnóstico.

Tratamiento endodóntico previo

El 1ºC-AAE define al tratamiento endodóntico previo como: “una categoría para el diagnóstico clínico que indica que el diente se trató endodónticamente y los conductos se rellenaron con diversos materiales de obturación, los cuales no incluyen a los medicamentos intraconductos.”

Los dientes con tratamiento endodóntico previo tienen que ser analizados como parte de la evaluación clínica y radiográfica de rutina del paciente. Lo más importante es determinar si el sistema de conductos está infectado, al registrar si existe molestia al inspeccionar los tejidos periapicales, así como mediante la evaluación de filtración de saliva por la corona clínica.^{43, 44} En segundo plano se deja la calidad radiográfica de

la obturación, debido a que el relleno solo lo podemos evaluar con una imagen bidimensional de un objeto tridimensional. Por lo tanto, existen dos términos diagnósticos para clasificar estas situaciones.

1] Tratamiento de conductos sin signos de infección. Se refiere a los casos donde al hacer la inspección clínica y radiográfica del tratamiento endodóntico previo, “no se detectan” signos ni síntomas de infección. En estos casos, únicamente se recomienda el seguimiento clínico y radiográfico. No obstante, el hecho de no encontrar signos ni síntomas de infección, no implica que no puedan existir microorganismos dentro del sistema de conductos. Sin embargo, si se considera que el tratamiento endodóntico no es satisfactorio, se recomienda el retratamiento previo a la reconstrucción protésica.

2] Tratamiento de conductos con signos de infección. Son los casos donde al hacer la inspección clínica y radiográfica del tratamiento endodóntico previo, “se detectan” signos ni síntomas de infección.

Clasificación clínica de enfermedades periapicales

Durante el 1°C-AAE se estableció que la clasificación de enfermedades periapicales más recomendable es la que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación clínica de enfermedades periapicales

- 1) Tejidos apicales normales
- 2) Periodontitis apical sintomática o aguda
- 3) Periodontitis apical asintomática, crónica o granuloma
- 4) Absceso alveolar agudo
- 5) Absceso alveolar crónico o periodontitis apical supurativa
- 6) Osteítis condensante

Tejidos apicales normales

El 1°C-AAE define a los tejidos apicales normales como: “dientes con tejidos perirradiculares normales que no son sensibles a la prueba de percusión o palpación. La lámina dura circundante a la raíz está intacta y el espacio del ligamento periodontal es uniforme”. Sus características son:

Características clínicas. Hace referencia a tejidos perirradiculares sanos; no hay molestia a las pruebas de percusión o palpación, así como ausencia de inflamación de la mucosa.⁴⁵

Características radiográficas. Existe ausencia de cambios patológicos. La lámina dura se encuentra intacta y el espacio del ligamento periodontal es consistente en toda la longitud de la raíz.

Tratamiento. No requiere ningún tipo de intervención.

Periodontitis apical sintomática o aguda

El 1°C-AAE define a la periodontitis apical aguda como: “inflamación, usualmente del periodonto apical, el cual produce síntomas que incluyen la respuesta dolorosa al morder y/o percusión o palpación. Puedo o no asociarse con área radiolúcida apical”. Sus características son:

Características clínicas. La principal característica clínica de esta entidad es el dolor agudo a la percusión vertical y comúnmente los pacientes refieren la pieza afectada “más grande” por la inflamación de la zona periapical. Si el problema es de origen endodóntico, la pulpa no responderá a las pruebas de vitalidad.

Características radiográficas. Puede o no observarse el ligamento periodontal ensanchado

Características histológicas. Desorden inflamatorio de los tejidos periapicales, causado por irritantes de origen endodóntico.⁴⁶ En esencia, es una respuesta de defensa del huésped a la destrucción de la pulpa dental y la presencia de microorganismos en el sistema de conductos.

Tratamiento. Remoción del agente irritante. Necropulpectomía total en dos citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo.⁴⁷

Periodontitis apical asintomática, crónica o granuloma

El 1°C-AAE define a la periodontitis apical crónica como: “inflamación y destrucción del periodonto apical debido a etiología pulpar, la cual aparece como un área radiolúcida y no ocasiona síntomas clínicos”. Sus características son:

Características clínicas. Se considera como el cambio de la periodontitis apical aguda a un estado crónico y representa un equilibrio entre la resistencia local y el irritante del conducto radicular. Es una patología totalmente asintomática. Se debe tener en cuenta que esta entidad se encuentra asociada indudablemente con pulpa necrótica, por lo que debe presentarse respuesta negativa a las pruebas de vitalidad, de lo contrario puede tratarse de patología de origen no dental.

Características radiográficas. Es posible observar lesión radiolúcida apical que puede o no, estar bien circunscrita.

Características histológicas. Tejido granulomatoso que se encuentra rodeado por cápsula fibrosa bien desarrollada que puede (45%) o no (55%) estar rodeada por epitelio.⁴⁸ Este tejido prolifera en continuidad con el periodonto como reacción inflamatoria del hueso alveolar, en un intento por bloquear el foramen apical de los irritantes provenientes de la pulpa necrótica.

Tratamiento. Necropulpectomía total en 2 citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo, con posterior seguimiento clínico y radiográfico por tratarse de un proceso crónico que, en cierto porcentaje, puede requerir complemento quirúrgico.

Absceso apical agudo

El 1°C-AAE define al absceso alveolar agudo como: “reacción inflamatoria a la necrosis e infección pulpar caracterizada por atacar rápidamente, dolor espontáneo, sensibilidad a la percusión del diente afectado, formación de pus e inflamación de los tejidos asociados”. Sus características son:

Características clínicas. Los síntomas van desde dolor leve, que pueden llegar a tornarse intenso, violento y pulsátil, existiendo alto grado de sensibilidad a la percusión, palpación y masticación. Se considera una continuación de la periodontitis apical aguda, donde la pus se extiende a la región del periostio, ocasionando incremento considerable de dolor pero aún no se presenta tumefacción de la mucosa bucal (absceso alveolar agudo en evolución), sin embargo cuando la pus cruza el periostio (absceso alveolar agudo evolucionado),⁴⁹ la inflamación se libera con subsecuente disminución del dolor pero con formación de edema facial (celulitis) o hasta diseminación de la inflamación a otras zonas anatómicas.⁵⁰ Esta entidad se encuentra asociada invariablemente con pulpa necrótica (respuesta negativa a pruebas de vitalidad)

Características radiográficas. Puede observarse desde el ligamento periodontal ensanchado hasta una lesión radiolúcida bien establecida.

Características histológicas. Colección purulenta de la región periapical desarrollada como respuesta a la alteración inflamatoria que es inducida por la persistencia de microorganismos provenientes del conducto radicular necrótico.

Tratamiento. Se enfoca en remover el agente dañino mediante necropulpectomía total en 2 citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo. En los casos donde llega a presentarse reacción febril y nódulos linfáticos sensibles, es necesario administrar antibióticos sistémicos.⁵¹

Absceso apical crónico o periodontitis apical supurativa

El 1ºC-AAE define al absceso alveolar crónico como: “reacción inflamatoria a la necrosis e infección pulpar caracterizada por atacar gradualmente, con poca o nula molestia y descargo intermitente de pus a través de los tejidos asociados”. Sus características son:

Características clínicas. Patología libre de síntomas, sin dolor al masticar y difiere de la periodontitis apical crónica por la presencia de tracto sinuoso intra o extraoral.⁵²

Características radiográficas. Al igual como con el absceso alveolar agudo, puede observarse desde el ligamento periodontal ensanchado hasta una lesión radiolúcida bien establecida.

Características histológicas. Proceso inflamatorio crónico proliferativo acompañado con foco de supuración producido por microorganismos presentes dentro del conducto radicular con pulpa necrótica.

Tratamiento. El tratamiento indicado es necropulpectomía total en 2 citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo y no es necesario administrar antibióticos sistémicos para tratar el tracto sinuoso.

Osteítis condensante

El 1ºC-AAE define a la osteítis condensante como: “lesión radiopaca difusa que representa una reacción ósea localizada a un estímulo inflamatorio de bajo grado, usualmente observado en el ápice dental”.

Es una entidad sumamente rara, la cual no requiere tratamiento, excepto un seguimiento radiográfico. Generalmente, se considera un hallazgo meramente radiográfico que a los pocos meses el hueso sufre remodelación y la apariencia radiográfica vuelve a la normalidad.

Quiste radicular

Características clínicas. Son asintomáticos y

en algunos casos es posible observar abultamiento en la mucosa oral; cabe resaltar que los quistes radiculares siempre están asociados a pulpas necróticas.

Características radiográficas. Zona radiolúcida bien delimitada por una línea radiopaca delgada, que en algunos casos llegar a mover las piezas dentales. Un detalle de suma importancia, es que radiográficamente no es posible distinguir entre una periodontitis apical crónica y un quiste radicular sin el apoyo de la examinación histológica.^{54, 55}

Características histológicas. Cavidad quística recubierta de epitelio que contiene fluido viscoso abundante en cristales de colesterol. Su etiología exacta es desconocida, pero se cree que las células epiteliales que forman el epitelio que rodea a los quistes provienen de los restos epiteliales de Malassez que se encuentran dentro del ligamento periodontal.⁵⁶ Histológicamente, se distinguen dos tipos de quistes:

Verdadero, donde la cavidad quística es independiente al sistema de conductos

En bolsa, donde existe comunicación entre el contenido del sistema de conductos y la bolsa quística.

Tratamiento. Necropulpectomía total en dos citas con la colocación de medicación intraconducto por 7 días como mínimo, con posterior seguimiento clínico y radiográfico. Si no ocurre regresión de la lesión, es necesario el complemento quirúrgico.

Clasificación microbiológica de los conductos radiculares

En años recientes, ha surgido otra clasificación para las enfermedades periapicales asociadas con pulpa necrótica que se basa en el estado microbiológico del sistema de conductos radiculares. Cabe mencionar que esta clasificación aún no es aprobada por la American Association of Endodontics Board, sin embargo es ampliamente utilizada entre los especialistas en endodoncia debido a que afecta directamente el pronóstico de

los casos de periodontitis apical, por factores muy complejos de controlar por el endodoncista como son la formación de biofilm intra y extrarradicular,⁵⁷ estructura y composición de la dentina, las propiedades de los desinfectantes y, sobretodo, la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares.⁵⁸ A grandes rasgos, dicha clasificación se divide en 2 grupos (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación microbiológica de los conductos radiculares

1] Infección endodóntica primaria
2] Infección endodóntica secundaria
a) Persistente
b) Emergente
c) Recurrente

Infección endodóntica primaria

Dicho término hace referencia a los órganos dentarios con pulpa necrótica sin tratamiento endodóntico previo. Este tipo de conductos se encuentran colonizados por 10 a 30 especies de bacterias por conducto radicular, con alta cantidad de microorganismos anaerobios / facultativos Gram negativos, siendo las más comunes las especies: a) *Prevotella*; b) *Porphyromona* (antes conocidas como *bacteroides pigmentadas de negro*); c) *Fusobacteria*, y d) *Peptoestreptococo*.^{59, 60}

Infección endodóntica secundaria

Este grupo refiere a los casos de órganos dentarios con pulpa necrótica que presenten tratamiento endodóntico previo con o sin finalizar. El tratamiento de estas piezas es más complejo y delicado que en el grupo anterior por el tipo de bacterias presentes que son muy difíciles de erradicar aunado a las características inherentes de las piezas dentales como son la compleja anatomía de los conductos radiculares, por lo tanto, se reduce el pronóstico de tales tratamientos.

Estos conductos son colonizados únicamente por 1 a 5 especies por conducto radicular, con alta cantidad de microorganismos anaerobios/facultativos Gram positivos, siendo los más comunes las especies: a) *Lactobacilo*; b) *Enterococo* (principalmente el *E. faecalis*); c) *Estreptococo*, y d) *Actinomices*.^{61, 62}

Además, las infecciones endodónticas secundarias se pueden subdividir en tres tipos:

- a) Persistente. Son los casos de tratamiento de dientes con periodontitis apical, la cual se mantiene a pesar de haberlo realizado bajo los estándares recomendados para este tipo de infecciones. La principal razón para que lo anterior ocurra, es la persistencia de bacterias intrarradiculares al tratamiento endodóntico.^{63, 64}
- b) Emergente. Son las infecciones que surgen en piezas dentales que no presentaban periodontitis apical previo a realizar el tratamiento de conductos. En general, se desarrollan por la microfiltración coronal de saliva después de culminada la endodoncia^{65, 66} por un periodo de tiempo de entre tres días⁶⁷ hasta 3 meses.⁶⁸ No obstante, también se puede asociar con contaminación bacteriana mientras se lleva a cabo el tratamiento de conductos.⁶⁹ Por lo tanto, resulta fundamental la combinación de tratamientos de conductos adecuado más restauración coronal adecuada.⁷⁰
- c) Recurrente. Son los casos donde existía periodontitis apical previo a realizar el tratamiento de conductos, la cual cicatrizó exitosamente, pero con el paso del tiempo se volvió a desarrollar infección en el sistema de conductos.⁷¹ Su formación en general se asocia con filtración coronal o fractura dental.⁷²

Referencias

1. Lundy T & Stanley HR. Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969; 27(2): 187-201 [PubMed: 5249516]

2. Jafarzadeh & Abbott. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests *Int Endod J.* 2010; 43(9): 738-762 [PubMed : 20609022]
3. Jafarzadeh & Abbott. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *Int Endod J.* 2010; 43(11): 945-958 [PubMed : 20726917]
4. Glickman GN, Bakland LK, Fouad AF, Hargreaves KM, Schwartz SA. Diagnostic terminology: report of an online survey. *J Endod.* 2009; 35(12): 1625-1633 [PubMed: 19932337]
5. Newton CW, Hoen MM, Goodis HE, Johnson BR, McClanahan SB. Identify and determine the metrics, hierarchy, and predictive value of all the parameters and/or methods used during endodontic diagnosis. *J Endod.* 2009; 35(12): 1635-1644 [PubMed: 19932338]
6. Levin LG, Law AS, Holland GR, Abbott PV, Roda RS. Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. *J Endod.* 2009; 35(12): 1645-1657 [PubMed: 19932339]
7. Gutmann JL, Baumgartner C, Gluskin AH, Hartwell GR, Walton RE. Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. *J Endod.* 2009; 35(12): 1658-1674 [PubMed: 19932340]
8. Rosenberg PA, Schindler WG, Krell KV, Hicks L, Davis SB. Identify the endodontic treatment modalities. *J Endod.* 2009; 35(12): 1675-1694 [PubMed: 19932341]
9. Morse DR, Seltzer S, Sinai I, Biron G. Endodontic classification. *J Am Dent Assoc.* 1977; 94(4): 685-689 [PubMed: 265327]
10. Luukko K, Kettunen P, Fristad I, Bergreen E. Chapter 12: Structure and functions of the dentin-pulp complex. En: Hargreaves & Cohen. *Cohen's pathways of the pulp.* 2011. 10th edition; Mosby. Registro ISBN 978-0-323-06489-7
11. Sigurdsson A. Chapter 7: Clinical manifestations and diagnosis. In: Ørstavik D & Pitt-Ford TR. *Essential endodontology.* 2008. 2nd edition. Oxford, UK; Blackwell Munksgaard; página 236. Registro ISBN 978-14051-4976-1
12. Krell KV & Rivera EM. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis: treatment and prognosis. *J Endod.* 2007; 33(12): 1405-1407 [PubMed: 18037046]
13. Langeland K. Tissue response to dental caries. *Endod Dent Traumatol.* 1987; 3(4): 149-171 [PubMed: 3326722]
14. Kawashima N & Suda H. Chapter 3: Immunopathological aspects of pulpal and periapical inflammations. En: Ørstavik D & Pitt-Ford TR. *Essential endodontology.* 2008. 2nd edition. Oxford, UK; Blackwell Munksgaard. Registro ISBN 978-14051-4976-1
15. Swift EJ Jr, Trope M, Ritter AV. Vital pulp therapy for mature tooth: Can it work?. *Endod Topics.* 2003; 5: 49-56
16. Silva GA, Gava E, Lanza LD, Estrela C, Alves JB. Subclinical failures of direct pulp capping of human teeth by using a dentin bonding system. *J Endod.* 2013; 39(2): 182-189 [PubMed: 23321228]
17. Maltz M, Oliveira EF, Fontanella V, Carmignatti G. Deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: 40-month follow-up study. *Caries Res.* 2007; 41(6): 493-496 [PubMed: 17921671]
18. Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ. Mineral trioxide aggregate pulpotomies. A case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137(5): 610-618 [PubMed: 16739540]
19. Spangberg LSW. Chapter 11: Endodontic treatment of teeth without apical periodontitis. In: Ørstavik D & Pitt-Ford TR. *Essential endodontology.* 2008. 2nd edition. Oxford, UK. Blackwell Munksgaard. Registro ISBN 978-14051-4976-1
20. Seltzer S, Bender IB, Zionitz M. The dynamics of pulp inflammation: correlation between diagnostic data and actual histologic finding in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1963; 16(7): 846-871 [PubMed: 13987830]
21. Sigurdsson A. Chapter 7: Clinical manifestations and diagnosis. In: Ørstavik D & Pitt-Ford TR. *Essential endodontology.* 2008. 2nd edition. Oxford, UK; Blackwell Munksgaard; página 249. Registro ISBN 978-14051-4976-1

22. Hahn CL, Falkler WA Jr, Siegel MA. A study of T and B cells in pulpal pathosis. *J Endod.* 1989; 15(1): 20-26 [PubMed: 2607262]
23. Lin L, Shovlin P, Skribner J, Langeland K. Pulp biopsies from the teeth associated with periapical radiolucency. *J Endod.* 1984; 10(9): 436-448 [PubMed: 6593420]
24. Hasler JE & Mitchell DF. Painless pulpitis. *J Am Dent Assoc.* 1970; 81(3): 671-677 [PubMed: 5271058]
25. Michaelson PL & Holland GR. Is pulpitis painful? *Int Endod J.* 2002; 35(10): 829-832 [PubMed: 12406376]
26. Dixon AD & Peach R. Fine structure of epithelial and connective tissue elements in human dental polyps. *Arch Oral Biol.* 1965; 10: 71-81 [PubMed: 14262162]
27. Beer R, Baumann MA, Kim S. *Atlas de endodoncia. En: Capítulo 1: Patobiología y diagnóstico.* 2000. Barcelona, España. Masson. Registro ISBN 84-458-0610-6
28. Petersson K, Soderstrom C, Kiani-Anaraki M, Levy G. Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol.* 1999; 15(3): 127-131 [PubMed: 10530156]
29. Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: a review. *J Endod.* 2010; 36(7): 1107-1121 [PubMed: 20630282]
30. Consolaro A. *Reabsorcoes dentárias. Nas especialidades clínicas.* 2005. Maringá, Brasil. Dental Press Editoria. Registro ISBN 85-88020-24-6
31. Wedenberg C & Zetterqvist L. Internal resorption in human teeth: a histological, scanning electron microscopic and enzyme histochemical study. *J Endod.* 1987; 13(6): 255-259 [PubMed: 3474343]
32. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. *Endod Dent Traumatol.* 1990; 6(4): 170-176 [PubMed: 1723382]
33. Lyroudia KM, Dourou VI, Pantelidou OC, Labrianidis T, Pitas IK. Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dent Traumatol.* 2002; 18(3): 148-152 [PubMed: 12110106]
34. Gutmann JL & Ferreyra S. Contemporary diagnostic and treatment considerations in the management of tooth resorptive defects. *ENDO (Lond Engl).* 2010; 4(1): 7-16
35. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod.* 2007; 33(7): 782-787 [PubMed: 17804312]
36. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod.* 1988; 14(3): 125-127 [PubMed: 3268627]
37. Haapasalo M & Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Top.* 2006; 14: 60-79
38. Stanley HR, Pereira JC, Spiegel E, Broom C, Schultz M. The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol.* 1983; 12(4): 257-289 [PubMed: 6193259]
39. Newton CW & Coil JM. *Chapter 24: Effects of age and systemic health on endodontics.* En: Hargreaves & Cohen. *Cohen's pathways of the pulp.* 2011. 10th edition; Mosby. Registro ISBN 978-0-323-06489-7
40. Hillmann G & Geurtsen W. Light-microscopical investigation of the distribution of extracellular matrix molecules and calcifications in human dental pulps of various ages. *Cell Tissue Res.* 1997; 289(1): 145-154 [PubMed: 9182609]
41. Kuyk JK & Walton RE. Comparison of the radiographic appearance of root canal size to its actual diameter. *J Endod.* 1990; 16(11): 528-533 [PubMed: 2084209]
42. Amir FA, Gutmann JL, Witherspoon DE. Calcific metamorphosis: A challenge in endodontic diagnosis and treatment. *Quintessence Int.* 2001; 32(6): 447-455 [PubMed: 11491624]

43. Ray HA & Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995; 28(1): 12-18 [PubMed: 7642323]
44. Aquilino SA & Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(3): 256-263 [PubMed: 11941351]
45. Abbott PV. Classification, diagnosis and clinical manifestations of apical periodontitis. *Endod Top.* 2004; 8: 36-54
46. Nair PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006; 39(4): 249-281 [PubMed: 16584489]
47. Sutherland S & Matthews DC. Emergency management of acute apical periodontitis in the permanent dentition: a systematic review of the literature. *J Can Dent Assoc.* 2003; 69(3): 160 [PubMed: 12622880]
48. Ricucci D & Bergenholtz G. Histologic features of apical periodontitis in human biopsies. *Endod Top.* 2004; 8: 68-87
49. Sigurdsson A. *Clinical manifestations and diagnosis.* En: Orstavik D & Pitt Ford T. *Essential Endodontology, prevention and treatment of apical periodontitis.* 2008. Ed. Blackwell Munksgaard Ltd, 2nd ed, Kent, UK; pag 251
50. De Medeiros EH, Pepato AO, Sverzut CE, Trivellato AE. Orbital abscess during endodontic treatment: a case report. *J Endod.* 2012; 38(11): 1541-1543 [PubMed: 23063232]
51. Fouad AF. Are antibiotics effective for endodontic pain? an evidence-based review. *Endod Top.* 2002; 3: 52-66
52. Baumgartner JC, Picket AB, Muller JT. Microscopic examination of oral sinus tracts and their associated periapical lesions. *J Endod.* 1984; 10(4): 146-152 [PubMed: 6586968]
53. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical root canal therapy of large cyst-like inflammatory periapical lesions and inflammatory apical cysts. *J Endod.* 2009; 35(5): 607-615 [PubMed: 19410070]
54. Syrjänen S, Tammisalo E, Lilja R, Syrjänen K. Radiological interpretation of the periapical cysts and granulomas. *Dentomaxillofac Radiol.* 1982; 11(2): 89-92 [PubMed: 6962157]
55. Green TL, Walton RE, Taylor JK, Merrell P. Radiographic and histologic periapical findings of root canal treated teeth in cadaver. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 83(6): 707-711 [PubMed: 9195628]
56. Lin LM, Huang GTJ, Rosenberg PA. Proliferation of epithelial cell rests, formation of apical cysts, and regression of apical cysts after periapical wound healing. *J Endod.* 2007; 33(8): 908-916 [PubMed: 17878074]
57. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D. Biofilms in endodontic infection. *Endod Top.* 2012; 22: 33-49
58. Kishen A. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms. *Endod Top.* 2012; 22: 99-123
59. Siqueira JF Jr & Rôças IN. Update on endodontic microbiology: candidate pathogens and patterns of colonization. *ENDO (Lond Engl).* 2008; 2: 7-20
60. Rôças IN, Siqueira JF Jr, Debelian GJ. Analysis of symptomatic and asymptomatic primary root canal infections in adult Norwegian patients. *J Endod.* 2011; 37(9): 1206-1212 [PubMed: 21846535]
61. Chávez de Paz L. Gram-positive organisms in endodontic infections. *Endod Top.* 2004; 9: 79-96
62. Siqueira JF Jr & Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008; 34(11): 1291-1301 [PubMed: 18928835]
63. Nair PNR, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99(2): 231-252 [PubMed: 15660098]
64. Vera J, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Loghin S, Fernández N y cols. One-versus two-visit endodontic treatment of teeth with

- apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod.* 2012; 38(8):1040-1052 [PubMed: 22794203]
65. Sritharan A. Discuss that the coronal seal is more important than the apical seal for endodontic success. *Aust Endod J.* 2002; 28(3): 112-115 [PubMed: 12510475]
66. Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN y cols. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2011; 37(7): 895-902 [PubMed: 21689541]
67. Swanson K & Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endod.* 1987; 13(2): 57-59 [PubMed: 3470424]
68. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE Jr, Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod.* 1991; 17(7): 324-331 [PubMed: 1779218]
69. Siqueira JF Jr. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94(3): 281-293 [PubMed: 12324780]
70. Balto K. Root-filled teeth with adequate restorations and root canal treatment have better treatment outcomes. *Evid Based Dent.* 2011; 12(3): 72-73 [PubMed: 21979765]
71. Vieira AR, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Lopes WSP. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod.* 2012; 38(2): 250-254 [PubMed: 22244647]
72. Ricucci D & Siqueira JF Jr. Recurrent apical periodontitis and late endodontic treatment failure related to coronal leakage: a case report. *J Endod.* 2011; 37(8): 1171-1175 [PubMed: 21763916]

3. DIAGNÓSTICO EN ENDODOCIA

**Élida Lizeth Barba González
Julio César Cervantes Villaseñor
María De Jesús Torres Beltrán**

El diagnóstico es el arte y la ciencia de detectar y distinguir las desviaciones de la salud, su causa y naturaleza.¹

El diagnóstico pulpar correcto es la clave de todo tratamiento endodóntico predecible. Es fundamental que antes de proceder con el tratamiento se lleve a cabo un diagnóstico clínico de la pulpa y los tejidos periapicales. Este diagnóstico debe basarse en la presentación de síntomas, antecedentes, pruebas diagnósticas y hallazgos clínicos. Si no es posible establecer el diagnóstico o no es dominante dentro de un diagnóstico diferencial, la terapia no debe iniciarse hasta que se haya realizado una evaluación adicional. Para formular un diagnóstico clínico certero no basta con recopilar una serie de datos. Los datos deben interpretarse y procesarse para intentar discernir la información importante de la que podría ser cuestionable. Los hechos deben recopilarse con un diálogo activo entre el clínico y el paciente, de modo que el profesional formula las preguntas adecuadas y a continuación interpreta cuidadosamente las respuestas. En esencia, el proceso que conduce a la determinación de la presencia de una patología dental es la culminación del arte y la ciencia para lograr un diagnóstico certero.²

El propósito de un diagnóstico es determinar cuál es el problema del paciente y la razón de que lo padezca. Finalmente, el diagnóstico guardará una relación directa con el

tratamiento necesario, si es que existe. No se puede proponer ningún tratamiento hasta haber contestado todos los porqués. Por tanto, es de suma importancia que este proceso de investigación utilice una estrategia planificada, metódica y sistemática.

El proceso del diagnóstico puede dividirse en cinco etapas:

1. El paciente le cuenta al clínico por qué ha pedido una consulta.
2. El clínico le pregunta sobre sus síntomas y por los antecedentes que le 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.

El especialista debe ser capaz de abordar el problema con astucia, perfilando las preguntas que le debe formular al paciente y cómo plantearlas de manera adecuada. Para empezar a perfilar el cuadro que ha motivado la consulta del paciente es preciso escucharlo atentamente. Las pruebas diagnósticas que se emplean se convierten en la

ciencia en la que se escuda la creación del diagnóstico.³

Lo más frecuente es que el paciente acude a la consulta del odontólogo se queje de dolor. El dolor es muy variable y su percepción muy subjetiva; por estas razones, para obtener la anamnesis hay que reunir e interpretar la información apropiada. A menudo, los pacientes tienen ideas preconcebidas muy arraigadas que pueden resultar inexactas o irrelevantes. Por ejemplo, frecuentemente creen saber cuál es el diente que les está dando problemas. El clínico debe ser capaz de diferenciar la información de utilidad. Estas son algunas preguntas pertinentes que pueden ayudarlo a obtener mayor información acerca del problema concreto del paciente:

- ¿Le molesta algún diente en este momento?
- ¿Siente dolor ahora?
- ¿Cómo puntuaría su dolor en una escala de 1 a 10?
- ¿Desde cuándo siente el dolor?
- ¿Cuándo experimentó el dolor por primera vez?

En algunos casos, el dolor ha continuado después de que el paciente haya acudido a otro odontólogo en busca de tratamiento para su problema. En tales casos pueden resultar pertinentes las siguientes preguntas:

- ¿El dolor que siente ahora es de algún modo diferente al que percibía antes del tratamiento anterior?
- ¿Puede recordar lo que sentía antes del tratamiento que le prescribió el otro odontólogo?

Es muy importante prestar atención a la descripción que hace el paciente de su dolor para poder comprender el problema, interpretar la información obtenida y realizar un interrogatorio más exhaustivo cuando sea necesario. Es mejor dirigirse al paciente para conseguir esta información.

- ¿Cuándo siente este dolor?
- ¿Es un dolor constante? Si no lo es, explique cómo o cuándo aparece y cuánto puede durar.

- ¿Ha aparecido el dolor con mayor frecuencia o ha durado más en los últimos días o semanas?
- ¿Las cosas frías o calientes estimulan el dolor?
- ¿Hay algún momento del día en el que el dolor parezca acentuarse?
- ¿Le despierta el dolor por la noche?
- ¿Cómo describiría el dolor? ¿Es un dolor sordo? ¿Es agudo, como una descarga eléctrica?

Al llegar a este punto conviene preguntar al paciente acerca de sus posibles percepciones o problemas físicos.

- ¿Ha notado alguna hinchazón o le parece que tiene hinchada una zona determinada?
- ¿Tiene alguna zona de la cara que sea especialmente sensible al tacto?
- ¿Hay algún diente que le duela o le provoque molestias al masticar o después de haber comido?
- ¿Le parece que tiene algún diente suelto, o muerde con algún diente antes que con otros?⁴

Antecedentes dentales

La cronología de los acontecimientos que condujeron al motivo principal de consulta se registra en los antecedentes dentales. Esta información ayudará al clínico a decantarse por las pruebas diagnósticas pertinentes. En los antecedentes deben anotarse los síntomas pasados y presentes, así como cualquier procedimiento o traumatismo que pudiera haber sido responsable del principal motivo de consulta. Es obligatorio documentar todo adecuadamente.

Historia del problema dental actual

La comunicación entre el paciente y el clínico debe abarcar todos los detalles pertinentes a los acontecimientos que configuraron el principal motivo de consulta. El clínico debe dirigir la conversación para que

la narración de los hechos sea lo más clara y concisa posible y refleje cronológicamente toda la información necesaria acerca de los síntomas del paciente y su desarrollo en el tiempo. Para intentar esclarecer esta información, en primer lugar, se pide al paciente que rellene el impreso de sus antecedentes dentales como parte de su historial en la consulta. Esta información ayudará al clínico a decidir la estrategia a utilizar durante la conversación con el paciente. La entrevista determina en primer lugar qué sucede, para tratar de establecer por qué sucede, con la finalidad de determinar en último término qué se necesita para resolver el principal motivo de consulta.

Anamnesis de los antecedentes dentales

Una vez comenzada la entrevista y establecido el principal motivo de consulta, el clínico continúa la conversación documentando la secuencia de acontecimientos que impulsaron al paciente a solicitar una evaluación dental. Las preguntas sobre los antecedentes dentales se dividen en cinco direcciones básicas: localización, comienzo, intensidad, provocación y duración.³

Exploración extraoral

El protocolo diagnóstico básico sugiere que el profesional debe observar a los pacientes cuando entran en la consulta. Puede apreciar signos de limitaciones físicas, así como signos de asimetría facial secundarios a tumefacción facial. Para verificar que existe esta tumefacción, estaría justificado efectuar una exploración visual y la palpación de la cara y el cuello. Muchas veces, la tumefacción facial solamente se puede comprobar mediante palpación si existe una «hinchazón o un bulto» unilateral. La presencia de tumefacción bilateral puede ser un hallazgo normal en cualquier paciente; sin embargo, también puede ser indicativa de una enfermedad sistémica o la consecuencia de un

trastorno congénito. La palpación nos permite comprobar si la tumefacción es localizada o difusa, firme o fluctuante. Esta última distinción tendrá un papel sumamente importante para determinar cuál es el tratamiento más conveniente.

La palpación de los ganglios linfáticos cervicales y submandibulares es una parte integral del protocolo de exploración. Si se palpan adenopatías firmes y dolorosas que se acompañan de tumefacción facial y fiebre, es bastante probable que haya una infección. El proceso patológico se ha diseminado desde una zona adyacente al diente causante de los síntomas, hasta provocar una afección sistémica.

La etiología más habitual de una tumefacción facial extraoral de origen odontogénico es endodóntica, ya que es poco probable que un absceso periodontal provoque una tumefacción facial. Las tumefacciones de origen no odontogénico siempre deben tenerse en cuenta en el diagnóstico diferencial, sobre todo si no se detecta una etiología dental obvia.⁵

La tumefacción extraoral asociada a los incisivos mandibulares se manifiesta normalmente en el espacio submentoniano o submandibular. Las infecciones asociadas a cualquiera de los dientes de la mandíbula, que abandonan el hueso alveolar sobre el hioides y que se sitúan por debajo de la inserción del músculo milohioideo, se manifestarán como una tumefacción en el espacio submandibular.⁶

Exploración intraoral

La exploración del interior de la boca puede darle al especialista una perspectiva de las zonas intraorales que precisarán una evaluación más detallada. La tumefacción extraoral, las adenopatías localizadas o los tractos sinusales extraorales deberían suscitar una valoración más detallada de las estructuras intraorales próximas y relacionadas.

Exploración de los tejidos blandos

Al igual que sucede con la exploración dental, hay que protocolizar la evaluación de los tejidos blandos del interior de la boca. Las encías y las mucosas deben secarse con una jeringa de aire o con una gasa de 5 × 5 cm. Apartando la lengua y las mejillas se explorará la presencia de anomalías de color y textura de todos los tejidos. Se documentará la presencia de lesiones abultadas o ulceradas y, en los casos necesarios, se realizará una biopsia o se derivará al paciente al especialista más adecuado.⁷

Tumefacción Intraoral

Las tumefacciones intraorales deben visualizarse y palparse para determinar si son difusas o localizadas, y si son firmes o fluctuantes. Estas tumefacciones pueden estar presentes en las encías, la mucosa alveolar, el pliegue mucovestibular, el paladar o bien en la región sublingual. Para determinar si la etiología es endodóntica, periodontal, de una combinación de ambas, o de origen no odontogénico se necesitan otra serie de pruebas.

La tumefacción en la zona anterior del paladar se asocia con frecuencia a una infección en el ápice del incisivo lateral del maxilar superior o en la raíz palatina del primer premolar superior. Más del 50% de los incisivos laterales superiores se desvían en dirección distal o palatina. La causa más habitual de una tumefacción en el paladar posterior es la raíz palatina de uno de los molares superiores.⁶

Tractos Sinusales Intraorales

En algunas ocasiones, una infección endodóntica crónica drenará hacia la superficie gingival a través de una comunicación intraoral conocida como tracto sinusal. Esta vía,⁸ revestida a veces de epitelio, se extiende directamente desde el origen de la infección hasta un orificio superficial o estoma,

en la encía adherida. Como ya hemos descrito previamente, también se puede extender por fuera de la boca. En ocasiones se emplea incorrectamente el término fístula para describir este tipo de drenaje. La fístula, por definición, es, en realidad, una comunicación anormal entre dos órganos internos o una vía entre dos superficies revestidas por epitelio.

La presencia o ausencia de un revestimiento epitelial no parece influir en el cierre del trayecto si se ha diagnosticado y tratado convenientemente el origen del problema y la lesión endodóntica ha curado. Los tractos sinusales que no cicatrizan deben estudiarse más a fondo para comprobar si existen otros factores etiológicos, o para aclarar un diagnóstico erróneo. 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 se desarrolle el tracto sinusal. Además de proporcionar un conducto para la liberación del exudado infeccioso con el consiguiente alivio del dolor, el tracto sinusal también puede ayudarnos a identificar el origen de una infección determinada. En ocasiones no existen indicios objetivos del origen de una infección odontogénica. El estoma de un tracto sinusal puede situarse directamente al lado o a distancia del origen de la infección. La trayectoria del tracto sinusal proporcionará un dato objetivo para localizar al diente causante.

Para trazar la trayectoria de un tracto sinusal se introduce un cono de gutapercha del n.º 25 por el orificio del tracto. Esta maniobra puede resultar algo molesta para el paciente, pero debemos introducir el cono hasta percibir una resistencia. Una vez revelada la radiografía periapical, el final del tracto sinusal se determina siguiendo la trayectoria que ha seguido el cono de gutapercha (Fig.1). Esto dirigirá al clínico hacia el diente causante y, más específicamente, hacia la raíz del diente que constituye el origen de la patología. El estoma y la trayectoria del tracto se cerrarán una vez eliminado el factor etiológico del tracto sinusal.⁹

Figura 1.



Caso con fistula alejada de su diente de origen. El cono de gutapercha colocado en la fistula, próximo a la cara distal del diente 41, identifica su origen en el 31 (Tomada de Soares I, 2012).

Figura 2.



Palpación de la región apical (Tomada de Soares, I, 2012).

Palpación

Los tejidos duros alveolares también deberían palparse en el transcurso de la exploración de los tejidos blandos. Se debe hacer hincapié en detectar la existencia de tumefacciones de tejidos blandos o ensanchamientos óseos, y sobre todo comparando y viendo la relación que guardan con los tejidos adyacentes y contralaterales. Aparte de los datos objetivos, el clínico debe preguntar al paciente si durante la palpación percibe la existencia de zonas inusualmente sensible.

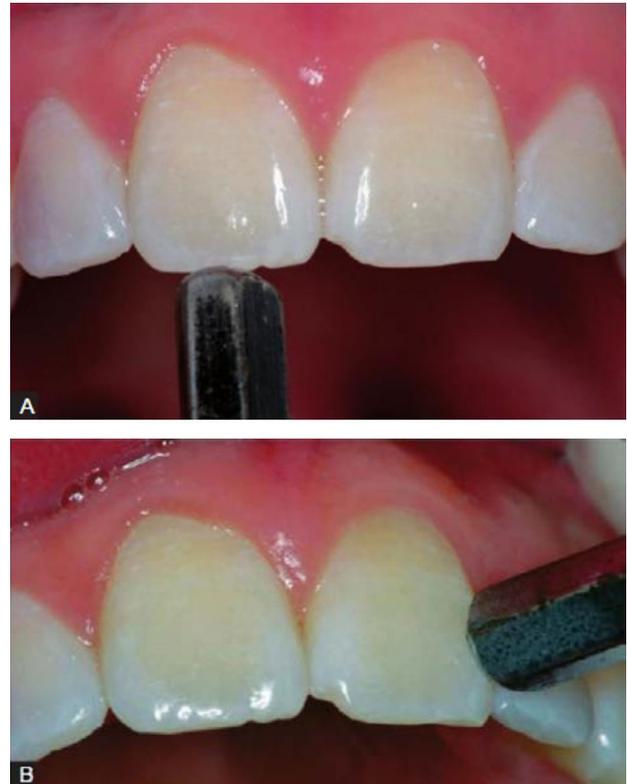
Percusión (Horizontal y vertical)

El principal motivo de consulta establece la

importancia de realizar las pruebas de percusión. Si el paciente está experimentando una sensibilidad o un dolor agudo al masticar, esta respuesta normalmente se puede reproducir percutiendo individualmente los dientes, con lo cual se suelen aislar los síntomas a un diente en particular. El dolor a la percusión no indica que el diente esté necrótico o vital, sino más bien es un signo de inflamación en el ligamento periodontal (es decir, una periodontitis apical aguda). Esta inflamación puede ser secundaria a un traumatismo físico, a un contacto prematuro, a enfermedad periodontal o a la extensión de una patología pulpar al ligamento periodontal. Una vez que la enfermedad se extiende hacia el espacio del ligamento periodontal, el paciente ya es capaz de localizar el dolor con mayor precisión; por tanto, el diente causante se podrá identificar más fácilmente mediante percusión y pruebas de masticación.

La prueba debe comenzarse con suavidad, aplicando una presión leve con los de-

Figura 3.



Prueba de la percusión vertical (A) y horizontal (B) (Tomada de Soares I., 2012).

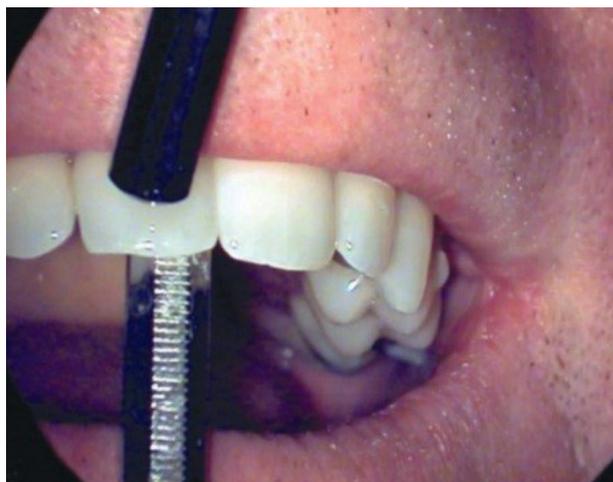
dos. Si el paciente es incapaz de percibir una diferencia significativa entre los diferentes dientes, habrá que repetir la prueba utilizando el extremo romo de un instrumento, como el extremo posterior del mango del espejo (Figs. 3, A y B). La percusión se debe realizar en primer lugar en oclusal, y si el paciente no aprecia ninguna diferencia debe repetirse percutiendo las caras vestibular y lingual de los dientes. Cuando se detecta una respuesta intensa, la prueba debe repetirse las veces que sean precisas para determinar su exactitud y su capacidad de reproducción, y toda la información debe documentarse.

La respuesta a la percusión vertical está más relacionada con las alteraciones de los tejidos perirradiculares; la de la percusión horizontal, con las complicaciones periodontales. En el caso de un absceso agudo perirradicular, con independencia de la dirección empleada, la percusión causa dolor insoportable.¹⁰

Movilidad

Al igual que la percusión, cualquier aumento de movilidad del diente no es indicativo de vitalidad pulpar. Sencillamente, es una mera indicación de que el aparato de inserción periodontal está comprometido. Esta afectación puede ser consecuencia de un traumatismo físico agudo o crónico, un trauma oclusal, hábitos parafuncionales, enfermedad periodontal, fracturas radiculares, un movimiento ortodóntico rápido, o bien deberse a la extensión de una patología pulpar y, en especial, a una infección hacia el espacio del ligamento periodontal. Es habitual que se recupere una movilidad normal una vez se hayan reparado o eliminado los factores desencadenantes. La determinación de la movilidad mediante una presión digital simple puede ser subjetiva desde un punto de vista visual, por lo que debemos utilizar los extremos posteriores de dos mangos de espejos, colocando uno en la cara vestibular del diente y el otro en la cara lingual. Cualquier movilidad superior a +1 debe conside-

Figura 4.



Prueba de movilidad utilizando los extremos de dos mangos de espejos (Tomada de Cohen S. 2011).

rarse anormal. Sin embargo, la evaluación de los dientes debe basarse en su movilidad con respecto a los dientes adyacentes o contralaterales.

Exploración periodontal

El sondaje periodontal es una parte importante de cualquier diagnóstico intraoral. La medición de la profundidad de la bolsa periodontal indica la profundidad del surco gingival, el cual se corresponde con la distancia entre el margen gingival libre y el aparato de inserción. Mediante sondas periodontales calibradas, el clínico debería medir las profundidades de las bolsas periodontales en las caras mesial, media y distal, tanto del lado vestibular como del lado lingual del diente, anotando la profundidad en milímetros. La sonda periodontal se va introduciendo alrededor del eje mayor del diente progresando a incrementos de 1mm. Una gran pérdida ósea, cuantificada mediante un largo tramo de sondajes periodontales profundos, normalmente se considera de etiología periodontal y habitualmente está generalizada en otras zonas de la boca. Sin embargo, las áreas aisladas de pérdida ósea vertical pueden tener una etiología endodóntica, y más específicamente a partir de un diente necrótico cuya infección se ha extendido desde la

zona que rodea al ápice hasta el surco gingival. De nuevo, es obligatorio realizar tests pulpares, no sólo para llegar al diagnóstico, sino también para elaborar un pronóstico adecuado. Por ejemplo, una bolsa periodontal de origen endodóntico puede resolverse después de un tratamiento de conductos, pero si el diente era vital originariamente con una bolsa periodontal profunda asociada el tratamiento endodóntico no mejorará la enfermedad periodontal. Además, una fractura radicular vertical puede causar en ocasiones una bolsa periodontal estrecha localizada que se extiende en profundidad hacia la superficie de la raíz. Característicamente, el periodonto adyacente suele estar dentro de los límites normales.³

Pruebas pulpares

Las pruebas pulpares sirven para intentar determinar la respuesta de las neuronas sensitivas pulpares. Éstas incluyen la estimulación térmica o eléctrica de un diente para obtener una respuesta subjetiva del paciente (es decir, para determinar si los nervios pulpares son funcionales) o pueden consistir en un enfoque más objetivo mediante dispositivos que detectan objetivamente la integridad de la vascularidad pulpar. Por desgracia, la evaluación cuantitativa del estado del tejido pulpar sólo puede determinarse histológicamente, porque se ha observado que no necesariamente existe una exacta correlación entre los signos y síntomas clínicos objetivos y la histología pulpar.^{11, 12}

Térmicas

Se han desarrollado diversos materiales y métodos para comprobar la respuesta de la pulpa frente a los estímulos térmicos. La respuesta normal o de referencia al frío o al calor es aquella sensación que percibe el paciente y que desaparece inmediatamente cuando se retira el estímulo térmico. Las respuestas anormales pueden ser la falta de respuesta ante el estímulo, la persistencia o la intensificación de una sensación dolorosa

después de eliminar el estímulo, o una sensación dolorosa atroz e inmediata en cuanto se coloca el estímulo sobre el diente.

Las pruebas de calor resultan más útiles cuando el principal motivo de consulta del paciente es un dolor dental intenso al contactar con un sólido o un líquido caliente. Cuando el paciente es incapaz de identificar el diente sensible, lo más apropiado es realizar una prueba de calor. Comenzando con el diente situado en la zona más distal en el cuadrante en cuestión, se va aislando cada diente con un dique de goma. Se llena una jeringa de irrigación con un líquido (normalmente agua corriente) a una temperatura parecida a la que podría causar la sensación dolorosa. A continuación, se expulsa el líquido de la jeringa en cada diente aislado para determinar si la respuesta es normal o anormal. El clínico va avanzando hacia mesial en el cuadrante, aislando cada diente individualmente hasta localizar aquel que molesta. Dicho diente mostrará una respuesta dolorosa intensa e inmediata al calor. Con la prueba de calor puede aparecer una respuesta tardía, de modo que basta con esperar 10 s entre cada una para que puedan surgir tanto los síntomas precoces como los tardíos.

Otra forma de realizar la prueba de calor consiste en aplicar una barrita de gutapercha calentada contra la superficie del

Figura 5.



Prueba térmica con la barra de gutapercha caliente (Tomada de Soares, 2012).

diente. Si se utiliza dicho método, antes de aplicar el material calentado es preciso recubrir la superficie dental con una fina capa de lubricante para evitar que la gutapercha se adhiera a la superficie seca del diente. El calor también se puede generar mediante fricción gracias a una goma de pulir girando a alta velocidad contra la superficie seca de un diente. Sin embargo, este último método rara vez se utiliza en la actualidad.

Si la prueba de calor confirma los resultados de otras pruebas pulpares, entonces se puede proporcionar una asistencia urgente. Con frecuencia, un diente que es sensible al calor también puede ser responsable de un dolor espontáneo. En tales casos, el paciente puede acudir a la consulta con líquidos fríos en la mano para mitigar el dolor en lo posible (fig. 1-18); la aplicación de hielo en un diente específico puede eliminar el dolor y facilitar enormemente el diagnóstico. Habitualmente, un diente está necrótico cuando responde al calor y mejora con el frío.

Actualmente, la aplicación de frío es la prueba de vitalidad pulpar por excelencia para muchos especialistas. Para aumentar su fiabilidad, este tipo de prueba debe combinarse con las sondas pulpares eléctricas (pulpómetro), de modo que los resultados de una prueba se verifiquen con los resultados de la otra. Un diente maduro no traumatizado se considera necrótico si no responde al pulpómetro y a la prueba del frío.¹³ Sin embargo, un diente multirradicular, en el que al menos una de las raíces contiene tejido pulpar vital, puede responder a una prueba de frío aunque una o más de sus raíces contengan tejido pulpar necrótico. La prueba de frío se puede llevar a cabo de forma similar a la del calor, aislando cada diente mediante un dique de goma. Esta técnica para la prueba de frío resulta especialmente útil en los pacientes que acuden con coronas de porcelana o metal-porcelana en las que no existe mucha superficie natural del diente (o mucho metal) expuesto. Otra ventaja de esta técnica para la prueba de frío es que no se requiere prácticamente material, salvo los diques de goma.

Si el clínico decide realizar esta prueba

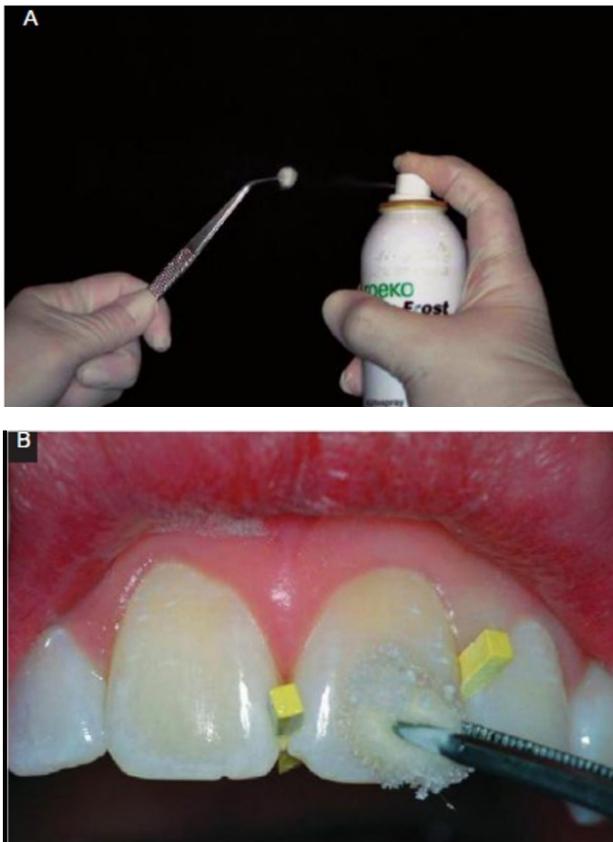
con trocitos de hielo entonces se recomienda usar el dique de goma, ya que el hielo derretido fluirá por los dientes y las encías adyacentes, pudiendo desencadenar falsos positivos.

Se ha comprobado que el dióxido de carbono (CO₂) congelado, conocido también como «hielo seco» o «nieve carbónica», desencadena con mucha fiabilidad una respuesta positiva en el caso de que el diente contenga tejido vital. En un estudio se observó que los dientes vitales respondían tanto al CO₂ como a un refrigerante cutáneo, pero con este último la respuesta era ligeramente más rápida. También se ha comprobado que el dióxido de carbono resulta eficaz para evaluar la respuesta pulpar en dientes con coronas o fundas en los que no es posible llevar a cabo pruebas eléctricas. Con fines diagnósticos, se prepara una varilla sólida de CO₂ suministrando el hielo seco en forma de gas en el interior de un cilindro de plástico diseñado especialmente para ello. La varilla de hielo seco resultante se aplica a la superficie vestibular del diente o de la corona. Con una sola varilla pueden comprobarse varios dientes. Éstos deben aislarse, y además debemos proteger los tejidos blandos de la boca con una gasa de 5 × 5 cm o una torunda de algodón para que el CO₂ no entre en contacto con dichas estructuras. La temperatura extremadamente baja del hielo seco (entre -56 y -98 °C) puede provocar quemaduras en los tejidos blandos. Los investigadores demostraron sobre dientes extraídos que la aplicación de CO₂ generaba un descenso significativamente mayor de la temperatura en el interior de la pulpa que el refrigerante cutáneo o el hielo. Los estudios, han demostrado también que la aplicación de hielo seco en los dientes no provoca daños irreversibles en los tejidos pulpares ni fisuras significativas del esmalte.

El método más utilizado para llevar a cabo la prueba de frío consiste en la aplicación de un refrigerante mediante un pulverizador. Actualmente, uno de los productos contiene 1,1,1,2-tetrafluoroetano, cuyo potencial de desgaste del ozono es cero, por lo que resulta seguro desde el punto de

vista ambiental. Su temperatura es de $-26,2^{\circ}\text{C}$ ⁴⁸. El pulverizador es más eficaz con fines diagnósticos cuando se aplica al diente con una torunda de algodón grande del n.º 2 (Fig. 5). En un estudio se alcanzó una temperatura intrapulpar significativamente menor cuando la torunda del n.º 2 se sumergía o se pulverizaba con el refrigerante comparado con una torunda del n.º 4 pequeña o un aplicador de algodón. La torunda de algodón pulverizada se debe aplicar en el centro de la cara vestibular del diente o de la corona. Al igual que sucede con otros métodos de pruebas pulpares, hay que comprobar los dientes «normales» adyacentes o contralaterales para establecer una respuesta de referencia. Parece que el CO_2 y el pulverizador de refrigerante se muestran superiores a otros métodos de prueba de frío, y son equivalentes o superiores a las pruebas eléctricas para valorar la vitalidad pulpar.^{14, 15}

Figura 6.



Prueba de la sensibilidad al frío. Aplicación del agente frío en la bolita de algodón (A) que de inmediato se coloca sobre la cara vestibular del 21 (B) (Tomada de Soares I. 2012)

Un estudio¹⁶ comparaba la capacidad de los métodos térmicos y eléctricos para registrar la presencia de tejido pulpar vital. La sensibilidad, que es la capacidad de una prueba para identificar los dientes que están enfermos, era de 0,83 para la prueba de frío, 0,86 para la prueba de calor y 0,72 para la prueba eléctrica. Esto significa que la prueba de frío identificaba correctamente al 83% de los dientes necróticos, mientras que las pruebas de calor eran correctas el 86% de las veces y las pruebas eléctricas sólo eran correctas el 72% de las veces. Este mismo estudio evaluó la especificidad de estas tres pruebas. La especificidad define la capacidad de una prueba para identificar a los dientes sin enfermedad. El 93% de los dientes con pulpas sanas fue identificado correctamente con las pruebas de frío y eléctricas, mientras que la prueba de calor identificó correctamente sólo al 41% de los dientes con pulpas sanas. A partir de los resultados de las pruebas se observó que la prueba de frío tenía una precisión del 86%, la sonda eléctrica del 81% y la prueba de calor del 71%.

Eléctricas

Los métodos más frecuentes para valorar la vitalidad pulpar son las pruebas eléctricas (pulpómetros) y las pruebas de frío, o ambas. La vitalidad pulpar se determina mediante la conservación del aporte vascular, no por el estado de las fibras nerviosas. Aunque se han logrado avances en la determinación de la vitalidad pulpar basándose en la vascularización, esta tecnología no es lo suficientemente precisa para aplicarse de forma rutinaria en el ámbito clínico.

El pulpómetro proporciona información de la vitalidad pulpar, pero tiene ciertas limitaciones. La respuesta pulpar al estímulo eléctrico no refleja su salud histológica o una situación patológica.^{12, 11} Una respuesta de la pulpa frente a una corriente eléctrica sólo denota la existencia de un número variable de fibras nerviosas viables en la pulpa que son capaces de responder. Las lecturas numéricas del pulpómetro únicamente tienen importancia si los valores difieren signi-

Figura 7.



Imagen de un pulpómetro con su sonda (Tomada de Cohen S. 2011).

ficativamente de las lecturas obtenidas en un diente control en el mismo paciente con el electrodo situado en una zona similar de ambos dientes. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la respuesta se puntúa como presente o ausente. Algunos estudios han demostrado que los resultados de los pulpómetros son más precisos cuando no se obtiene respuesta ante la aplicación de cualquier intensidad de corriente eléctrica. Se ha comprobado que esta falta de respuesta aparece con más frecuencia cuando existe una pulpa necrótica.¹⁷

Flujometría por láser Doppler

La flujometría por láser Doppler (FLD) es un método que se utiliza para valorar el flujo sanguíneo en los sistemas microvasculares. Se ha intentado adaptar dicha tecnología para valorar la vascularización pulpar. Se utiliza un diodo para proyectar un haz de luz infrarroja a través de la corona y la cámara pulpar de un diente.

La luz infrarroja se dispersa a medida que pasa a través del tejido pulpar. El principio del 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 del Doppler medirá la velocidad a la que se mueven los glóbulos rojos.¹⁸

Ciertas lesiones por luxación ocasionarán inexactitudes en los resultados de las pruebas térmicas y eléctricas. Recientemente se ha demostrado que la FLD constituye un indicador importante de la vitalidad pulpar en estos casos.¹⁹

Pulsioximetría

Una de las principales ventajas de las pruebas pulpares con dispositivos como el flujómetro por láser Doppler es que los datos obtenidos se basan en resultados objetivos y no en respuestas subjetivas del paciente. El pulsioxímetro es otro dispositivo no invasivo. Extensamente utilizado en medicina, se usa para medir la concentración de oxígeno en la sangre y la frecuencia del pulso. Funciona por transmisión de dos longitudes de onda de luz, roja e infrarroja, a través de una parte translúcida del cuerpo del paciente (p. ej., dedo, lóbulo de la oreja o diente). Parte de la luz es absorbida a medida que pasa por el tejido; el grado de absorción depende del índice entre la hemoglobina oxigenada y desoxigenada de la sangre. En el lado opuesto del tejido examinado, un sensor detecta la luz absorbida y, en función de la diferencia entre la luz emitida y recibida, un microprocesador calcula la frecuencia del pulso y la concentración de oxígeno en la sangre.²⁰

En un estudio realizado,²¹ se muestra que el oxímetro de pulso es un método efectivo y objetivo de evaluación de la vitalidad pulpar. Es especialmente aplicable a dientes permanentes traumatizados en los que la parestesia temporal de los nervios reduce la eficacia y fiabilidad de la prueba térmica y eléctrica. Las lecturas consistentes del oxímetro de pulso en este estudio confirman que la circulación de la pulpa y la saturación de oxígeno en sangre pueden ser detectadas por el oxímetro de pulso.

Figura 8.



Pulsioxímetro Nellcor OxiMax N-600x (Por cortesía de Nellcor Puritan Bennett [Boulder, CO]; parte de Covidien; Tomada de Cohen S. 2011).

Gopikrishna et al.²² desarrollaron un sensor que puede aplicarse directamente en un diente para evaluar la vitalidad de la pulpa humana y observaron que era más preciso que las pruebas pulpares térmicas y eléctricas. Este dispositivo ha sido especialmente útil para evaluar dientes sometidos a traumatismos, porque estos dientes tienden a mostrar, especialmente a corto plazo, una vitalidad dudosa en las pruebas pulpares convencionales.

Prueba de la mordida

Las pruebas de la percusión y la mordida están indicadas cuando un paciente acude con dolor al morder. En ocasiones, el paciente desconoce que tiene un diente sensible a la presión ejercida al morder, y la percusión y la prueba de la mordida pueden ayudar a localizarlo. El diente puede ser sensible al morder cuando la patología pulpar se ha extendido hacia el espacio del ligamento periodontal, ocasionando una periodontitis perirradicular, o puede que la sensibilidad dental se deba a una fisura en la corona. El clínico, a menudo, puede diferenciar entre una periodontitis perirradicular y una fisura dental o una fractura de la cúspide. En el primero de los casos, el diente responderá con dolor a la percusión y al realizar la prueba de la mordida, independientemente de la zona de la corona a la que aplique la presión. Por el con-

trario, en una fisura o una fractura de la cúspide, el dolor solamente se desencadenará

cuando la percusión o la prueba de la mordida se apliquen en una determinada dirección en una cúspide o en una determinada zona del diente.^{23, 24}

Prueba de la cavidad

El método de la prueba de la cavidad para valorar la vitalidad pulpar se utiliza en contadas ocasiones en la actualidad. Este método se utiliza solamente cuando el resto de pruebas se estiman imposibles de realizar o si sus resultados no son concluyentes. Un ejemplo en el que se podría utilizar esta prueba podría ser cuando el diente que se sospecha tiene una enfermedad pulpar presenta una corona. Si no disponemos de una estructura dentaria sólida para utilizar la técnica del puente con el pulpómetro y los resultados de la prueba de frío no son concluyentes, se prepara una pequeña cavidad de clase I a través de la superficie oclusal de la corona. Esto se consigue con una fresa redonda de alta velocidad del n.º 1 o 2, mediante refrigeración con agua y aire. El paciente no es anestesiado durante el procedimiento y se le pide que responda si percibe alguna sensación dolorosa durante el fresado. Si el paciente percibe dolor una vez que la fresa contacta con la dentina se da por finalizado el procedimiento y se obtura la preparación de la cavidad de clase I. Esta sensación significa solamente que en la pulpa todavía existe cierta cantidad de tejido nervioso viable, no que la pulpa esté totalmente sana. Si el paciente no percibe ninguna sensación cuando la fresa alcanza la dentina, es una buena señal de que la pulpa está necrótica y, por tanto, está indicado un tratamiento del conducto radicular.

Tinción y transiluminación

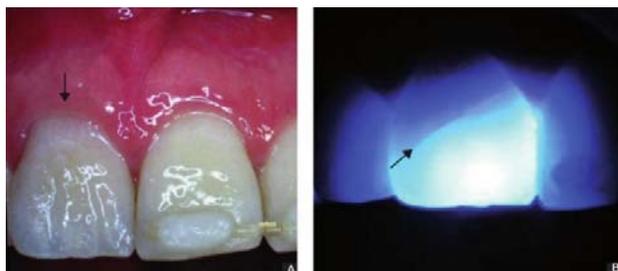
Los tintes pueden resultar de gran ayuda para intentar determinar la presencia de una fisura en la superficie del diente. También resulta muy útil aplicar una sonda de fibra óptica de luz brillante a la superficie del diente.³

Figura 9.



Prueba de la mordida con el mango de mordidas (Tomada de Soares I. 2012).

Figura 10.



Con la transiluminación (B) es posible diagnosticar la fisura en la corona del incisivo central (flecha) que no se vio durante la inspección (A) (Tomada de Soares I. 2012).

La prueba con colorantes se utilizará como complemento del diagnóstico de fracturas o fisuras coronarias y radiculares.

Se pinta la zona sospechosa con una bolita de algodón embebida en el colorante (azul de metileno), se lava el lugar, y si hay fisura o fractura, su línea queda marcada en azul.

Anestesia selectiva

El diagnóstico puede resultar un reto cuando los síntomas son difusos o referidos. A veces el paciente no puede especificar si los síntomas tienen su origen en la arcada del maxilar superior o inferior. En tales casos, cuando las pruebas pulpares no son conclu-

yentes, la anestesia selectiva puede resultar sumamente útil.

Si el paciente es incapaz de determinar la arcada de la que procede el dolor, el clínico debería en primer lugar anestésiar selectivamente la arcada del maxilar superior. Esto se consigue anestésiando el ligamento periodontal (infiltración intraligamentosa).

La inyección se realiza en el diente situado más distalmente en el cuadrante de la arcada supuestamente afectada, comenzando desde el surco distal. A continuación, se va colocando la anestesia en dirección mesial, un diente cada vez, hasta que se elimina el dolor. Si transcurrido un tiempo prudencial no se consigue eliminar el dolor, el clínico debería repetir la técnica sobre los dientes de la arcada mandibular. Hay que saber que las inyecciones realizadas en el ligamento periodontal pueden anestésiar inadvertidamente un diente adyacente y, de este modo, resultan más útiles para identificar la arcada más que un diente específico.³

Exploración e interpretación radiológica

Las radiografías solamente se deberían utilizar como un elemento más, proporcionando pistas importantes para el diagnóstico.

Figura 11.



El azul de metileno (A) aplicado en el diente sospechoso la línea de fisura (B) (Tomada de Soares I. 2012).

Figura 12.



Radiografía sugierente de una lesión periapical asociada a un diente necrótico; sin embargo, el diente conserva su vitalidad. El aspecto de pérdida ósea apical es en realidad secundario a un cementoma (Tomada de Cohen S. 2011).

Cuando no se acompañan de una anamnesis y de una exploración y pruebas clínicas adecuadas, la radiografía, utilizada de forma aislada, puede conducirnos a una interpretación errónea de la normalidad o de la patología existente (fig. 12).

Dentro de los innumerables aspectos que es posible evaluar, una interpretación cautelosa debería prestar especial atención a:

a) *Imágenes radiolúcidas*

a.1) En el diente

- En la corona: caries, fracturas, malformaciones, por ejemplo, el surco palatino, reabsorciones (Fig. 13).
- En los tercios cervical y medio de la raíz: fracturas radiculares, malformaciones, reabsorciones.
- En la región apical: fractura radicular, reabsorciones radiculares, estadio de desarrollo radicular.

a.2) En los tejidos perirradiculares

- En la región de la furcación: alteraciones de origen endodóntico o extraendodóntico (Fig. 14).
- En las áreas laterales: lesiones de origen endodóntico (en razón del conducto lateral) y lesiones extraendodónticas.
- En la región periapical: cavidades o conductos naturales (por ejemplo, el agujero mentoniano), lesiones de origen endodóntico y lesiones extraendodónticas (por ejemplo, quistes glóbulomaxilares) (Fig. 15).

b) *Imágenes radiopacas*

b.1) En el diente

- En la corona: restauraciones, malformaciones, calcificaciones pulpares
- En los tercios cervical y medio de la raíz: malformaciones (por ejemplo, un dens in dente), calcificaciones pulpares, material endodóntico o anclajes intraradiculares.
- En la región apical: hipercementosis (Fig. 16).

b.2) En los tejidos perirradiculares

- En la región de la furcación: malformaciones (por ejemplo, una perla de esmalte).
- En las áreas laterales: osteoesclerosis
- En la región periapical: displasias óseas, osteoesclerosis (Fig. 16, lesiones extraendodónticas)

No es raro que se confundan las lesiones extraendodónticas con patologías perirradiculares de origen endodóntico. Entre las más frecuentes, se hallan:

- a) Quiste nasopalatino, imagen radiolúcida localizada entre los incisivos centrales superiores
- b) Quiste glóbulomaxilar, imagen radiolúcida entre el incisivo lateral y el canino superior
- c) Displasia ósea, imagen radiopaca o radiolúcida (según el estadio de evolución), localizada con preferencia en la región anteroinferior.

Figura 13.



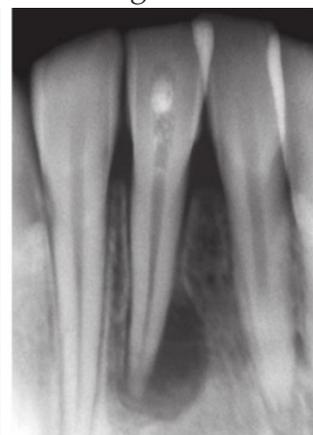
Reabsorción inflamatoria en la cámara pulpar.

Figura 14.



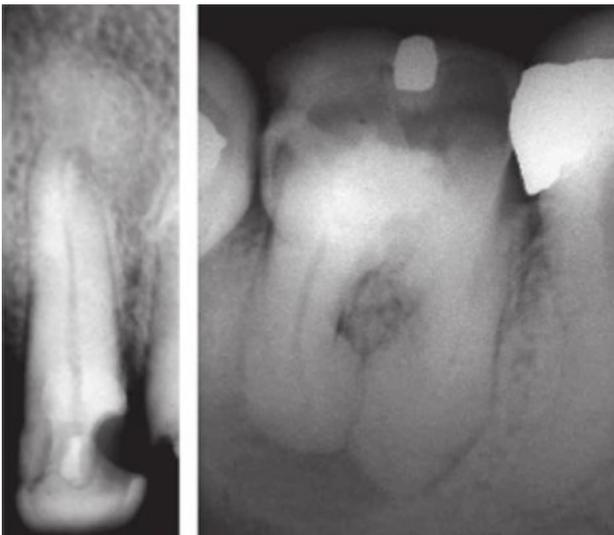
Área radiolúcida de origen endodóntico en la región de la furcación.

Figura 15.



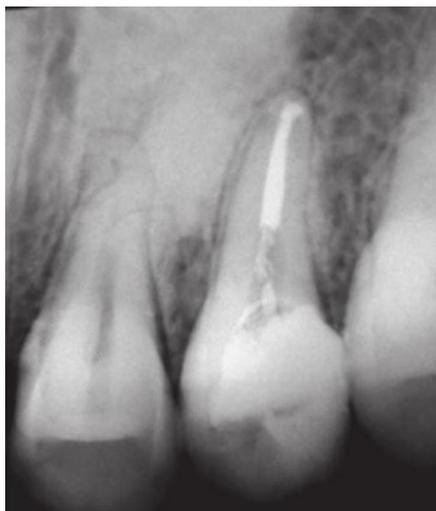
Lesión de origen endodóntico en la región apical.

Figura 16.



Ambas radiografías revelan la presencia de hipercementosis.

Figura 17.



Primer premolar superior con osteoesclerosis.

- d) Displasia cemento-ósea periapical (cementoma), radiopacidad alrededor del tercio apical y medio de la raíz, y
- e) Lesiones tumorales, que se pueden detectar en ambos maxilares y que, en caso de duda, ser examinadas por un radiólogo.

Para hacer el diagnóstico diferencial entre estas lesiones y las de origen endodónico, las pruebas térmicas y de sensibilidad pulpar son decisivas. La vitalidad de la pulpa excluirá la posibilidad de una lesión endodónica.

Exámenes desordenados o apresurados pueden conducir a información falsa y contribuyen muy poco al diagnóstico correcto.

En la actualidad, la odontología dispone de los recursos de la radiografía computarizada volumétrica (técnica del haz cónico). Por medio de esta, es posible observar innumerables aspectos que no se detectan en radiografías tomadas con las técnicas tradicionales. Así, por ejemplo, es posible identificar si una reabsorción en el tercio medio de la raíz se halla del lado vestibular o del lingual. Asimismo, es posible visualizar con mayor detalle las características anatómicas de los conductos.¹⁰

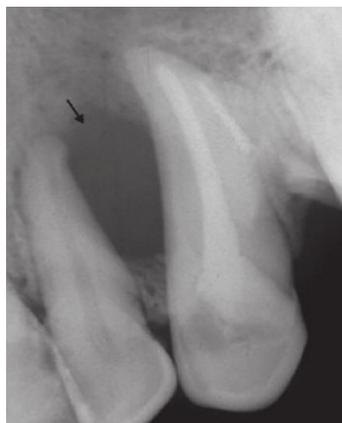
En un estudio realizado se reveló que las lesiones periapicales sólo se detectaron en 55 (20%) de las raíces con radiografía periapical, comparado con 130 (48%) con imágenes de CBCT, que es un 28% más de

Figura 18.



Quiste nasopalatino.

Figura 19.



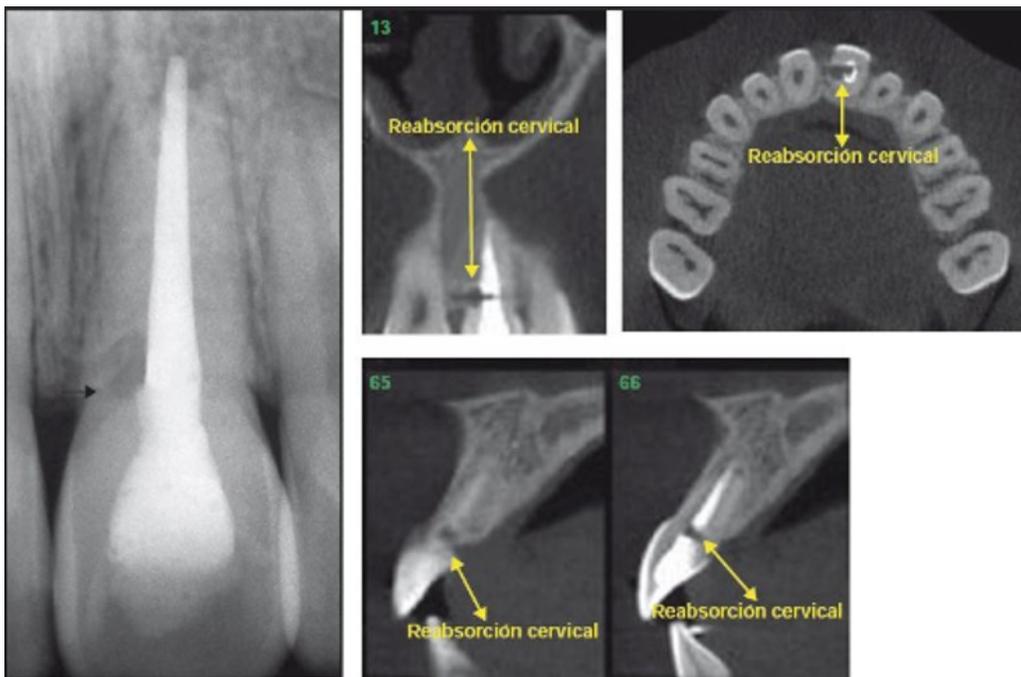
Quiste globulomaxilar.

Figura 20.



Displasia ósea periapical.

Figura 21.



En la radiografía periapical, se ve la reabsorción dentaria cervical. Las imágenes de la tomografía mediante la técnica del haz cónico, permiten dimensionar su extensión (Tomada de Soares I. 2012).

lesiones periapicales detectadas con CBCT cuando se realizó la comparación. En vista de la efectividad del uso de CBCT en comparación con el uso de radiografías periapicales para el diagnóstico de periodontitis periapical, se concluye que las limitaciones de las radiografías periapicales pueden obstaculizar la detección de patologías las cuales se pueden observar con CBCT. Esto da lugar en primer lugar, a que pueden ser evaluadas más raíces y en segundo lugar, más lesiones periapicales pueden ser detectadas utilizando CBCT para elaborar un diagnóstico.²⁵

Diagnóstico clínico basado en la respuesta a las pruebas normalidad

La definición clínica de *normalidad* consiste en una respuesta de escasa magnitud a un estímulo frío y el cese inmediato de la misma al retirar el estímulo. Un diente normal responderá del mismo modo al calor, aunque en la práctica parece que hay menos piezas normales que reaccionan al calor. Esta prueba no es perjudicial para el diente, por lo que se puede realizar en la misma pieza el número de veces que sea necesario con

total seguridad. Generalmente, cuando se utilizan las zonas gingivales para las pruebas térmicas se obtienen unas respuestas más uniformes que si se emplean las áreas mesiovestibulares o las cimas cuspídeas. Si existe recesión gingival, las zonas gingivales expuestas de la corona son algo más sensibles, lo mismo que las restauraciones metálicas extensas. A menudo estas áreas se encuentran alrededor de restauraciones metálicas que llegan hasta la encía, en cuyo caso cualquier estímulo térmico que entre en contacto con ellas puede provocar una respuesta más intensa.

Si se utiliza el pulpómetro eléctrico, los datos disponibles parecen aconsejar su uso en los bordes incisales de los dientes anteriores y las cúspides vestibulares de los dientes posteriores.

Pulpitis reversible

Este diagnóstico clínico se caracteriza por una respuesta al frío y/o el calor más intenso que la de los dientes adyacentes y contralaterales. También en este caso, la respuesta cesará inmediatamente o poco después de

la supresión del estímulo. No se observa dolor espontáneo. El paciente describe una necesidad indeseable de evitar alimentos o bebidas a temperaturas extremas.

Generalmente, la pulpitis reversible remite de forma espontánea y gradual de 4 a 6 semanas tras la supresión de los factores etiológicos. No suele estar indicado ningún tratamiento de conductos para la pulpitis reversible.

Pulpitis irreversible

Se caracteriza por una respuesta dolorosa y prolongada a la estimulación térmica o por la aparición de dolor dental espontáneo sin un estímulo aparente. A diferencia de la pulpitis reversible, las reacciones dolorosas a la temperatura pueden durar desde varios minutos hasta algunas horas.

Durante las pruebas clínicas se considera que todo diente que manifieste una reacción de más de 10s presenta pulpitis irreversible y es candidato al tratamiento de conductos radiculares.

Pulpitis irreversible no localizada

En muchos casos, los pacientes con pulpitis irreversible tienen antecedentes de dolor intenso, ya sea espontáneo o estimulado por las bebidas y los alimentos fríos. El paciente puede estar seguro de que sus molestias proceden de un diente determinado, pero el odontólogo no puede detectar sensibilidad térmica o a la percusión en la pieza indicada ni en ninguna otra. En estos casos, relativamente frecuentes, el odontólogo debe resistirse a la tentación de iniciar el tratamiento basándose en el diagnóstico o la insistencia del paciente. Los datos clínicos y los hallazgos diagnósticos suelen resultar confusos y no permiten establecer un diagnóstico de forma rápida o lógica. Es mejor esperar hasta poder disponer de datos válidos e integrados que hagan posible alcanzar un diagnóstico exacto.

En un primer momento, suele ser habitual que las radiografías sean normales o que solo muestren cambios sutiles o indicativos,

pero no definitivos. Esto sucede especialmente en los dientes inferiores posteriores, que poseen una placa cortical muy densa. No se pueden apreciar cambios en el hueso periapical hasta que se ha producido una destrucción importante.

Pulpa necrótica

La salud fisiológica o la patología de la pulpa dental pueden entenderse como un espectro continuo que comienza en un extremo con la pulpa normal y va pasando por estadios progresivos de inflamación y degeneración pulpar. En última instancia, la pulpa acaba necrosándose. Aunque la necrosis pulpar constituye el resultado final de la pulpitis irreversible, los síntomas de ambos estados diagnósticos tienen unas manifestaciones completamente diferentes. Mientras que los trastornos inflamatorios se caracterizan fundamentalmente por la sensibilidad térmica, en la necrosis pulpar no se detecta dicha sensibilidad. El paciente no experimenta ningún dolor durante la estimulación térmica, y el odontólogo no obtiene ninguna respuesta durante las pruebas.

En el caso de la necrosis pulpar, los síntomas del paciente nacen de los tejidos periapicales como una reacción inflamatoria o infecciosa al material necrótico y a las bacterias que salen por el agujero apical y los conductos accesorios. Los signos clínicos de sensibilidad o dolor a la percusión o a la palpación, hinchazón y trayectos fistulosos supurantes están determinados por la localización de este proceso patológico. El hueso apical se va reabsorbiendo gradualmente y, debido a ello, se observa rarefacción (pérdida de la integridad ósea) apical, y a veces lateral, en las radiografías.

Aerodontalgia / barodontalgia

Las personas suelen experimentar este fenómeno durante los vuelos comerciales con presurización de la cabina de pasajeros (aerodontalgia). El dolor puede remitir o desaparecer al disminuir la altitud o al aterrizar; sin embargo, en algunos casos puede con-

tinuar durante varias horas. Este fenómeno puede producirse también con cambio tan leves como el paso por un puerto de montaña, en cuyo caso el cambio de altitud puede ser solo de 1.500-2.000 m. También pueden experimentar estos síntomas algunas personas que se sumergen a mucha profundidad (barodontalgia).

Cuando los pacientes acuden al odontólogo no suelen manifestar ningún síntoma. En la práctica clínica es imposible reproducir las variaciones de la presión atmosférica; por tanto, puede resultar imposible reproducir los síntomas por medio de las pruebas térmicas rutinarias. No obstante, estas suelen ser el método más eficaz para localizar el diente causal. Al menos, las pruebas permiten descartar las piezas normales que no están implicadas en el problema. Una vez que se ha reducido el número de posibles dientes causales, es posible confirmar el diagnóstico mediante la realización de otras pruebas, a menudo con calor.⁴

Trauma oclusal

El exceso de carga oclusal ocasiona como respuesta cambios anormales en el LP, hueso alveolar, cemento y pulpa, así como la inflamación periapical y la reabsorción radicular; esta última, tiene la sobrecarga oclusal como factor etiológico. Como ya se ha mencionado, entre los cambios de la pulpa se encuentran la pulpitis y necrosis, debido a que la hiperemia es el primer cambio de la pulpa ante el trauma oclusal, y se transforma en cualquiera de los anteriores. La hiper cementosis apical se presenta usualmente para compensar el desgaste oclusal, el cual mantiene a los dientes en contacto, esto es más frecuente en premolares.¹⁹ Ante el trauma oclusal, la cavidad de la pulpa puede aparecer muy reducida debido a la posición de la dentina terciaria o secundaria, lo que en algún momento produciría un estrechamiento uniforme de la cámara pulpar y de la raíz. Algunas veces puede observarse la presencia de nódulos pulpares o pulpolitos, que indican un proceso de hiper calcificación producido por el trauma oclusal.²⁶

El diagnóstico de las enfermedades pulpares en ocasiones es confuso debido a la incapacidad del operador para observar el tejido pulpar directamente debido a su ubicación dentro de un tejido relativamente duro, la dentina. Parece imposible realizar pruebas directamente sobre la pulpa dental; Por lo tanto, toda la información obtenida debe ser interpretada indirectamente de la respuesta del paciente a un estímulo colocado externamente al tejido. En general, las pruebas pulpares utilizadas son más válidas para determinar los dientes que están libres de enfermedad, pero menos eficaces en la identificación de los dientes con enfermedad pulpar. Las pruebas se pueden considerar relativamente no invasivas, fácil de usar y rentables. La imagen radiográfica es probablemente la herramienta diagnóstica más utilizada para determinar el estado del tejido perirradicular, aunque en la interpretación se sabe que los cambios en los tejidos perirradiculares no son fiables.²⁷ Actualmente se cuenta con nuevos métodos radiográficos, como la tomografía computarizada de haz cónico, la cual nos proporciona mayor fiabilidad para elaborar un correcto diagnóstico.

Referencias

1. AAE. Glossary of Endodontic Terms. [Online].
2. Sigurdsson A. Pulpal diagnosis. *Endodontic Topics*. 2003; 5(12-25).
3. Hargreaves KM, Cohen S. In *Vías de la pulpa*. España: ELSEVIER; 2011. p. pág. 2.
4. Gutman JL. Solución de problemas en Endodoncia. Quinta edición ed. Barcelona, España: ELSEVIER; 2012.
5. DM L. Anatomic considerations in diagnosis and treatment of odontogenic infections. *J Am Dent Assoc*. 1964; 69(308).
6. CJ S. Pathways of dental infection. *J Oral Surg*. 1966; 24(111).
7. MZ M. The standard of care for oral diagnosis as it relates to oral cancer. *Compend*. 1998; 19(6): p. 569.
8. Baumgartner JC PAMJ. Microscopic examination of oral sinus tracts and their

- associated periapical lesions. *J Endod.* 1984; 10(4): p. 146.
9. Seltzer S BINH. Differential diagnosis of pulp conditions. *Oral Surg.* 1965; 19(383).
 10. Ilson José Soares FG. *Endodoncia: técnica y fundamentos.* reimpressa ed. Panamericana EM, editor.; 2012.
 11. Seltzer S BIZM. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Part I, *Oral Surg.* 1963; 16(846).
 12. Seltzer S BIZM. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Part II, *Oral Surg.* 1963; 19(969).
 13. Peters DD BJLL. Adult pulpal diagnosis 1. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electric pulp tests. *J Endod.* 1994; 20(506).
 14. Augsburger RA PD. In vitro effects of ice, skin refrigerant, and CO₂ snow on intrapulpal temperature. *J Endod.* 1981; 7(110).
 15. Fuss Z LJKATA. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod* 27(1):46, 2001. 2001; 27(1): p. 46.
 16. Petersson K SCKAMLG. Evaluation of the ability of thermal and electric tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol.* 1999; 15(127).
 17. Anderson RW PE. Influence of a barrier technique on electric pulp testing. *J Endod.* 1988; 14(179).
 18. Roykens H VMGDRML. Reliability of laser Doppler flowmetry in a 2-probe assessment of pulpal blood flow. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodon.* 1999; 87(742).
 19. Stroblitt H GGNBER. Assessing revascularization of avulsed permanent maxillary incisors by laser Doppler flowmetry. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134(1597).
 20. Schnettler JM WJ. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulp vitality. *J Endod.* 1991; 17(488).
 21. Velayutham Gopikrishna. Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth. *JOE.* 2007 May; 33(5).
 22. Gopikrishna. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *J Endod.* 2007; 33(4): p. 411-414.
 23. CE C. The cracked tooth syndrome: additional findings. *J Am Dent Assoc.* 1981; 93(971).
 24. H.R. Cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1982; 47(36).
 25. S. Patel¹ 2RWS, AD&FM. The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography – Part 1: pre-operative status. *International Endodontic Journal.* 2011; 45: p. 702-710.
 26. Celia Elena Mendiburu-Zavala. Afecciones pulpaes de origen no infeccioso en órganos dentarios con oclusión traumática. *Rev Cubana Estomatol.* 2016; 53(2).
 27. Carl W. Newton. Identify and Determine the Metrics, Hierarchy, and Predictive Value of All the Parameters and/or Methods Used During Endodontic Diagnosis. *JOE.* 2009 december; 35(12).

4. FARMACOLOGÍA EN ENDODONCIA

**Juan Ramón Gómez Sandoval
Armando González Plascencia**

Introducción

El ser humano siempre ha estado en la búsqueda de remedios que le permitan curar sus males, por lo que la farmacología inicia desde tiempos remotos, se utilizaron productos vegetales, animales y minerales, empleados por grupos humanos de forma empírica. El proceso fue evolucionando a base de ensayo y error, a veces con resultados inefectivos e incluso perjudiciales.¹ La historia de la farmacología y su enseñanza, para fines didácticos se puede dividir en dos periodos: la protofarmacología o primer periodo, mayormente empírico, desarrollado a partir de observaciones minuciosas, análisis de tradiciones culturales y aplicaciones racionales. El segundo periodo es el de la era moderna, el de la farmacología como disciplina científica, que surgió con el desarrollo de la química, y que logró conformarse con experiencias acumuladas en cientos de años.² Farmacología se define como “el estudio de las sustancias que interactúan con los sistemas vivos a través de procesos bioquímicos, en particular mediante la unión con moléculas reguladoras y activadores o la inhibición de procesos corporales normales”. Se deriva

del griego *pharmakon*, el cual significa fármaco o veneno y de *logos* que significa tratado o palabra.³ En Medicina, y más en específico, en el área de Odontología, uno de los principales retos a los cuales se enfrentan los profesionales, es evitar el dolor durante o después del tratamiento. Para ello, es fundamental hacer un buen diagnóstico y conocer los medicamentos que nos pueden ayudar como complemento a la terapia. Adicional a un manejo adecuado de las diferentes patologías pulpares y periapicales, una vez establecido el diagnóstico, es necesario tener conocimientos actuales en farmacología para tener la capacidad de determinar en qué casos se justifica la prescripción de medicamentos y cuáles son los más indicados para cada caso en particular. La importancia de establecer un diagnóstico correcto no debe de ser subestimada ni sobrestimada. La mayor parte de los diagnósticos pulpares y periapicales si son manejados adecuadamente podrán resolverse con terapias clínicas, por lo que el uso de medicamentos debe limitarse a los casos en que sea realmente necesario.⁴

Farmacocinética y farmacodinamia

La farmacocinética es el área de la farmacología que se encarga del estudio de la evolución temporal de las concentraciones plasmáticas del fármaco e involucra una serie de procesos que determinan los cambios que sufre el medicamento en su recorrido por el organismo. Estos procesos son la absorción, distribución, metabolismo y excreción (ADME).^{1,3,5}

- a) **Absorción.** Es el paso del fármaco desde su sitio de administración hasta la circulación sanguínea; a partir de este punto podrá distribuirse por todo el organismo hasta alcanzar el sitio donde va a ejercer su efecto terapéutico. Durante este proceso y dependiendo de la vía de administración por la cual ingresa el fármaco, la cantidad que se alcanza en el torrente sanguíneo es menor a la cantidad originalmente administrada. La cantidad del fármaco inalterado que llega a la sangre es la que va a estar disponible para ser distribuida a los diversos tejidos del organismo, es decir, es la parte biodisponible.^{1,3,5}
- b) **Distribución.** Una vez que el fármaco se encuentra en la sangre, se inicia el proceso de distribución hacia los diferentes tejidos del organismo, incluyendo el sitio donde ejercerá su acción farmacológica. El grado de distribución de un fármaco depende de su liposolubilidad, la ionización a pH fisiológico, el grado de unión a proteínas plasmáticas y tisulares.^{1,3,5}
- c) **Metabolismo o biotransformación.** Este proceso contribuye a la desaparición plasmática del fármaco y se refiere a los cambios bioquímicos que sufren las sustancias extrañas en el organismo para poder eliminarse mejor. El producto de este proceso son los metabolitos, que pueden ser activos, inactivos o con una actividad diferente a la de la molécula original. El hígado es el principal sitio donde se lleva a cabo el metabolismo de los fármacos, aunque también ocurre en otros lugares

como en el plasma, intestino, cerebro, riñón, pulmones e incluso la piel.^{1,3,5}

- d) **Excreción.** Consiste en la salida de los fármacos y de sus metabolitos desde el sistema circulatorio al exterior del organismo. Este proceso se lleva a cabo principalmente a través de los riñones, los pulmones y el sistema hepatobiliar. De menor importancia son el estómago, intestino, colon, glándulas salivales, sudoríparas, lagrimales, la mama, el pelo y la piel.^{1,3,5}

Para que un fármaco produzca su efecto farmacológico es necesario que alcance su sitio de acción en concentraciones suficientes. Una vez ahí, éste interacciona con macromoléculas específicas y conduce a una secuencia de cambios bioquímicos y fisiológicos que modifican la función celular del organismo, generando una respuesta biológica. Este proceso constituye el mecanismo de acción de un fármaco, y el área de la farmacología que se encarga de su estudio es la farmacodinamia.^{1,3,5} La capacidad de los fármacos de unirse a un receptor específico se conoce como afinidad, y la posibilidad que tienen para generar una respuesta que mimetiza a la del ligando endógeno se le conoce como actividad intrínseca.

- a) **Agonistas:** moléculas que tienen afinidad y actividad intrínseca y los hay de diversos tipos:
 - Agonistas completos: son fármacos capaces de generar una respuesta biológica máxima.
 - Agonistas parciales: producen solamente una fracción de la respuesta máxima.
- b) **Antagonistas:** los fármacos que solamente tienen afinidad por el receptor, pero carecen de actividad intrínseca, es decir, que son incapaces de generar una respuesta. Se utilizan para bloquear o disminuir la respuesta producida por los agonistas.
 - Antagonistas competitivos: cuando un agonista y un antagonista comparten la misma afinidad hacia el receptor, por cuya ocupación deben competir.
 - Antagonistas no competitivos: ocupan un lugar diferente al del agonista.^{1,3,5}

Dolor en endodoncia

El dolor dental es una señal de protección, se considera como una experiencia emocional y sensorial que es desagradable y habitualmente se asocia a una lesión o daño tisular. Este ha sido objeto de muchos estudios e investigaciones; en la actualidad, continúa siendo uno de los problemas con los que el odontólogo y en especial el endodoncista se enfrentan diariamente en su práctica, tanto que en la mayoría de los casos es el motivo más frecuente de consulta. Se debe considerar cómo es el paciente, su actitud, miedos ante la atención, además de no olvidar el umbral del dolor que posee cada individuo, pues todos interpretan y perciben el dolor de una manera muy diferente.² Existen dos clases de dolor dental: agudo y crónico, pero lo más importante es su manejo. Con frecuencia el profesional que se enfrenta a un paciente con dolor, debe tomar la decisión de qué fármaco emplear. Ante una respuesta inflamatoria, el complejo dento-pulpar presenta limitada capacidad para aumentar de volumen o expandirse durante la vasodilatación y el aumento de la permeabilidad vascular, lo que hace que el edema aumente la presión interna, produciendo un dolor severo.⁶

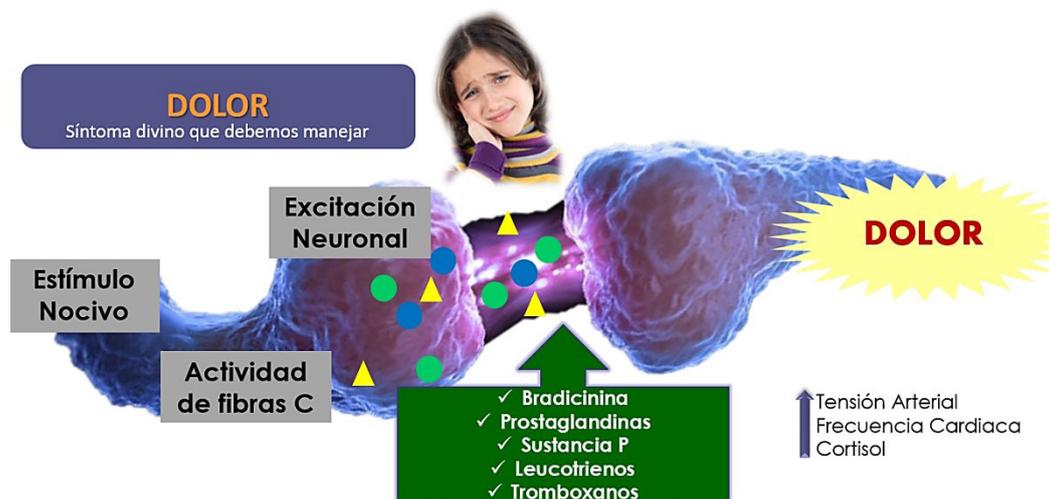
El dolor dental es causado por la estimulación de las fibras nerviosas de la pulpa den-

tal. Como expresión compleja, este mecanismo defensivo involucra múltiples sistemas que contribuyen a su aparición y regulación (Figura 1). A partir de una intervención coordinada entre el sistema nervioso central y el sistema endócrino, el hipotálamo y la glándula hipófisis pueden estar relacionados con algunos de los eventos que ocurren en la pulpa durante un período sintomático.⁷ Considerando que la médula suprarrenal es una fuente importante de producción de catecolaminas (dopamina, adrenalina y noradrenalina) y que la pulpa tiene receptores para estos compuestos, ubicados principalmente en las membranas de los vasos sanguíneos y algunos nervios, se puede establecer otra relación con las glándulas suprarrenales. Las catecolaminas ejercen sus efectos fisiológicos en los adrenorreceptores de los vasos sanguíneos. Los músculos lisos de los vasos pulpares contienen adrenorreceptores α_1 , α_2 y β .^{8,9}

Anestésicos locales

Los anestésicos locales han estado en uso en la práctica dental por más de 100 años. La llegada de los anestésicos locales, junto con el desarrollo de técnicas de bloqueo nervioso anunció una nueva era de comodidad

Figura 1.



Resumen de los mecanismos moduladores de la vía nociceptiva. Adaptado de Rang y Dale, 2015

para el paciente, al tiempo que permitía procedimientos dentales más extensos e invasivos.¹⁰ Hoy en día, la disponibilidad de una variedad de agentes anestésicos locales permite a los dentistas seleccionar un anestésico que posea propiedades específicas, tales como el tiempo de inicio y duración, control hemostático y grado de efectos secundarios cardiacos que son apropiados para cada paciente y para cada procedimiento dental

específico.¹¹ La mayoría de los anestésicos locales ejercen su efecto difundándose a través de la membrana plasmática y uniéndose a la región interna de los poros de los canales de sodio. Esto evita la entrada de iones de sodio, dando lugar de esta manera al bloqueo de la despolarización neuronal. Como resultado, la transferencia de señales desde los tejidos periféricos al sistema nervioso central está bloqueada.¹²

Tabla 1. Dosis máximas recomendadas de anestésicos locales Tomado de: Malamed (13)

Droga / cartucho	Articaína 4%	Bupivacaína 0.5%	Lidocaína o Mepivacaína a 2%	Lidocaína o Mepivacaína a 3%	Prilocaína a 3%
Mm / cartucho	72	9	36	54	54
Mm / Kg	7	1.3	4.4	4.4	6
Peso paciente (Kg)	Núm. de cartuchos				
20	+2	n/a*	2	1.5	2
30	3	n/a*	3.5	2.5	3
40	4	n/a*	4.5	3	4.5
50	4.5	7	6	4	5.5
60	5.5	7.5	7	5	6.5
70	6.5	10	8	5.5	7.5
80	7.5	10	8	5.5	7.5
90	8.5	10	8	5.5	7.5

Tipos de anestésicos

Los anestésicos locales que se usan en los procedimientos odontológicos pertenecen a dos grandes grupos:¹³

- Aminoésteres:** ya no se utilizan porque se metabolizan en el plasma y causan alergias. Estos son: procaína, cocaína y tetracaína.
- Aminoamidas:** se metabolizan en hígado y es prácticamente imposible que un paciente sea alérgico. Estos son: lidocaína, mepivacaína, bupivacaína y articaína.

Farmacodinamia de los anestésicos locales

El efecto primario del anestésico es penetrar la membrana de la célula nerviosa y

bloquear la entrada de los iones sodio que están relacionados con la despolarización de la membrana nerviosa. La fibra nerviosa tiene receptores en su membrana y dentro del canal del ion sodio, de esta manera bloquean la conducción nerviosa, porque específicamente bloquean el canal. El efecto que se obtiene es impedir la despolarización de la fibra nerviosa. Los anestésicos locales en dosis altas bloquean los conductos del ion potasio. El anestésico local actúa y luego se produce su absorción.^{13, 14}

Metabolismo

El metabolismo de los anestésicos depende de la estructura química. Los ésteres son hidrolizados en el plasma. Las amidas se metabolizan en el hígado.¹³

Uso de vasoconstrictores

La duración del efecto de un anestésico local es proporcional al tiempo que éste tenga contacto con las fibras nerviosas. Los vasoconstrictores se utilizan para que aumente su tiempo. Al disminuir el riego sanguíneo, se reduce el índice de absorción y prolonga la duración de la anestesia.²

Tratamiento del dolor en endodoncia

Actualmente existen muchas opciones farmacológicas para aliviar el dolor y disminuir la inflamación, pero la efectividad de dichos fármacos siempre dependerá de la solución clínica; los medicamentos sólo deben considerarse como auxiliares. Para decidir la opción ideal es necesario entender la etiología del dolor, al igual que la farmacodinamia y farmacocinética de los analgésicos. Los dos grupos principales de fármacos utilizados de forma sistémica para tratar el dolor son:¹⁴

- a) Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos: actúan en el sitio del daño y se describen como analgésicos de acción periférica.
- b) Analgésicos opioides: actúan directamente en el cerebro, se describen como analgésicos de acción central

Antiinflamatorios no esteroideos

En endodoncia, el manejo del dolor está orientado a reducir los componentes periférico y central de la hiperalgesia mediante los procedimientos endodónticos y el tratamiento farmacológico. Los analgésicos no opiáceos, que incluyen a los AINE y al paracetamol son capaces de controlar el dolor en Endodoncia.¹⁴ 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, realmente llegan más a los tejidos inflamados.¹⁵ Una de las principales ventajas de los AINE es su eficacia analgésica demost-

da en el tratamiento del dolor de origen inflamatorio. Los AINE combinados con otros fármacos, o la administración pretratamiento y postratamiento proporciona un control efectivo del dolor.¹⁶ Estos fármacos tienen tres acciones terapéuticas principales (algunos autores consideran el efecto antiagregante plaquetario como una cuarta acción) que se originan en la supresión de la síntesis de prostaglandinas en las células mediante la inhibición de las ciclooxigenasas (COX1, COX2 y COX3), provenientes del ácido araquidónico. Sus acciones son las siguientes:¹⁷

- a) Acción antiinflamatoria: La disminución de la prostaglandina E2 y la prostaciclina reduce la vasodilatación e indirectamente el edema. Sin embargo, no se reduce directamente la acumulación de células inflamatorias.
- b) Efecto analgésico: La disminución de la generación de prostaglandinas significa que hay menos sensibilización de las terminaciones nerviosas nociceptivas a los mediadores inflamatorios como la bradicinina y la 5-hidroxitriptamina. El alivio de la cefalea probablemente sea la consecuencia de la reducción de la vasodilatación mediada por prostaglandinas.
- c) Efecto antipirético: La interleucina-1 libera prostaglandinas en el sistema nervioso central, donde elevan el punto de ajuste del hipotálamo para el control de la temperatura, causando de esta forma la fiebre. Los AINE previenen este fenómeno.¹⁷

Algunos AINE utilizados en odontología son el ácido acetilsalicílico, el ibuprofeno, el naproxeno, clonixinato de lisina, y el ketorolaco:

Ácido acetilsalicílico

Derivado de los salicilatos

Función: analgésico, antiinflamatorio, antipirético y antirreumático.

Contraindicaciones: úlceras, problemas hepáticos, hemofilia, deficiencia de vitamina K, anticoagulantes.

Dosis: 500 mg cada 6 a 8 horas.

Farmacodinamia: interfiere con la síntesis de las prostaglandinas inhibiendo de forma irreversible la ciclooxigenasa, una de los dos enzimas que actúan sobre el ácido araquidónico.

Farmacocinética: se observa en plasma entre los 5 y 30 minutos; las concentraciones máximas se obtienen entre 0.25 y 2 horas.^{19, 2}

Naproxeno. Miembro del grupo ácido arilacético de fármacos AINE.

Función: antirreumático y antiinflamatorio. Es el AINE de elección para pacientes con eventos cardiovasculares previos.

Contraindicaciones: tener cuidado en pacientes con asma, pólipos nasales, urticaria e hipotensión.

Dosis: 250 a 500 mg cada 6 a 8 horas, no más de 1250 mg diarios.

Farmacodinamia: acción antiprostaglandínica, ya que es un inhibidor efectivo de la ciclooxigenasa responsable de la biosíntesis de prostaglandinas, es 20 veces más poderoso que el ácido acetilsalicílico.

Farmacocinética: rápida y completamente absorbido en el tracto gastrointestinal. La máxima concentración en plasma se obtiene 2-4 horas después de su administración.^{19, 2}

Ibuprofeno. Según la guía Oxford es el mejor analgésico; en una dosis de 800 mg es mejor que el diclofenaco y ketorolaco.

Función: analgésico.

Contraindicaciones: mujeres embarazadas, menores de 12 años o sensibilidad al ácido acetilsalicílico.

Dosis: 1200 a 1600 mg/día; máximo 3,200 mg.

Farmacodinamia: el sistema enzimático de COX cataliza la conversión del ácido araquidónico en prostaglandinas biológicamente activas dentro de múltiples procesos homeostáticos en casi todos los órganos del cuerpo.

Farmacocinética: rápidamente absorbido por vía oral, muestra concentraciones de 20 a 40 mg/ml después de una dosis oral de 400 mg, alcanzando la concentración pico entre 1 y 2 horas, disminuyendo a 5 mg/ml 6 horas después.^{19, 2}

Clonixinato de lisina. Derivado del ácido antranílico.

Función: analgésico.

Contraindicaciones: úlcera péptica activa o hemorragia gastroduodenal.

Dosis: 1 o 2 tabletas de 125 mg cada 6 a 8 horas; 1 o 2 ampolletas de 100 mg cada 6 a 8 horas.

Farmacodinamia: inhibe la enzima prostaglandina sintetasa responsable de la síntesis de prostaglandinas. Las prostaglandinas PGE y PGF 2 son responsables directas de la estimulación de los neuroreceptores del dolor; al bloquear su producción evita que haya dolor.

Farmacocinética: se absorbe rápida y totalmente en el estómago iniciando su actividad dentro de los primeros 15 a 30 minutos después de ingerido, alcanzando concentraciones máximas a la hora de su administración.^{19, 2}

Ketorolaco. Derivado del ácido pirrolpirrólico.

Función: analgésico, antiinflamatorio y antipirético.

Contraindicaciones: úlcera, hemorragia digestiva reciente, insuficiencia renal moderada o grave, antes o durante la intervención quirúrgica por su efecto anticoagulante.

Dosis: una tableta de 10 mg cada 4 a 6 horas (no más de 4 tabletas al día). De manera inyectable, una ampolleta de 30 mg cada 6 horas.

Farmacodinamia: actúa inhibiendo reversiblemente la síntesis de prostaglandinas.

Farmacocinética: la acción analgésica aparece al cabo de 10 min (IM) o de 30 a 60 min (oral), alcanzando su efecto máximo en 2 a 3 horas. La analgesia se mantiene durante 6 a 8 horas.^{19, 2}

Opiáceos

Estos analgésicos funcionan a nivel del SNC inhibiendo la percepción del dolor. No tienen ningún efecto sobre mediadores químicos de la inflamación, sin embargo, se han demostrado receptores periféricos para los narcóticos. Principalmente actúan sobre re-

ceptores “Mu” (percepción del dolor), aunque tienen otros receptores como Kappa, Sigma, etcétera (20). La activación conlleva una inhibición de la transmisión de señales nociceptivas desde el núcleo del trigémino hasta las regiones cerebrales superiores. Estudios recientes indican que los opiáceos provocan activación de los receptores opiáceos periféricos localizados en la pulpa dental.²¹ Son efectivos en el dolor moderado o intenso, sus efectos adversos pueden ocasionar náusea, vómito, mareo, somnolencia y posibilidad de depresión respiratoria y estreñimiento. Su consumo crónico se asocia también a tolerancia y dependencia. Es mejor utilizar un preparado combinado, puesto que permite disminuir la dosis del opiáceo administrado y reducir así la posible aparición de efectos adversos en el paciente.¹⁴ La tolerancia y dependencia aparecen generalmente después de 2 a 3 semanas y éstos, en comparación con los AINES, a mayor concentración de analgésico narcótico, mayor efecto analgésico.^{19, 2}

Tramadol

Función: analgésico.

Dosis: cápsulas de 50 mg o tabletas de 100, 150 o 200 mg; tomar una cada 8 horas (19,2).

Farmacodinamia: es un agonista puro y selectivo de receptores opioides m₁; también inhibe la recaptura neuronal de noradrenalina y serotonina.

Farmacocinética: se distribuye rápidamente en el organismo, con una vida media inicial de distribución de 6 minutos, seguida por una vida media lenta de distribución de 1.7 horas.^{19, 2}

Paracetamol

Función: analgésico y antipirético.

Contraindicaciones: mujeres embarazadas, precaución en pacientes con daño hepático, no administrar por periodos prolongados.

Dosis: 325 mg a 1 g cada 4 horas, un máximo de 4 gramos al día.^{19, 2}

Farmacodinamia: se cree que actúa inhibiendo la síntesis de prostaglandinas a nivel del sistema nervioso central, y que bloquea los impulsos dolorosos a nivel periférico.

Farmacocinética: se absorbe rápidamente desde el tubo digestivo, alcanzando concentraciones máximas al cabo de 40 a 60 minutos.^{19, 2}

Tabla 2. Analgésicos y sus dosis

<i>Analgésicos</i>	<i>Dosis adultos</i>
Acetamiofén	500 mg-Ig cada 4-6 horas
(Paracetamol)	Tabletas de 500 mg
Ibuprofeno	400-600 mg cada 6-8 horas
Diclofenaco	50-150 mg cada 8-12 horas
Naproxeno	500 mg cada 8-12 horas
Ketarolaco	10-30 mg cada 4-12 horas

Tomado de Colmenares y cols. 2015.

Tabla 3. Antibióticos y sus dosis

<i>Antimicrobiano</i>	<i>Dosis adultos</i>
Amoxicilina	500 mg-Ig cada 8 horas
Amoxicilina / Ac.	875 mg/125 cada 12 horas
Clavulánico	
Cefalexina	1-4 g/día fraccionados en cuatro dosis
Metrodinazol	250-500 mg cada 9 horas
Eritromicina*	500 mg-Ig cada 6 horas
Azitromicina	500 mg día/cada 3 días
Claritromicina	250-500 mg cada 12 horas
Clindamicina*	300 mg cada 8 horas

Tomado de Colmenares y cols. 2015.

Tratamiento de la Infección en endodocia

Las bacterias desempeñan un papel significativo, la incidencia de una infección o de una reagudización tras realizar un tratamiento endodóntico tiene una importancia especial. Para prevenir la aparición de infecciones aparentemente tendría sentido efectuar un tratamiento profiláctico con antibióticos, pero en la práctica su utilización es objeto de controversia a causa de varias razones.²²

Antibióticos. Son sustancias solubles derivadas de bacterias y que inhiben el crecimiento de otros microorganismos.²³

Infeción. Invasión y proliferación de microorganismos patógenos en los tejidos corporales, los cuales reaccionan ante su presencia.²³

Ampicilina. Es la más común y la menos efectiva.

Dosis: 500 mg cada 6 horas hasta que cesen los síntomas (3 a 5 días).

Farmacodinamia: actúa inhibiendo la última etapa de la síntesis de la pared celular bacteriana, uniéndose a unas proteínas específicas llamadas PBPs (*Penicillin-Binding Proteins*).

Farmacocinética: las concentraciones máximas se obtienen entre 1 y 2 horas. Los alimentos inhiben su absorción, por lo que debe administrarse una o dos horas después de las comidas.^{19, 2}

Amoxicilina. Tiene la ventaja de mantener niveles sanguíneos sostenidos.

Dosis: 250-500 mg cada 12 horas hasta que cesen los síntomas.

Farmacodinamia: actúa en contra de organismos susceptibles durante la etapa de multiplicación activa, mediante la inhibición de la biosíntesis del mucopéptido de la pared celular.

Farmacocinética: alcanza un nivel sanguíneo máximo entre 1 y 2 horas después de la administración, con un margen que va de 3.5 a 5.0 mcg/ml y de 5.5 a 7.5 mcg/ml, respectivamente.^{19, 2}

Amoxicilina con ácido clavulánico. Resistente a B-lactamasas, de amplio espectro.

Dosis: 500/125 mg cada 8 horas hasta que cesen los síntomas.

Farmacodinamia: interfiere con la síntesis de la pared bacteriana, motivando una estructura defectuosa que finalmente se rompe para causar la muerte de la bacteria. El clavulanato es un inhibidor de las beta-lactamasas.

Farmacodinamia: la vida media de la amoxicilina es de 1.3 horas y la del clavulanato de

una hora aproximadamente, extendiéndose hasta 12 y 3 horas, respectivamente.^{19, 2}

Eritromicina. Pertenece al grupo de los macrólidos. Se puede indicar en pacientes alérgicos a la penicilina.

Dosis: 500 mg cada 8 horas hasta que cesen los síntomas.

Farmacodinamia: se une a la subunidad 50S del ribosoma bacteriano inhibiendo la síntesis de proteínas. Actúa como la motilina sobre la motilidad gástrica.

Farmacocinética: después de una única dosis se alcanzan las máximas concentraciones plasmáticas entre 0.1-2 µg/mL al cabo de 1 a 4 horas.^{19, 2}

Clindamicina. Pertenece a las lincosamidas, resistente a B-lactamasas, muy eficiente contra la microbiota patógena oral, amplio espectro.

Dosis: 300 mg cada 8 horas hasta que cesen los síntomas.

Farmacodinamia: se une a las subunidades 50S de los ribosomas bacterianos, inhibiendo la síntesis de proteínas.

Farmacocinética: las concentraciones séricas máximas se alcanzan entre los 45 y 60 minutos después de su administración.^{19, 2}

Metronidazol. Actúa a nivel del material genético. No suministrar durante el primer trimestre, ya que cruza la placenta.

Dosis: 500 mg cada 6 horas hasta que cesen los síntomas.

Farmacodinamia: actúa sobre las proteínas que transportan electrones en la cadena respiratoria de las bacterias anaerobias, mientras que en otros microorganismos se introduce entre las cadenas de ADN inhibiendo la síntesis de ácidos nucleicos.

Farmacocinética: Después de la administración en ayunas de dosis de 250 y 500 mg, las concentraciones plasmáticas máximas son: entre 1 y 3 horas, de 4.6 a 6.5 µg/ml y 11.5 a 13 µg/ml respectivamente.^{19, 2}

Referencias

1. Lorenzo P, Moreno A, Lizasoain I, Leza JC, Moro MA, Portolés A. Farmacología básica y clínica. 2010. Editorial Panamericana
2. Meléndez E. Farmacología y terapéutica en odontología: fundamentos y guía práctica. 2012. Editorial Médica Panamericana
3. Katzung BG. Farmacología básica y clínica. 2014. Editorial McGraw-Hill
4. Cruz A, Vera J, Lara A, Briseño B, Bertancourt E. Endodoncia fundamentos científicos para la práctica clínica. 2012. Editorial Asenug
5. Brunton L, Chabner B, Knollman B. Goodman y Gilman. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 2012. Editorial McGraw-Hill
6. Cooper SA. Treating acute pain: Do's and don'ts, pros and cons. *J Endod.* 1990; 16, 85-91
7. Jain N. An insight into neurophysiology of pulpal pain: Facts and hypotheses. *The Korean journal of pain.* 2013; 26(4), 347-355
8. Fristad I, Bletsa A, Byers M. Inflammatory nerve responses in the dental pulp. *Endod Topics.* 2010; 17, 12-41
9. Kim S, Dörscher-Kim JE, Lipowsky HH. Quantitative assessment of microcirculation in the rat dental pulp in response to alpha and beta-adrenergic agonists. *Arch Oral Biol.* 1989; 34, 707-12
10. Dionne RA. The pharmacological basis of pain control in dental practice: local anesthetics. *The Compendium of Continuing Education.* 1980; 1, 229-233
11. León ME. Anestésicos locales en Odontología. *Colomb Med.* 2001; 32(3), 137-140
12. Hargreaves KM, Khan A. Surgical preparation: anesthesia and hemostasis. *Endodontic Topics.* 2005; 11, 32-55
13. Malamed S. Handbook of local anesthesia. 1990. Editorial Mosby
14. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la Pulpa. 2011. Editorial Elsevier
15. Bunczak-Reeh M, Hargreaves KM. Effect of Inflammation on the Delivery of Drugs to Dental Pulp. *Journal of Endodontics.* 1998; 24(12), 822-825
16. Doroschak A, Bowles W, Hargreaves KM. Evaluation of the Combination of Flurbiprofen and Tramadol for Management of Endodontic Pain. *Journal of Endodontics.* 1999; 25(10), 660-663
17. Khan AK, Dionne RA. COX-2 inhibitors for endodontic pain. *Endod Topics.* 2002; 3, 31-40
18. Pallasch TJ, Kunitake LM. Nonsteroidal Anti-inflammatory Analgesics. *The Compendium of Continuing Education.* 2002; 6, 47-54
19. Weinberg M. Fármacos en Odontología, guía de prescripción. 2014. Editorial El Manual Moderno
20. Vera J, Martínez R. Conceptos actuales sobre el dolor postoperatorio en Endodoncia. *Práctica Odontológica.* 1996; 17, 31-33
21. Fehrenbacher J, Sun X, Locke E, Henry M, Hargreaves KM. Capsaicin evoked iCGRP release from human dental pulp: a model system for the study of peripheral neuropeptide secretion in normal healthy tissue. *Pain.* 2009; 144(3), 1-22
22. Fouad A. Are antibiotics effective for endodontic pain? *Endod Topics.* 2002; 3, 52-66
23. American Association of Endodontists Glossary. (2016).

5. INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA

**Juan Gamaliel Aceves Franco
Mónica Gabriela Romo Rodríguez
Carmen Celina Alonso Sánchez
Alondra Irais González Gómez**

Historia de los rayos X

Wilhelm Conrad Rontgen, científico alemán, descubrió los rayos X en 1895 en el instituto de física en la universidad de Wurzburg. Trabajando con un tipo de rayos llamado catódicos se dio cuenta que tales rayos atravesaban diversos materiales y que además su imagen se reflejaba en una placa fotográfica y los llamo rayos X por desconocer su naturaleza.²⁸

En la actualidad sabemos que los rayos X son producidos por el choque de electrones acelerados por un gran voltaje contra un metal, produciéndose así ondas electromagnéticas capaces de atravesar diversos materiales entre ellos el cuerpo humano.

Antecedentes

A partir del descubrimiento de los rayos X, diferentes disciplinas entre ellas el área médica, han hecho uso de esta herramienta sin precedentes; la odontología no es la excepción. El Dr. Frederic Otto Walkhoff, profesor de la Universidad de Braunschweig, Alemania, fue el primer odontólogo en tomar una radiografía dental en su propia boca; el Dr. Edmund Kells, en Nueva Orleans, fue el pri-

mer odontólogo en utilizar los rayos X como elemento indispensable para el examen clínico (1896).²⁸

Tipos de radiografías

Las más usadas en odontología son:

- a) Extraorales:
 - Ortopantomografía
 - Postero-anterior
 - Lateral.
- b) Intraorales:
 - Periapicales
 - Aleta de mordida
 - Oclusales.

Condiciones óptimas para Interpretar una radiografía

Condiciones óptimas de visión: Utilizar pantallas de visualización lisa, uniforme y con luz brillante, de preferencia visualizarla en una habitación tranquila y oscura, hacer uso de magnificadores para los detalles y deben de estar secas.

Comprensión de la naturaleza y limitaciones de las Imágenes radiográficas: La variación de las diferentes sombras en la radiografía está

definida por la densidad de los diferentes tejidos irradiados, por lo tanto, el conocimiento anatómico es indispensable para poder determinar la presencia o no de alguna entidad patológica.

De igual manera es importante entender las limitaciones que encontramos en una imagen radiográfica bidimensional.^{29,30}

Calidad de la Imagen: La radiografía debe ser adecuada en cuanto a técnica radiográfica, angulación vertical y horizontal correctas y procesado adecuado.

Conocimiento de la anatomía normal y de lo patológico: El conocimiento completo de la anatomía de los tejidos duros y blandos, así como el conocimiento de patrones y apariencias típicas de las diferentes lesiones patológicas.

La interpretación radiográfica debe de realizarse de una manera ordenada para examinar todas las áreas de la radiografía sin descuidar ninguna, primeramente, analizando la imagen completa y posteriormente las lesiones específicas; una valoración crítica y sistemática con las siguientes preguntas nos ayudará a obtener la mayor información de la radiografía:

- ¿Por qué?Cuál es el motivo de tomar una radiografía.
- ¿Cómo?Cuál técnica o angulación específica se utilizó para tomar la radiografía.
- ¿Qué?Cuáles imágenes esperamos encontrar.

Descripción de la lesión

Densidad: Radiopaca, radiolúcida.

Localización: Hueso, ligamento periodontal, cemento, dentina, esmalte, etc.

Forma: Unilocular, multilocular, irregular.

Tamaño: Puede haber lesiones de milímetros, hasta de varios centímetros.

Bordes: Bien definidos con o sin cortical, encapsulados, mal definidos, irregulares.

Número: Una lesión, varias lesiones o generalizada.

Origen: Etiología

Efectos: Expansión, resorción, desplazamiento de estructuras vecinas.²⁸

Radiología en endodoncia

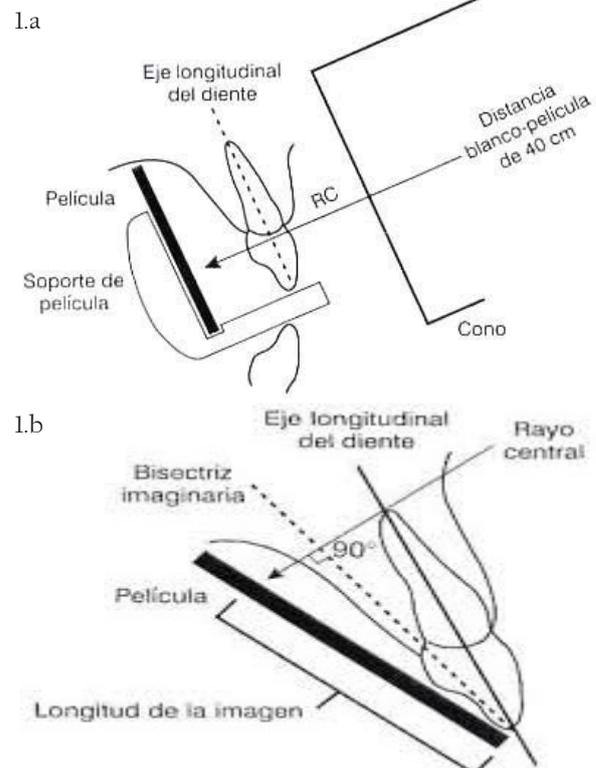
La radiografía de elección para la práctica de la endodoncia es la periapical.

La imagen radiográfica es solo un medio de diagnóstico. La imagen puede mostrar una gran zona de rarefacción, pero es una locura utilizarla como el único medio para alcanzar un diagnóstico.³¹

Técnicas para la radiografía periapical

Paralelismo: La película se coloca paralela al eje longitudinal del diente y el haz de rayos x perpendicular a la película, es necesario el uso de soportes para lograr dicho paralelismo (Fig. 1a).

Figura 1.



(a) Técnica de paralelismo: (b) Técnica de bisectriz.

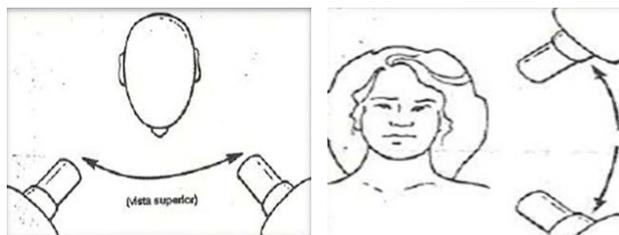
Bisectriz: Consiste en incidir el haz de rayos X perpendicular a la bisectriz formada por el eje longitudinal del diente y la película (Fig. 1b).

Angulación de la cabeza del rayos X

Se podrá mover en dos planos:

- Vertical: Cuando la cabeza del aparato de rayos X se mueve en su eje horizontal y el haz de radiación puede dirigirse hacia arriba y hacia abajo.
- Horizontal: Cuando la cabeza del aparato del rayo X se mueve en su eje vertical y el haz de radiación puede dirigirse distal o mesialmente (Fig. 2).

Figura 2.



(a) Angulación horizontal; (b) Angulación vertical

Estos cambios de angulaciones nos servirán para:

- Establecer el número, localización, tamaño y forma de las raíces y sus conductos.
- Establecer la posición de las curvaturas radiculares
- Distinguir entre estructuras anatómicas y/o entidades patológicas
- Establecer y posicionar errores iatrogénicos (perforaciones, instrumentos fracturados, etc.)
- Establecer fracturas radiculares o procesos de reabsorción interna o externas.

Aplicación de la radiografía en endodoncia

Es usada en las siguientes fases:

- Diagnóstico
- Tratamiento

- Preservación

Diagnóstico

- Identificar la presencia o ausencia de enfermedades
- Proporcionar información sobre la naturaleza y extensión de la enfermedad
- Permitir la elaboración de un diagnóstico diferencial

Tratamiento:

- Planeación
- Odontometría
- Selección de cono para la obturación del conducto
- Obturación

Preservación:

Radiografías de control para seguir la evolución del tratamiento y determinar el éxito o fracaso del mismo.

Reconocimiento de la anatomía endodóntica a través de la radiografía

Existen algunos factores que nos sugieren la posible existencia de uno o más conductos.

- Centralización de la imagen radiolúcida en relación con la raíz.* Cuando la cavidad pulpar está centrada en el diente tanto en sentido mesiodistal como vestibulo lingual, sugerirá un conducto, cuando la cavidad pulpar se divide, la imagen radiográfica del conducto deja de ser central (descentralizada) y esto sugerirá dos o más conductos (Fig. 3).
- Proporción de la imagen del conducto en relación con el diámetro mesiodistal de la raíz.* Cuando la cavidad pulpar se encuentra en una forma equilibrada con el diámetro de la raíz en cualquier tercio del conducto sugiere un solo conducto, cuando se exhibe desequilibrio en esta proporción en algún tercio de la raíz se sugiere bifurcación del conducto y por lo tanto la presencia de más de un conducto.
- Estrechamiento uniforme y continuo de la imagen en relación con el ápice.* Cuan-

Figura 3.

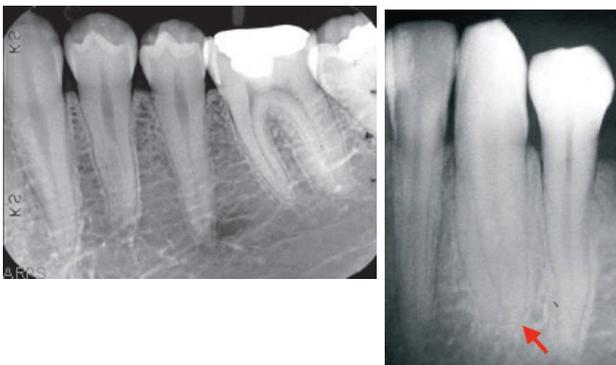


- a) Segundo premolar inferior que muestra espacio de la cavidad pulpar centrada sugiriendo un solo conducto;
b) primer premolar superior donde el espacio de la cavidad pulpar se muestra descentralizado sugiriendo la presencia de más de un conducto.

do una imagen continua acompañando el estrechamiento anatómico de la raíz hacia el ápice sugiere un solo conducto, ante la presencia de una bifurcación el estrechamiento se ve abrupto al nivel de dicha bifurcación, sugiriendo la presencia de más de un conducto.

- d) *Visibilidad de la imagen en toda la extensión de la raíz.* La imagen del conducto visible en toda la extensión de la raíz sugiere la presencia de un solo conducto, en el momento de sufrir una bifurcación disminuye su calibre por lo tanto ya no será tan visible pareciendo estar calcificado, lo que nos sugerirá más de un conducto (Fig. 4).
- e) *Líneas radiolúcidas longitudinales laterales.* El aplanamiento de la raíz en sentido mesiodistal podría provocar la presencia de un conducto vestibular y otro lingual, este aplanamiento provocara concavi-

Figura 4.



- a) Presencia de bifurcación en el primer premolar inferior sugiriendo la presencia de más de un conducto;
b) canino inferior con dos ápices.

dades que en la radiografía aparecerán como líneas radiolúcidas longitudinales laterales en la raíz (Fig. 4).

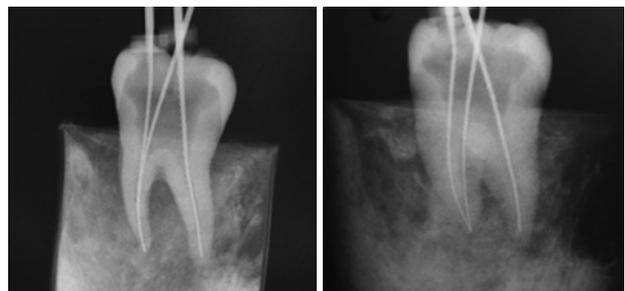
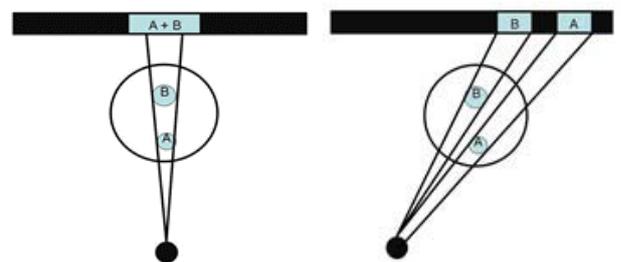
- f) *Imagen de uno o más ápices.* Fácil de identificar modificando la angulación de la incidencia de los rayos X, en la presencia de más de un ápice comprueba la existencia de más de un conducto (Fig. 4).³²

Regla de Clark (regla del objeto bucal):

Descrita en 1910 por Clark, se basa en la forma en que las posiciones de las imágenes radiográficas de dos objetos separados cambian cuando se modifica el ángulo de proyección con el cual fueron tomadas.^{33, 34}

Los objetos más lejanos (linguales o palatinos) de la fuente de rayos X se moverán hacia la dirección en la que fue tomada la radiografía (cono). De la misma forma los objetos más cercanos (bucales) a la fuente de rayos X se moverán hacia la dirección opuesta en la que fue tomada la radiografía (Fig. 5).

Figura 3.



- a) Incidencia ortorradial; b) Incidencia mesio o distorradial; c) Molar inferior con incidencia ortorradial, los conductos mesiales se superponen; d) Cambio de angulación horizontal en la incidencia del molar inferior muestra la disociación de los conductos.

Diferentes ángulos horizontales

- **Ortorradial:** Radiografía tomada frontalmente en el diente a tratar
- **Mesiorradial:** Radiografía tomada con una angulación mesial al diente a tratar (mesializada)
- **Distorradial:** Radiografía tomada con una angulación distal del diente a tratar (distalizada).

Ángulo horizontal recomendado en endodoncia según el diente a tratar

Diente	Ocurrencia	Incidencia rayos X
Premolar superior	1 raíz 2 raíces 3 raíces	Ortorradial Mesiorradial Ortorradial
Molar superior	3 conductos 4 conductos	Ortorradial Distorradial
Premolar inferior	1 raíz 2 raíces 3 raíces	Ortorradial Mesiorradial Ortorradial
Molar inferior	3 conductos 4 conductos Raíz suplementaria	Distorradial Distorradial Orto y Mesiorradial

Identificación del ángulo de incidencia horizontal en la obtención de radiografías periapicales

Aleta de la grapa del dique de hule. La aleta palatina o lingual de la grapa se proyectará más próxima al ápice, mientras que la vestibular se proyectará más hacia la corona. Sabiendo que el objeto palatino está hacia el lado en que ocurrió la incidencia horizontal de rayos X (Regla de Clark) y sabiendo que la aleta palatina es la que está más cerca del ápice, basta solo ver hacia donde se oriente esa aleta, para saber cuál es la incidencia horizontal utilizada (Fig. 5).

Punta de la cúspide. La imagen de la punta de la cúspide palatina está más próxima al ápice y la vestibular más distante (saliente), por lo

Figura 5



Aleta de la grapa más próxima a apical indica la incidencia horizontal. a) incidencia mesiorradial; b) incidencia distorradial.

tanto, la cúspide menos saliente (palatina) se orientará hacia el lado donde ocurrió la incidencia horizontal de rayos X (Fig. 6).

Sobreposición de raíces del molar superior. En la radiografía ortorradial, las tres raíces (mesiovestibular, distoventibular y palatina) estarán separadas. En una incidencia mesiorradial, la raíz mesiovestibular estará sobrepuesta a la palatina, y en una incidencia distorradial, la raíz distoventibular estará sobrepuesta a la palatina (Fig. 7).

Sobreposición de puntos de contacto. En una incidencia ortorradial los puntos de contacto, tanto los que están delante como los que están detrás del diente a tratar, aparecerán nítidos. En una incidencia mesiorradial los puntos de contacto que están en el lado mesial aparecerán nítidos, y los puntos de contacto que están en el lado distal estarán con sobre posición. Así mismo, si la incidencia fuera distorradial los puntos de contacto en distal estarán nítidos y los puntos de contacto del lado mesial del diente radiografiado estarán con sobre posición

Figura 6



La punta de la cúspide más próxima a apical indica la incidencia horizontal. a) incidencia mesiorradial; b) incidencia ortorradial

Figura 7



La sobreposición de las raíces del primer molar nos indica la incidencia horizontal. a) incidencia ortorradiaral; b) incidencia mesiorradiaral; c) incidencia distorradiaral.

Nitidez de la imagen. Analizando la nitidez de la raíz, del espacio del ligamento periodontal y del trabeculado óseo, es posible saber la incidencia horizontal en la que se tomó una radiografía. En una incidencia mesial, los dientes que están en el lado mesial del diente a tratar se podrá ver correctamente todo el contorno radicular, el espacio del ligamento periodontal y el hueso trabecular, aquellos dientes que están del lado distal presentarán una raíz deformada, sin definición del espacio del ligamento periodontal y un trabeculado óseo distorsionado (Fig. 8).

Técnica de dicotomografía de Heckel Almeida

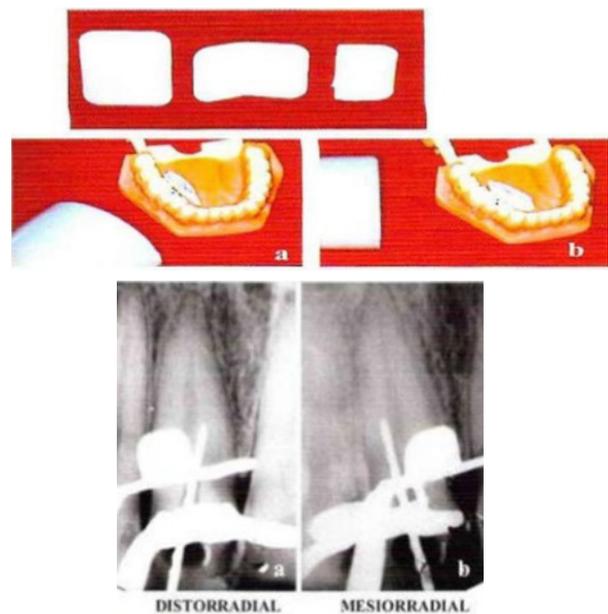
Consiste en obtener en una misma película dos imágenes radiográficas con diferentes

Figura 8



Radiografía tomada con incidencia mesial provocando nitidez en el área mesial y distorsión en el área distal de la radiografía

Figura 9



a) Preparación de la radiografía; b) incidencias disto y mesiorradiaral.

angulaciones, vertical u horizontal. Para ello se dobla la película en la mitad a nivel del eje menor por la superficie de exposición, manteniéndola así con una cinta adhesiva y usando uno de los lados para cada incidencia variando las angulaciones. Esta técnica es útil para apertura de conductos calcificados, perforaciones o escalones, localización de instrumentos fracturados, evaluación de obturaciones retrógradas, etc. (Fig. 9).³⁴

Técnica Triangular de Rastreo Radiográfico (Bramante & Berbert):

Consiste en obtener tres radiografías con incidencias de angulaciones horizontales ortorradiaral, mesiorradiaral y distorradiaral, y está indicada cuando se necesita diagnosticar alguno de los siguientes eventos:

- Curvaturas radiculares
- Perforaciones
- Instrumentos fracturados
- Conductos calcificados

Estas situaciones se pueden presentar en el lado mesial, distal, vestibular o lingual, pudiendo formar combinaciones como me-

siovestibular, mesiopalatino, distovestibular y distopalatino (Fig. 10).³⁴

Técnica Le Master

En la radiografía de los molares superiores suele observarse con frecuencia la superposición de la apófisis piramidal del maxilar superior y del hueso malar sobre el tercio apical de los dientes mencionados. Le Master en el año de 1924 realizó una modificación a la técnica de la bisectriz que consistió en una disminución de la angulación del plano vertical, logrando así un mayor paralelismo entre la película radiográfica y el eje longitudinal del diente, logrando así sortear este problema (Fig. 11).^{34, 35}

Efectos de la radiación

- Efectos a corto plazo: Se presentan cuando se absorben grandes cantidades de radiación en un periodo corto. Este efecto incluye náuseas, vómitos, diarrea, pérdida de cabello y hemorragia. Estos no son aplicables a la odontología.
- Efectos a largo plazo: Se presenta cuando se absorben pequeñas cantidades de

radiación en un tiempo prolongado. Esta radiación está relacionada con la inducción de cáncer, anomalías congénitas y defectos genéticos.

Podemos clasificar los efectos de la radiación de la siguiente manera:

- Somáticos: Se presentan en la persona irradiada, son las lesiones provocadas en las células somáticas las cuales provocan una mala salud en el individuo.
- Genéticos: Se transfieren a generaciones futuras, son las lesiones que provocan cambios en las células genéticas, no afectan al individuo expuesto sino las mutaciones inducidas afectan a los sucesores.²⁸

Tejidos y órganos con sensibilidad a la radiación

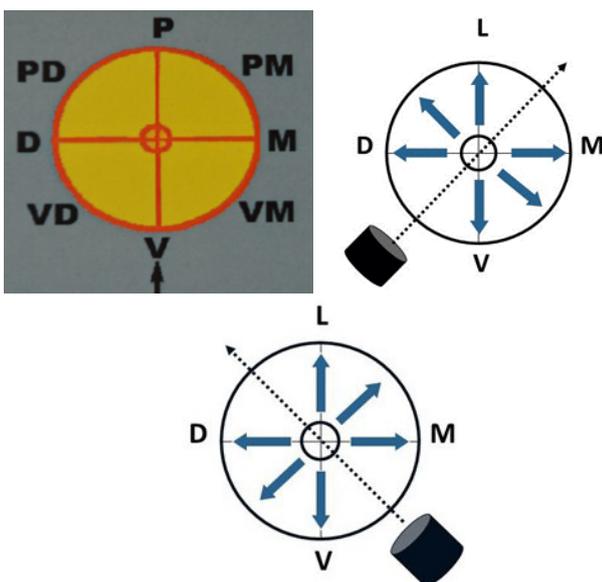
Radiosensibles	Radorresistentes
Linfocitos	Tejido muscular
Médula ósea	Tejido nervioso
Células reproductoras	Hueso maduro y cartilago
Mucosa intestinal	Glándulas salivales
Piel	Glándula tiroides
Lente del ojo	Riñón
Mucosa oral	Hígado

Figura 11



a) Técnica Le Master; b) Primer molar superior con sobreposición del proceso cigomático; c) Primer molar superior sin sobreposición del proceso cigomático al aplicar la técnica Le Master.

Figura 10.



Técnica triangular de rastreo radiográfico. a) gráfico para la interpretación esquemática de la técnica; b) y c) incidencias disto y mesiorradial.

Dosis y efectos biológicos asociados a la radiación

La unidad científica más usada para la medición de la radiación se denomina Sievert (Sv). De acuerdo a estimaciones recientes la persona promedio recibe una dosis efectiva de aproximadamente 3 mSv por año, proveniente de:

- Radiación cósmica
- Radiación gamma de las rocas y el suelo de la corteza terrestre
- Gas radón y sus productos de desintegración
- Radiación de diagnóstico médico y odontológico.

Síntomas inmediatos en un día:

0-0.25 mSv:	Ninguno
0.25-1 mSv:	Náuseas pérdida de apetito, descenso del recuento de glóbulos blancos.
1-3 mSv:	Náuseas agudas, fatiga, cambios en la sangre, se recupera en una semana.
3-6 mSv:	Náuseas severas, hemorragias, esterilidad, recuperación en un mes.
6-10 mSv:	Deterioro del sistema nervioso central, coma y muerte.

El límite anual de radiación, según la División de protección Radiológica de la Agencia de protección de salud, es de 50 – 250 mSv para profesionales en el área de la radiología.³⁶

La norma oficial mexicana NOM-157-SSA1-1996, “Salud ambiental, protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X” establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones, en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X para su aplicación en seres humanos, con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general.

Radiación en el embarazo

El periodo más sensible del embrión y feto es hasta los 45 días de gestación, sin embargo, los riesgos para el embrión y el feto derivados de la exposición de niveles bajos de radiación son menores que los producidos por otras fuentes como el consumo materno de alcohol o el tabaco.³³

Obtención de radiografías de calidad

Los factores que influyen en la calidad son:

- El equipo de rayos X
- Receptor de la imagen
- Procesamiento
- Paciente
- Operador y técnica operatoria

Consejos para obtener una buena radiografía

- Colocación correcta de la película. La película o sensor deberá ser colocado lo más próximo posible al diente tratado, el paciente deberá asegurarla presionando la región correspondiente a los ápices, de lo contrario la película se alejará de la región apical y esto ocasionará un elongamiento en la imagen. La posición correcta de la película para incisivos y caninos será en posición vertical mientras que para los premolares y molares en posición horizontal.
- Incidencia del ángulo correcto. Cuando sea necesario modificar la incidencia del ángulo horizontal o vertical, deberá ser moderadamente pues la variación acentuada llevará a sobre posiciones o distorsiones acentuadas que distorsionaran la imagen.
- Posicionar correctamente el haz de rayos X. El rayo central deberá incidir en el tercio apical, zona crítica de la endodoncia; esto evitará diferencia de contrastes y nitidez en la imagen general del diente.
- Tiempo de exposición adecuado. La elección de un tiempo adecuado de exposición de radiación de la película y el diente nos dará como resultado una imagen con buen contraste, facilitándonos la interpretación.

Radiología digital

La radiografía digital se compone de partes diferentes a la tradicional, receptores, soportes de memoria, y almacenamiento. Así como dispositivos de visualización. Sin embargo, el principio general es el mismo, un generador de rayos X el cual es procesado digitalmente después de pasar a través de la materia examinada, y registrada por un receptor bidimensional (sensor).

La radiografía digital se divide en dos grupos principales:

- **Sistemas directos:** El registro de la radiación y la reproducción de la imagen digital se llevan a cabo en el mismo momento de la irradiación. Por lo general el receptor es un sensor electrónico de estado sólido. Los sistemas directos suelen trabajar conjuntamente con un sistema de información. Tan pronto como se genera la imagen, se almacena inmediatamente.
- **Sistemas indirectos:** El receptor es expuesto y captura la información. Posteriormente, un escáner procesa la información en imágenes digitales y las descarga en el sistema de información. El sistema mejor conocido como PSP (placa de fósforo): el receptor se compone de una placa especial que puede ser utilizada varias veces; su superficie está cubierta con una película de fosforo que almacena la energía de la radiación. Después la placa es estimulada y escaneada por un rayo láser. La energía almacenada se libera en forma de luz azul detectada por un dispositivo adecuado (fotomultiplicador) y se transforma en una señal eléctrica, donde el sistema electrónico lee estos valores y construye una imagen. El uso de la película para una segunda exposición es posible debido a que la exposición de la película a la luz visible significa también la extracción de la energía. Así se deja la película expuesta a la luz intensa durante un lapso de tiempo y la información será borrada.³⁷

Los sistemas digitales actuales nos ofre-

cen mayor capacidad funcional y ventajas que los tradicionales.^{38, 39, 40, 41}

- Sin cuarto oscuro ni soluciones de procesamiento.
- Procesamiento y almacenamiento de datos
- Resolución tal alta como las convencionales
- Dosis de radiación más bajas (70 % menos)

Por otro lado, en la radiografía digital incrementa la oportunidad de poder alterar la información de una forma antiética ya sea agregando o quitando información de la misma de forma fraudulenta.⁴²

Es evidente que la radiografía bidimensional tanto la convencional como la digital debido a sus limitaciones no son exactas para realizar un diagnóstico preciso, se requieren de otros instrumentos. Los sistemas de tomografía volumétrica pueden superar todas estas limitaciones a pesar de que comparten el mismo punto de partida de la radiología de dos dimensiones.

Tomografía computarizada (TC)

Es una técnica de imagen tridimensional que utiliza radiación X para obtener cortes o secciones bidimensionales. El tubo de rayos X gira alrededor del objeto a escanear, captura diferentes tomas en su rotación, al tiempo que el tubo y el detector giran respecto al paciente para cubrir la superficie a estudiar.

Las múltiples proyecciones obtenidas son almacenadas en una única matriz llamada sinograma, a la cual se le aplica un algoritmo de reconstrucción llamada retroproyección filtrada. La TC requiere alterar cada voxel para transformarlo en múltiples voxels cúbicos, esto permite que la imagen sea reconstruida en cualquier plano. Una vez reconstruida la imagen puede manipularse en rotación en todos los ángulos.

La aceptación de la TC en endodoncia ha sido lenta por varias razones, alta dosis de radiación, baja resolución de la imagen,

alto costo de análisis, dispersión debido a objetos metálicos y poca accesibilidad a los equipos.

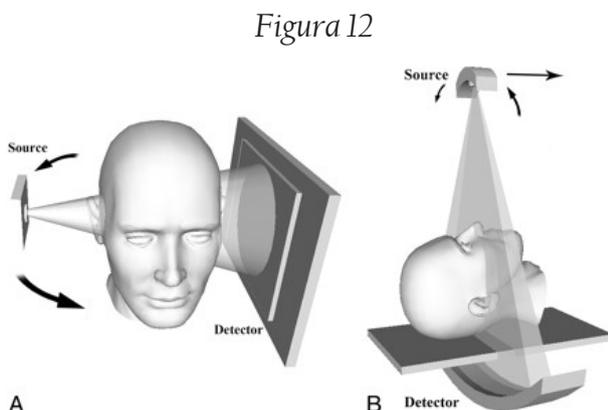
Tomografía computarizada de haz cónico (TCHC)

Es un tipo especial de rayos X que se utiliza para producir imágenes tridimensionales en una sola exploración. El TCHC utiliza un haz de rayos X en forma cónica (Fig. 12) que se desplaza alrededor del paciente capturando un volumen cilíndrico o esférico de datos, que se describe como campo de visión (Fig. 13), de esta manera se produce una gran cantidad de imágenes con solamente una rotación.

Las ventajas sobre la TC son: menos exposición a la radiación,⁴³ menos tiempo de exposición (1 minuto contra 20 minutos de la tomografía convencional), menos margen de error (0.1mm contra 0.5mm de la tomografía convencional), mayor resolución de la imagen en un campo visual pequeño debido al tamaño del voxel (0.4mm a 0.076mm), se puede explorar al paciente sentado o de pie.

Reconstrucción de la imagen

Los datos obtenidos deben ser procesados para crear el conjunto de datos volumétricos, a este proceso se le llama reconstrucción y es realizado por una computadora. El tiempo varía dependiendo del tamaño del



Incidencia cónica del haz de rayos X del TCHC.

Figura 13



a) campo de visión pequeño; b) campo de visión mediano; c) campo de visión grande.

voxel, campo visual, número de proyecciones, velocidad de hardware y software (logaritmos de reconstrucción). Los de última generación tardan 2 min.

La exhibición de la imagen es presentada en una pantalla con la reconstrucción volumétrica y tres planos ortogonales (coronal, sagital y axial) (Figs. 14 y 15).

Scarfe y col. (2006) fueron pioneros en sugerir el uso de la TCHC en endodoncia. Estos dispositivos con campo de visión pequeño fueron propuestos por algunos autores (Cotton y col. 2007, Patel y col. 2007, Patel y col. 2009). Según la Asociación Americana de Endodoncia y la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial, recomienda utilizar la TCHC con un campo de visión pequeño en la mayoría de las aplicaciones endodónticas:^{37, 44, 45}

- Localización de conductos radiculares
- Presencia, tamaño, posición de la radiolucencia perirradicular o periapical
- Identificación y posición de instrumentos fracturados
- Extensión de la calcificación del conducto radicular

Figura 14.



Campo visual grande. a) plano axial; b) plano coronal; c) plano sagital.

Figura 15



Campo visual pequeño. a) plano axial; b) plano coronal; c) plano sagital

- Presencia y posición de la perforación radicular
- Fracturas radiculares verticales
- Planificación y control de la cirugía endodóntica⁴⁶
- Seguimiento y análisis del éxito o fracaso
- Diagnóstico diferencial con las patologías no endodónticas.

Son varios los estudios que se han realizado para comparar la efectividad de la radiografía convencional con la TCHC, dejando en claro que la TCHC nos ofrece numerosas ventajas en la interpretación de una imagen.^{44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53}

Referencias

1. AAE. Glossary of Endodontic Terms. [Online].
2. Sigurdsson A. Pulpal diagnosis. *Endodontic Topics*. 2003; 5(12-25).
3. Hargreaves KM, Cohen S. In *Vías de la pulpa*. España: ELSEVIER; 2011. p. 18.
4. Gutman JL. Solución de problemas en Endodoncia. Quinta edición ed. Barcelona, España: Elsevier; 2012.
5. DM L. Anatomic considerations in diagnosis and treatment of odontogenic infections. *J Am Dent Assoc*. 1964; 69(308).
6. CJ S. Pathways of dental infection. *J Oral Surg*. 1966; 24(111).
7. MZ M. The standard of care for oral diagnosis as it relates to oral cancer. *Compend*. 1998; 19(6): p. 569.
8. Baumgartner JC PAMJ. Microscopic examination of oral sinus tracts and their associated periapical lesions. *J Endod*. 1984; 10(4): p. 146.
9. Seltzer S BINH. Differential diagnosis of pulp conditions. *Oral Surg*. 1965; 19(383).
10. Ilson José Soares FG. *Endodoncia: técnica y fundamentos*. reimpressa ed. Panamericana EM, editor.; 2012.
11. Seltzer S BIZM. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Part I, *Oral Surg*. 1963; 16(846).
12. Seltzer S BIZM. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. Part II, *Oral Surg*. 1963; 19(969).
13. Peters DD BJLL. Adult pulpal diagnosis 1. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electric pulp tests. *J Endod*. 1994; 20(506).
14. Augsburger RA PD. In vitro effects of ice, skin refrigerant, and CO₂ snow on intrapulpal temperature. *J Endod*. 1981; 7(110).
15. Fuss Z LJKATA. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod* 27(1):46, 2001. 2001; 27(1): p. 46.
16. Petersson K SCKAMLG. Evaluation of the ability of thermal and electric tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol*. 1999; 15(127).
17. Anderson RW PE. Influence of a barrier technique on electric pulp testing. *J Endod*. 1988; 14(179).
18. Roykens H VMGDRML. Reliability of laser Doppler flowmetry in a 2-probe assessment of pulpal blood flow. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodon*. 1999; 87(742).
19. Stroblitt H GGNBER. Assessing revascularization of avulsed permanent maxillary incisors by laser Doppler flowmetry. *J Am Dent Assoc*. 2003; 134(1597).

20. Schnettler JM WJ. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulp vitality. *J Endod.* 1991; 17(488).
21. Velayutham Gopikrishna MKTMaDKM. Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth. *JOE.* 2007 May; 33(5).
22. Gopikrishna V TKKD. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *J Endod.* 2007; 33(4): p. 411-414.
23. CE C. The cracked tooth syndrome: additional findings. *J Am Dent Assoc.* 1981; 93(971).
24. H R. Cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1982; 47(36).
25. S. Patel¹ 2RWS,AD&FM. The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography – Part 1: pre-operative status. *International Endodontic Journal.* 2011; 45: p. 702-710.
26. Celia Elena Mendiburu-Zavala ISMPRA-CEPLAJCMRPCDCC. Afecciones pulpares de origen no infeccioso en órganos dentarios con oclusión traumática. *Rev Cubana Estomatol.* 2016; 53(2).
27. Carl W. Newton DMMMHDHEGDRJ-DaSBMDM. Identify and Determine the Metrics, Hierarchy, and Predictive Value of All the Parameters and/or Methods Used During Endodontic Diagnosis. *JOE.* 2009 december; 35(12).
28. Lannucci J, Jansen Howerton L. Fundamentos de la radiación, Radiografía dental principios y técnicas. In. Venezuela: Amolca; 2013. p. 2-7,38-39, 375-380.
29. Berman L, Hartwell G, Cohen S. Diagnóstico. In *Vías de la pulpa.* 10th ed. España: Elsevier; 2011. p. 20-22.
30. Kaffe I, Gratt B. Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region. *Journal of endodontics.* 1900; 14: p. 330-5.
31. Gutman J, Lovdahl P. Solución de problemas en endodoncia. In. España: Elsevier; 2012. p. 42.
32. Bramante C.M BA. Recursos radiográficos en el diagnóstico y tratamiento endodóntico. In. Sao Paulo, Brasil: Pancast; 1991.
33. White PM. Radiología oral: Principios e interpretación. In. p. 88-90.
34. Villena H. Aspectos radiográficos y radiológicos en endodoncia. In *Terapia pulpar en endodoncia.* 2nd ed. España: Ripano; 2012. p. 158-62.
35. Basrani E BA. Radiología en endodoncia. In. Argentina: Amolca; 2003. p. 21-22.
36. Whaites E. Radiología Dental. In. España: Elsevier; 2008. p. 25-28.
37. Ambu E, Guiretti R, Loziosi R. Radiologia 3D en Odontología. In. Italia: Amolca; 2014. p. 9-14,79.
38. Nair M. NU. Digital and advanced imaging in endodontics A review. *Journal of Endodontics.* 2007; 33: p. 1-6.
39. Carvalho F GMTM. Evaluation of chronic periapical lesions by digital subtraction radiographic by using adobe photoshop Cs: A Technical report. *Journal of Endodontics.* ; 33: p. 493-7.
40. Hadley D RKKJBA. A comparison of five radiographic systems to D-speed Film in the detection of artificial bone lesions. *Journal of Endodontics.* 2008; 34: p. 1111-4.
41. Tewary S LJHG. Endodontic Radiography: Who is reading the digital radiograph? *Journal of Endodontics.* 2011; 37: p. 919-21.
42. Calberson F HGDmR. Fraudulent use of digital radiography: methods to detect and protect digital radiographs. *Journal of Endodontics.* 2008; 34: p. 530-36.
43. Scarfe W. Radiation risk in low dose maxillofacial radiography. *OOOO.* 2012; 114: p. 227-80.
44. Matherne R, Angelopoulos C, Kulid J, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal of Endodontics.* 2008; 34: p. 87-9.
45. Michetti J, Maret D, Philippe J, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *Journal of Endodontics.* 2010; 36: p. 1187-90.

46. Von T, Janner S, Hanni S, Bornstein M. Evaluation of new cone-beam computed tomographic criteria for Radiographic healing evaluation after apical surgery: assessment of repeatability and reproducibility. *Journal of endodontics*. 2016; 42: p. 236-42.
47. Garcia F, Hassan B, Bezerra L, Leonardo M, Wu M. Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *Journal of Endodontics*. 2009; 35: p. 723-6.
48. Estrela C, Reis M, Rodriguez C, Azevedo B, Ribamar J. Accuracy of cone-beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2008; 34: p. 273-9.
49. Estrela C, Reis M, Correa B, Ribamar , Pecora J. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*. 2009; 35: p. 1325-31.
50. Hassan B, Elissavet M, Rifat A, Van P, Rudolf P. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *Journal of Endodontics*. 2009; 35: p. 1206-9.
51. Elissavet M, May V, Parsa A, Harm J, Rudolf P, Rifat A. Cone beam computed tomographic scan in comparison with periapical radiographs for root canal length measurement: An in situ study. *Journal of Endodontics*. 2014; 40: p. 1206-9.
52. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickeviciene L. The importance of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems: A review of the literature. *Journals of Endodontics*. 2014; 40: p. 1895-1901.
53. Petersson A , Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeber M, Kvist T, et al. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesion in endodontics: a systematic review. *Int. Endod J*. 2012; 45: p. 783-801.
54. Syngcuk Kim PGRR. Atlas de Cirugia En Endodoncia Medica E, editor.: Ripano.
55. Kim S. Modern Endodontic Practice: Instruments and Techniques. 2004 JANUARY; VOLUME 48 (NUMBER 1).
56. Gary B Carr DCAM. The Used of the Operating Microscope in Endodontics. Published by ELsevier Inc. 2010.
57. Castellucci GBCaA. The Used of the Operating Microscope in Endodontics. *Aesthet Dent*. 2003; 15(377).
58. Main K. Iqbal BD. Nonsurgical Ultrasonic Endodontic Instruments. *Dent Clin N Am*. 2004;(19-34).
59. Gunnar Bergenholtz PHBCR. Textbook of Endodontology. Second Edition ed.: Wiley-Blackwell.
60. M. KDMPS. Use of the Microscope in Endodontics: Results of a Questionnaire. *JOE*. 2008 July; 34(7).
61. M.E. LM. Endodoncia Ciencia y Tecnologia tomo 3 M. GSC, editor.: Amolca; 2016.
62. Syngcuk Kim MPSB. The Microscope and Endodontics. *The Dental Clinics of North America*. 2004; 48(11-18).
63. Sempira H. N HGR. frequency of second Mesio Buccal Canals in Maxillary Molars as Determined by Use of an Operating Microscope: A Clinical Study. *Journal of Endodontics*. 2000 noviembre; 26(11).
64. R. R. Magnification and Illumination in apical surgery Endodontic Topics. Copurygth Blackwell Munksgaard. 2005 Nov; 56(77).
65. Selden HS. The Dental-Operating Microscope and Its Slow Acceptance. *Journal of Endodontics*. 2002 March; 28(3).
66. Cornelious Slaton C. Robert J. Loushine NWMHPFKDHP. Identification of Resected Root-end Dentinal Cracks: A Comparative Study of Visual Magnification. *Journal of Endodontic*. 2003 August; 29(6).
67. Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany: Quintessence Publishing; 2009.
68. Sitbon Y ATSG. Minimal Intervention Dentistry: part 1 Contribution of the Operating Microscope to Dentistry. *Br Dent J*. 2014; 216:125-130.
69. Gorduysus M. O GMFS. Operating Microscope Improves Negotiation of Second Mesio Buccal Canals in Maxillary Molars.

- Journal of Endodontics. 2001 noviembre; 27(11).
70. S. DFMT. Endodontic Therapy Using Magnification Devices: A Systematic Review. *Journal of Dentistry*. 2010; 269(275).
 71. He BDGGSEJ. Magnification's Effect on Endodontic Fine Motor Skills. *JOE*. 2010 July; 36(7).
 72. Yoshifumi Kinomoto FTMHE. Optimal Positioning for a Dental Operating Microscope During Nonsurgical Endodontics. *Journal of Endodontic*. 2004 December; 30(12).
 73. Lynne A. Baldassari-Cruz aLRW. Effectiveness of Gutta-Percha Removal With and Without the Microscope. *Journal of Endodontic*. 1999 septiembre; 25.
 74. Michael E. Rampado LTSFJH. The Benefit of the Operating Microscope for Access Cavity Preparation by Undergraduate Students. *Journal of Endodontic*. 2004 December; 30(12).
 75. Massimo Del Fabbro ST. Endodontic therapy using magnification devices:A systematic review. *journal of dentistry*. 2010 January;(38).
 76. Giorgos N. Tzanetakis TAL. Endodontic Treatment of a Mandibular Second Premolar with Four Canals Using Operating Microscope. *JOE*. 2007 March; 33(3).
 77. Coelho de Carvalho M. C ZLM. Orifice Locating with a Microscope. *Journal of Endodontics*. 2000 septiembre; 26(9).
 78. Baugh Dean JW. Middle Mesial Canal of the Mandibular First Molar:A Case Report and Literature Review. *Journal of Endodontic*. 2004 March; 30(3).
 79. B. NW. Elimination of Intracanal Metallic Obstructions by Abrasion Using an Operational Microscope and Ultrasonics. *Journal of Endodontics*. 2001 May; 27(5).
 80. Kim RRAS. Short-Term Observation of the Results of Endodontic Surgery with the Use of a Surgical Operartion Microscope and super- EBA as Root-End Filling Material. *Journal of Endodontics*. 1999 January; 25(1).
 81. Julian R. D. Moiseiwitsch MTCH. Nonsurgical root canal therapy treatment with apparent indications for root-end surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 September; 86(3).
 82. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roing M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics. A review. *Int. Endod J*. 2014; 48: p. 3-15.
 83. Roberts Dh FR. *Analgesia local en odontología*. 3rd ed. México: El Manual Moderno; 1989.
 84. Heavner J. *Molecular Action of local Anesthetics* PP IR, editor. New York: Clinical practice of regional anesthesia; 1991.
 85. Malamed SF. *Manual de Anestesia Local*. quinta edición ed.: Elsevier Mosby.
 86. Jong HI. Physiological mechanisms of peripheral nerve block by local anesthetics. *Anesthesiology*. 1963; 24: p. 684-727.
 87. Gurrola Beatriz Martinez OEZM. *Manual de Anestesia Odontológica México*: Mcgraw- Hill Interamericana; 2001.
 88. Vera Rojas J, Bustamante B. MA, Romero VM. *Manual de Farmacología*.
 89. Steven J. Speca DSGBDMMACDs. Allergic Reactions to Local Anesthetic Formulation. *Dent Clin N Am Elsevier Inc*. 2010; 54: p. 655-664.
 90. Brown RS PSCSBC. Evaluating a dental patient for local anesthesia allergy. *Reece ER; Comp Contin Educ Dent*. ; 23: p. 225-228.
 91. Jeske ABP. Misconceptions involving dental local anesthesia. *Texas Dent J*. 2002; 119: p. 310-314.
 92. [Online]. Available from: <http://www.zevco.com.mx/anestésicos/images/background/04back.png>.
 93. Ryan G. Brandt DM, Patricia F. Anderson M, Neville J. McDonald BM, Woo-sung Sohn DPD, Mathilde C. Peters DP. The pulpal anesthetic efficacy of articaine versus lidocaine in dentistry A meta-analysis. *JADA*. ; 142(5).
 94. [Online]. Available from: http://sudenco.com/data/85067aa0a45f18_1.jpg.
 95. Sareh Said Yekta-Michael1 2JMSaE-MW,SYMea. epinephrine-free articaine and mepivacaine through quantitative

- sensory testing. *Head & Face Medicine*. 2015; 11(2).
96. Schulze-Hutmann M: doctoral dissertation B. Experimental evaluation of the new local anesthesia urtracaine in denial practice. University of Bonn. 1974.
 97. Sptocaina. Clinician guide to dental products and techniques. CRA Newslette. 2001 june.
 98. [Online]. Available from: http://www.imfohsa.com/sitio/components/com_redshop/assets/images/product/seseptan.jpg.
 99. Khaled Balto BD. Administration of Articaine Anesthesia may Lead to Superior Profound Pulpal Anesthesia Compared with Lidocaine in Adult Patients. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*.
 100. CAN BTFMBBFF. Allergies to local anesthetics - the real truth. *J Anesth*. 2003; 50(9): p. 869-874.
 101. Steven J. Specia DSGBDMMACD. Allergic Reactions to Local Anesthetic Formulations. *Dent Clin N Am*. 2010 june; 54(10).
 102. Goulet JP PRTJ. Cardiovascular diseases. Contraindication to vasoconstrictors in dentistry: part I. 1992; 74: p. 579-686.
 103. Goulet JP PRTJ. Contraindication to vasoconstrictors in dentistry: part III. Cardiovascular diseases. 1992; 74: p. 592-697.
 104. Macouzet O. Anestesia Local en Odontología México, Df: Manual Moderno; 2008.
 105. Brown.. The failure of anesthesia in acute inflammation. *Br Dent J*. 1981; 151: p. 47-51.
 106. Vandermeulen E. Pain perception, mechanisms of action of local anesthetics and posible causes of failure. *Rev Belge Medicine Dent*. 2000; 55: p. 19-40.
 107. Kitay D FNSS. Lateral pharyngeal space abscess as a consequence of regional anesthesia. *J Am Dent Assoc*. 1991; 122: p. 56-59.
 108. Connor JP EJ. Needle tract infection a case report. *Oral Surgery*. 1988; 65: p. 401-403.
 109. AH J. Local Anesthetic special consideration in edondodontics. *Tex Dent J*. 2003; 120: p. 231-237.
 110. Meechan J. Supplementary routes to local anesthesia. *Intern Endodont J*. 2002; 35: p. 885-896.
 111. Cohen En LDCJG. The role of pH in the development of tachyphylaxis to local anesthetics. *Int anesthesiol Clin*. 1975; 13(33).
 112. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics. In. St. Luis Missouri: Elsevier; 2015. p. 142-144.
 113. CogginsnR RANRea. Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection in maxillary and mandibular teeth. *Oral Radiol, Endodont, Oral Surg, Oral Med, Oral Path*. 1996; 81: p. 634-641.
 114. Weathers AJ. Taking the mystery out of endodontics, Parte 6. Painless anesthesia for the hot tooth. *Dent Today*. 1999; 18: p. 90-93.
 115. Ahmad A, Amman , Jordan. Review Rubber dam usage for endodontic treatment: a review I. doi. 2009; 10(1111): p. 1365-2591.
 116. HMA Ahmed *SCGLeLSFB, .: Rubber dam application in endodontic practice: an update on critical educational and ethical dilemmas. *Australian Dental Journa*. 2014; 59: p. 457-463.
 117. Soares Goldberg. Endodoncia, Técnicas y fundamentos. 2nd ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
 118. Kenneth M. Hargreaves. Cohen, Vías de la Pulpa Barcelona España: Elsevier Mosby.
 119. Averin D, Maiolinol M. Microvision Group. [Online].
 120. Joshua Goldfein DCSDMFPaRAD. Rubber Dam Use during Post Placement Influences the Success of Root Canal-treated Teeth. .
 121. Mooney B. Barrancos Operatoria Dental integración Clínica. 4th ed. Buenos Aires Argentina: Panamericana.
 122. [Online]. Available from: <http://www.guiadent.com/sites/default/files/Latex-Free-Dental-Dams.jpg>.
 123. <http://www.ivoclarvivadent.com.mx/es-mx/>. [Online].
 124. <http://www.kerrdental.eu>. [Online].
 125. [Online]. Available from: <http://www>.

- dentalcremer.com.br/Assets/Produtos/SuperZoom/215939.jpg.
126. [Online]. Available from: https://www.dentalcost.es/1319-thickbox_default/arco-young-portadiques.jpg.
 127. [Online]. Available from: http://www.djldental.com/WebRoot/Store24/Shops/53bc78fd-1386-4c59-975c-9f31589c37ab/570B/6DoB/B284/FDBE/A62E/oA48/355B/4EB6/ARCO_YOUNG_CON_BISAGRA.jpg.
 128. [Online]. Available from: <https://vkimport.files.wordpress.com/2016/02/derma-04.png?w=380&h=354>.
 129. [Online]. Available from: http://www.sandental.com/5357-thickbox_default/arco-de-young-metalico.jpg.
 130. [Online]. Available from: <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/grapapartes.jpg>.
 131. http://test.hu-friedy.de/fileadmin/pdf/product_catalog_es_fr.pdf. [Online].
 132. [Online]. Available from: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/preparacion/perforadorasyporagrapas.jpg>.
 133. [Online]. Available from: <http://image.slidesharecdn.com/aislamiento-140715100310-phpapp01/95/tcnica-de-aislamiento-46-638.jpg?cb=1405420040>.
 134. [Online]. Available from: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/preparacion/hilodentalenuso.jpg>.
 135. [Online]. Available from: <http://image.slidesharecdn.com/14996778-aislamiento-absoluto-100316060010-phpapp01/95/14996778-aislamientoabsoluto-22-728.jpg?cb=1268719355>.
 136. Cazacu* c. Dental dam clamp adaptation method on carved gypsum. *J Med Life*. 2014 Oct-Dec; 7(4): p. 499–506.
 137. [Online]. Available from: <http://nebula.wsimg.com/c7a8cf9adbc3b4eb91b63e4f334b8cb3?AccessKeyId=FC3B117C-C647B5170501&disposition=0&alloworigin=1>.
 138. [Online]. Available from: <http://www.scielo.org/ve/img/fbpe/aov/v47n2/art-20fig6.gif>.
 139. [Online]. Available from: http://ferreteriaserur.com/uploads/images/20120810-8cc88_kola-loca.jp.
 140. [Online]. Available from: <http://www.dentalcremer.com.br/Assets/Produtos/SuperZoom/215939.jpg>.
 141. [Online]. Available from: https://www.dentalcost.es/1319-thickbox_default/arco-young-portadiques.jpg.
 142. [Online]. Available from: http://www.djldental.com/WebRoot/Store24/Shops/53bc78fd-1386-4c59-975c-9f31589c37ab/570B/6DoB/B284/FDBE/A62E/oA48/355B/4EB6/ARCO_YOUNG_CON_BISAGRA.jpg.
 143. [Online]. Available from: <https://vkimport.files.wordpress.com/2016/02/derma-04.png?w=380&h=354>.
 144. [Online]. Available from: http://www.sandental.com/5357-thickbox_default/arco-de-young-metalico.jpg.
 145. [Online]. Available from: <http://blog.vitaldent.com/wp-content/uploads/2014/06/hilo-dental-2.jpg>.
 146. [Online]. Available from: <http://www.smartpractice.com/Images/Products/Supplies/PhotoLg/34910.jpg>

6. MICROSCOPÍA EN ENDODONCIA

**Noé Gustavo Martínez Cuellar
Eugenia Karina Martínez Carrillo
Fátima Cecilia Camberos Mercado**

El deseo de ver mejor para abordar la complejidad del sistema radicular de los dientes por la endodoncia ha llevado naturalmente al uso de ayudas ópticas.⁵⁴ Los médicos pioneros utilizaron por primera vez las lupas y luego se volvieron a Uno de los desarrollos más significativos en la endodoncia quirúrgica y no quirúrgica en los años recientes ha sido la incorporación del microscopio,⁵⁴ que tiene efectos profundos en la forma en que se realiza la endodoncia y ha cambiado El campo fundamentalmente.⁵⁵ Durante estos primeros años el microscopio se definió originalmente como un microscopio quirúrgico operativo, pero la etiqueta quirúrgica se cayó debido a que el microscopio se consideró que tenía valor en todos los procedimientos endodónticos.^{56, 57, 58}

El microscopio ofrece una imagen estereoscópica tridimensional,⁵⁹ capacidad de un sistema óptico para hacer claras y distinguibles dos entidades separadas,⁵⁶ agrandada bajo iluminación brillante en una posición de trabajo cómoda que realce la precisión de la endodoncia⁵⁹ y tratar casos que anteriormente pudieron haber sido considerados intratables o que dieron como resultado un pronóstico comprometido.⁶⁰

Antecedentes históricos

El termino microscopio proviene de dos palabras griegas *Mikros* y *Skopeoo*, que significan respectivamente “pequeño” y “observar”.⁶¹

Puede parecer sorprendente que el microscopio no sea un instrumento de alta tecnología. Se ha utilizado en el campo médico por años.^{62, 63}

La construcción del primer dispositivo de aumento, considerado como un microscopio compuesto, se produjo en 1590, y por dos oftalmólogos holandeses. Posteriormente, uno de los mejores microscopios de la época fue elaborado por Anton Van Leeuwenhoek en 1674, el cual permitió la observación de las bacterias de su propia biopelícula dental.⁶¹

En 1876, el Dr. Edwin Saemisch, un oftalmólogo alemán, introdujo lupas binoculares simples a la cirugía. Poco después, los dentistas comenzaron a experimentar con lupas para ayudar en el desempeño de la odontología de precisión.

En 1922, Zeiss Company, que trabajaba con el Dr. Gunnar Holmgren de Suecia, introdujo un microscopio binocular para el tratamiento de la otosclerosis del oído me-

dio. 1953 Zeiss introdujo el microscopio de oído de Opton, microscopio de operación binocular. 1977 El Dr. Robert Baumann, otorrinolaringólogo y dentista practicante, describió el uso del microscopio otológico en odontología. 1978, el Dr. Harvey Apotheker, un dentista de Massachusetts, y el Dr. Jako comenzaron el desarrollo de un microscopio diseñado específicamente para la odontología. 1980, el Dr. Apotheker acuñó el término “microdentistry”.⁶⁴ Apotheker introdujo el microscopio odontológico en 1981, tenía sólo prismas rectos, y tenía una longitud focal fija de 250 mm.⁵⁶ En julio de 1982, el Primer Congreso Internacional de Odontología Microscópica que se celebró en Burdeos, Francia. 1984, el Dr. Howard Reuben, informo de su uso por primera vez en cirugía apical. 1986 Como resultado de las ventas decepcionantes, Chayes-Virginia dejó de vender el Dentiscopio. Las cuentas publicadas sobre su uso efectivo fueron relativamente pocas durante los años ochenta y principios de los noventa, considerando que eventualmente los microscopios mejorarían la endodoncia clínica.⁶⁵

En 1990 La Dra. Gabriele Pecora realizó la primera presentación sobre el uso de microscopio en endodoncia quirúrgica en la sesión anual de la American Association of Endodontists en Las Vegas, Nevada. Y el Dr. Richard Rubinstein y el Dr. Gary Carr comenzaron a usar microscopios de grado médico para cirugía apical.

En 1996 la enseñanza obligatoria de la microscopía se aprobó y se incluyó en las nuevas Normas de Acreditación para Programas Avanzados de Educación Especializada en Endodoncia.⁶⁴

A partir de enero de 1998, la ADA requiere que todos los programas de postgrado acreditados de endodoncia proporcionen instrucción y entrenamiento clínico en la realización de procedimientos endodónticos no quirúrgicos y quirúrgicos usando microscopía.⁶⁶

En 1999, Gary Carr introdujo un microscopio que tenía óptica galileana y que estaba configurado ergonómicamente para la odontología. Este microscopio tenía un cam-

biador de ampliación que permitió 5 aumentos discretos. Se utilizó un módulo de iluminación confocal de modo que la trayectoria de la luz estaba en el mismo camino óptico que la trayectoria visual y esta disposición dio una iluminación superior a la trayectoria luminosa en ángulo del alcance anterior.⁵⁶

Magnificación

El ojo humano sin ayuda de ampliación, tiene la capacidad inherente de resolver o distinguir dos líneas o entidades de por lo menos, 200 micras o 0,2 milímetros, para, además, separarlas. Si las líneas son muy cercanas, de dos entidades u objetos separados aparecerán como uno solo. En la medida que la distancia ojo-sujeto disminuye, los ojos deben converger generando fatiga ocular.⁶¹

Lupas

Las lupas son baratas, fáciles de obtener, y la curva de aprendizaje es mucho más corta que para el microscopio. La lente fijada en una trayectoria convexa del haz, los ojos del usuario deben converger para ver una imagen aguda así que el trabajo de los músculos oculares puede causar fatiga visual, fatiga e incluso cambios de la visión, si la lupa no se ajusta correctamente. Cada lupa tiene su poder de aumento fijo que no se puede cambiar. La mayoría de las lupas no tienen luz integral coaxial.⁶⁷ Estas son las más utilizados para mejorar la ampliación. Las lupas pueden ser de lentes de lente única y lentes de multilente. En las lupas de lente única hay distancia focal fija y distancia de trabajo. Ventajas ligeras y económicas. Desventajas, mala resolución, debido a la distancia de trabajo fija, el dentista tiene que ajustar.

Multilentes que proporcionan una mejor ampliación y han mejorado la distancia de trabajo. Este tipo de sistema de lentes múltiples se conoce como sistema óptico Galileo. Ofrece una ampliación de hasta 2.5 veces.

Microscopio

Todas las lentes microscópicas están diseñadas e instaladas en un sistema telescópico. Esto significa que ya están enfocados al infinito.

Las lentes estereoscópicas enfocadas en el infinito envían haces paralelos de luz a cada ojo, permitiendo la visualización de objetos en tres dimensiones con una excelente impresión de profundidad.⁶⁷

Componentes

Lentes

Desempeñan un papel muy importante en la magnificación,⁵⁴ acompañado de profundidad de campo que es la capacidad del sistema de lentes para enfocarse en objetos que están cerca o lejos sin tener que cambiar la posición de la lupa.⁵⁶ Generalmente las lentes están disponibles en aumentos de X6.3; X10; X12.5; X16; X20.⁵⁴ El sistema de dioptría se basa en una simple lente de aumento. El grado de aumento se mide generalmente en dioptrías (Fig.1).⁵⁶

La magnificación está determinada por el poder de los lentes, la profundidad del foco de los binoculares el factor de variación de la magnificación, y el largo del foco de los lentes y objetivos.⁵⁴

Una cabeza ocular, sostiene dos oculares, lentes de aumento intermedio y la lente objetivo principal. La longitud focal de los

oculares se encuentra entre 100 mm y 160 mm, con magnitudes de 10 × a 12,5 ×. Los oculares comprenden un anillo de ajuste para compensar defectos visuales. La distancia entre los oculares es ajustable para que coincida con la distancia interpupilar apropiada de los ojos. Las lentes de aumento situadas entre los oculares y el objetivo principal permiten tener varias ampliaciones (generalmente de 5 × a 25 ×). Son bloques ópticos montados en una torreta, de los cuales, con la ayuda de un anillo, se puede seleccionar el aumento más apropiado para la secuencia de la operación. En los modelos más sofisticados esta variación se controla mediante un zoom.⁵⁹

A medida que disminuye la distancia focal, la profundidad de campo disminuye, el tamaño de la imagen y el poder de resolución se pueden aumentar usando lentes para la ampliación, sin necesidad de que cambie la posición del objeto o del operador.⁵⁶ Un perilla de zoom manual es simplemente una serie de lentes que se mueven hacia adelante y hacia atrás en un anillo de enfoque para dar una amplia gama de factores de aumento. La perilla de control de enfoque manual está situada en el lado de la carcasa del microscopio y cambia la distancia entre el microscopio y el campo quirúrgico. La distancia focal de la lente objetivo determina la distancia de funcionamiento entre la lente y el campo quirúrgico. Con una lente de 200 mm hay espacio suficiente para colocar los instrumentos quirúrgicos y todavía estar cerca del paciente.⁶⁴

Figura 1.



Diferentes lentes objetivos proporcionan diferentes longitudes de trabajo. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing, 2009.

Binoculares

La función de los binoculares es proyectar una imagen intermedia en el plano focal del lente.⁵⁴ Las posibilidades de ampliación de un microscopio se determinan por la potencia del ocular, la distancia focal de los binoculares, el factor de cambio de aumento y la distancia focal de la lente objetivo. Como en un par típico de binoculares de campo, el ajuste de la distancia entre los dos tubos binoculares establece la distancia interpu-

Figura 2.



Oculares difieren en la ampliación, pero básicamente todos ellos tienen una escala de dioptría. Los usuarios que usan gafas pueden ajustarse o introducir sus propios datos oculares o en la escala de dioptría, por lo que trabajan en el microscopio sin gafas. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing, 2009.

pilar.⁶⁴ La óptica galileana es que los haces de luz que van a cada ojo son paralelos, con luz paralela en lugar de luz convergente, los ojos del operador están en reposo como si estuviera mirando hacia la distancia, esto reduce o elimina la fatiga ocular (Fig.2).⁶⁸

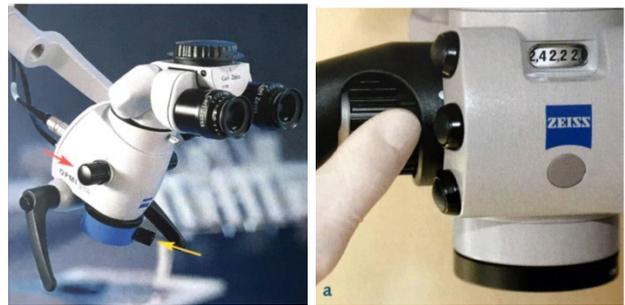
Regulación de la magnificación

Los reguladores de ampliación están disponibles en reguladores manuales de 3, 5 o 6 pasos. Cuando se tiene en cuenta la potencia del ocular, las longitudes focales de los binoculares y la lente de objetivo con las lentes del regulador de aumento, se obtienen cinco potencias fijas de aumento: dos de cada cambio de lentes y una del espacio en blanco (Fig. 3).⁶⁴

Botón de enfoque

El botón del foco manual que está localiza-

Figura 3.



Perillas para el control manual de enfoque fino y cambio manual magnificación, controles internos del anillo para el foco mecánico fino y el cambio de magnificación. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing, 2009.

do en el cuerpo del microscopio, cambia la distancia entre el microscopio y el campo quirúrgico (Fig. 3).⁵⁴

El sistema mecánico

El sistema de brazos está montado sobre un soporte de suelo móvil o fijado a la pared o al techo (Fig. 4).

Iluminación

La luz de un microscopio es paralela a la línea de visión y Proporcionar dos o tres veces la luz de un foco quirúrgico. La mejora de la iluminación y la visibilidad permite a los endodoncistas mejorar la previsibilidad de sus procedimientos.^{63, 69}

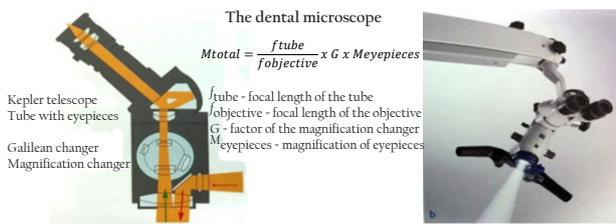
Con luz coaxial, el haz de iluminación tiene una divergencia máxima de 2-6 grados respecto al eje de observación. La luz coaxial hace que un campo quirúrgico libre de som-

Figura 4.



Microscopía de pared y microscopio operatorio montado sobre un soporte de suelo móvil. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing, 2009.

Figura 5.



La luz coaxial tiene solamente 2-6 grados de divergencia del eje óptico del microscopio y permite que la luz se ponga en la parte más profunda de las raíces (Imagen tomada de Merino EM. *Endodontic Microsurgery*, Germany; Quintessence Publishing, 2009).

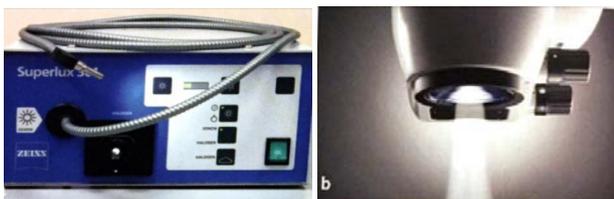
bra, sin reflexiones molestas, y la luz llega a las partes profundas de las raíces (Fig.5).⁶⁷

Menos que la divergencia de 2 grados pudiera reflejar la luz sobre una superficie líquida o un instrumento metálico en la pieza quirúrgica de nuevo en los prismáticos y los ojos del cirujano. Más divergencia que 6 grados podría impedir que la luz penetre en espacios profundos, produciendo solamente sombras.⁶⁷

El sistema de luz se compone de una lámpara halógena de 150 vatios o una lámpara de arco de xenón, que proporciona una luz fría y blanca. Haz sin efectos de sombra,⁵⁹ el divisor de haz puede ser insertado en el camino de la luz cuando regresa a los ojos del operador y puede también suministrar luz a un accesorio como una cámara de vídeo o cámara digital (Fig. 6).⁶⁴

La intensidad de luz se determina por la ley del cuadrado inverso, que indica que la cantidad de luz recibida de una fuente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, si la distancia entre la fuente de luz y el sujeto se reduce a la mitad, la cantidad de luz en el sujeto aumenta cuatro veces.⁵⁶

Figura 6.



Luz alógena o xenón. La luz blanca no distorsiona el color (Imagen tomada de Merino EM. *Endodontic Microsurgery*, Germany; Quintessence Publishing, 2009.)

La luz entra en el microscopio y se refleja a través de una lente de condensación a una serie de prismas y luego a través de la lente de objetivo al campo quirúrgico. Después de que la luz alcanza el campo quirúrgico, entonces se refleja detrás a través de la lente objetiva, a través de las lentes del regulador de la magnificación.⁶⁴ El uso de dispositivos de iluminación y ampliación bien enfocados en el equipo dental ha mejorado la capacidad del clínico para tratar regiones esquivas dentro del sistema de conductos radiculares, aumentando la eficacia y la calidad de la terapia endodóntica. El uso de estos dispositivos se ha convertido en una práctica ampliamente aceptada en la terapia endodóntica no quirúrgica y quirúrgica.⁷⁰

El color. El estándar construido en la luz es una fuente amarilla del halógeno con temperatura del color de 3200 k. Si se requiere una luz blanca, más potente, como con la microfotografía digital, puede utilizarse una fuente de luz estroboscópica externa de xenón. Algunos modelos modernos del microscopio tienen una fuente de luz del xenón interna (Tabla 1).⁶⁷

Tabla 1. Colores y temperaturas

Luz de las velas	1900K	Rojo dominante
Amanecer, puesta del sol	2400K	
Luz domestica	2800K	
Lámparas fotográficas	3200K	
Lámparas de cuarzo	3400K	
Mediodía	5500K	
Luz del cielo azul	6000K	Azul dominante

Documentación

Los microscopios también ofrecen la posibilidad de documentar fácilmente el tratamiento. Muchos microscopios incluyen una cámara o cámara de vídeo que es estándar o de alta definición y puede reunir imágenes sin interrumpir el flujo de trabajo del dentista.⁷¹

La cámara montada en el divisor de haz del microscopio envía una señal de video en tiempo real y se puede capturar o grabar un número ilimitado de imágenes durante el procedimiento.

El uso del microscopio y los sistemas digitales de esta manera proporciona oportunidades para una comunicación sin igual del médico y del paciente. Además, la comunicación con los dentistas de referencia y las posibilidades de enseñanza también se mejoran (Fig. 7).⁶⁴

La obtención de imágenes a través de la cámara de video es más simple en los segmentos anteriores. La edición del video puede llevarse a cabo a través de la computadora en programas como iMovie (Apple) o Windows Movie (Microsoft). El uso de USB2 o cables firewire permite la transferencia directa.

Varios factores influyen en la calidad de la toma fotográfica en el microscopio, pero lo principal es la postura, la capacitación y la habilidad del operador. El clínico debe dedicar tiempo para la capacitación en la colocación del microscopio para grandes aumentos, conocer la dinámica de su sistema y conocer los principios básicos de edición de imágenes.⁶¹

Ergonomía y técnicas de trabajo

La actividad clínica de los odontólogos tiene la particularidad de llevarse a cabo en un área restringida a unas pocas decenas de milímetros: la cavidad oral. Este hecho exige que los profesionales adopten variaciones posturales que pueden generar condiciones adversas para su salud.⁶¹

Los microscopios ofrecen ventajas ergonómicas, reduciendo los cambios de posición y obligando al operador a gestionar la secuenciación ergonómica del trabajo. El dentista mira directamente en frente de sí mismo y no en el campo operatorio y por lo tanto puede mantener una posición ver-

Figura 7.



Accesorios de microscopio son esenciales para la producción de documentación de una manera profesional (Imagen tomada de Merino EM. *Endodontic Microsurgery*, Germany; Quintessence Publishing, 2009).

tical y evitar las curvas no fisiológicas de la columna vertebral (Fig. 8).⁷¹ Los antebrazos del operador deben estar cómodamente apoyados en el reposabrazos de la silla del operador y los pies deben colocarse planos sobre el suelo (Fig. 8).⁵⁶ La posición de trabajo adecuada más cómoda y ergonómica, reduce el cansancio y el estrés, otorgando ligereza a los movimientos y favoreciendo la visualización y, en consecuencia, aumentando la eficiencia del desempeño en la clínica.⁶¹

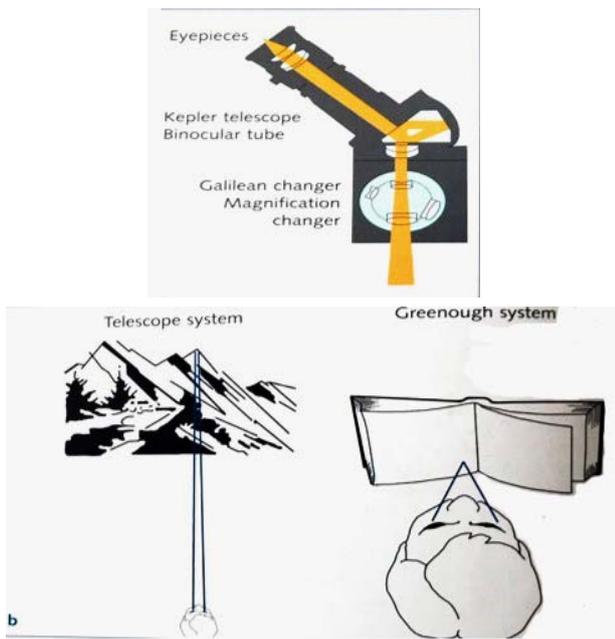
La comprensión del flujo de trabajo eficiente que utiliza un microscopio implica el conocimiento de los fundamentos del movimiento ergonómico. El movimiento ergonómico se divide en cinco clases de movimiento:

- Movimiento de clase I: moviendo solamente los dedos.
- Movimiento de clase II: moviendo sólo los dedos y las muñecas.
- Movimiento de clase III: movimiento originado en el codo.
- Movimiento de clase IV: movimiento que se origina en el hombro.
- Movimiento de clase V: movimiento que implica torcer o doblar en la cintura.

En orden cronológico, la preparación del OM implica las siguientes maniobras:

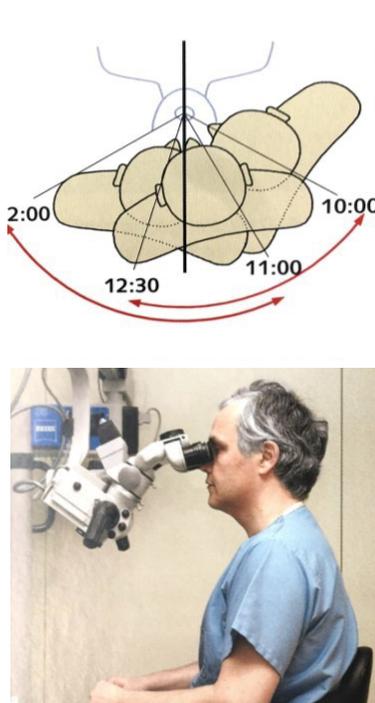
- Posicionamiento del operador
- Posicionamiento aproximado del paciente
- Posicionamiento del microscopio y enfoque.
- Ajuste de la distancia interpupilar.

Figura 8.



Todas las lentes de microscopio están enfocadas al infinito en un sistema de telescopio. Esto significa que el microscopio ya está enfocado al infinito, por lo que los músculos oculares no necesitan trabajar para producir una imagen nítida. Se puede realizar una operación prolongada sin fatiga ocular. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing, 2009.

Figura 9.



Posición correcta de trabajo, el operador debe tener la libertad de moverse de las 10 a las 2 sin ningún problema y sin perder el enfoque. Imagen tomada de Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany; Quintessence Publishing; 2009.

- Posicionamiento fino del paciente.
- Ajuste fino del enfoque.⁵⁶

Posiciones de trabajo

Para asegurar la precisión de los movimientos de la mano requeridos, los muslos y los antebrazos del operador deben estar paralelos al piso, los pies firmemente colocados y la espalda recta mientras los ojos están.

En Los oculares. Por esta razón, una silla con un reposabrazos mejora el confort de funcionamiento.⁵⁹ La posición correcta del operador para casi todos los procedimientos endodónticos está directamente detrás del paciente,⁵⁶ situado entre las 11 y las 12 en relación con el paciente. En las zonas mandibulares laterales para visión indirecta, el paciente se coloca a 180° con la cabeza hiperextendida y el cuerpo del microscopio inclinado a 90-120° La visión indirecta de los dientes superiores requiere que el paciente esté recostado a 150-180° y el cuerpo del microscopio inclinado a 60-90° (Fig. 9).

Uso de espejos

Uno debe darse cuenta de que se requiere un período de aprendizaje para llegar a ser competente en el uso del microscopio quirúrgico, cuya duración depende de si uno está acostumbrado o no a trabajar en visión indirecta. Es de primordial importancia restringirse a trabajar en visión indirecta durante el período de formación.

Para el uso del microscopio en visión indirecta, Los pequeños espejos son suficientes y sensibles para limitar la congestión del área de trabajo, ya que la endodoncia no requiere una vista de los dientes adyacentes.⁵⁹ La visión indirecta es inevitable en la endodoncia no quirúrgica. Los espejos son esenciales para examinar el extremo de la raíz en una preparación biselada superficial en endodoncia quirúrgica, aunque la visión directa es preferible a la indirecta siempre que sea posible. Una posición operativa óptima con un espejo podría ser un factor crítico en el uso exitoso.⁷²

Aplicación clínica

El uso eficiente de un microscopio para todos los procedimientos clínicos requiere no sólo sofisticación ergonómica, sino también habilidades clínicas especiales que no se requieren en la endodoncia no microscópica.⁷³

En odontología, la retroalimentación visual juega un papel importante en la adquisición de habilidades y desempeño. Posiblemente, la retroalimentación visual proporcionada por el microscopio puede mejorar la adquisición de habilidades de tratamiento endodóntico.⁷⁴

El microscopio permite al cirujano minimizar el tamaño del área quirúrgica, reduciendo el malestar del paciente y el tiempo de cura. Mejora la precisión de las incisiones de microcirugía y sutura permitiendo el acercamiento de los bordes para la cicatrización por primera intención. Mejora la iluminación y ayuda en la localización de conductos,⁶¹ remoción de las obstrucciones de la cámara de los conductos o de la pulpa también se facilita mucho con el uso de un microscopio. La visión sin ayuda microscópica es inadecuada, en la mayoría de los casos, para evaluar adecuadamente un extremo de la raíz con micro fracturas.⁶⁶ Incluso las obstrucciones, tales como instrumentos separados dentro de los conductos se pueden abordar examinar las fracturas, detección de istmos, desobturar,⁷³ los márgenes de la corona, las capas de cemento, los defectos subgingivales y la extensión de las caries se mejoran con un enfoque microscópico.^{56, 58, 75, 76} Permite mayor precisión de las hemisecciones de las raíces amputadas, proporciona condiciones de trabajo vertical, aliviando el cuello, la espalda y problemas en el hombro.⁶¹

Diagnóstico

Con la observación mejorada, se hace posible la capacidad del odontólogo para diagnosticar problemas en las etapas iniciales de una enfermedad,⁶¹ el microscopio es un excelente instrumento para detectar microfracturas que no pueden ser vistas a simple

La magnificación y luz enfocada a cualquier microfractura puede ser fácilmente detectada. La tinción con azul de metileno del área de la microfractura ayuda a este esfuerzo grandemente. Informes clínicos han descrito algunos casos de segundos premolares mandibulares con cuatro o cinco conductos.⁷⁶ Un diente persistentemente doloroso después de la terapia endodóntica puede deberse a un conducto faltante no tratado (por ejemplo, MB2 en un molar maxilar). El nuevo examen de la cámara a gran aumento bajo el microscopio puede localizar el conducto que falta.^{62, 75}

Localización de conductos

Las características anatómicas complejas se asocian frecuentemente con la falla endodóntica en estos dientes. La incidencia de tres conductos radiculares en los molares inferiores oscila entre el 60 y el 90% (dos conductos en la raíz mesial y un conducto en la raíz distal) y la incidencia de cuatro conductos radiculares oscila entre el 5 y el 31% (dos conductos en la raíz mesial y dos conductos en la raíz distal).^{77, 69, 78} Los estudios clínicos retrospectivos, prospectivos y de simulación han encontrado la capacidad de los clínicos de identificar y negociar conductos en los molares superiores para mejorar significativamente mediante el uso del microscopio operativo.⁷⁴

La introducción del microscopio operativo para inspeccionar los conductos radiculares tanto ortorradial como retrograda, modificaron sustancialmente la comprensión de la morfología dental y su complejidad. El conocimiento profundo de la anatomía del espacio del canal radicular es un requisito básico para la finalización con éxito del tratamiento endodóntico.⁷⁶ Las variaciones anatómicas no son tan raras. Muchas de esas importantes estructuras no son fácilmente detectables o no pueden ser tratadas con métodos endodónticos tradicionales. Una exposición fuera del centro o tridimensional puede proporcionar una información más valiosa.⁶¹

Los conductos calcificados, conductos perdidos, conductos dilacerados y conductos obstruidos por materiales restauradores son abordados fácilmente por el hábil uso del microscopio.⁶⁶ Cuando se observa el conducto calcificado a través del microscopio con gran aumento, se puede ver fácilmente la diferencia en el color y textura entre el conducto calcificado y la dentina restante. El sondeo cuidadoso y la ultrasonificación con las puntas permitirán a los médicos detectar y negociar fácilmente el conducto calcificado.⁶²

Instrumentación

Un requisito básico para una buena instrumentación es la observación de las entradas de los conductos, lo que permite mayor seguridad en la dirección de entrada de los instrumentos y en el proceso de aspiración-irrigación. El microscopio también permite distinguir entre conductos vitales y necróticos, así como la detección de pequeñas cantidades de sangre o secreción purulenta que es drenado a través de conductos específicos o ver cualquier cantidad mínima de material necrótico que no haya sido removido durante la instrumentación del conducto.⁶¹

Reparación de perforaciones

El tratamiento de problemas, como un escalón de origen iatrogénico, una perforación pulpar, la perforación de las raíces laterales, y su pronóstico, incluyen, principalmente, la observación del problema de manera que el microscopio, en realidad desempeñe un papel importante en el presente contexto.⁶¹

La perforación ocurre ocasionalmente no importa cuán cuidadosamente se accede al diente para la terapia endodóntica. Cuando se produce una perforación, el microscopio es el instrumento clave para identificar y evaluar el sitio dañado. Los resultados de una inspección cuidadosa constituirán la base para la cual la preparación de la Perforación se hará la reparación.⁶²

Ápice abierto

El abordaje de dientes con ápice abierto necesita de técnicas especiales para la manipulación e inserción de los materiales utilizados, como por ejemplo el trióxido agregado mineral (MTA). Estas etapas son significativamente más simples cuando se efectúan con la ayuda del microscopio.⁶¹

Eliminación de postes

Con frecuencia se encuentran dientes endodónticamente tratados que postes dentro de sus raíces. Si el tratamiento endodóntico está fallando, surge la necesidad de eliminar la obstrucción metálica para facilitar el éxito del retratamiento no quirúrgico. Existe un gran número de técnicas de remoción incluyendo el uso de una variedad de fresas apropiadas; Pinzas especializadas; Instrumentos ultrasónicos en contacto directo o indirecto; Afortunadamente, la mayoría de los casos pueden ser fácilmente retirados utilizando una, dos o quizás tres técnicas. Utilizando un microscopio Posicionado para una óptima visión con un intenso ajuste de la fuente de luz. Cuando se utiliza un microscopio, el acceso debe ser recto para mantener constantemente el contacto visual con la obstrucción. El secado es igualmente importante porque la reflexión de la luz sobre el agua dentro del conducto radicular desviará el operador.⁷⁹

Recuperación de instrumentos fracturados

Con el uso más frecuente de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio en la endodoncia, la incidencia de separación de instrumentos dentro de los conductos ha aumentado. El microscopio es esencial para guiar al clínico para recuperar los instrumentos separados, de esta manera, el instrumento separado se puede quitar minimizando el daño a la dentina circundante. (62) Al reforzar la observación a través de la ampliación

e iluminación con un microscopio permite al endodoncista permite examinar la superficie superior de instrumentos fracturados para que puedan ser retirados.⁶¹

Endodoncia quirúrgica

El microscopio de operación quirúrgica con su magnificación e iluminación mejoradas proporciona el acceso visual necesario para realizar técnicas microquirúrgicas con un mayor grado de confianza y precisión.^{80, 81, 31} La planificación del colgajo y de la sutura es optimizada con el abordaje microscópico.⁶¹ Los modernos procedimientos quirúrgicos endodónticos exigen un enfoque microscópico. El uso de los retro-espejos más pequeños permite que sea posible examinar cuidadosamente el segmento apical de la Raíz y realizar un bisel más moderado de la resección de la raíz y permite una preparación ultrasónica coaxial en la raíz.^{56, 57} Es posible que haya menos dolor y complicaciones en la fase postoperatoria, así como un pronóstico superior al de los procesos tradicionales.⁶¹

Referencias

- Syngcuk Kim PGRR. Atlas de Cirugía En Endodoncia Medica E, editor.: Ripano.
- Kim S. Modern Endodontic Practice: Instruments and Techniques. 2004 January; Volume 48.
- Gary B Carr DCAM. The Used of the Operating Microscope in Endodontics. Published by Elsevier Inc. 2010.
- Castellucci GBCaA. The Used of the Operating Microscope in Endodontics. Aesthet Dent. 2003; 15(377).
- Main K. Iqbal BD. Nonsurgical Ultrasonic Endodontic Instruments. Dent Clin N Am. 2004;(19-34).
- Gunnar Bergenholtz PHBCR. Textbook of Endodontology. Second Edition ed.: Wiley-Blackwell.
- M. KDMP. Use of the Microscope in Endodontics: Results of a Questionnaire. JOE. 2008 July; 34(7).
- M.E. LM. Endodoncia Ciencia y Tecnología tomo 3 M. GSC, editor.: Amolca; 2016.
- Syngcuk Kim MPSB. The Microscope and Endodontics. The dental Clinics of North America. 2004; 48(11-18).
- Sempira H. N HGR. frequency of second Mesio Buccal Canals in Maxillary Molars as Determined by Use of an Operating Microscope: A Clinical Study. Journal of Endodontics. 2000 noviembre; 26(11).
- R. R. Magnification and Illumination in apical surgery Endodontic Topics. Copurygth Blackwell Munksgaard. 2005 Nov; 56(77).
- Selden HS. The Dental-Operating Microscope and Its Slow Acceptance. Journal of Endodontics. 2002 March; 28(3).
- Cornelious Slaton C. Robert J. Loushine NWMHPFKDHP. Identification of Resected Root-end Dentinal Creacks: A Comparative Study of Visual Magnification. Journal of Endodontic. 2003 August; 29(6).
- Merino EM. Endodontic Microsurgery Germany: Quintessence Publishing; 2009.
- Garg Nisha GA. Textbook of Endodontics. 2nd ed.: JAYPEE.
- Sitbon Y ATSG. Minimal Intervention Dentistry: part 1 Contribution of the Operating Microscope to Dentistry. Br Dent J. 2014; 216:125-130.
- Gorduysus M. O GMFS. Operating Microscope Improves Negotiation of Second Mesio Buccal Canals in Maxillary Molars. Journal of Endodontics. 2001 noviembre; 27(11).
- S. DFMT. Endodontic Therapy Using Magnification Devices: A Systematic Review. Journal of Dentistry. 2010; 269(275).
- He BDGGSEJ. Magnification's Effect on Endodontic Fine Motor Skills. JOE. 2010 July; 36(7).
- Yoshifumi Kinomoto FTMHE. Optimal Positioning for a Dental Operating Microscope During Nonsurgical Endodontics. Journal of Endodontic. 2004 December; 30(12).
- Lynne A. Baldassari-Cruz aLRW. Efficacy

- tiveness of Gutta-Percha Removal With and Without the Microscope. *Journal of Endodontic*. 1999 septiembre; 25.
22. Michael E. Rampado LTSFJH. The Benefit of the Operating Microscope for Access Cavity Preparation by Undergraduate Students. *Journal of Endodontic*. 2004 December; 30(12).
 23. Massimo Del Fabbro ST. Endodontic therapy using magnification devices:A systematic review. *journal of dentistry*. 2010 January; (38).
 24. Coelho de Carvalho M. C ZLM. Orifice Locating with a Microscope. *Journal of Endodontics*. 2000 septiembre; 26(9).
 25. Coelho de Carvalho M. C ZLM. Orifice Locating with a Microscope. *Journal of Endodontics*. 2000 septiembre; 26(9).
 26. Baugh Dean JW. Middle Mesial Canal of the Mandibular First Molar:A Case Report and Literature Review. *Journal of Endodontic*. 2004 March; 30(3).
 27. B. NW. Elimination of Intracanal Metallic Obstructions by Abrasion Using an Operational Microscope and Ultrasonics. *Journal of Endodontics*. 2001 May; 27(5).
 28. Kim RRAS. Short-Term Observation of the Results of Endodontic Surgery with the Use of a Surgical Operartion Microscope and super- EBA as Root-End Filling Material. *Journal of Endodontics*. 1999 January; 25(1).
 29. Julian R. D. Moiseiwitsch MTCH. Non-surgical root canal therapy treatment with apparent indications for root-end surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 September; 86(3).
 30. Pete Mines. Use of the Microscope in Endodontics: A Report Based on a Questionnaire. *Journal of Endodontics*. 1999 noviembre ; 25(11).
 31. Rampado Michael. The Benefit of the Operating Microscope for Access Cavity Preparation By Undergraduate Students.

7. BIOPULPECTOMÍA Y NECROPULPECTOMÍA

*Katia Alcalá Barbosa
Judith Barba Oropeza
Salvador Márquez de Alba*

Biopulpectomía

Es el tratamiento de la pulpitis irreversible, etimológicamente (bio: vitalidad; pulp: pulpa; ectomía: corte). Definiéndose como la extirpación total de la pulpa cameral y radicular. (1Tratamiento profiláctico, para prevenir el desarrollo de un curso destructivo de la inflamación pulpar, el desarrollo de una necrosis y secuela inflamatoria de tejidos periapicales. Agresiones físico-químicas y bacterianas ocasionan patología pulpar de carácter inflamatorio, a menudo con sintomatología que al diagnosticarla permite planificar la terapéutica con un buen pronóstico. Necesario evaluar estado periodontal, rehabilitación funcional protésica y anomalías morfológicas.²

Objetivo de la biopulpectomía

- Alivio inmediato de una enfermedad dolorosa
- Excluir el sistema de conductos radiculares como fuente de infección
- Evitar síntomas dolorosos recurrentes locales y sistémicos.

Indicaciones para la biopulpectomía

- Pulpitis irreversible sintomática
- Pulpitis irreversible asintomática
- Por indicación protésica y/o quirúrgica
- Reabsorción interna

Historia clínica: La importancia de ésta desde el punto de vista odontológico, médico y legal.

Diagnóstico del estado pulpar

La diferenciación entre pulpa vital o necrótica es de vitalidad para determinar el procedimiento. Síntomas como Dolor (sordo o agudo; localizado o difuso; fugaz o persistente; continuo o intermitente), estos junto con un buen examen clínico (inspección, palpación y percusión), ayudan a este diagnóstico.⁴

La utilización del análisis de sensibilidad pulpar es de gran utilidad en el diagnóstico (Normalidad, inflamación o necrosis).

Dentro de los test pulpares están las pruebas térmicas (frio y calor, pruebas por

excelencia), eléctricas, flujometría por láser doppler y pulsioximetría.⁵

La vitalidad pulpar se comprueba clínicamente en la apertura, con consistencia normal, sangrado leve y color rojo rutilante.⁶

Durante el tratamiento no debe preocupar la eliminación de la infección que se encuentra en la porción más superficial de la pulpa, sino prevenir la contaminación.

Biológicamente, la biopulpectomía es un tratamiento simple. Se elimina tejido pulpar y el conducto radicular se vacía, limpia y ya conformado se obtura con un material biológicamente aceptable con sellado tridimensional. Porcentaje de éxito elevado.⁴

Presentaciones de los dientes vitales

Pulpa normal: La pulpa responderá a las pruebas complementarias, y los síntomas generados son leves, no resultan molestos y dan lugar a una sensación transitoria que revierte en cuestión de segundos. Se define como respuesta de escasa magnitud de cese inmediato.

El grado de calcificación pulpar puede ser variable, pero sin datos de reabsorción, caries o exposición pulpar mecánica.⁷

Pulpitis reversible: Basado en el diagnóstico que indica una inflamación pulpar que puede regresar a la normalidad. Tejido pulpar vital con áreas de inflamación que cicatrizan después de un procedimiento conservador de operatoria. Con síntomas únicamente provocados por estímulos térmicos (hipersensibilidad dentinaria) siendo reversible si se retira el factor irritativo.

Entre los factores etiológicos están las caries, la dentina expuesta, traumatismos, los tratamientos dentales recientes y las restauraciones nuevas o defectuosas.

Se presenta con sensibilidad al frío o cambios osmóticos (dulce y salado), respuesta intensa al frío y calor que cesa retirando el estímulo. No dolor espontáneo. Esto se conoce como sensibilidad (o hipersensibilidad) de la dentina (o dentinaria).

El paciente lo describe con necesidad de evitar alimentos o bebidas a temperaturas

extremas. La inflamación no se extiende a tejidos periapicales.⁵

Tratamiento. Remite espontáneamente a las 4 o 6 semanas, tras retirado el estímulo.⁷

Pulpitis irreversible: Cuando la afección pulpar evoluciona hacia una *pulpitis irreversible* es necesario instaurar un tratamiento para eliminar el tejido enfermo.⁵ El diagnóstico de pulpitis irreversible se puede dividir en asintomática y sintomática:

Sintomática: Diagnóstico con hallazgos subjetivos y objetivos que indican pulpa vital inflamada incapaz de cicatrizar por lo cual requiere remoción completa. Es una respuesta inflamatoria localizada a la invasión bacteriana del complejo pulpo dentinario. Con episodios de dolor intenso, breve, nocturno, espontáneo o provocado por estímulos térmicos. Las reacciones dolorosas pueden durar desde varios minutos a horas y despertar al paciente de sueño profundo. Reacción por más de 10 segundos (pulpitis irreversible).

Asintomática: Diagnóstico con hallazgos subjetivos y objetivos que indican pulpa vital inflamada incapaz de cicatrizar. No hay síntomas clínicos, la inflamación es producida por caries, excavación por caries o trauma. Si esta no es tratada, puede derivar en una pulpitis irreversible sintomática o necrosis. Estos dientes causan un dolor intermitente o espontáneo, la exposición a temperaturas extremas (frías), desencadenará episodios prolongados e intensos de dolor, incluso después de eliminar o retirar la fuente del estímulo.

Dientes vitales con inflamación extendida en periapical: Presentarán dolor a la percusión antes del tratamiento, se ha descrito que la reducción de la oclusión reduce el dolor postoperatorio.⁵

Pronóstico. La terapia pulpar vital puede ser tratada con (72.9% 99.4%). Existen e tratamientos en dientes vitales con exposición pulpar:

- Recubrimiento pulpar directo
- Pulpotomía parcial
- Pulpectomía

Difícil de evaluar una pulpa expuesta a caries. Pudiendo evaluar el grado de inflamación observando el grado de hemorragia (difícil de detener de 1-10 min). Siendo necesario realizar los dos primeros solo en pacientes jóvenes por su capacidad de curar. Con mejor resultado las dos últimas.⁸

En la biopulpectomía, cuando se respeta el límite apical a 1 o 2 mm de ápice radiográfico se preserva vitalidad pulpar del muñón pulpar con reparación más rápida y un postoperatorio asintomático.

Preparación biomecánica de los conductos radiculares. Tiene como finalidad en la biopulpectomías:

- Combatir la posible infección superficial de la pulpa.
- Remover la pulpa coronal y radicular, los restos pulpares y la sangre infiltrada en los túbulos dentinarios.
- Prevenir oscurecimiento de la corona dental
- Rectificar lo mejor posible, las curvaturas del conducto radicular.
- Preparar el tope apical
- Ensachar y alisar las paredes del conducto, dándole una conformación cónica.
- Remover restos pulpares y barrillo dentinario, resultantes de la instrumentación.
- Disminuir la tensión superficial de las paredes dentinarias.

La infección puede emanar de cualquier incumplimiento de la cadena aséptica de procedimientos realizados durante la operación. Por lo que la mejora en la destrucción bacteriana y la eliminación de restos de tejido pulpar de las paredes del conducto con cruciales.²

Cuando se ha penetrado en un conducto, se debe eliminar todo el tejido. La instrumentación parcial (es decir, dejar tejido remanente en el conducto) puede aumentar el dolor postoperatorio.⁹

Limpieza y conformación del sistema de conductos

Proceso de desbridamiento químico-mecánico o limpieza del sistema de conductos, descrito como remoción del contenido del sistema de conductos antes y durante la conformación.

Para Grossman, la limpieza mecánica (parte más importante). Schilder, considera la limpieza y conformación como base al éxito.

La instrumentación exhaustiva de la región apical ha sido considerada. Discutida como etapa crítica desde 1931 por Groove. Simón (apical como zona crítica). Baugh menciona como zona crítica los últimos 5 mm.¹⁰

Strindberg (preparación apical grande, pronóstico pobre). Kerekes y tronstand pronostico similar en ISO 20-40. Ampliación ISO de 50-70, más grande a su diámetro original, elimina dentina infectada, se cree que elimina mejor los microorganismos, promueve la desinfección en esta porción. Aunque tal ensanchamiento puede transportar el conducto y en peligro el pronóstico.¹¹

Límite apical

Constricción apical propuesta como terminación final de instrumentación y obturación. Parte más estrecha donde termina la pulpa y comienza el periodonto.

Riccuci defendió instrumentación en constricción apical, si se sobrepasa puede retrasar cicatrización y resultar efectos adversos. Materiales y medicamentos extruidos más allá promueven inflamación y reacción a cuerpo extraño. Riccuci y Iageland que instrumentación y obturación en constricción tiene el mejor pronóstico. Constricción apical no siempre presente y fácil de identificar.¹⁰

Estímulo para la formación de la barrea biológica

Cemento radicular es el mejor sellador de forámenes y foraminas accesorias apicales. Se ha demostrado que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ induce formación de tejidos duros en la disociación de iones hidroxilo y calcio. El ion calcio modula niveles de proteínas que inducen la formación de estos tejidos.

Después del tratamiento correcto, los agentes irritantes no llegan al periápice, dejan de producirse la respuesta inmunológica específica. Comienza días después, con la disminución de células inflamatorias y acción de fibroblastos, cementoblastos y osteoblastos.

El cierre del foramen apical se puede realizar por la formación de neocemento o hueso (sellado biológico duro) o tejido cicatrizal (sellado biológico blando).¹

Restauración

Restaurarse lo más pronto para evitar filtración coronal o fractura coronal. Si no requiere poste, un núcleo realizar. Restauración final con protección cuspléa.¹²

Una frente a dos sesiones de tratamiento.

Una sesión con varias ventajas, paciente ahorra tiempo y gastos. Ventajas en curvaturas, irregularidades y otras aberraciones de la anatomía del sistema de conductos, dominándolas en la misma sesión. Determinar longitud de trabajo lo cual facilita la obturación posteriormente en una segunda sesión. El dolor posoperatorio es más frecuente en dos citas o más.

Años de estudios han encontrado la tasa de éxito en pulpectomías, llevándolas correctamente, en un 90%.²

Otro factor en el éxito es la distancia del ápice anatómico a la terminación de la obturación de los conductos radiculares. Por lo tanto, la distancia de la obturación al ápice radiográfico no debe ser mayor a 3 mm, con una terminación entre 1 a 3.¹³

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicación intraconduc-

to para mejorar cicatrización de heridas requiere al menos dos sesiones. La explosión de la pulpa a caries no llega lejos en esta por lo que una sesión es razonable. No es necesaria la medicación intraconducto o antibiótica (puesto que no existe infección).¹

Factores que pueden contribuir al dolor postoperatorio

Factores dependientes del profesional:

- Desbridamiento inadecuado
- Técnica de instrumentación
- Irrigación
- Sobre instrumentación
- Obturación de conductos
- Sobreoclusión
- Numero de sesiones

Factores dependientes del diente

- Vitalidad pulpar
- Estado periapical
- Dolor preoperatorio

Gamet y cols. no consideran agudización el dolor posterior a la instrumentación en dientes vitales, puesto que la molestia postoperatoria no es severa y es normal al tratamiento.

Técnica de biopulpectomía

Conformada por una serie de etapas:

- Anestesia
- Preparación y aislamiento del campo quirúrgico: Máxima Asepsia, Campo de Visión y evita riesgos de deglución de instrumentos o desgarre de tejidos.
- Acceso cameral: Previo al acceso cameral, eliminar caries, restauraciones existentes, esmalte sin soporte, con fresas de carburo. Acceso cameral, control de la hemorragia con irrigación de NaOCl . Desgastes a conveniencia con Endo Z del techo cameral. Localizar conductos y acceder a estos sin lesionar piso con ex-

plorador DG16. Permeabilizar conductos con limas de pequeño calibre (tipo K) de esta manera se conoce si hay acceso directo o se roza con paredes y es necesario remodelarlas.¹

Desgastes compensatorios

Se realizan con fresas de carburo o gate glidden núms. 1, 2, 3. Esto permitiendo la entrada en línea recta, evitando la transportación y permitiendo un contacto más íntimo de las limas con las paredes del conducto radicular para mejor conformación y limpieza.⁴

Conductometría

Es el conocimiento de la longitud con una lima de calibre apropiado entre el foramen apical y referencia oclusal. Por medio de radiografía preoperatoria, sensación táctil o localizadores apicales.

Se toman radiografías orto, mesio y distoradial. Siendo un desafío determinar la constricción apical. Propuesto por algunos autores terminar a 1-2 mm de la constricción apical.⁵

Preparación biomecánica e irrigación

Preparación con una conicidad uniforme y continua, lo cual facilita la obturación.

Conservar la mayor cantidad de dentina radicular posible para no debilitar la raíz y prevenir fracturas verticales.

El calibre apical y el límite apical de la preparación se determinan en relación a la anatomía apical.¹⁴

El objetivo de la irrigación es la limpieza del conducto y lubricación de instrumentos, disolución de tejido orgánico con NaOCL y eliminación de barrillo dentinario con EDTA.¹

Obturación

Esta debe llevarse en una cita preferente-

mente para evitar filtraciones y contaminación o utilizar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o un cortico-esteroide entre citas.

La preparación para la obturación consiste en el secado de los conductos con puntas de papel estériles. Ya seco se obtura con cemento sellador y puntas de gutapercha con la técnica elegida.

Esta se deber realizar con materiales biocompatibles y bien adaptados en forma tridimensional de la anatomía interna del conducto radicular.

Necropulpectomia

Necrosis pulpar

En una *necrosis pulpar* (o *pulpa desvitalizada*), la vascularización pulpar es inexistente y los nervios pulpares no son funcionales, Esta afección es posterior a la pulpitis irreversible sintomática o asintomática.

Cuando la pulpa está totalmente necrosada, el diente suele estar asintomático hasta que aparecen síntomas por extensión de la enfermedad a los tejidos perirradiculares.⁵

Con necrosis pulpar, el diente no responderá a las pruebas pulpares eléctricas ni a la estimulación con frío. Sin embargo, si el calor se prolonga más tiempo, el diente puede responder a este estímulo. Esta respuesta podría estar relacionada con restos de líquido o gases en el espacio del conducto pulpar que se expanden y extienden a los tejidos periapicales.

Como ya se ha comentado, una lesión traumática de un diente puede impedir la falta de respuesta a las pruebas pulpares y simular una necrosis pulpar; por lo tanto, es obligatorio recopilar una buena anamnesis dental.⁵

La necrosis pulpar puede ser parcial o completa y afectar a todos los conductos en un diente multirradicular. Por dicha razón, el diente puede dar lugar a síntomas confusos, en los que las pruebas pulpares sobre una raíz pueden no evocar ninguna respuesta mientras que en otra pueden dar una res-

puesta de vitalidad. El diente puede mostrar también síntomas de una pulpitis irreversible.

Las bacterias pueden seguir creciendo en el interior del conducto una vez que la pulpa se necrosa. Cuando dicha infección (o las toxinas bacterianas de dicha infección) se extiende hacia el espacio del ligamento periodontal, el diente puede comenzar a ser sintomático a la percusión o mostrar un dolor espontáneo.

Pueden aparecer cambios radiológicos, desde un engrosamiento del espacio del ligamento periodontal hasta el aspecto de una lesión radiolúcida periapical. El diente puede volverse hipersensible al calor, e incluso a la temperatura de la cavidad bucal, y a menudo se alivia mediante aplicaciones de hielo.

Como ya se ha comentado, esto puede resultar sumamente útil para intentar localizar un diente necrótico cuando el dolor es referido o difuso.⁵

El profesional debe enfocar los casos no vitales agudos como un reto microbiológico. La causa de este cambio espectacular es el desequilibrio de la relación entre el parásito y el huésped. Puede ser por un aumento de la virulencia de las bacterias, por un cambio de la flora o por una reducción de los mecanismos de defensa del huésped.⁸ Estos cambios se pueden iniciar simplemente por la apertura del diente y el cambio que se produce en el entorno de la flora bacteriana.⁵

Tratamiento de la pulpa necrótica (Necropulpectomía)

Este se realiza sin importar si el sistema de conductos radiculares está infectado o no. Si no está infectada, es prevenir la colonización y multiplicación bacteriana en el espacio pulpar y prevenir la periodontitis apical sintomática y asintomática. En la mayoría de los casos este tratamiento es curativo y se inicia para eliminar la infección en el conducto, evitando o aliviando su propagación en los tejidos periapicales. Como impedir su diseminación de las bacterias a otros órganos

distantes. Este tratamiento es una alternativa siempre que el diente este restaurable. Realizado de una manera apropiada tiene un alto índice de éxito, cada 4 de 5 casos.^{15, 16}

Objetivo y estrategias generales del tratamiento

Excluir el sistema de conductos como fuente para microorganismos por lo cual se debe realizar el esfuerzo por eliminar las bacterias de este.

Proporcionar medidas para que la infección del conducto radicular no sea recurrente. Incluyendo diversas fases (limpieza con instrumentos, desinfección química y obturación del conducto radicular.

Si se conduce con éxito los síntomas clínicos de la periodontitis apical se vuelven asintomáticos, existiendo evidencia radiográfica.¹⁷

Perspectivas históricas

Con el descubrimiento de la función bacteriana en la enfermedad y periodontitis apical se enfatizó en el uso de antisépticos fuertes. Derivados del fenol (metiacresilacetato, y monoclórofenol alcanforado) formaldehído y sus derivados (formocresol y paraformaldehído). Aplicados en la entrada o interior del conducto en pasta o líquido (acción por evaporación) sin ayuda de limpieza u obturación. En otros tratamientos combinados con instrumentación y en materiales de obturación para su liberación continua. Su uso hoy en día se practica aún en muchos países y en otros con diversas preocupaciones serias.¹⁸

- Efectivo contra microbios, pero también daños en células y tejido celular.¹⁹
- Respuestas de sensibilidad e hipersensibilidad como riesgos carcinogénicos y mutagénicos.
- En formas líquidas inactivados con rapidez por exudado inflamatorio en horas o días.
- En materiales de obturación radicular provocan irritación tisular. O pierden su

actividad en una obturación y sellado coronal inapropiado.^{20, 21}

Hoy en día se ha cambiado para encontrar métodos más biocompatibles.

Esquema para un procedimiento de rutina de tratamiento de pulpa necrótica

- Valorar dificultades técnicas que pudieran presentarse durante el procedimiento. (Anatomía del conducto)
- Preparación del acceso coronal y localización de conductos.
- Proporcionar campos asépticos.
- Instrumentación mecánica
- Irrigación del sistema de conductos (eliminar los restos y desinfección química)
- Medicación antimicrobiana entre sesiones
- Sellado del sistema de conducto entre sesiones
- Evaluar el resultado del tratamiento inicial (síntomas)
- Realizar obturación
- Evaluación a los 6 y 9 meses.¹⁷

Valorar dificultades técnicas que pudieran presentarse durante el procedimiento (anatomía del conducto)

Preparación del acceso coronal y localización de conductos (apertura coronal). A menudo es práctico realizarlo sin colocar el dique de hule para alinear la dirección de la fresa con el eje longitudinal del diente y evitar perforaciones, principalmente en dientes de edad avanzada con cámara pulpar mineralizada y coronas artificiales.¹⁷

Proporcionar campos asépticos (técnicas asépticas). El tratamiento requiere de una técnica aséptica de operación. Encaminada a evitar la contaminación con microorganismos de mayor resistencia al tratamiento que los ya encontrados en el conducto radicular.

Entre los difíciles de manejar el grupo gram positivos facultativos (enterococos) y otras enterobacterias y levaduras llevadas por una falla en la asepsia. Otra falla frecuente es la filtración de la restauración temporal y dejar abiertos los conductos a la cavidad oral para que drenen. Recomendado remover placa dentobacteriana y cálculo, obturaciones, coronas defectuosas y dentina cariada antes de iniciar el tratamiento. Para iniciar el tratamiento es necesario el dique de hule, uso de fresas e instrumentos estériles.^{20, 17}

Instrumentación mecánica

Este procedimiento se realiza en el interior de los conductos con instrumentos manuales y rotatorios, para eliminar la mayor parte de bacterias y su aporte nutricional. Debe realizarse a través de toda su extensión del sistema de conductos hasta antes del foramen apical. Este procedimiento tiene como objetivo:

- Eliminar tantas bacterias como sea posible (adheridas y libres en el conducto)
- Eliminar las fuentes de sustrato (tejido necrótico y productos de colapso tisular)
- Eliminar paredes con dentina que ha sido infectada
- Proporcionar un acceso para soluciones irrigadoras (para mejor limpieza y desinfección quirúrgica)
- Crear un conducto limpio y conformado que facilita la obturación.¹⁷

La instrumentación no es sencilla, porque los microorganismos no solo se localizan en los conductos principales (también en ramificaciones, túbulos dentinarios, istmos, conductos laterales y áreas laterales de los conductos en forma oval). Siendo un reto para la limpieza y desinfección. Si estas zonas no se tocan con instrumentación y desinfección y se deja un absceso hacia apical, el tratamiento puede fracasar. Demostrado en estudios en conductos ovales por Wu M-K 2001, en istmos de raíces mesiales de molares mandibulares.^{22, 23}

Otro reto es en conductos bloqueados

y raíces extremadamente curvas (complican el procedimiento de instrumentación), conductos amplios de dientes no maduros (apoyándose más en desinfección química y obturación adecuada).

Para aumentar la capacidad de limpieza de las soluciones irrigadoras se recomienda la activación ultrasónica.²⁴

Consideraciones en los casos de rutina

Precauciones para evitar tres complicaciones principales:

- Permeabilidad del conducto bloqueada. Evitar fractura de instrumentos y escalones, siendo comunes en conductos estrechos y curvos por una técnica inapropiada. Evitando la remoción efectiva de la microbiota infecciosa.
- Reducir el riesgo de una exacerbación endodóntica y una sobre extensión del foramen apical. Siendo importante establecer la longitud de instrumentación (longitud de trabajo) existiendo dos métodos para determinar esa longitud (evaluación radiográfica y localizador electrónico de la constricción apical). En una longitud corta es una de las causas principales del fracaso.

Determinar la longitud de trabajo previniendo la instrumentación más allá del foramen apical y surgir una serie de complicaciones:

- Extrusión de microorganismos y restos infectados exacerbando una lesión no dolorosa, agravando una lesión dolorosa y alargando una periodontitis apical por un largo periodo.
- Promover la entrada de exudado al conducto (proporcionando los nutrientes para el crecimiento de microorganismos) y fracaso a largo plazo.
- Aumenta el riesgo de sobre obturación.

Perjudica el potencial de realizar una obturación radicular permanente (por un sello biológico). Transporte del conducto en dirección lateral (impidiendo la preparación del conducto principal).^{25, 26}

Control del dolor durante la instrumentación

El tratamiento de una pulpa necrótica no requiere anestesia. Sin embargo, aún en presencia de una radio lucidez, puede haber fibras nerviosas sensitivas en apical del conducto. Hay quienes deciden realizar el tratamiento sin anestesia para dirigirse en la sobre instrumentación del conducto. Sin embargo, la comodidad del paciente es la prioridad más alta.¹⁷

Irrigación y desinfección química

La instrumentación mecánica de los conductos radiculares necesita complementarse con irrigación frecuente. Entre sus propósitos están:

- Eliminar restos y partículas de Dentina
- Humectación de los conductos para el deslizamiento de los instrumentos
- Efectos antibacterianos
- Disolvente de tejido necrótico y orgánico, a donde no llegan los instrumentos
- Para disolver las capas manchadas

Entre sus principales propiedades debe hacer el mínimo daño a los tejidos y ser poco toxico en contacto con los tejidos periapicales.

Están disponibles varias soluciones para irrigar, pero ninguna satisface éstos requerimientos. Entre los más usados el hipoclorito de Sodio (NaOCl) y ácido etilendiaminotetracético (EDTA).²⁷

Hipoclorito de sodio

Este unifica tres cualidades importantes:

- Disuelven material orgánico
- Desinfectante potente
- En bajas concentraciones irrita a los tejidos en un grado mínimo

La capacidad de disolver depende del contacto entre la solución y el tejido. Los movimientos de instrumentación o el uso

del ultrasonido aceleran el proceso de disolución.

El NaOCl se inactiva en presencia de material oxidable, como restos de dentina y material orgánico. Por lo cual debe reponerse constantemente.

El NaOCl es un desinfectante fuerte de acción rápida, a bajas concentraciones es poco irritante (.5 a 1%) y muy irritante a altas concentraciones (2.5 a 5%). Por lo cual es polémico su uso (por precaución o por su efecto antibacterial).¹⁷

Procedimiento clínico 9-1³

Ácido etilendiaminotetraacético

Es un quelante del calcio que ayuda a remover la capa residual. Compuesta por partículas de dentina incrustadas en una masa amorfa de material orgánico en las paredes. El NaOCl es incapaz de disolver estos restos, que a menudo contienen bacterias. Hay quienes defienden esta capa por que bloquea y quienes están en contra porque impide la penetración de los desinfectantes a los túbulos dentinarios. Como interfiere con la adhesión y penetración del material de obturación. Utilizando el EDTA de uno a 5 minutos.¹⁷

Otros irrigadores y métodos para desinfección de conductos

Gran variedad de otros desinfectantes (detergentes, quimioterapéuticos, ácidos y combinaciones) con muy poca evidencia.

Clorhexidina: Muy utilizado en medicina y dentalmente. Biocompatible y se adhiere a la hidroxiapatita, con actividad antimicrobiana extensa. Por su afinidad a dentina se a sugerido que tiene actividad prolongada. Faltando estudios para su uso. Muy poco irritante en tejidos.

Antibióticos: Inapropiado por su ilimitada eficacia en estudios, por su sensibilización y inducción de resistencia bacteriana. Recientemente MTAD (Doxiciclina, ácido cítrico y un detergente) han ganado popularidad como uso después del NaOCl.

Tratamiento fotodinámico: Se encuentra en estudio. Es la activación de químicos activos no tóxicos para generar radicales libres de oxígeno con foto activación.¹⁷

Medicación o apósito entre sesiones

La preparación Químico mecánica deja los conductos radiculares libres de microorganismos cultivables de un 50 a 80%. Siendo muy efectiva la instrumentación e irrigación. Sin embargo, si hay espacio y potencial para aporte nutricional después del procedimiento, puede haber recrecimiento de la cantidad original. Siendo necesario tomar más medidas para controlar la infección.¹⁷

Dos métodos para hacer inofensivas a las bacterias restantes:

1. Aplicar un desinfectante en los conductos instrumentados entre sesiones.
2. Endodoncia en una sesión: sepultando (quedando privadas del aporte nutricional) o matando los microorganismos en el proceso de endurecimiento del cemento. Defienden una sesión por ahorro de tiempo, como el conocimiento actual de peculiaridades anatómicas (curvaturas e irregularidades). Pudiendo fracasar por que no siempre quedan las obturaciones herméticas. Encontró que reduce el éxito cuando se encuentran microorganismos cultivables antes de obturar. Siendo actualmente muy controvertida una o dos sesiones.

Razones para posponer la obturación radicular a una sesión siguiente:

- Observar el efecto directo del tratamiento en los síntomas clínicos (dolor, inflamación y tracto sinuoso) como lesiones con pronóstico dudoso. Complicando la reanudación si se obturó.
- Para controlar el exudado, sangrado y supuración apical.
- Asegurar el tiempo para terminar la preparación biomecánica adecuadamente.

Selección del apósito intraconducto

El Yoduro de potasio en yodo (IKI al 5 y 10 %) es una solución acuosa (Orstavik D, 1990) desinfectante potente, citotoxicidad baja, con baja duración (lo cual es inapropiado para usos prolongados). Siendo los medicamentos líquidos útiles por 5 a 10 porque son inactivados rápidamente.

Elegir una sustancia que no se remplace con facilidad por líquidos tisulares y permanezca por semanas o meses. Una suspensión acuosa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ combina varias características atractivas. Fuertemente alcalina (pH 12.5), se disocia en iones de calcio e hidroxilo en solución acuosa. Siendo antimicrobiano el ion hidroxilo (bactericida) y capacidad de disolver tejidos.

Su función sustancial es el bloqueo del recrecimiento bacteriano. Que puede ocurrir por:

- Llenado del conducto radicular y guardador del espacio
- Bloqueo de aporte nutricional proveniente del exudado inflamatorio, en particular con lesiones periapicales sintomáticas (donde el exudado interfiere con una buena desinfección adecuada y adhesión del material de obturación) estando contraindicado obturar en estas situaciones.
- Como disuasivo a la entrada de nuevas bacterias al conducto por el ion hidroxilo.
- Al ser bloqueado el conducto radicular a exudado inflamatorio y crecimiento bacteriano, promueve la recuperación de la fase aguda.

Por su baja solubilidad se limita a microorganismos cercanos. No eliminando estos en parte nos instrumentadas o túbulos dentinarios. La colocación del apósito permite observar la recuperación tisular en progreso.¹⁷

Cierre del sistema de conductos radiculares entre sesiones

Excluir la contaminación bacteriana es ne-

cesario entre sesiones con selladores temporales adecuados. Nunca deben quedarse los conductos abiertos a la cavidad oral por riesgo de contaminación.

El primer paso es llenar el espacio radicular con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (polvo y agua estéril) en forma pastosa y llevado con léntulo. Con presión final de una torunda de algodón para compactarlo. Siendo riesgoso de extruir el material por este método, pero más efectivo que con jeringa (Peters CI 2005). Eliminar exceso y humedad con punta de papel o torunda de algodón. Luego sellar con un cemento temporal (Cavit, óxido de cinc-eugenol) o cemento más rígido (cemento de fosfato de cinc, IRM, ionómero de vidrio).

Hasta ahora no existe medio para decidir cuándo se ha completado la eliminación bacteriana. Una prueba de cultivo negativo no es señal de desinfección exitosa, puesto que organismos escapan a la detección de muestreo.¹⁷

Seguimiento clínico y radiográfico

Revisiones en periodos de 6 a 12 meses. Asegurándonos por medios clínicos y radiográficos, que la recuperación se encuentra en progreso. Signos de resultado exitoso es ningún síntoma (dolor, tracto sinuoso, sensibilidad e inflamación).

Criterios de valoración:

- Sin dolor a la palpación apical
- Sin dolor ni hipersensibilidad a la percusión
- Sin tracto sinuoso
- Sin hinchazón
- Curación completa del hueso
- Detención de la resorción de la raíz.
- Disminución en profundidades al Sondeo de bolsas periodontales

En el control radiográfico revela que la radiolucidez ha desaparecido, en 4 a 6 meses el examen radiográfico revela recuperación y posible recuperación total en un año, si no muestra recuperación, considerar procedimiento quirúrgico.

Si es necesario, se sellará temporalmente el órgano dentario y se esperará una mejoría y su posterior restauración.¹⁷

Referencias

1. Canalda C, Brau E, Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Barcelona, España; editorial Elsevier, 2006
2. Gesi G, Bergenholtz G. Pulpectomy-studies on outcome. Endodontic Topics 2003, 5, 57-70
3. Soares I, Goldberg F, Endodoncia. Técnica y Fundamentos. Buenos Aires. Editorial Medica Panamericana, 2012
4. Kenneth M. Hargreaves, Stephen Cohen. Vías de la pulpa, onceava edición. Editorial ELSEVIER MOSBY.
5. Mejare I, Axelsson S, Davidson T et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. International Endodontic journal. 2012, 45: 597-613.
6. Gutmann J, Iovdahl P. Solucion de problemas en endodoncia. Prevención, identificación y tratamiento. Barcelona, España. Editorial Elsevier 2012
7. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital Pulp Therapy in Vital Permanent teeth with Cariously Exposed Pulp: A Systematic Review. JOE. 2011 37, (5): 581-587
8. Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L, Leung A. The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation, J Endod 24. 492, 1998.
9. Baugh D, Wallace J. The Role apical Instrumentation in Root Canal Treatment: A Review of the Literature. JOE 2005: 31(5), 333-340.
10. Friedman S. Prognosis of initial endodontic Therapy. Endodontic Topics 2002. 2 (1). 59-88.
11. Salehrabi R, Rotstein L. Endodontic Treatment Outcomes in a Large Patient population in The USA; An Epidemiological Study. JOE. 2004; 846-850
12. Horsted P, Lovschall H. Treatment outcome of vital pulp treatment. Endodontic Topics 2002, 2, 24-34
13. Hulsmann M, Peters O, Dummer P Mechanical preparation of root canals; shaping goals, techniques and means. Endodontic Topics 10; 30-76
14. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K; Factors affecting the long-term results of endodontic treatment J Endod 1990; 16; 498-504
15. Kasmer Kerekes, DDS, and Leif Tronstad, DDS, PhD, Oslo. Long-term Results of Endodontic Treatment Performed with a standardized technique 83-90
16. Endodoncia, Segunda edición. Gunnar Bergenholtz, Preben Horsted-Bindslev, Claes Reit. Manual moderno (140-159).
17. Chong BS, Pitt Ford TR; The role of intracanal medication in root canal treatment. Int Endod J; 25; 2 97-106
18. Spangberg L, Rutberg M, Rydinge E; Biologic effect of endodontic antimicrobial agents. J Endod 1979; 5; 166-175
19. Messer HH, Chen RS; The duration of effectiveness of root canal medicaments. J Endod 1984; 10; 240-245
20. Gilbert DB, Germaine GR, Jensen JR; Inactivation By saliva and serum of the antimicrobial activity of some commonly used root canal sealer cements. J Endod 1978; 100-105.
21. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, Winkelhoff AJ; Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. J Endod 2001, 76-81.
22. Nair PNR, Henry S, Cano V, Vera J; Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after, one – visit, endodontic treatment. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, Endod 2005; 99; 231-252.
23. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu M-K, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal; a review of the literature. Int J endod 2007 415-426
24. Nair PNR, Sjogren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G; Intraradicular bacteria and fungi in root filled, asymptomatic Human Teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. J Endod 1990; 16; 580-588.
25. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G,

Wing K; Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 1990; 16; 498-504.

26. Haapasalo HK, Qian W, Portenier I et al., Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. J Endod 2007; 33; 917-925

8. TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DE ANESTESIA EN ENDODONCIA

*María Fernanda Yáñez Acosta
Karina Berenice Acero Vargas
Adriana Nathalí Aceves Díaz*

Analgesia es el estado del cual el paciente no puede apreciar el dolor, pero está consciente de lo que sucede. La analgesia general significa pérdida de la sensación de dolor en todo el cuerpo.

Analgesia local se define como la pérdida de la sensación de dolor de una zona limitada puede lograrse por aplicación superficial o infiltración e inyección regional de fármacos. Anestesia significa la pérdida total de toda sensación que incluye el dolor, aunque esta palabra se utiliza de manera incorrecta para describir la pérdida de sensación táctil únicamente. El término anestesia local indica que se ha utilizado una droga potente para provocar la pérdida temporal de todo tipo de sensaciones en una zona limitada del cuerpo.¹

Fisiología de los nervios periféricos

La función de un nervio consiste en transportar mensajes desde una parte del cuerpo a otra. Estos mensajes, en forma de potenciales de acción eléctricos, se denominan impulsos. Los potenciales de acción son despolarizaciones transitorias de la membrana debido a un incremento breve en la permeabilidad de la membrana al sodio, Y por

lo general también a un incremento tardío a la permeabilidad al potasio.² Los impulsos se iniciarán mediante estímulos químicos, térmicos, mecánicos o eléctricos.³

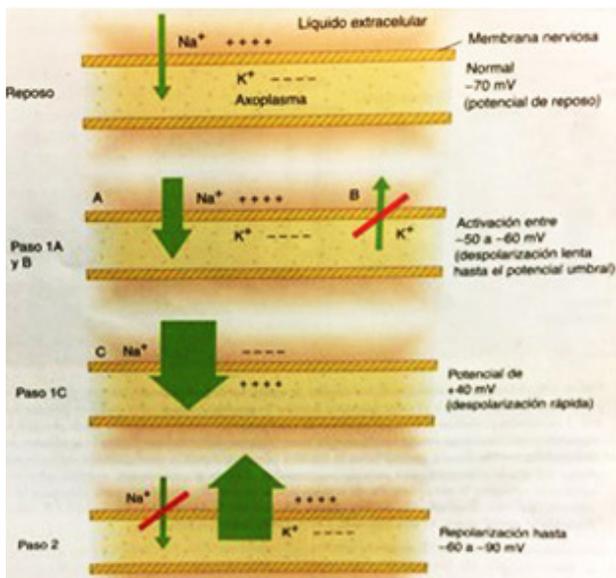
Conducción nerviosa

A continuación, se describen los acontecimientos eléctricos que se produce en el interior del nervio durante la conducción de un impulso.

Paso 1. Un estímulo excitante tienes en cadena la siguiente secuencia de acontecimientos:

- Una fase inicial de despolarización lenta. El potencial eléctrico en el interior del nervio se vuelve ligeramente menos negativo (Fig. 1.7, paso 1A).
- Cuando potencial eléctrico en descenso alcanzado un valor crítico, se produce una fase de despolarización muy rápida. Este es el denominado potencial umbral O umbral de disparo (Fig. 1, paso 1B).
- Esta fase de despolarización rápida produce una inversión del potencial eléctrico a través de la membrana nerviosa (Fig 1, paso 1C). En el interior del nervio esa

Figura 1



Tomada de Malamed (2006).

hora eléctricamente positiva con respecto al exterior. En el interior de la neurona existe un potencial eléctrico de + 40 mV.

Paso 2. Después estos pasos de despolarización se produce la repolarización (Fig. 1.7, paso 2). El potencial eléctrico de la neurona se ve negatividad de forma progresiva dentro de la neurona con respecto al exterior, hasta vuelve a alcanzarse de nuevo el potencial de reposo -70 mV.

Mecanismo y lugar de acción de los anestésicos locales

Los anestésicos locales alteran los procesos de generación y transmisión del impulso de la siguiente manera:

- Alterando el potencial de reposo básico de la membrana nerviosa
- Alterando el potencial umbral (valor de activación)
- Disminuyendo la velocidad de la despolarización.
- Prolongando la velocidad de la repolarización.³

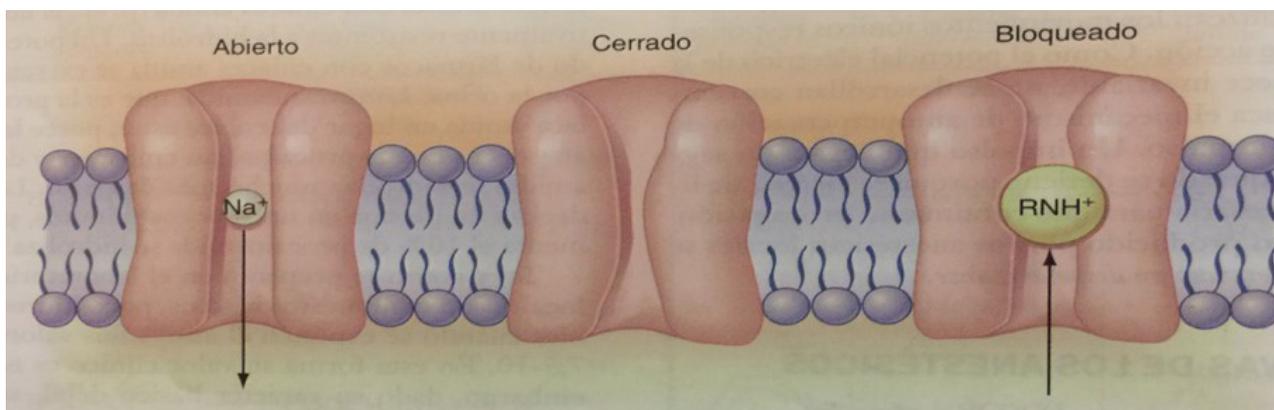
Se ha establecido que los efectos de los anestésicos locales se producen durante la fase de despolarización del potencial de acción.⁴

Debido a ello, la despolarización celular es insuficiente para reducir el potencial de membrana de una fibra nerviosa hasta su valor de activación, y no se desarrolla un potencial de acción propagado.³

Anestésicos locales

Son sustancias químicas que, con concentraciones adecuadas y aplicadas en el sitio

Figura 2



Canal de entrada. A la izquierda se aprecia un canal abierto permeable al ion sodio hacia adentro. El canal del centro está en la configuración cerrada de reposo, si bien en dicha configuración es impermeable al sodio, el canal sigue siendo sensible al voltaje. El canal de la derecha, aunque está en una configuración abierta, es impermeable porque tiene un catión anestésico unido al receptor de la puerta. Obsérvese que el anestésico local penetra en el canal desde el lado axoplásmico (inferior); el filtro del canal impide la entrada directa a través de la boca externa. El anestésico local impermeabiliza la membrana de sodio; de ahí que no resulte excitable a las contracciones de acción locales (Tomada de Malamed, 2006).

apropiado, bloquean la conducción, tanto sensitiva como motora de los impulsos nerviosos de forma reversible. Actuar en cualquier célula excitable, por lo tanto, cuando se absorben, son capaces de producir efectos en órganos, aparatos y sistemas.

Características de un anestésico local ideal

- Es potente y eficaz a bajas concentraciones.
- Tiene un tiempo de latencia corta.
- No es tóxico
- No produce reacciones de hipersensibilidad o alergia.
- Se puede elegir la duración de su efecto
- Se puede administrar por diferentes vías.
- Se absorben lentamente
- Posee un metabolismo o biotransformación fácil y rápida.
- No es teratógeno
- Tiene una vía fácil y rápida de excreción
- Bajo costo
- Fecha de caducidad largo plazo
- Se puede combinar con otros fármacos.⁵

Disociación de los anestésicos

Una vez inyectados, los anestésicos se disocian en:

- Una forma base sin carga y liposoluble por lo que puede penetrar a la vaina nerviosa.
- Una forma cargada positivamente o catión llega al receptor R-LA dentro del canal de Na. Si hay un pH ácido, casi toda la solución inyectada está en la forma de catión y no puede penetrar la fibra nerviosa.

Índice de disociación de los anestésicos(pKa)

Es el pH en donde mejor se absorbe el anestésico:

- Si hay acidez en el tejido, el anestésico se hidroliza y no puede penetrar la membrana (el catión está bien, pero la base no).

- Si hay alcalinidad en el tejido, el anestésico está en forma base sin carga, es liposoluble, por lo que penetra, pero no se une adecuadamente (menos forma catiónica).

Anestésico	pKa	Nota
Mepivacaína	7.6	Es el que mejor funciona en un pH ácido, por lo tanto es el más potente cuando hay dolor previo.
Lidocaína	7.9	
Prilocaína	7.9	
Bupivacaína	8.1	

Tomada de: Manual de farmacología, Vera Jorge

Los anestésicos que contienen epinefrina se acidifican para inhibir la oxidación de la epinefrina como vasoconstrictor. El pH de solución sin epinefrina es de 5.5 y con epinefrina es de 3.3 (esta causa mayor dolor al inyectar y su periodo de latencia es mayor). Si se alcaliniza el cartucho se acelera su acción, se eleva la efectividad clínica y se reduce el dolor de la inyección. La monoaminooxidasa destruye el levonordefrin y según algunos autores tiene efecto también sobre la epinefrina. La epinefrina también es destruida por la enzima catecolamin-transferasa.⁶

Tipos de anestésicos

Clasificación de los anestésicos locales

Esteres	Amidas
Ésteres de ácido benzoico	Articaína
Butacaína	Bupivacaína
Cocaína	Dibucaína
Benzocaína	Etidocaína
Hexilcaína	Lidocaína
Piperocaína	Mepivacaína
Ésteres de ácido paraaminobenzoicos	Prilocaína
Cloroprocaína	Ropivacaína
Procaína	
Propoxicaína	

Tomada de Malamed (2006).

Anestésicos de tipo éster son más alérgicos que los de tipo amida.⁷

Muchos fármacos se encuadran como anestésicos locales y tienen su hueco entre los profesionales médicos, pero solo unos pocos se utilizan en Endodoncia.³

Anestésicos locales de tipo amida más utilizados en endodoncia

Lidocaína

El clorhidrato de lidocaína se sintetizó en 1943 y en 1948, se convirtió en el primer anestésico local de tipo amida que se comercializó. La alergia los anestésicos locales de tipo amida es casi inexistente las reacciones alérgicas verdaderas documentadas y reproducibles resultan muy raras, aunque posibles.^{8,9}

Metabolismo: En el hígado.

Excreción: Vía renal.

Se encontró que la administración de una solución de articaína para la anestesia local en odontología tiene una ventaja sobre lidocaína con respecto a la realización de éxito anestesia pulpar.¹⁰

Mepivacaína

Las propiedades vasodilatadoras leves de la mepivacaína proporcionan una duración anestésica superior a la de la mayor parte del resto de anestésicos locales cuando el fármaco se administra sin vasoconstrictor.

Metabolismo: En el hígado.

Excreción: Vía renal.

Mepivacaína mostró mayor duración en los parámetros de prueba térmicas y mecánicas y a las fibras nerviosas asociadas, en comparación de la articaína, ambos sin vasoconstrictor.¹¹

Articaína

Como es un fármaco aparición relativamente reciente en Estados Unidos, ha sido objeto de números debates y de muchas afirmaciones por parte de los odontólogos, algunas buenas (latencias cortas, índice de éxito alto, no suele fallar) y algunas malas (mayor riesgo de parestesias).

Se ha argumentado que la articaína es capaz de difundir a través de partes blandas y duras como más severidad que otros anestésicos locales.^{12,13}

Metabolismo: En el hígado y en plasma

Excreción: Vía renal.

Los resultados mostraron que la articaína tiene 2.44 veces más probabilidades de producir éxito de anestesia que la lidocaína.¹⁴

Para aumentar la duración de los anestésicos locales se utiliza vasoconstrictores como felipresina y epinefrina.

Vasoconstrictor

Función: Prolonga el efecto del anestésico (no incrementa el efecto sólo hace que dure más). Menor toxicidad sistémica del anestésico. Menor sangrado.

Dosis máxima de vasoconstrictor paciente normal: 0.2 mg por cita (20 ml de 1: 100,000 - 11 cartuchos)

Paciente cardiópata: 0.04 mg por cita (4ml de 1: 100,000 - 2 cartuchos).³

Duración del anestésico

Duración	Tiempo	Anestésico
Corta	30 min	Lidocaína 2% Mepivacaína 3%
Intermedia	60 min	Articaína 4% Lidocaína 2% Mepivacaína 3% Con vasoconstrictor
Larga	Más de 90 min	Vupivacaína

Tomada de Malamed (2006).

Anestésico	Comienzo	Duración pulpar	Tejidos
Mepivacaína 3%	3-5 min	20-40 min	2-3 h
Lidocaína 2%	3-5 min	5-10 min	2-3 h
Lidocaína con EPI 1: 100K	3-5 min	60 min	3-5 h
Articaína 4% EPI 1: 100K	3-5 min	60 min	3-5 h
Mepivacaína 2% EPI 1: 80K	3-5 min	60 min	3-5 h

Tomada de Malamed (2006).

Dosis máximas de anestésicos locales

	Mg/Kg	DMR	%	Mg/ml	1.8 ml 1 cartucho mg
Articaína c/Epi	7 mg	500 mg	4%	40	72 mg
Lidocaína c/Epi	6.6 mg	500 mg	2%	20	36 mg
Mepivacaína c/Epi	6.6 mg	400 mg	3%	30	54 mg
Mepivacaína	6.6 mg	400 mg	2%	20	36 mg

Tomada de Malamed (2006).

Contraindicaciones de los anestésicos locales

- Alergia confirmada a los Anestésicos locales.
- Hipersensibilidad a la epinefrina.
- Reacción alérgica al bisulfito de sodio.³
- Las alergias a anestésicos locales se sitúan en la parte inferior de una larga lista de diagnósticos diferenciales de las posibles causas de las reacciones adversas a los medicamentos.¹⁵
- Los sulfitos son antioxidantes que liberan dióxido de azufre, un componente activo, que puede ayudar a estabilizar la epinefrina en los anestésicos locales. La mayoría de los anestésicos dentales actuales con vasoconstrictor contienen el metabisulfito, bisulfato de sodio, o potasio como conservadores. Los metabisulfitos pueden causar reacciones de hipersensibilidad.¹⁶
- Pacientes con ciertas enfermedades no cardiovasculares (disfunción tiroides, o hipersensibilidad a bisulfitos).
- Pacientes en tratamiento con IMAO, antidepresivos tricíclicos y fenotiazinas.

Consideraciones al anestesiar

- Punto de apoyo: control de la jeringa.
- No presionar demasiado el cartucho al infiltrar el anestésico.
- Dirección de la aguja: el bisel: siempre hacia hueso para no rasgar el periostio.
- Aspiración: evitar estar en vaso sanguíneo.¹⁹

Consideraciones sobre los anestésicos locales en endodoncia

1. *Efectos de la inflamación sobre la anestesia local.* La inflamación y la infección disminuyen el pH de los tejidos y modifican la capacidad del anestésico local de producir un efecto anestésico clínicamente adecuado.³

La mayor parte de los anestésicos locales son bases débiles. Los anestésicos locales se inyectan en su forma de sal-ácida, lo que potencia su hidrosolubilidad y su estabilidad. Cuando se inyecta un anestésico local en los tejidos, es rápidamente neutralizado por los líquidos taponadores tisulares y una fracción de la forma catiónica (RNH⁺) se convierte en base no ionizada (RN). La base no ionizada posee la capacidad de difundir en el interior del nervio. La inflamación o la infección periapical disminuyen el pH en la región

Contraindicaciones de los vasoconstrictores

Existen pocas contraindicaciones para la administración de vasoconstrictores a los anestésicos locales en odontología. En todos los pacientes, y en algunos en concreto, deben sopesarse los beneficios y los riesgos de incluir un vasoconstrictor en la solución de anestésico local con lo que supone un anestésico local sin vasoconstrictor.^{17, 18}

En general, estos grupos son:

- Pacientes con una enfermedad cardiovascular significativa (ASA III O IV)

afectada (pH del pus: 5.5-5.6). El incremento de acidez produce varios efectos.²⁰

En primer lugar, limita la formación de la forma básica ionizada (RN) y favorece la formación de la forma catiónica (RNH⁺). La forma RN posee la capacidad de difundir al interior del nervio cuando el pH intraneural es normal (7.3) y se reequilibra. La forma RNH⁺ bloquea los canales de sodio, pero al existir menos cationes disponibles en el interior de la vaina nerviosa, aumenta la probabilidad de que no se alcance una anestesia completa.^{21, 22} El efecto global del atraimiento iónico es el retraso en el inicio de la acción anestésica la interferencia con el bloqueo nervioso.²³ Brown demostró que los exudados inflamatorios favorecen la conducción nerviosa al disminuir el umbral de la respuesta nerviosa,¹⁵ lo que puede inhibir el efecto anestésico local.

2. *En caso de inflamación titular existen dos métodos principales para lograr una anestesia adecuada mediante bloqueo de nervio.*

- Administrar el anestésico local en una zona alejada del área inflamada. Nos es conveniente inyectar la solución anestésica en las áreas con signos de infección por la posibilidad de extender la infección a otras zonas no afectadas.^{17, 18}
- La anestesia mediante bloqueo nervioso regional es un método importante para controlar el dolor en una pieza dentaría con afección pulpar.
- Inyección de una mayor cantidad de volumen de solución anestésica en la región. De este modo se deposita un mayor número de moléculas básicas no cargadas que son capaces de alcanzar el nervio por difusión, lo que aumenta las probabilidades de conseguir un efecto anestésico satisfactorio.^{24, 25}

3. *Reinyección de anestésico local.* Con frecuencia, los procedimientos odontológicos se prolongan más allá de la duración de la analgesia eficaz desde el punto de vista clínico, por lo que es necesario repetir la inyección del anestésico. En general, esta repetición consigue obtener de nuevo al instante

una anestesia profunda, en algunas ocasiones, sin embargo, el médico puede encontrarse con grandes dificultades para restablecer una analgesia adecuada.

Recurrencia de una anestesia profunda inmediata. En el momento del re inyección, La concentración del anestésico local en las fibras estratificadas es inferior a la que se encuentra en las fibras localizadas de un modo más central. Las fibras estratificadas recuperadas en parte siguen teniendo cierta cantidad de residuo anestésico, Aunque no lo suficiente para proporcionar una anestesia completa. Después de depositar una nueva concentración elevada de anestésico cerca del nervio, las fibras estratificadas se ven expuestas otra vez un gradiente de concentración que se dirige hacia el interior del nervio. Esta combinación de solución anestésica residual (en el nervio) y del depósito vuelven a dar lugar a un inicio rápido de una anestesia profunda con un volumen de anestésico inferior al administrado.

Dificultad para alcanzar de nuevo una anestesia profunda. En esta segunda situación, como en la primera el procedimiento odontológico se ha prolongado más allá de la eficacia clínica del anestésico local, y el paciente comienza a experimentar dolor. El médico administra un nuevo volumen de anestésico local, pero, a diferencia del primer caso, no se consigue restablecer una emergencia adecuada.³

Taquifilaxia: en esta situación clínica, definida como un aumento de la tolerancia un fármaco que sea administrador repetidamente. Es mucho más probable que se desarrolle si se permite que la función se recupere antes de realizar la reinyección (p. ej. Si el paciente se queja de dolor). La duración, la intensidad y la distribución de la anestesia con la reinyección disminuyen de forma notable.²⁶

Factores que afectan la anestesia en endodoncia

Consideraciones emocionales, Además del cambio en el tejido alteran la efectividad de la anestesia local. Un paciente que está psicológicamente perturbado y tiene una pulpa inflamada tiene un menor umbral de dolor. Además, el nervio trigémino, que suministra inervación sensorial primaria a las estructuras orales, es una entidad compleja. El conocimiento de sus características más comunes de anatomía ayuda al clínico a obtener con éxito la anestesia.

Aprehensión y ansiedad

Muchos pacientes endodónticos han oído historias de horror sobre el tratamiento del canal. La causa no puede ser el tratamiento sino la experiencia de un diente doloroso o “infectado”. Recuerdan vívidamente el dolor, la hinchazón y las noches de insomnio asociadas con el diente antes del tratamiento. El procedimiento en sí mismo es generalmente menos amenazante: una encuesta de pacientes endodónticos que completaron la terapia indicó que el 96% estaría de acuerdo en tener futuro tratamiento de conducto radicular. Por lo tanto, porque temen lo desconocido y haber oído historias desfavorables, los pacientes son aprehensivos o ansiosos. Esta emoción desempeña un papel en sus percepciones y también afecta cómo reaccionan al dolor. Muchos pacientes pueden ocultar efectivamente esta aprehensión.

Fatiga

Conforme pasan los días, muchos pacientes con dolor dental no duermen bien, no comen apropiadamente, y no llevan sus funciones de forma normal. En consecuencia, muchos se muestran aprehensivos y ansiosos. El resultado final es pacientes con una disminución de la capacidad para controlar el estrés y una menor tolerancia al dolor.

Manejo inicial

La fase temprana del tratamiento es muy importante. Si el paciente se maneja adecuadamente y las técnicas anestésicas se

realizan con exceso, el umbral del dolor se eleva. El resultado es una anestesia más predecible y un paciente menos aprehensivo y más cooperativo.

El enfoque psicológico involucra las cuatro “C”: control, comunicación, preocupación y confianza. El control es importante y se logra obteniendo y manteniendo la parte superior.

La comunicación se logra escuchando al paciente y explicando qué debe hacerse y qué espera el paciente. La preocupación se manifiesta verbalizando la conciencia de las aprehensiones del paciente. La confianza se expresa en el lenguaje corporal y en un estilo profesional de comunicación, y comunicación, dando confianza al paciente en las habilidades de manejo, diagnóstico y tratamiento del dentista. El manejo de las cuatro C efectivamente, tranquiliza al paciente, elevando así el umbral del dolor.

Temas relacionados con el dolor por inyección

Los siguientes puntos son esenciales para disminuir el dolor durante la inyección.

- Obtener la confianza del paciente: estableciendo una comunicación adecuada, mostrando empatía, informando lo necesario acerca del tratamiento, esto disminuirá la aprensión del paciente.
- Anestesia tópica: El aspecto más importante del uso de la anestesia tópica no es principalmente la disminución real en la sensibilidad de la mucosa, sino más bien la preocupación demostrada de que todo lo posible se está haciendo para prevenir el dolor
- Calentamiento de la solución: Una creencia común es que una solución anestésica calentada por encima de la temperatura corporal es mejor tolerada y disminuye el dolor durante la inyección. Aunque algunos estudios han demostrado que las soluciones anestésicas con calentamiento no reducen el dolor de la inyección,¹⁵⁻¹⁷ otros estudios han encontrado que el calentamiento redujo este do-

lor.¹⁸⁻²⁰ Más investigación son necesaria para determinar si el calentamiento de soluciones anestésicas es beneficioso.

- Inserción de la aguja: esta debe ser insertada suavemente.
- Agujas de calibre pequeño: Un error común es que las agujas más pequeñas causan menos dolor, esto no es para agujas dentales. Los pacientes no pueden diferenciar entre calibre 25, 27 y 30 durante las inyecciones. Estos tamaños tienen patrones de deflexión similares y resistencia a la rotura. Sin embargo, para prevenir las agujas rotas al administrar bloqueos de nervios alveolares inferiores, no use agujas de calibre 30. Como recomendación, una aguja de calibre 27 es adecuada para la mayoría de las inyecciones dentales convencionales.
- Inyección lenta: cuando una infiltración se lleva a cabo de manera lenta, será más confortable para el paciente.²⁷

Técnicas anestésicas

Para anestesiarse las piezas dentarias con la sección pulpar se recomienda las siguientes técnicas: la infiltración local (inyección suprapariosteal), el bloqueo nervioso regional, la inyección intrapulpar, la inyección de ligamento periodontal, la inyección intraseptal y la inyección intraósea (la popularidad de la inyección intraósea ha experimentado un resurgimiento en los últimos años,^{28, 29} con esta técnica se consigue un efecto anestésico lo suficientemente profundo para permitir el acceso a la cámara pulpar).

El orden de exposición de estas técnicas es la secuencia habitual que suele seguir con el fin de lograr el efecto anestésico.³

Referencias

1. Roberts Dh FR. Analgesia local en odontología. 3rd ed. México: El Manual Moderno; 1989.
2. Heavner J. Molecular Action of local Anesthetics PP IR, editor. New York: Clinical practice of regional anesthesia; 1991.
3. Malamed SF. Manual de Anestesia Local. quinta edición ed.: Elsevier Mosby.
4. Jong HI. Physiological mechanisms of peripheral nerve block by local anesthetics. *Anesthesiology*. 1963; 24: p. 684-727.
5. Gurrola Beatriz Martinez OEZM. Manual de Anestesia Odontológica México: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
6. Vera Rojas J, Bustamante B. MA, Romero VM. Manual de Farmacología.
7. Steven J. Speca DSGBDMMACDs. Allergic Reactions to Local Anesthetic Formulation. *Dent Clin N Am Elsevier Inc*. 2010; 54: p. 655-664.
8. Brown RS PSCSBC. Evaluating a dental patient for local anesthesia allergy. *Reece ER; Comp Contin Educ Dent*. ; 23: p. 225-228.
9. Jeske ABP. Misconceptions involving dental local anesthesia. *Texas Dent J*. 2002; 119: p. 310-314.
10. Ryan G. Brandt DM, Patricia F. Anderson M, Neville J. McDonald BM, Woosung Sohn DPD, Mathilde C. Peters DP. The pulpal anesthetic efficacy of articaine versus lidocaine in dentistry A meta-analysis. *JADA*. ; 142(5).
11. Sareh Said Yekta-Michael¹ JMSaEM-W, SYMea. epinephrine-free articaine and mepivacaine through quantitative sensory testing. *Head & Face Medicine*. 2015; 11(2).
12. Schulze-Hutmann M: doctoral dissertation B. Experimental evaluation of the new local anesthesia urtracaine in dental practice. University of Bonn. 1974.
13. Sptocaina. Clinician guide to dental products and techniques. *CRA Newslette*. 2001 June.
14. Khaled Balto BD. Administration of Articaine Anesthesia may Lead to Superior Profound Pulpal Anesthesia Compared with Lidocaine in Adult Patients. *JOURNAL OF EVIDENCE-BASED DENTAL PRACTICE*.
15. Steven J. Speca DSGBDMMACD. Allergic Reactions to Local Anesthetic Formula-

- tions. *Dent Clin N Am.* 2010 june; 54(10).
16. Steven J. Speca DSGBDMMACD. Allergic Reactions to Local Anesthetic Formulations. *Dent Clin N Am.* 2010 june; 54(10).
 17. Goulet JP PRTJ. Cardiovascular diseases. Contraindication to vasoconstrictors in dentistry: part I. 1992; 74: p. 579-686.
 18. Goulet JP PRTJ. Contraindication to vasoconstrictors in dentistry: part III. Cardiovascular diseases. 1992; 74: p. 592-697.
 19. Macouzet O. Anestesia Local en Odontología México, Df: Manual Moderno; 2008.
 20. Brown.. The failure of anesthesia in acute inflammation. *Br Dent J.* 1981; 151: p. 47-51.
 21. Vandermeulen E. Pain perception, mechanisms of action of local anesthetics and posible causes of failure. *Rev Belge Medicine Dent.* 2000; 55: p. 19-40.
 22. Kitay D FNSS. Lateral pharyngeal space abscess as a consequence of regional anesthesia. *J Am Dent Assoc.* 1991; 122: p. 56-59.
 23. Connor JP EJ. Needle tract infection a case report. *Oral Surgery.* 1988; 65: p. 401-403.
 24. AH J. Local Anesthetic special consideration in edondodontics. *Tex Dent J.* 2003; 120: p. 231-237.
 25. Meechan J. Supplementary routes to local anesthesia. *Intern Endodont J.* 2002; 35: p. 885-896.
 26. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics. In. St. Luis Missouri: Elsevier; 2015. p. 142-144.
 27. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics. In. St. Luis Missouri: Elsevier; 2015. p. 142-144.
 28. CogginsnR RANRea. Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection in maxillary and mandibular teeth. *Oral Radiol, Endodont, Oral Surg, Oral Med, Oral Path.* 1996; 81: p. 634-641.
 29. Weathers AJ. Taking the mystery out of endodontics, Parte 6. Painless anesthesia for the hot tooth. *Dent Today.* 1999; 18: p. 90-93.

9. AISLAMIENTO ABSOLUTO

Rubén Alberto Bayardo González
Yannette Concesa Velázquez Jiménez
Karina Berenice Acero Vargas

El dique de goma se introdujo en la profesión dental por el Dr. Sanford C. Barnum, el 15 de marzo 1864.¹

Los procedimientos de endodoncia nunca deben llevarse a cabo sin el dique de goma.²

Desde hace más de 150 años, se ha sabido que el uso dique reduce la contaminación microbiana y el riesgo para los pacientes de tragar o inhalar irrigantes, limas, restos de dientes infectados, etc.³

La endondocia está basada en la asepsia del campo operatorio. El aislamiento absoluto a través del dique de goma impide que la saliva alcance la cavidad pulpar.

Del mismo modo, mejora la visibilidad y se constituye en una protección inigualable para evitar la deglución o la aspiración de instrumentos o de productos químicos utilizados durante el tratamiento endodóntico.⁴

Mejora la visibilidad, mejora el acceso visual del conducto(s), control de humedad y la retracción del tejido blando, mejorando así la eficiencia de cada procedimiento.²

El dique de goma se usa en endodoncia por las siguientes razones:

- Protege al paciente de aspiración o deglución de instrumentos, residuos, medicamentos y soluciones de irrigación.
- Protege al clínico frente a litigios.
- El campo operatorio queda aislado de saliva, sangre y otros fluidos corporales. El dique reduce el riesgo de contaminación cruzada.
- Protege y separa los tejidos blandos.
- Mejora la visibilidad
- Aumenta la eficiencia.¹

La falta de uso del dique de goma es vía potencial de transmisión de enfermedades infecciosas como el sarampión, la tuberculosis, el SARS, la hepatitis y el SIDA. El uso del dique de goma se considera el estándar de oro, simplemente sería poco ético e inconcebible no usarlo.²

Razones por las cuales los dentistas no colocan Dique de Goma

1. Una formación insuficiente / tiempo

Figura 1.



MicroVision Group, Dimitriy Averin y Marco Maiolino.⁵

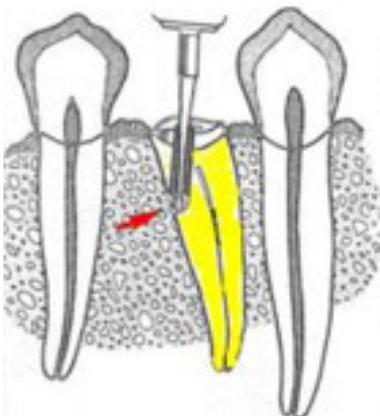
2. Rechazo del paciente
3. Dientes muy cariados (supra o en el nivel de la encía)
4. Diente erupcionado incompletamente / diente preparado para la corona.
5. Fuga
6. El costo del aislamiento
7. El miedo al daño de porcelana coronas / carillas.
8. El miedo a la aspiración o ingestión de la grapa, deterioro del patrón de respiración.

Una cavidad pulpar calcificada o coronas mal alineados pueden justificar la preparación de la cavidad de acceso previo a la aplicación del dique, para evitar una iatrogenia (El dique se coloca justo antes de retirar el techo de la cámara pulpar).²

Momento para realizar el aislamiento

El aislamiento absoluto se puede realizar antes o después de la apertura coronaria. El dique de goma a veces en mascara su inclinación real. Por esa razón, en los casos en que los exámenes clínico y radiográfico pone en evidencia algunas dificultades para la realización de la apertura, los autores prefieren realizar el aislamiento después del acceso a la cámara pulpar.³

Figura 2.



Tomado de Barrancos Mooney, 2007.

En pacientes con una historia de la que toman bisfosfonatos y/o trastornos de la coagulación, el uso de cuñas interdientales o cordones estabilizadora para colocar dique en lugar de abrazaderas metálicas es una alternativa razonable y segura.^{2,6}

Elementos requeridos para el aislamiento absoluto

1. Goma para dique

Existen de distintos espesores: delgado, mediano, grueso.

Tamaños: Chico, 12.5 x 12.5 cm; mediano, 15 x 15 cm; grande, 15 x 20 cm.

Colores: existen diversos colores, los claros se utilizan para darle luz al campo operatorio, y los oscuros son aptos para trabajar cuando se requiera un buen contraste entre el diente y el campo operatorio.

En cuanto al material encontramos látex y diques que no son de látex (Flexi Dam de Roeko).⁷

El OptraDam, de Ivoclar Vivadent, es un nuevo dique de goma de látex que trata de simplificar el método tradicional. Este dique viene con las posiciones de los dientes impresas sobre el material en forma de plantilla. Además, no requiere arco ni generalmente grapas.⁹

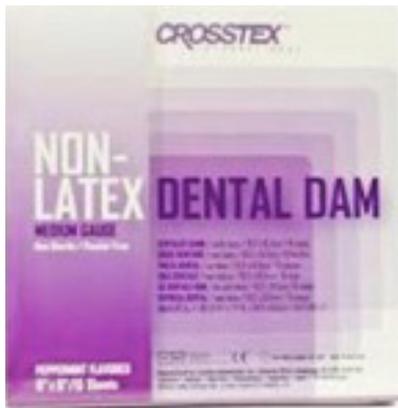
El OptiDam, de KerrHave, es otro nuevo sistema de aislamiento por dique de goma que incorpora un dique de látex que tiene forma tridimensional, para facilitar la colocación al reducir la tensión del dique, y que

Figura 3.



Disponble en <http://www.guiadent.com>

Figura 4



Disponible en: <http://www.guiadent.com>

Figura 5.



Disponible en: <http://www.kerrdental.eu>

tiene el dibujo de los dientes a modo de huella preformada de modo que en vez de perforar sólo haya de cortar con tijeras las preformas a modo de tetones.¹⁰

2. Sostenedores

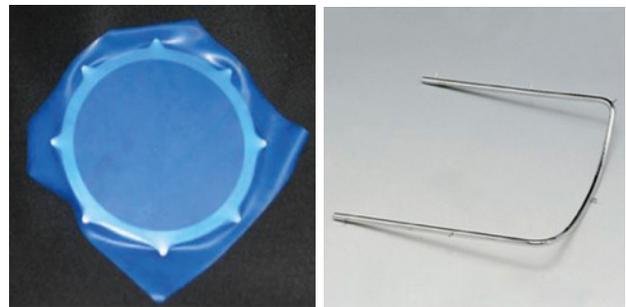
Sostienen el dique de goma sobre la cara, el más popular es el tipo Young, que consta de una U de alambre grueso, con alfileres o ensanchamientos para sostener la goma.⁷

3. Clamps o grapas

Son dispositivos para retener la goma sobre los dientes. son de acero y de distintas formas para adecuarse a los diferentes tamaños de los dientes.

- Grapas cervicales: para dientes anteriores, son de doble arco o brazo y sus mordientes se adecuan al tamaño del diente que se aislará.

Figuras 6 y 7. Tipos de Arcos



a) Arco de Young; b) arco de bisagra; c) arco de Ostby de forma hexagonal; d) arco Jiffy de forma circular; e) arco diseñado por el Dr. Silva Nava, portadique metálico radiolúcido.

- Grapas para premolares: son los de menor tamaño. Poseen un solo arco y pueden tener o no aletas.
- Grapas para molares: son los de mayor tamaño. Todos tienen un solo arco y dos agujeros. Pueden o no tener aletas.⁷

Figura 8. Partes de la grapa¹⁶



Figura 9. Molares superiores e inferiores

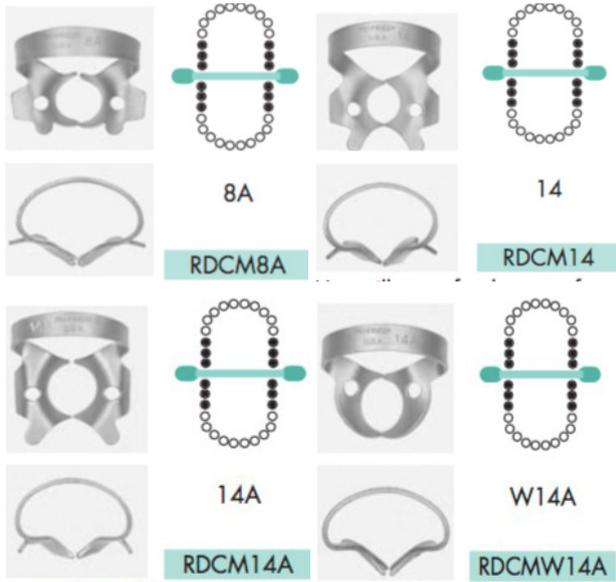


Figura 10. Molares superiores

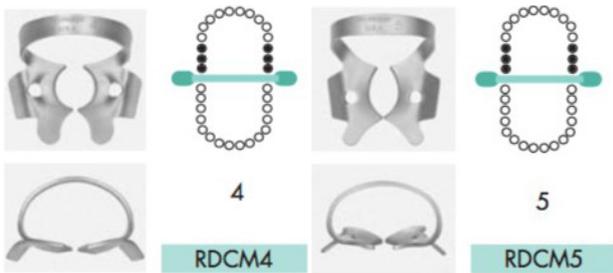


Figura 11. Molares inferiores

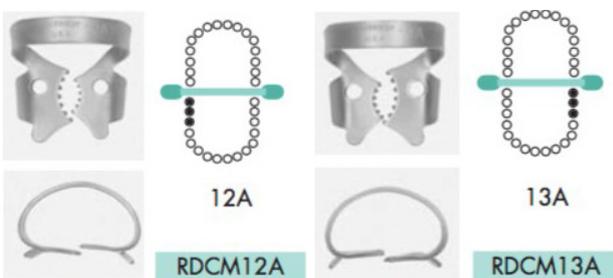


Figura 12. Premolares

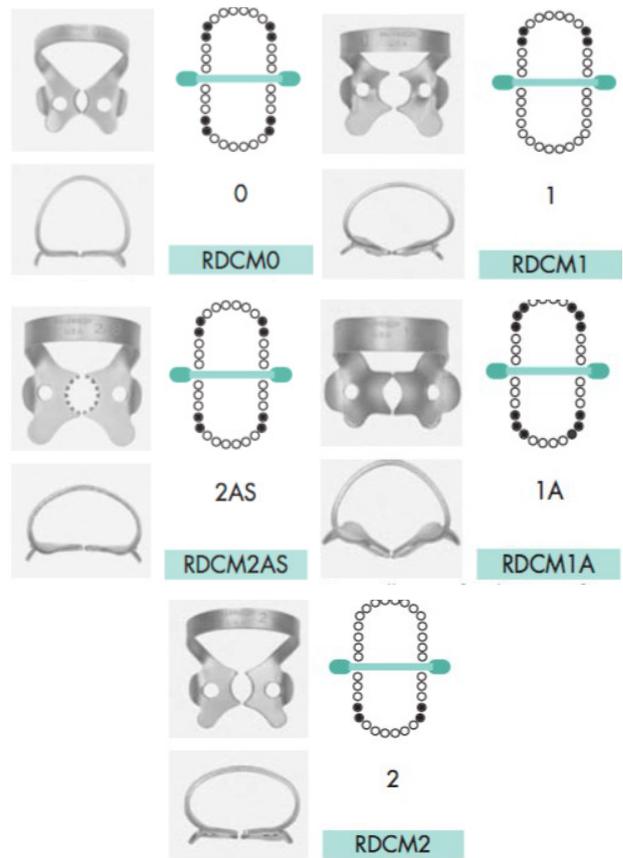
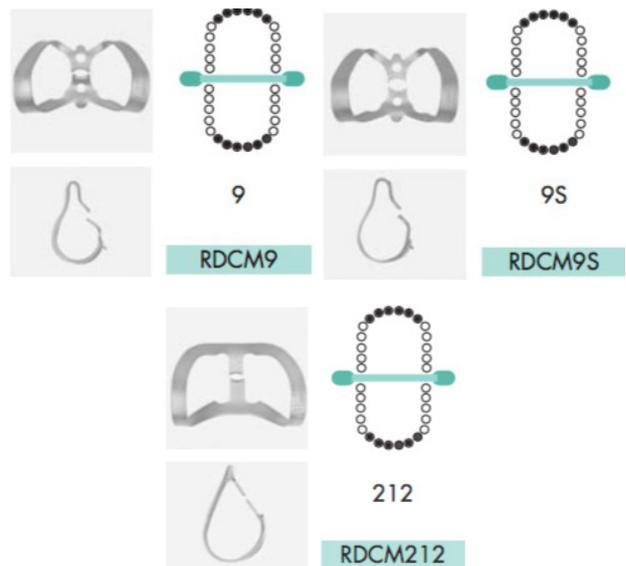


Figura 13. Anteriores¹⁷



4. Perforadora de goma de dique

Este instrumento consiste en una pinza de tamaño grande cuya parte activa posee dos elementos: un punzón de acero y una pequeña rueda o platina, también de acero, con perforaciones que corresponden exactamente a la del punzón.⁷

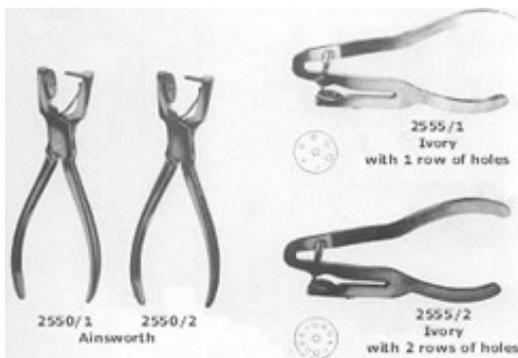
5. Pinza portaclamp

Indispensable para la colocación de la grapa sobre el diente. Consiste en alicates de mordientes muy largos con un resorte y una traba.⁷

6. Hilo dental

Ayuda a pasar los segmentos del dique de goma que van ubicados entre dientes. También existen gomas de varios grosores como las Wedjects (Hygenic), para estabilizar el dique por los espacios interdientales.⁷

Figura 14. Tipos de perforadoras



(Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx>)

Figura 15. Tipo de porta grapas



(Disponible en: http://test.hufriedy.de/fileadmin/pdf/product_catalog_es_fr.pdf)

Operaciones previas

- Verificación de las áreas de contacto.
- Mediante hilo dental, para verificar restauraciones interproximales en buen estado. Ya que restauraciones deficientes podrían rasgar el dique.
- Creación de espacios
- Limpieza del área.⁷
- Selección del clamp. De acuerdo con las dimensiones del cuello del diente.⁴
- Selección tamaño dique.
- Perforación del dique.⁷

Técnicas para la colocación del dique de goma

1. Colocación primero de la grapa y luego el dique a su alrededor y arco

Figura 16. Colocación primero de la grapa y luego el dique a su alrededor y arco²¹



2. Colocación dique arco y luego grapa

Figura 17. Colocación dique arco y luego grapa



Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx>.

3. Colocación simultánea de ambos elementos y después arco

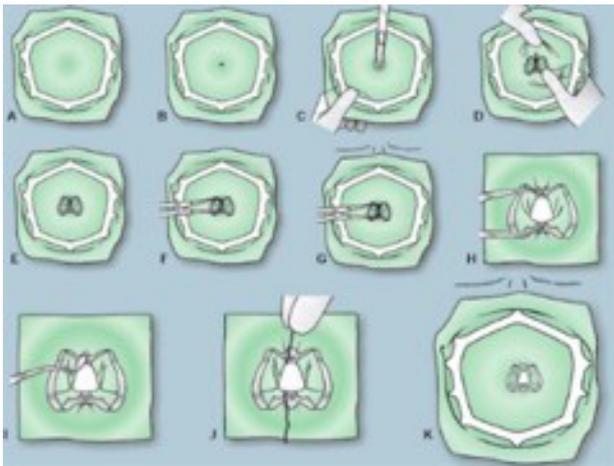
Figura 18. Colocación simultánea de ambos elementos y después arco



Disponible en: <http://imagen.slidesharecdn.com>

4. Colocación simultánea grapa, dique, arco.^{7,24}

Figura 19. Colocación simultánea grapa, dique, arco



Tomada de Barrancos Mooney, 2007.

Solución de problemas en el aislamiento del diente

Filtración

El mejor modo para prevenir la filtración a través del dique consiste en la colocación meticulosa de todo el sistema. La selección y colocación correctas del dique, el perforado neto, con la colocación apropiada de los orificios, el empleo de un dique con grosor apropiado, reducirán la filtración. A pesar de todo puede ocurrir pequeños desgarros, ori-

ficios o filtraciones continuas, muchas veces esos defectos se pueden bloquear o parchar con resina fluida. Si la filtración continua, se debe sustituir el dique. El flujo excesivo de saliva se puede reducir con un fármaco anticolinérgico, como el bromuro de propantelina, dosis usual en adultos es de 7.5 -15 mg por vía oral, 30-40 min antes de la intervención. Solo en casos muy específicos y como último recurso, debido a su interacción farmacológica.^{7, 25}

Formas o posiciones inusuales de los dientes que dificultan la colocación adecuada del clamp

Para los dientes parcialmente erupcionados o con forma cónica, se coloca puntos de resina autopolidizables en la superficie cervical del diente. Estas perlas de resina actúan como andamiaje para el retener durante el tratamiento.⁴

Proyección del conducto

Es una técnica que facilita la reconstrucción preendodóntica de una estructura destruida, al mismo tiempo se preserva el acceso individualizado a los conductos.⁴ Otro procedimiento que proporciona resultados excelentes en estas situaciones (ausencias de coronas o gran destrucción coronaria), es el

Figura 20



Disponible en: <http://www.scielo.org> y <http://ferreteriaserur.com>^{26,27}

pegado de la goma al diente o a la mucosa con adhesivos instantáneos a base de cianocrilato o una resina fotopolimerizable.³

Referencias

- Ahmad A, Amman , Jordan. REVIEW Rubber dam usage for endodontic treatment: a review I. doi. 2009; 10(1111): p. 1365-2591.
- HMA Ahmed *SCGLLeLSFB, .: Rubber dam application in endodontic practice: an update on critical educational and ethical dilemmas. Australian Dental Journa. 2014; 59: p. 457-463.
- SOARES Goldberg. Endodoncia, Técnicas y fundamentos. 2nd ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- KENNETH M. Hargreaves. Cohen, Vias de la Pulpa Barcelona España: Elsevier Mosby.
- Averin D, Maiolinol M. Microvision Group. [Online].
- Joshua Goldfein DCSDMFPaRAD. Rubber Dam Use during Post Placement Influences the Success of Root Canal-treated Teeth.
- Mooney B. Barrancos Operatoria Dental integración Clínica. 4th ed. Buenos Aires Argentina: Panamericana.
- <http://www.guiadent.com/sites/default/files/Latex-Free-Dental-Dams.jpg>.
- <http://www.ivoclarvivadent.com.mx/es-mx/>. [Online].
- <http://www.kerrdental.eu>. [Online].
- <http://www.dentalcremer.com.br/Assets/Produtos/SuperZoom/215939.jpg>.
- https://www.dentalcost.es/1319-thickbox_default/arco-young-portadiques.jpg.
- <http://www.djldental.com/WebRoot/Store24/Shops/53bc78fd-1386-4c59-975c>
- <https://vkimport.files.wordpress.com/2016/02/derma-04.png?w=380&h=354>.
- http://www.sandendental.com/5357-thickbox_default/arco-de-young-metalico.jpg.
- : <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/grapapartes.jpg>.
- http://test.hu-friedy.de/fileadmin/pdf/product_catalog_es_fr.pdf. [Online].
- <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/preparacion/perforadorasypor-tagrapas.jpg>.
- <http://blog.vitaldent.com/wp-content/uploads/2014/06/hilo-dental-2.jpg>.
- <http://www.smartpractice.com/Images/Products/Supplies/PhotoLg/34910.jpg>.
- <http://image.slidesharecdn.com/aislamiento-140715100310-phpapp01/95/tcnica-de-aislamiento-46-638.jpg?cb=1405420040>.
- <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/imagenes/preparacion/hilodentalenuso.jpg>.
- <http://image.slidesharecdn.com/14996778-aislamiento-absoluto-100316060010-phpapp01/95/14996778-aislamientoabsoluto-22-728.jpg?cb=1268719355>.
- Cazacu* c. Dental dam clamp adaptation method on carved gypsum. J Med Life. 2014 Oct-Dec; 7(4): p. 499-506.
- <http://nebula.wsimg.com/c7a8cf9adb3b4eb91b63e4f334b8cb3?AccessKeyId=FC3B117CC647B5170501&disposition=0&alloworigin=1>.
- <http://www.scielo.org.ve/img/fbpe/aov/v47n2/art2ofig6.gif>.
- http://ferreteriaserur.com/uploads/images/20120810-8cc88_kola-loca.jp.

10. ANATOMÍA DE CÁMARA Y CONDUCTOS RADICULARES

Rigoberto Alcalá Zermeño
Hilda Patricia Cholico Rodríguez
Juan Francisco Moreno Muñoz

La cavidad pulpar es un espacio localizado en el interior del diente, ocupado por la pulpa dental, limitado en toda su extensión por la dentina, excepto en la porción del foramen o forámenes apicales.

Topográficamente esta cavidad se divide en dos porciones: *a)* porción coronal-cámara pulpar; *b)* porción radicular-conducto radicular

La cámara pulpar es la porción de la cavidad pulpar que alberga la pulpa coronal y presenta las siguientes partes:

- a)* Pared oclusal, incisal o techo. Porción de la dentina que limita la cámara pulpar en dirección oclusal o incisal. Esta pared presenta salientes y concavidades que corresponden a los surcos y a los lóbulos del desarrollo (cuernos pulpares).
- b)* Pared cervical o piso. Es la pared opuesta y, más o menos, paralela a la pared oclusal. Esa pared visualizada en un corte transversal del diente, a la altura del cuello dental, muestra que el piso de la cámara pulpar tiene con frecuencia en la parte media, una superficie convexa, lisa y pulida que presenta en sus ángulos nichos de forma cónica que corresponden a las entradas de los conductos radiculares.¹

De acuerdo con Pagano,² la zona convexa del piso de la cámara pulpar es la que se inicia en las líneas demarcatorias que entrelazan las entradas de los conductos radiculares, se denomina *Rostrum Canalium*. En los dientes anteriores, en general, no existe un límite preciso entre la cámara pulpar y el conducto radicular pues estas dos porciones se continúan una con la otra.

- c)* Pared mesial, distal, vestibular y lingual. Corresponde a la dentina de la cámara pulpar adyacente a las caras de la corona dental. Esas paredes, especialmente mesiales de los molares, son convexas, siendo que a veces, esa convexidad es tan acentuada que hace muy difícil localizar los conductos radiculares mesiales.

El conducto radicular es el espacio ocupado por la pulpa radicular, y que presenta aproximadamente, la forma externa de la raíz, pero no mantiene la misma regularidad, en razón a la formación de dentina secundaria y/o reaccional. Se inicia a la altura del piso de la cámara pulpar y termina en el foramen apical. De acuerdo con la nomenclatura anatómica probada en París en 1955, y traducida en 1961 por la Sociedad Brasileña de

Anatomía, esta porción de la cavidad pulpar se denomina conducto radicular.

Didácticamente ese espacio se divide en tres tercios: cervical, medio y apical. Biológicamente, el conducto radicular se presenta constituido por dos conformaciones cónicas, que representan el conducto dentinario y el conducto cementario.

El conducto dentinario, que alberga la pulpa radicular, es el “campo de acción del endodoncista”, mientras que el conducto cementario que alberga el “muñón pulpar”. En casos de biopulpectomias, no debe ser manipulado por el profesional, pues su preservación creará condiciones fisiológicas para la reparación postratamiento.³

El conducto radicular principal también puede preservar múltiples ramificaciones que, de acuerdo con su disposición, reciben diversas denominaciones:

- a) Lateral. Ramificación que va del conducto principal al periodonto, generalmente por encima del tercio apical
- b) Secundario. Ramificación que deriva del conducto principal a la altura del tercio apical y alcanza directamente la región periapical
- c) Accesorio. Ramificación derivada del conducto secundario que termina en la superficie del cemento
- d) Colateral. Conducto que corre más o menos paralelo al principal, pudiendo alcanzar la región periapical de manera independiente
- e) Delta apical. Múltiples terminaciones de conducto radicular principal que determinan el surgimiento de diversas foraminas en sustitución al foramen único
- f) Cavo interradicular. Ramificación que se observa a la altura del piso de la cámara pulpar.⁴

Anatomía del conducto radicular

El conocimiento de la morfología común del conducto radicular y sus frecuentes varia-

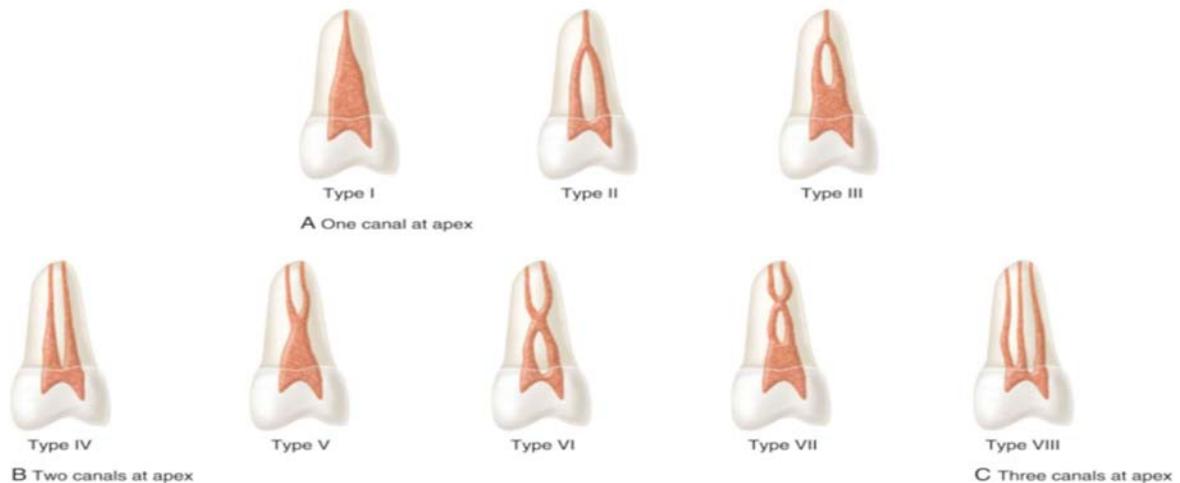
ciones es un requisito básico para el éxito durante los procedimientos del conducto radicular.

Desde las primeras obras de Preiswel, en 1912; Fasoli y Arlotta, en 1913; y Hess y Zürcher, en 1917, hasta estudios más recientes que demuestran la complejidad anatomía del sistema de conductos radiculares, los datos indican que una raíz con un conducto afilado y un foramen simple es la excepción más bien que la regla. Investigadores han mostrado múltiples forámenes, conductos adicionales, deltas, conexiones Interconductos, conductos en C y furcaciones, así como conductos laterales en la mayoría de los dientes. En consecuencia, la anatomía compleja debe considerarse la norma.

Típicamente, los conductos radiculares toman caminos variables a través del curso del conducto al ápice. El sistema del conducto es complejo y los conductos pueden ramificarse, dividirse y unirse de nuevo. Weine clasificó los sistemas de conductos radiculares en cuatro tipos básicos. Otros estudios, utilizando dientes en los que el sistema de conductos había sido teñido con colorante de hematoxilina, encontraron un sistema de conductos mucho más complejo. Al hacerlo, los autores identificaron ocho configuraciones de espacio pulpar, que se describen a continuación (Fig. 1).

- Tipo I: un único conducto se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (1).
- Tipo II: dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen antes del ápice para formar un solo conducto (2-1).
- Tipo III: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz, los dos se fusionan para salir en el ápice como un conducto (1-2-1).
- Tipo IV: dos conductos separados y distintos se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2).
- Tipo V: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide antes de llegar al ápice en dos conductos y separados con foramen apical separado (1-2).
- Tipo VI: dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se unen en el cuerpo de la raíz y se separan antes del ápice

Figura 1



Esquema de la configuración de conductos basada en el trabajo de Vertucci (Imagen tomada de Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

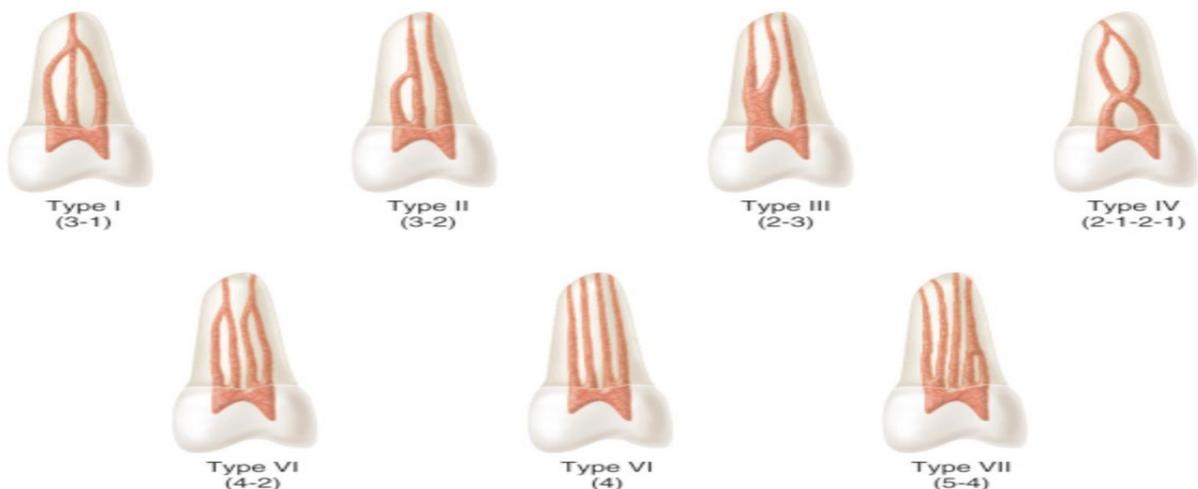
para salir como dos conductos distintos (2-1-2).

- Tipo VII: un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y luego se vuelve a unir en el cuerpo de la raíz y finalmente se separa en dos conductos distintos, justo antes del ápice (1-2-1-2).
- Tipo VIII: tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.³

Observaciones similares han sido descritas en estudios poblacionales con la excep-

ción de que se encontró un conducto en el 23% de los laterales maxilares, el 55% de las raíces mesio-bucales de los segundos molares superiores y el 30% de las raíces distales de los segundos molares mandibulares. Las diferencias en estos estudios, de los tipos descritos por Weine, pueden deberse a variaciones en las poblaciones étnicas y raciales estudiadas (Fig. 2). Estos autores concluyeron que los aspectos de género, raza y etnia deben ser considerados en la evaluación previa al tratamiento de los conductos radiculares.

Figura 2.



Esquema de la configuración de conductos complementaria basada en el trabajo de Gulabivala y cols. en una población birmana (Imagen tomada de Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

Conductos medio mesiales

A medida que el conducto sale de la porción coronal de la raíz y se mezcla en la porción media, puede ocurrir muchos cambios, incluyendo istmos (también llamadas anastomosis). Estas estructuras son comunicaciones estrechas y en forma de cinta entre dos conductos radiculares que contienen pulpa o pueden representar una comunicación entre dos conductos que se dividen en la porción media de la raíz. Estas estructuras contienen cantidades variables de tejido y cuando la pulpa se infecta, a menudo contienen bacterias y sus subproductos. En un estudio, los istmos en las raíces mesio-bucal de los primeros molares maxilares se encontraron más a menudo de 3 a 5 mm del ápice.

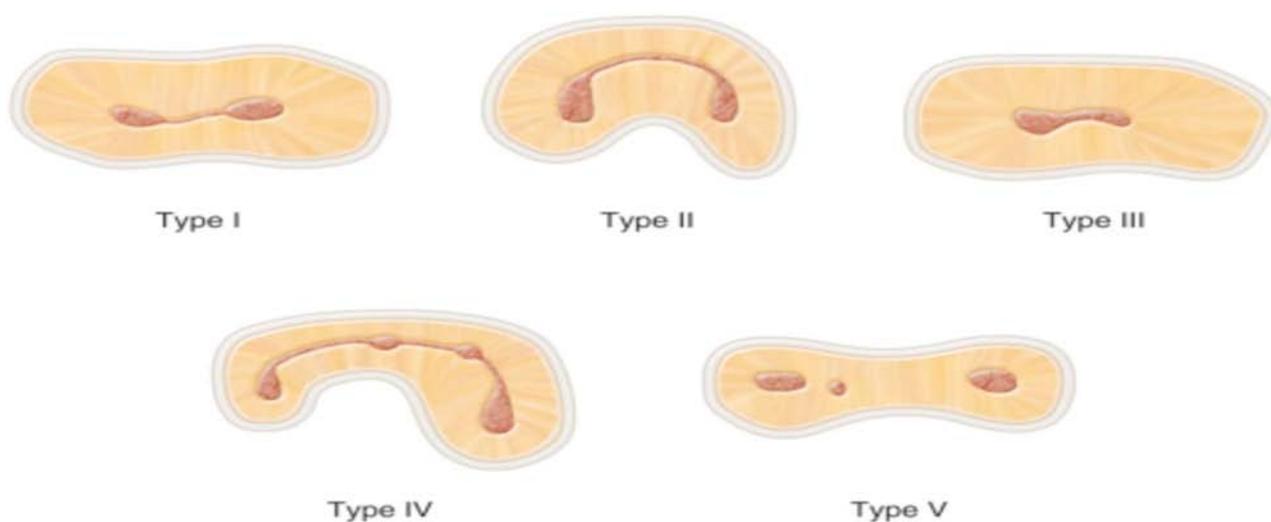
Los istmos se encuentran en el 15% de los dientes anteriores; en los premolares superiores, se encuentran en el 16% a nivel de 1mm desde el ápice y en el 52% hasta 6mm, lo que los coloca principalmente en el tercio medio del conducto (Fig. 3). La prevalencia de un istmo aumenta en la raíz mesio-bucal del primer molar maxilar del 30% al 50% cerca de la unión de los tercios medio y apical de la raíz. El ochenta por ciento de las raíces me-

siales de los primeros molares mandibulares tienen estas comunicaciones en la unión apical al tercio medio.

Consideraciones apicales

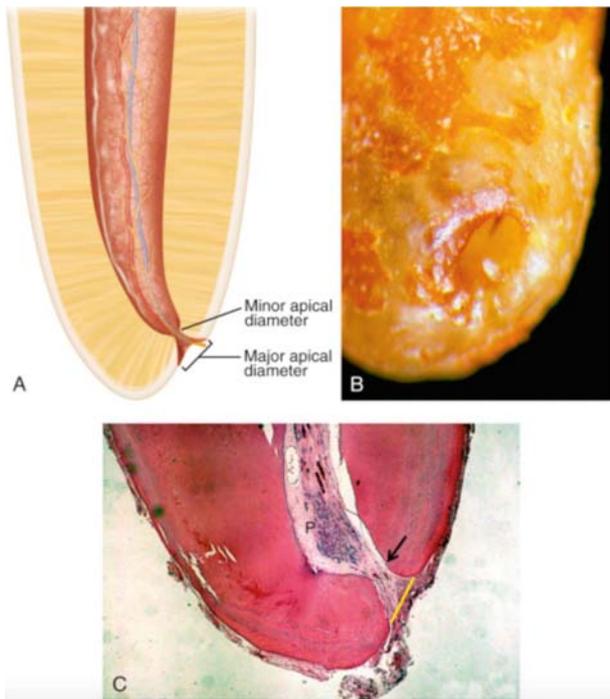
El concepto clásico de la anatomía apical se basa en tres puntos anatómicos e histológicos en la región apical de una raíz: la constricción apical (AC), la unión cemento dentina (CDJ) y el foramen apical (AF). La descripción de Kuttler de la anatomía del ápice tiene el conducto radicular que estrecha desde el orificio del conducto hasta la constricción apical que generalmente es de 0.5 a 1.5mm coronal del foramen apical (Fig. 4). La constricción apical se considera la parte del conducto radicular con el diámetro más pequeño; también es el punto de referencia que los clínicos utilizan con mayor frecuencia como terminación apical para agrandar, dar forma, limpiar desinfectar y obturar. No se recomienda la violación de esta área con instrumentos o materiales de obturación para lograr resultados exitosos a largo plazo.¹¹

Figura 3.



Esquema de la clasificación de istmos descrita por Kim y cols. Tipo I es un istmo incompleto, débil comunicación entre dos conductos. Tipo II se caracteriza por dos conductos con una conexión definida entre ellos (istmo completo). Tipo III es un istmo muy corto y completo ente dos conductos. Tipo IV es un istmo completo o incompleto entre tres o más conductos. El tipo V está marcado por dos o tres aberturas de conducto sin conexiones visibles. Kim S. y cols, 2001 (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 4.



A) Morfología del ápice radicular. Desde su orificio el conducto se estrecha hasta la constricción apical o diámetro apical menor, que generalmente se considera la parte más estrecha del conducto. Desde este punto el conducto se ensancha cuando sale de la raíz en el foramen apical o diámetro apical mayor. El espacio entre los diámetros apicales principal. C) vista histológica de la constricción del conducto y del foramen apical (B y C de Gutmann J.L. y cols., 2011) (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Incisivos centrales superiores

Cámara pulpar: Este diente presenta un espacio aplastado en sentido vestibulolingual y ensanchado en sentido mesiodistal (Fig. 5). Un corte longitudinal en sentido mesio-distal nos muestra dos o tres concavidades o prolongamientos en dirección del borde incisal que corresponde a los lóbulos del desarrollo. Son acentuadamente pronunciados en los dientes jóvenes, mientras que en el adulto podrán mostrarse completamente calcificados (línea de retroceso). El límite entre la cámara y el conducto radicular es apenas virtual, pues estas porciones se continúan una con la otra.

Conducto radicular: Se presenta largo, único y amplio, en 75% de los casos son rectos,

mientras que en el 25% restante, se presenta una discreta desviación hacia distal, principalmente a la altura del tercio apical; muestran un canal con forma aproximadamente triangular, en cambio a la altura del tercio medio la forma es casi circular, y finalmente en el tercio apical, se vuelve nítidamente redondeado.

Promedios de longitud

- Longitud promedio: 21.8 mm
- Longitud máxima: 28.5 mm
- Longitud media: 18 mm

Complicaciones anatómicas. Presentan internamente un escalón dentinario en el área cervical, lingual, que corresponde aproximadamente al cíngulo, denominado “hombro palatino” y que muchas veces dificulta el acceso al conducto radicular.

Incisivo lateral superior

Cámara pulpar: Con características similares a la anterior, aunque con dimensiones menores. Sin embargo, si se tiene en cuenta el volumen total de las coronas (central y lateral), su cámara es proporcionalmente mucho mayor que la del incisivo central (Fig. 6).

Figura 5



Diferentes configuraciones anatómicas del incisivo central superior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Conducto radicular: Aunque es único y cónico y con configuración similar a la del incisivo central superior, presenta dimensiones menores. A nivel del tercio apical, tiene tendencia a curvarse hacia distal.

Promedios de longitud

- Longitud en promedio: 23.1 mm
- Longitud máxima: 29.5 mm
- Longitud mínima: 18.5 mm

Complicaciones anatómicas. El conducto radicular con frecuencia tiene una pronunciada curvatura (especialmente en los últimos 5 mm apicales), mismo cuando radiográficamente parece recto, en este caso hay que utilizar instrumentos más finos y de flexibilidad considerada “óptima” que se recomienda utilizar en esas situaciones clínicas

Entre las variaciones anatómicas encontradas en el incisivo lateral superior, el “dens in dente” es una anomalía muy común.

Canino superior

Cámara pulpar: Amplia, con mayor grado en sentido vestíbulo lingual, principalmente en el límite de su unión con el conducto radicular, donde se observa una constricción

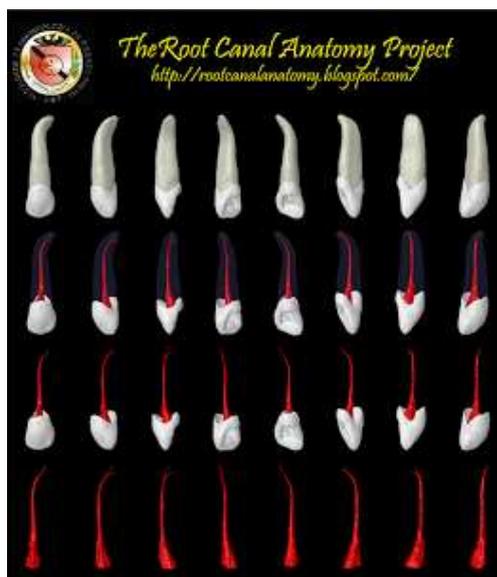
en sentido mesiodistal. Por este motivo el límite entre las dos porciones de la cavidad pulpar es relativamente nítido. El techo presenta una concavidad bastante acentuada que corresponde a la cúspide perforante de este diente (Fig. 7).

Conducto radicular: Amplio y casi siempre recto, considerado el más largo de los dientes humanos, por eso se necesita en determinados casos remover mayor cantidad de tejido dental en la cara lingual, para permitir la instrumentación hasta las proximidades de la unión CDC, o también utilizar instrumentos que presenten 31 mm de longitud. Un corte transversal, a la altura del tercio cervical, nos muestra que el conducto se presenta con forma ovalada, siendo el diámetro vestibulolingual mayor que el mesiodistal, del tercio medio hacia apical el conducto se vuelve redondeado y debido a esa forma la acción de las limas es mucho más factible en ese sector. Es recto en la mayoría de los casos, aunque puede presentar una desviación generalmente hacia distal.⁵

Promedios de longitud

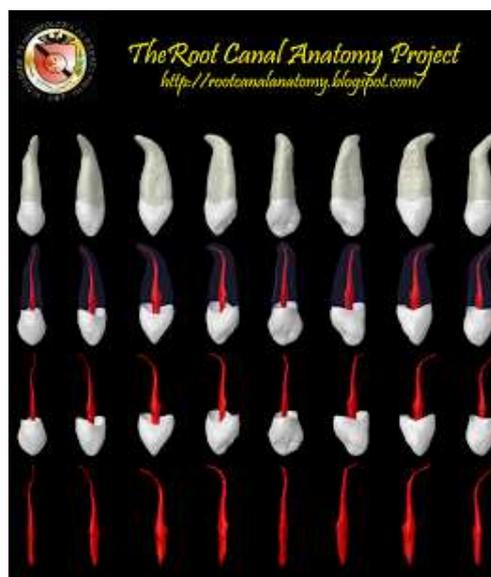
- Longitud en promedio: 26.4 mm
- Longitud máxima: 33.5 mm
- Longitud mínima: 20.0 mm

Figura 6.



Diferentes configuraciones anatómicas del incisivo lateral superior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Figura 7.



Configuración anatómica de canino superior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Complicaciones anatómicas. En la gran mayoría de los casos en dientes normalmente calcificados, la cámara pulpar presenta su amplitud mayor en sentido vestibulolingual a la altura del cuello. El hombro palatino puede estar presente, dificultando la visibilidad y libre acceso al conducto.

El conducto radicular en este diente puede presentar una curvatura apical en dirección distal o vestibular. Normalmente el ápice de este diente es muy puntiagudo, lo que contraindica un ensanchamiento muy grande del tope apical, pues podría ocasionar una trepanación a esa altura, con la subsecuente hemorragia.

Primer premolar superior

Cámara pulpar: Presenta forma ovalada, irregular y achatada en sentido mesiodistal. El techo presenta dos concavidades (vestibular y lingual) siendo que la vestibular es más profunda, principalmente en los jóvenes. La existencia del piso sugiere la presencia de más de un conducto que puede estar ubicado más arriba que el cuello del diente, en los casos en que ellos tienen origen a esa altura (Fig. 8).

Conducto radicular: Presenta, en la gran mayoría de los casos dos conductos, (vestibular y lingual), siendo el vestibular el más accesible. Cuando hay una raíz única, se puede observar la presencia de un septo dentario, tal vez resultante del acentuado achatamiento de la raíz en sentido mesiodistal, lo que determina el surgimiento de dos conductos redondeados. Della Serra (1959) afirma que la duplicidad de conductos radiculares en cualquiera de sus tres variantes, raíces aisladas, parcial o totalmente fusionadas, se observa en aproximadamente el 96% de los casos.⁶

Cuando el conducto radicular es único, un corte transversal de la raíz nos muestra que se presenta bastante achatado en sentido mesiodistal, distinto de cuando existen dos conductos. Green señala que los diámetros de esos conductos son iguales, y es pequeño el porcentaje de conductos rectos

Promedios de longitud

- Longitud promedio: 21.5 mm
- Longitud máxima: 25.5 mm
- Longitud mínima: 17.0 mm

Complicaciones anatómicas. La superposición de las raíces vestibular y palatina, recomienda desviar la angulación horizontal del aparato de Rayos X, con la fuente de emisión dirigida desde mesial hacia distal, o inversamente, desde distal hacia mesial para separar las raíces, lo que permite identificar mejor los conductos o instrumentos en su interior

La cámara pulpar del primer premolar superior, muchas veces por su acentuado achatamiento en sentido vestibulolingual, se parece más a una hendidura que a una cavidad ovalada.

Segundo premolar superior

Cámara pulpar: Presenta forma similar a la del primer premolar superior, aunque de mayores dimensiones, tiene dos prolongaciones que albergan cuernos pulpares que tienen dimensiones casi iguales.

Conducto radicular: De acuerdo con Grossman este diente presenta en el 55% al 60% de los casos un único conducto radicular, achatado en sentido mesiodistal. En algunos dientes puede existir un septo de dentina que divide este conducto en dos, que pueden estar completamente separados, o pueden convergir formando en el ápice un único foramen. El examen radiográfico nos revela la presencia de dos conductos; por ese motivo, cuando exploramos sus entradas, debemos orientarnos por la acción de la sonda deslizando en sentido vestibulo y lingual.

Después del incisivo central inferior, éste es el diente que presenta más alto porcentaje de curvatura hacia vestibular. Considerando que la porción apical de las raíces del primer premolar superior es bastante delgada y generalmente puntiaguda, principalmente la vestibular. En ocasiones, este diente pue-

de presentar tres raíces y tres conductos radiculares siendo dos de ellos vestibulares y otro palatino. La raíz de este diente se presenta recta en aproximadamente el 40% de los casos.⁷

Promedios de longitud

- Longitud promedio: 21.6mm
- Longitud máxima: 26mm
- Longitud mínima: 17mm

Complicaciones anatómicas. La frecuencia de un único conducto radicular en esos dientes, hace que el profesional descuide o hasta se olvide de la presencia de un segundo conducto.

La radiografía para el diagnóstico puede presentar un cambio de densidad radiográfica de la luz del conducto, lo que indica su división en dos conductos.⁸

La exploración minuciosa de los orificios de entrada, o la posición del mango de un instrumento colocado en uno de los conductos, puede facilitar ese paso operatorio. Cuando haya un único conducto, el mando del instrumento generalmente se posicionará en el centro de la cara oclusal.

Los conductos radiculares vestibular y/o lingual, se identifican fácilmente, aplicándose la sugerencia nemónica de Fabra

Campos, MML y/o DDL, o sea mesializando o distalizando el ángulo de los Rayos X en el momento de la toma radiográfica para realizar la conductometría. Al mesializar, la aleta lingual de la grapa, más radiopaca y orientada hacia los ápices del diente, se encuentra en la radiografía más hacia mesial con relación hacia la aleta vestibular, que es menos radiopaca y está más distante de los ápices.⁹

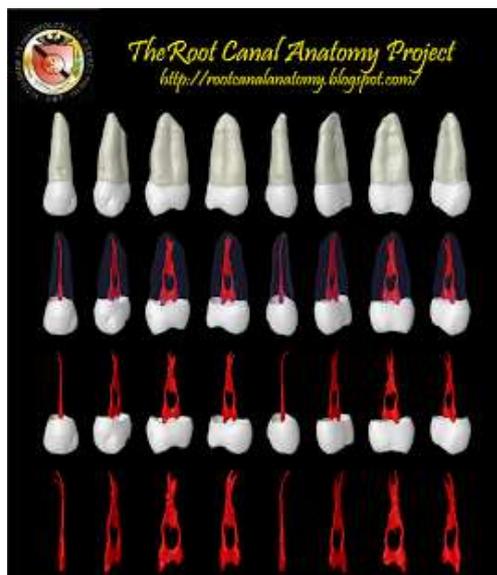
Primer molar superior

Cámara pulpar: La cámara pulpar de este diente se presenta con una forma irregularmente cúbica, achatada en sentido mesiodistal con tendencia a la conformación triangular a medida que nos aproximamos a su piso. La pared oclusal o techo muestra tantas convexidades cuantas son las cúspides que en orden decreciente son: mesiovestibular, distovestibular, mesiolingual y distolingual. La presencia del tubérculo de Carabelli puede determinar la presencia de una quinta convexidad de esa pared, del lado lingual. Las paredes laterales son generalmente convexas, siendo que la pared mesial presenta una acentuada convexidad, dificultando muchas veces la localización y la instrumentación de conducto mesiovestibular. Un corte transversal a la altura del cuello de ese diente, nos muestra que el piso tiene forma triangular, con la base del triángulo orientada hacia vestibular. Su parte media se presenta lisa, pulida y convexa, mostrando en el área de sus ángulos mesiovestibular, distovestibular y lingual, concavidades que corresponden a los orificios de entrada a los conductos radiculares homólogos. En algunos casos se intercomunican por un surco, en forma de Y debido a su propia disposición. (Fig. 9)

Conductos

- Tres conductos: 41.1%
- Cuatro conductos: 56.5%
- Cinco conductos: 2.4%

Figura 8.



Configuración anatómica de canino superior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Curvatura de las raíces

Dirección	Palatina	Mesial	Distal
Recta	40%	21%	54%
Curva distal	1%	78%	17%
Curva mesial	4%	0%	19%
Curva bucal*	55%	0%	0%
Curva lingual*	0%	0%	0%
Curva en bayoneta	0%	1%	10%

*No evidente en radiografía.

Conductos en la raíz mesiovestibular

- Un conducto con un agujero apical: 41.1%
- Dos conductos con un agujero apical: 40%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 18.9%

Segunda molar superior

Cámara pulpar: Morfológicamente es similar al primer molar superior, su única diferencia es que es más achatada en sentido mesiodistal. El orificio de entrada del conducto MV corresponde a la cúspide del mismo nombre, sin embargo, como consecuencia del mayor achatamiento mesiodistal de la cámara pulpar, el inicio del orificio de entrada

del conducto distovestibular, generalmente se encuentra en la misma depresión del piso que da origen al conducto mesiovestibular. No es raro que ella esté ubicada en el centro de la cámara pulpar (Fig. 10).

Conducto radicular: El segundo molar superior, en más del 50% de los casos, presenta sus raíces separadas, en el otro 50% ellas se fusionan de diversas formas. La duplicidad del conducto mesiovestibular es rara.

Longitud promedio

- Mesiovestibular: 20.2 mm
- Distovestibular: 19.4 mm
- Palatino: 20.8 mm

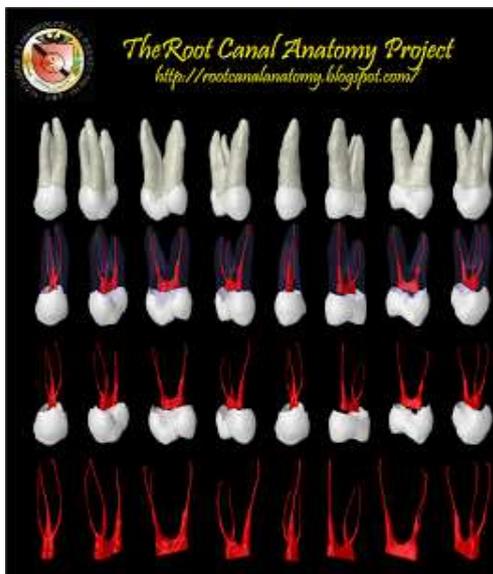
Número de raíces

- Tres: 54%
- Fusionadas: 46%

Curvatura de las raíces

Dirección	Palatina	Mesial	Distal
Recta	63%	22%	54%
Curva distal	0	54%	0
Curva mesial	0	0	17%
Curva bucal	37%	0	0
Curva lingual	0	0	0

Figura 9.



Configuración anatómica de primero molar superior. (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Figura 10.



Configuración anatómica de la segunda molar superior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Conductos en la raíz mesiovestibular

- Un conducto con un agujero apical: 63%
- Dos conductos con un agujero apical: 13%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 24%

Incisivo central inferior

Cámara Pulpar: Presenta características similares a las de su homólogo superior, aunque con dimensiones mucho menores (Fig. 11).

Conducto Radicular: Presenta un acentuado achatamiento en el sentido mesiodistal; su conducto similar al aspecto externo de la raíz es también pronunciadamente achatado en ese mismo sentido. Sin embargo, longitudinalmente en sentido vestíbulo lingual ese conducto es amplio en su porción media, en la que la presencia de septos de dentina frecuentemente determina la bifurcación del conducto. Según Della Serra, esa bifurcación se produce en el 70% de los casos. Después de bifurcarse, los conductos así formados (vestibular y lingual) se unen y terminan en un único foramen. Raramente la separación de los conductos es completa en estos casos existen forámenes separados. De Deus observó la presencia de los conductos radiculares distintos.

Promedios de longitud:

- Longitud en promedio: 20.8 mm
- Longitud máxima: 27.5 mm
- Longitud mínima: 16.5 mm

Complicaciones anatómicas. El achatamiento de la cámara pulpar en sentido vestibulolingual, determina nítidamente su separación, con el conducto radicular, que es acentuadamente achatado en sentido mesiodistal. Este achatamiento muestra una imagen radiográfica de un conducto bastante estrecho que, por el contrario, es bastante ancho en sentido vestíbulo lingual. Así, en ese sentido, el acceso coronal deberá ser suficientemente amplio, para permitir el libre acceso al conducto radicular.

Conductos

- Incisivo central
- Un conducto con un agujero: 70.1%
- Dos conductos un agujero: 23.4%
- Dos conductos dos agujeros: 6.5%
- Conductos laterales: 5.2%

Curvatura radicular

- Recto: 60%
 - Curva distal: 23%
 - Curva mesial: 0%
 - Curva labial: 13%
 - Curva lingual: 0%
- Edad media de erupción: 6 a 8 años
 - Edad media de la calcificación: 9 a 10 años

Incisivo lateral inferior

Las consideraciones sobre el incisivo central superior, pueden repetirse para el incisivo central inferior, pues la cámara pulpar y el conducto radicular son similares. La principal diferencia entre el incisivo central y el lateral, radica en la dirección del conducto radicular, que en el lateral generalmente se dirige hacia distal, y la duplicidad, según Green, ocurre en el 20% de los casos.

Figura 11.



Configuración anatómica de incisivo central inferior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Promedios de longitud

- Longitud en promedio: 22.6 mm
- Longitud máxima: 29.0 mm
- Longitud mínima: 17.0 mm

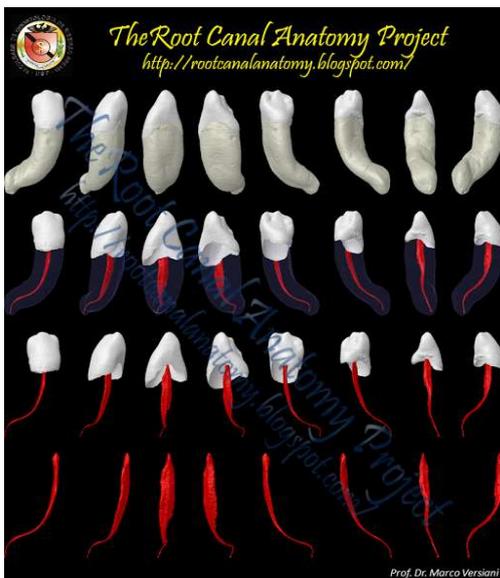
Complicaciones anatómicas. El profesional puede no percibir la presencia de dos conductos radiculares con forámenes separados; esto complica el fracaso endodóntico, pues uno de los conductos permanece sin tratamiento.

Cuando en esos dientes está presente el “hombro lingual”, es preciso removerlo, pues en muchos casos puede ocultar la entrada del conducto lingual. Para que sea más fácil visualizar un segundo conducto, se recomienda variar la angulación horizontal hacia mesiorradial o distorradial. De esa forma es posible detectar la presencia del segundo conducto, por el cambio de la densidad radiográfica que confirma la separación en dos conductos radiculares

Conductos

- Incisivo lateral
- Un conducto con un agujero: 56.9%
- Dos conductos un agujero: 14.7%
- Dos conductos dos agujeros: 29.4%
- Conductos laterales: 13.9%

Figura 12.



Configuración anatómica de canino mandibular (Tomada *The Root Canal Anatomy Project*).

Canino inferior

Cámara Pulpar: Presenta características similares a las del superior (Fig 12).

Conducto radicular. Con frecuencia tiene solo un conducto radicular, aunque a veces presenta dos raíces y dos conductos. Este hecho es muy variable según las observaciones que encontraron diversos autores: Madeira et al., 8%; Belissi & Hartwell, 4.1%; Pineda & Kuttler, 18.5%; Vertucci, 22%; De Deus, 9.5%.

Hess señala que la bifurcación se comprueba en el 43% de los casos y puede ser completa, cuando presenta dos raíces, o incompleta, cuando hay dos conductos en una única raíz. Para De Deus esta bifurcación (con dos conductos con un único foramen, o dos conductos con dos forámenes) se observó en apenas 1.8% de los casos.

Promedios de longitud

- Longitud promedio: 25.0 mm
- Longitud máxima: 32.0 mm
- Longitud mínima: 19.5 mm

Complicaciones anatómicas. Considerando que el conducto radicular, generalmente único, es moderadamente achatado en sentido mesiodistal y bastante ancho en sentido vestibulolingual, sumándose a esto, la presencia del “hombro lingual”, el acceso coronal deberá ser suficientemente amplio en este último sentido, de manera que permita un franco acceso a la porción lingual.

El conducto radicular, cuando es único, es bastante amplio a la altura de la pared vestibular y más constricto a la altura de la pared lingual. Por eso, es necesario tomar todas las precauciones posibles, principalmente utilizar instrumentos de menor calibre y que actúen en toda la pared lingual del conducto radicular.¹

Premolares inferiores

Cámara pulpar: Las cámaras pulpares de los primeros y segundos premolares inferiores son similares. El techo presenta dos conca-

vidades que corresponden a las cúspides (vestibular y lingual), siendo la vestibular mucho más pronunciada, principalmente en los jóvenes. Esta proyección de la cúspide vestibular hace que la cara de los premolares inferiores esté posicionada como “dada vuelta hacia la lengua”. Esta disposición influye mucho durante el acceso coronal en la que se debe incluir declive lingual de la cúspide vestibular (Fig. 13).

Conducto radicular: El primer premolar inferior presenta un único conducto, achataado en el sentido mesiodistal. Este conducto puede tener una bifurcación en el tercio apical, que dificultará mucho las técnicas endodónticas.¹⁰

Promedios de longitud 1° premolar inferior

- Longitud promedio: 21.9 mm
- Longitud máxima: 26.5 mm
- Longitud mínima: 17.0 mm

Promedios de longitud 2° premolar inferior

- Longitud promedio: 22.3mm
- Longitud máxima: 27.5mm
- Longitud mínima: 17.5mm

Complicaciones anatómicas. De acuerdo con Slowley, los premolares inferiores constituyen probablemente, los casos más difíciles para el tratamiento endodóntico, siendo que el motivo de esa dificultad todavía no está suficientemente aclarado, aun cuando se puede deber a las variaciones en la morfología del conducto radicular.

Al mismo tiempo, en esos dientes hay un número desproporcionado de agudizaciones de procesos crónicos periapicales en casos aparentemente de rutina. Para De Deus la bifurcación en conductos distintos, ocurre en el 31.3% siendo una de las causas de las dificultades de tratamiento.

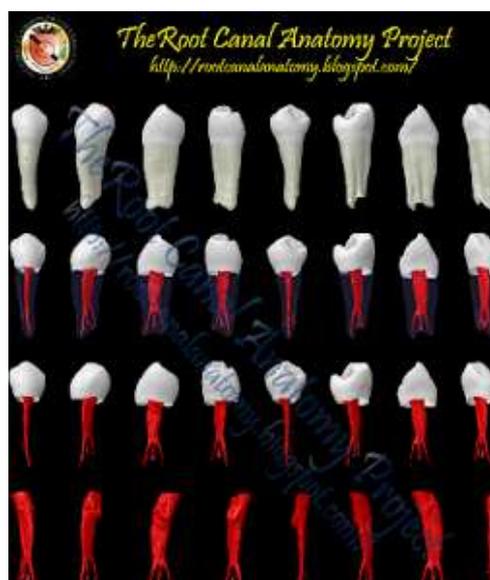
El cambio de la densidad radiográfica del espacio pulpar indica la presencia de bifurcación. En esos dientes, la complementación quirúrgica en los casos de fracasos post-tratamiento endodóntico, resulta difícil por la proximidad de sus raíces con el foramen mentoniano.

Primer molar inferior

Cámara pulpar: Este diente tiene una cámara pulpar más o menos cúbica, aunque tiene tendencia a ser triangular a medida que nos aproximamos al piso (Fig. 14). El techo presenta tantas convexidades cuantas son las cúspides, por lo tanto, tres vestibulares y dos linguales. La pared mesial, acentuadamente convexa, dificulta muchas veces la localización de los conductos mesiales. Un corte transversal de la porción del cuello de ese diente nos muestra que el piso tiene forma triangular con el vértice hacia distal donde se encuentra la entrada del conducto distal. Su base mayor, orientada hacia mesial presenta en sus ángulos concavidades que corresponden a los orificios de entrada de los conductos radiculares, o sea, el mesio-vestibular debajo de la cúspide correspondiente y el mesiolingual que corresponde aproximadamente al surco central.¹

Conducto radicular: Presenta dos raíces perfectamente diferenciadas y separadas en la gran mayoría de los casos. Excepcionalmente puede haber una tercera raíz separada a la altura distolingual.

Figura 13.



Configuración anatómica de premolar inferior (Tomada The Root Canal Anatomy Project).

Conducto distal: presenta abertura en forma de infundíbulo, frecuentemente achata en sentido mesiodistal, amplio diámetro, largo y recto en el 73.54% de los casos y con una desviación hacia distal en el 10.5%. Esta desviación no ofrece dificultades técnicas de tratamiento porque la tendencia del instrumento es la de dirigirse hacia esa dirección. El instrumento en su interior quedará con el mango inclinado hacia mesial.

Conductos mesiales: los conductos mesiovestibular y mesiolingual son únicos, atrésicos, largos y redondos. La curvatura hacia distal en el 79% de los casos, así como la acentuada convexidad de la pared mesial de la cámara pulpar, dificultan mucho la instrumentación. En el tercio cervical la trayectoria de esos conductos es de distal hacia mesial y en el tercio medio o apical, la curvatura es de mesial hacia distal. Esta trayectoria, denominada “doble curvatura” requiere la realización del limado o desgaste anticurvatura que se describe en otro capítulo.¹

Longitud promedio

- Mesial: 20.9 mm.
- Distal: 20.9 mm.

Raíces

- Dos raíces: 97.8%
- Tres raíces: 2.2%

Conductos

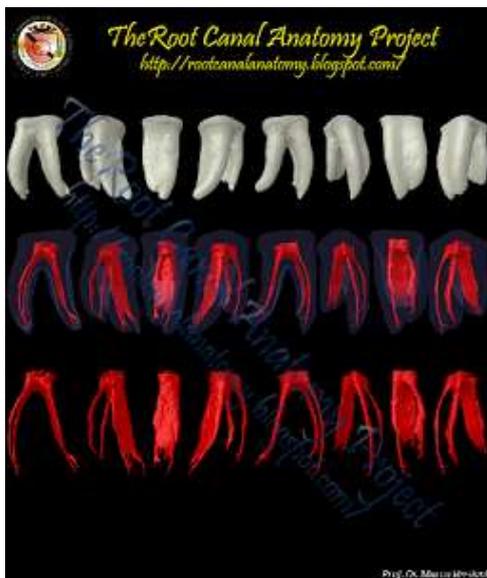
- Dos conductos: 6.7%
- Tres conductos: 64.4%
- Cuatro conductos: 28.9%

Conductos	
Mesial	Distal
Dos conductos y un agujero apical 40.5%	Un conducto 71.1%
Dos conductos y dos agujeros apicales 59.5%	Dos conductos 28.9% con un agujero 61.5% con dos agujeros 38.5%

Curvatura de las raíces

Dirección	Mesial	Distal
Recta	18%	74%
Curva distal	84%	21%
Curva mesial	0	5%
Curva vestibular	0	0
Curva lingual	0	0

Figura 14.



Configuración anatómica de primer molar inferior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

Complicaciones anatómicas

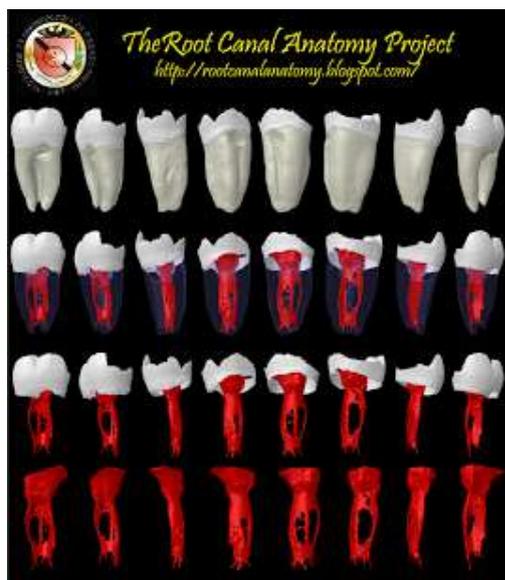
- Quizá debido a que es el primero en erupcionar entre los dientes posteriores permanentes, el primer molar inferior es el diente que requiere con más frecuencia tratamiento de conductos radiculares. Muchas veces se ha sometido a una gran restauración, y debe soportar fuerzas de oclusión intensas; por lo tanto, la cámara pulpar se encuentra muchas veces retraída o está calcificada.
- Suele tener dos raíces, pero en ocasiones tiene tres, con dos o tres conductos en la raíz mesial y uno dos o tres conductos en la raíz distal.
- Los conductos de la raíz mesial son mesiovestibular (MV) y mesiolingual (ML), a veces existe un conducto mesiocentral (MC), en el surco de desarrollo entre los conductos MV y ML.

- Los conductos de la raíz distal son el conducto distal D (si sólo existe un conducto) y los conductos distovestibular (DV) y distolingual (DL) y distal central (DC) (si existen varios conductos).
- Cuando hay dos conductos distales, estos suelen terminar en un orificio distal grande donde es difícil distinguirlos. Si una lima número 25 no alcanza todo su largo, entonces es muy probable que haya dos conductos distales.
- Los orificios de todos los conductos suelen estar localizados en los dos tercios mesiales de la corona y el suelo de la cámara pulpar es aproximadamente trapezoidal o romboidal.
- De modo habitual existen cuatro cuernos pulpares (MV, ML, DV y DL)
- La presencia de dos raíces distales separadas es rara, pero existe. En tales casos la raíz DL es más pequeña que la DV y suele ser más curva.¹¹

Segunda molar superior

Cámara pulpar: Similar a la cámara pulpar del primer molar inferior, con variaciones apenas en el número de concavidades, que

Figura 15.



Configuración anatómica de la segunda molar inferior (Tomada de *The Root Canal Anatomy Project*).

corresponden a las cúspides que, en consecuencia, modifican el aspecto anatómico del techo (Fig. 15).

Conducto radicular: En el 71% de los casos con dos raíces separadas. En el resto las raíces están generalmente fusionadas, por ese motivo los conductos son más estrechos y más difíciles de tratar.

Longitud promedio

- Mesial: 20.9 mm.
- Distal: 20.8 mm.

Raíces

- Dos raíces: 76.2%
- Tres raíces: 2.2%
- Una raíz cónica: 8.3%
- Una raíz con forma de C: 8.5%

Conductos

- Dos conductos: 6.7%
- Tres conductos: 64.4%
- Cuatro conductos: 28.9%

Conductos:

	Mesial	Distal
Un conducto y un agujero apical	13%	92%
Dos conductos y un agujero apical	49%	5%
Dos conductos y dos agujeros apicales	38%	3%

Curvatura de las raíces:

Dirección	Raíz sencilla	Raíz doble	
		Mesial	Distal
Recta	53%	27%	58%
Curva distal	26%	61%	18%
Curva mesial	0	0	10%
Curva vestibular	0	4%	4%
Curva lingual	2%	0	0
Curva en bayoneta	19%	7%	6%

Complicaciones anatómicas

- Tiene dos raíces con tres conductos radiculares como el primer molar, pero presenta más variaciones que este último.
- En algunos segundos molares inferiores con raíces fusionadas o raíz única la lima colocada en el conducto mesiovestibular parece hallarse en el conducto distal en la radiografía.¹¹

Bibliografía

1. Leonardo, MR Endodoncia Tratamiento de conductos radiculares, V.1; Cap 11 P.365.
2. Pagano, JL Anatomía dentaria. Mundi: Buenos aires, 1965. P170.
3. Norma anatómica oficial VI Congreso Internacional de Anatomía, Paris 1955.
4. Pucci, FM Conductos radiculares. Montevideo: Barreiro y Ramos 1945, V.1 P160.
5. Grossman LI. Endodoncia practica 3era edición Atheneu, 1963, P.203.
6. Dieck Apud: Della Serra O Anatomia Dental. Rio de Janeir Cientifica, 1959. P325.
7. Green E.N. Microscopic investigation of root canal diameters. J. Amer. Dent Ass; V.57, n.4, P636-644. 1958.
8. Slowley, R.R. Root canal anatomy, Dental Clinics of North America. Filadelfia. WB Saunders Company, 1979, V.23, N.4, P.555-573.
9. Fabra Campos, H. ¿La radiografía nos dice todo lo que queremos saber? Endodoncia, España, V.16, N.4, P211-217. 1997.
10. Ingle, J.I.N Endodoncia Cap. 10.
11. Cohen, Stephen, Burns, Richard C. Pathways of the pulp 11th. Ed. Mosby. St. Louis.

11. APERTURA Y LOCALIZACIÓN DE CONDUCTOS

*Katia Alcalá Barbosa
Felipe de Jesús Herrera Gutiérrez
Juan Francisco Moreno Muñoz*

Objetivo

El acceso al complejo sistema de conductos radiculares es la primera y posiblemente la fase más importante de cualquier procedimiento no quirúrgico.

Los objetivos de la preparación de la cavidad de acceso son:

- Eliminar toda la caries cuando esté presente.
- Conservar la mayor estructura de diente sano.
- Mostrar completamente la cámara pulpar.
- Retirar todo el tejido pulpar de la corona (vital o necrótico).
- Localizar todos los orificios de entrada al conducto radicular y
- Lograr un acceso directo al foramen apical.

Si se realiza correctamente, se puede evaluar la necesidad de restauración de cada diente, por ejemplo, la necesidad de alargamiento de corona, un endoposte o simplemente una obturación convencional después del procedimiento endodóntico.^{1,2}

Una cavidad de acceso debidamente preparada crea una trayectoria lisa y recta hacia

el sistema de conductos y finalmente hacia el ápice. El acceso en línea recta proporciona la mejor posibilidad de desbridamiento de todo el espacio del conducto, reduce el riesgo de fractura de instrumentos, y da lugar a una entrada recta en el conducto radicular. La proyección de la línea central del conducto a la superficie oclusal del diente indica la ubicación de los ángulos línea. La conexión de los ángulos línea crea la forma del contorno. Pueden ser necesarias modificaciones del esquema de acceso para facilitar la localización de los conductos y crear una forma conveniente para los procedimientos planeados.³

Pasos clave a considerar en la preparación del acceso

Visualización de la anatomía interna probable

La anatomía interna del diente dicta la forma del acceso, por lo tanto, el primer paso en la preparación de una cavidad de acceso es la visualización de la posición del espacio

pulpar en el diente. Esto requiere la evaluación radiográfica de varios ángulos y el examen de la anatomía del diente en los niveles coronal, cervical y radicular. Aunque las radiográficas bidimensionales de diagnóstico solo ayudan al clínico a estimar la posición de la cámara pulpar, el grado de calcificación de la cámara pulpar, el número de raíces y conductos y longitud aproximada de la raíz. La palpación a lo largo de la encía adherida puede ayudar en la determinación de la localización y dirección de la raíz. Esta información, considerada conjuntamente, guía al clínico en la dirección en la que iniciara con la fresa y así elegir la correcta para comenzar a realizar la cavidad de acceso.

Evaluación de la unión cemento/esmalte y la anatomía oclusal del diente

Tradicionalmente, las cavidades de acceso se han preparado en relación con la anatomía oclusal. Sin embargo, la dependencia total de la anatomía oclusal es peligrosa porque esta morfología puede cambiar a mediada que la corona es destruida por la caries y reconstruida con diversos materiales restauradores. Así mismo, la raíz puede no ser perpendicular a la superficie oclusal del diente.⁹

Krasner y Rankow⁴ encontraron que la unión cemento/esmalte (CEJ) fue el hito anatómico más importante para determinar la ubicación de la cámara pulpar y la entrada a los conductos radiculares. Su estudio demostró la existencia de una anatomía específica y consistente del piso de la cámara pulpar. Estos autores propusieron conceptos especiales que se aplican a la evaluación tridimensional de la anatomía de la cámara pulpar y que pueden ayudar al clínico a determinar el número y ubicación de los conductos en el piso de la cámara.

- Centralidad: el piso de la cámara pulpar está siempre situado en el centro del diente a nivel de la unión cemento/esmalte.
- Concentricidad: las paredes de la cámara

pulpar son siempre concéntricas a la superficie externa del diente a nivel de la unión cemento/esmalte, es decir, la anatomía de la superficie radicular externa refleja la anatomía de la cámara pulpar interna.

- Ubicación de la unión cemento/esmalte: la distancia desde la superficie externa de la corona clínica a las paredes de la cámara pulpar es la misma en toda la circunferencia del diente a nivel de la unión cemento/esmalte, haciendo de la unión cemento/esmalte el punto de referencia repetitivo más consistente para localizar la posición de la cámara pulpar.
- Simetría: con excepción de las molares superiores, los conductos son equidistantes de una línea trazada en dirección mesio/distal a través del centro del piso de la cámara pulpar.
- Cambio de color: el piso de la cámara pulpar es siempre más oscuro que las paredes.
- Ubicación del conducto: los conductos radiculares están siempre situados en la unión de las paredes y el piso; los conductos radiculares están siempre situados en los ángulos de la unión piso/pared y la entrada de los conductos está siempre en el extremo de las líneas de fusión del desarrollo de las raíces.

Preparación del acceso a través de las superficies lingual y oclusal

En los dientes anteriores generalmente se preparan a través de la superficie lingual del diente y las de los dientes posteriores se preparan a través de la superficie oclusal. Estos enfoques son los mejores para lograr el acceso en línea recta mientras que reduce las preocupaciones estéticas y restaurativas. Algunos autores han recomendado que el acceso anterior tradicional para los incisivos mandibulares (Fig. 1.) se traslade de la superficie lingual a la superficie Incisal en casos seleccionados, esto permite un mejor acceso al conducto lingual y mejorar el desbridamiento del conducto. En los dientes

Figura 1



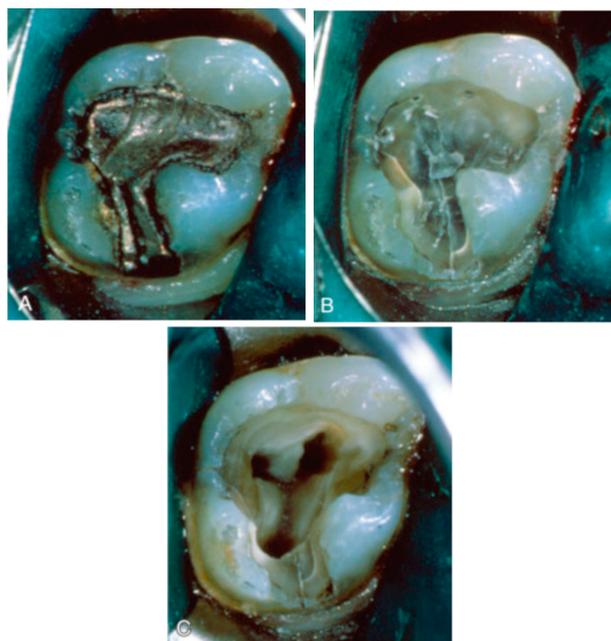
La cavidad de acceso Incisal en los dientes mandibulares puede permitir un acceso en línea recta y el mejor desbridamiento del conducto (Tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

que están lingualmente inclinados o girados, esta es a menudo la opción de elección para el acceso y se recomienda realizar antes de colocar el aislamiento. Así mismo, el acceso inicial a través de la corona puede lograrse mejor sin aislamiento absoluto, para que pueda visualizarse la inclinación de la raíz.⁵

Eliminación de todas las restauraciones defectuosas y caries antes de entrar a la cámara pulpar

Este procedimiento es esencial por muchas razones. A menudo se identifican caries o fracturas ocultas así mejora la capacidad para determinar la restauración del diente (Fig. 2). A esto, es recomendado no realizar la apertura, para proceder si es necesario a realizar un alargamiento de corona o colocar una restauración adhesiva. Posterior a esto el diente será más fácil de aislar antes de entrar a la cámara pulpar y así los márgenes de restauración han sido identificados. En algunos casos, la extracción puede estar indicada debido a fracturas o la capacidad de no restaurar el diente.¹

Figura 2.



A) molar maxilar que requiere tratamiento de conductos. B) al retirar la amalgama revela una fractura vertical en el segmento palatino. C) limpieza completa y localización de los conductos. La línea de fractura es visible, pero al sondeo no está presente. (Gutmann JL, Lovdahl PE: Solución de problemas en endodoncia, ed 5, St Louis, 2011, Elsevier).

Remoción de estructura dental no soportada

Junto con la eliminación de caries y restauraciones, la estructura del diente no soportada debe ser removida para prevenir la fractura de los dientes durante o entre los procedimientos. A pesar de la eliminación innecesaria de la estructura sana del diente debe evitarse, a menudo la forma del acceso puede tener que ser modificado para facilitar la localización del conducto y su procedimiento.

Preparación de las paredes de la cavidad de acceso que no permitan la entrada directa de los instrumentos al foramen o curvatura inicial.

Debe retirarse la estructura necesaria del diente para permitir que los instrumentos entren fácilmente en cada conducto sin interferencia de las paredes, particularmente

cuando un conducto presente una curvatura severa o salga del piso de la cámara pulpar en un ángulo obtuso. Por lo tanto, el diseño de acceso depende no solo de la ubicación de la entrada, sino también de la posición y curvatura de los conductos. El incumplimiento de esta guía da lugar a errores de tratamiento, como la perforación de la raíz, desviación del conducto y separación de instrumentos.⁹

Inspección de las paredes y el piso de la cámara pulpar

La ampliación es particularmente importante durante los procedimientos iniciales del conducto radicular, especialmente para determinar la localización de los conductos y eliminar el tejido y calcificaciones de la cámara pulpar. La iluminación proporcionada por el uso de herramientas de ampliación, en particular el uso del microscopio, ayuda en la negociación inicial de conductos estrechos, curvaturas y calcificados. La visión mejorada permite que el clínico vea los cambios internos de color de la dentina y los puntos de referencia sutiles que no pueden ser visibles a los ojos, incluyendo fracturas ocultas. Las lupas endodónticas también son de gran ayuda. En la mayoría de los casos, después de la colocación del dique de hule, se utiliza un explorador endodóntico agudo (DG-16) para localizar los orificios del conducto y determinar su ángulo.⁶

Grosor de las paredes de la cavidad y evaluación de la superficie para el sellado coronario

Una cavidad de acceso apropiada tiene generalmente paredes ahusadas, con su dimensión más amplia en la superficie oclusal. En tal preparación, las fuerzas oclusales no empujan la restauración temporal de la cavidad y alteran el sellado. Se necesita un mínimo de 3.5mm de material de sellado temporal (Cavit, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota) para proporcionar un sellado coronal

adecuado durante un tiempo corto. Recientemente, los selladores de conductos como ionomero de vidrio y Mineral Trióxido Agregado han demostrado ser prometedores en la reducción del riesgo de contaminación bacteriana del sistema de conductos cuando se produce micro filtración en los márgenes coronarios restaurados.^{7,8}

Fases mecánicas de la preparación de la cavidad de acceso

La preparación de una cavidad de acceso requiere el siguiente equipo:

- Magnificación e iluminación.
- Pieza de mano.
- Fresas.
- Exploradores endodónticos.
- Cucharillas endodónticas.
- Ultrasonido.

Magnificación e iluminación. La cavidad de acceso se prepara mejor con el uso de magnificación y una fuente de luz apropiada. el uso de microscopio, así como lupas quirúrgicas con una fuente de luz auxiliar son muy recomendables.

Pieza de mano. Una buena percepción táctil es esencial para realizar la mayoría de las fases de preparación del acceso con una pieza de mano de alta velocidad. En muchos casos se indica el uso de una pieza de mano de baja velocidad, lo cual es especialmente útil en la preparación. Para la preparación de cavidades de accesos desafiantes, especialmente aquellas que implican cámaras pulpares calcificadas, se puede sacrificar la velocidad de corte y la eficiencia a favor del control de corte aumentado de la pieza de baja velocidad o una punta de ultrasonido.

Fresas. Numerosas fresas han sido desarrolladas exclusivamente para la preparación de cavidades de acceso. En realidad, la creación de una cavidad de acceso que cumpla con las directrices establecidas anteriormente es más importante que preocuparse de que fresas se utilizan en el proceso.

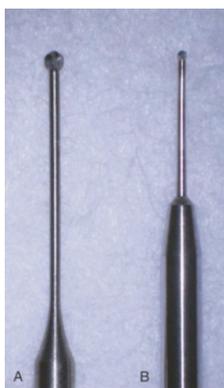
Fresas de carburo (#2, 4 y 6) son utilizadas, algunos clínicos prefieren utilizar fresas de fisura o fresas de diamante (#2 y 4). Fresas de fisura o diamante con la punta no activa son una elección segura para la extensión axial de las paredes.⁹

Para el retiro de coronas y onlays a base de zirconia, se han fabricado fresas de diamante de grano medio y fino que cortan eficientemente zirconia, estas deben utilizarse con abundante agua para evitar el calor.¹

Cuando se identifica una cámara pulpar retraída o calcificada, a menudo se recomienda el uso de una fresa de vástago largo, también conocida como fresa LN (Fig. 3). La fresa de Munce Discovery (CJM Engineering, Santa Bárbara, California) es similar a la de Mueller pero tiene un eje más rígido y está disponible en tamaños de cabeza más pequeños. Como alternativa, el ultrasonido ofrece una buena visibilidad con un corte preciso.⁹

Explorador endodóntico y cucharillas. El explorador endodóntico DG-16 se utiliza para la identificación de los conductos y para determinar la angulación. Una alternativa, es el explorador endodóntico JW-17 (Fig. 4) (CK Dental Industries, Orange, California) sirve con el mismo propósito, pero su punta más delgada y rígida puede ser útil para identificar la posible ubicación del conducto. Una cucharilla afilada, que viene en diferentes tamaños se puede utilizar para retirar pulpa coronal y dentina cariosa.

Figura 3.



A) fresa Mueller. B) fresa LN. (Imagen tomada de libro Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

Ultrasonido. Las unidades ultrasónicas y las puntas diseñadas específicamente para las actividades durante la preparación de la apertura de acceso son extremadamente valiosas. Los sistemas de ultrasonido proporcionan una visibilidad excepcional en comparación con las cabezas de piezas de mano tradicionales, que normalmente obstruyen la visión.

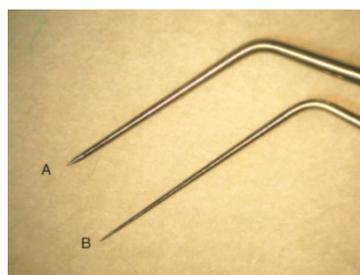
Preparaciones de acceso cavitario

Dientes anteriores

Preparación de apertura externa. Una vez que la caries y las restauraciones han sido removidas como sea necesario para establecer márgenes sanos del diente, una apertura inicial del contorno externo se corta en la superficie lingual del diente anterior. Se desarrolla una forma de contorno que sea similar en geometría a una forma de acceso ideal para el diente anterior. La fresa se dirige perpendicularmente a la superficie lingual a medida que se crea la abertura del contorno externo (Fig. 5).

Penetración del techo de la cámara pulpar. Se realiza con fresa redonda o cónica, el ángulo de la fresa se gira desde perpendicular a la superficie lingual/palatal hasta paralelo al eje longitudinal de la raíz (Fig. 5, D). La penetración continua a lo largo del eje longitudinal de la raíz, hasta que el techo de la

Figura 4.



A) explorador endodóntico DG-16. B) JW-17 explorador endodóntico. (Imagen tomada de libro Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

cámara pulpar es penetrado. Con frecuencia, un efecto de vacío se siente cuando esto ocurre. Medir la distancia desde el borde Incisal al techo de la cámara pulpar con una radiografía ayudara para prevenir una perforación.

Eliminación del techo de la cámara pulpar.

Una vez que se ha penetrado la cámara pulpar, se retira el techo restante moviendo el extremo de una fresa redonda bajo el reborde de techo. En los dientes con pulpitis irreversible, la hemorragia del tejido pulpar puede afectar la visión durante este proceso.

Dientes posteriores

La preparación es similar a la de los dientes anteriores. Los dientes posteriores que requieren procedimientos endodónticos típicamente han sido fuertemente restaurados

o el proceso de caries fue extenso. Tales condiciones con la compleja anatomía de la pulpa y la posición de los dientes posteriores en la cavidad oral, pueden dificultar el proceso de acceso.

Preparación de apertura externa . La extirpación de caries y restauraciones existentes de un diente posterior que requiere un procedimiento endodóntico a menudo resulta en el desarrollo de una apertura aceptable. Sin embargo, si el diente está intacto, el punto de inicio del acceso debe determinarse. La cámara pulpar de los dientes posteriores se sitúa en el centro del diente a nivel de la unión cemento/esmalte.

Por lo tanto, en los premolares superiores (Fig. 6), el punto de entrada que determina la forma del contorno externo se encuentra en el surco central entre las cúspides. Las coronas de los premolares mandibulares inclinadas lingualmente con relación a su raíz (es), la posición inicial debe ser ajustada para compensar esta inclinación. En los primeros premolares mandibulares, el punto de partida esta en medio de la pendiente lingual de la cúspide bucal (Fig. 7). Los segundos premolares mandibulares requieren menos ajuste porque tienen menos inclinación lingual, el lugar de partida para

Figura 5.



A) En los dientes anteriores la localización inicial de la cavidad de acceso es el centro de la corona anatómica en la superficie lingual (X). B) forma preliminar para los dientes anteriores. C) el ángulo de penetración para la forma del contorno es perpendicular a la superficie lingual. D) el ángulo de penetración para la entrada inicial en la cámara pulpar es casi paralelo al eje longitudinal de la raíz. E) finalmente se realiza la remoción del techo de la cámara pulpar (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 6.



A) punto inicial para acceder al premolar superior (X). B) forma del contorno inicial (área oscura) y forma de contorno final proyectada (línea discontinua). B: Bucal; L: Lingual. (Imagen tomada de libro *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 7.

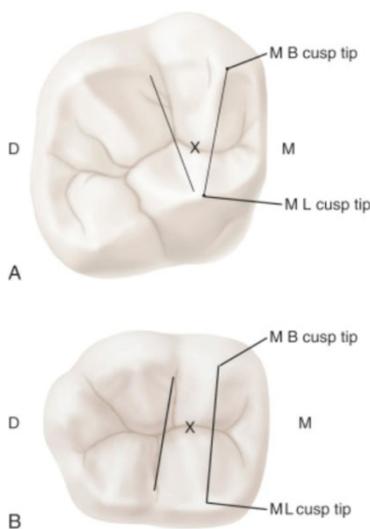


La corona del premolar mandibular esta inclinada lingualmente con relación a la raíz. B: Bucal; L: Lingual. (Imagen tomada de libro Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

este diente es a un tercio de la cúspide bucal con relación al surco.

Para determinar el punto de partida para las preparaciones de acceso en molares, se deben determinar las limitaciones de los límites mesial-distal y apical-coronal (Fig.

Figura 8.



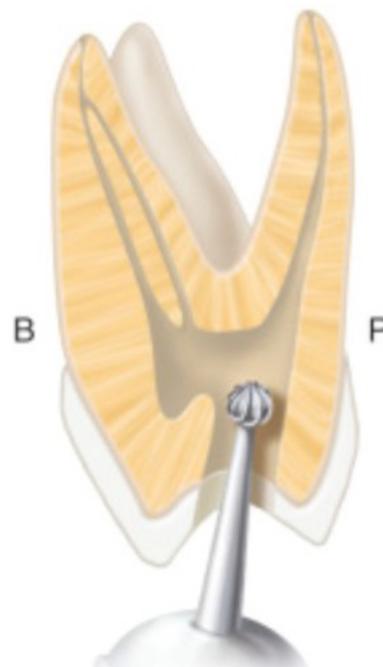
A) limite mesial y distal de un molar maxilar con el punto de inicio de acceso (X). B) limite mesial y distal de un molar mandibular que muestra el punto de partida de acceso (X). D: Distal; M: Mesial; MB: Mesio-bucal; ML: Mesio-lingual. (Imagen tomada de libro Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

8). La evaluación de las radiografías de alea de mordida es un método preciso para evaluar las extensiones mesio/distales de la cámara pulpar. El límite mesial para las molares maxilares y mandibulares es un alineamiento que conecta la cúspide mesial. Las cámaras pulpares se encuentran raramente mesial a esta línea imaginaria. Un buen límite distal inicial para los molares maxilares es la cresta oblicua. Para los molares inferiores, el límite distal inicial es una línea que conecta los surcos bucal y lingual. Para los molares, el punto de inicio correcto está en el surco central en medio de los límites mesial y distal.

Penetración del techo de la cámara pulpar

Una vez que se ha alcanzado la penetración inicial en la cámara pulpar, el ángulo de penetración cambia de perpendicular a oclusal a un ángulo apropiado para la penetración a través del techo de la cámara pulpar. En los premolares, el ángulo es paralelo al eje longitudinal de la raíz, tanto en las direcciones

Figura 9.



Ángulo de penetración hacia el conducto más grande (palatino) en molares maxilares B: Bucal; P: palatino. (Imagen tomada de libro Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

mesio-distal como buco-lingual. En los molares, el ángulo de penetración debe ser hacia el conducto más grande, porque el espacio de la cámara pulpar suele ser más grande en relación al conducto. Por lo tanto, en molares maxilares, el ángulo de penetración es hacia palatino y en molares mandibulares, hacia dista (Fig. 9).

Eliminación del techo de la cámara pulpar

La fresa de elección se utiliza para quitar completamente el techo de la cámara pulpar, incluyendo todos los cuernos pulpares. El objetivo es eliminar las esquinas de la cavidad de acceso y hacerlas de la manera que sean visibles los conductos. Se rectifican con fresa de diamante o carburo con punta inactiva, este proceso se realiza para retirar el techo completamente.

Identificación de todos los conductos

En los dientes posteriores con conductos múltiples, las entradas de los conductos juegan un papel importante en la determinación de las extensiones final de la forma externa del contorno de la cavidad de acceso. Idealmente, los orificios están situados en las esquinas de la preparación final para facilitar todos los procedimientos del conducto radicular.⁹

Bibliografía

1. Gutmann JL, and Lovdahl PE: Problem solving in endodontics. St Louis: Elsevier, 2011.
2. Taylor GN: Techniiche per la preparazione e lótturazione intracanalare, La Clinica Odontoitrica del Nord America 20:566, 1988.
3. Monnan G, Smallwood ER, GulaBivala K: Effects of Access cavity location and desing on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth, Int Endod J 34:176, 2001.
4. Krasner P, Rankow HJ: Anatomy of the pulp chamber floor, J Endod 30:5, 2004.
5. Mauger MJ, Waite RM, Alexander JB, Schindler WG: Ideal Endodontic Access in mandibular incisor, J Endod 25:206, 1999.
6. Bahcall JK, and Barss JT: Fiberoptic endoscope usage for intracanal visualiza-tion. J Endod 2001; 27: pp. 128
7. Webber RT, del Rio CE, Brady JM, Segall RO: Sealing quality of a temporary filling material, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 46:123, 1978.
8. Jenkis S, Kulild J, Williams K, et al: Sealing ability of three materials in the orifice of root canal systems obturated with gutta-percha, J Endod 32:225, 2006.
9. Kenneth M. Hargreaves, Louis H. Berman: Cohen's Pathways of the pulp: Elsevier, 2016.

12. CONDUCTOMETRÍA: PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS PARA EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

Norberto Juárez Broon
Álvaro Cruz González

Introducción

La remoción del tejido vital, necrótico, bacteria y sus desechos es esencial para lograr éxito en la terapia endodóntica.¹ Para llevarla a cabo de manera correcta, es esencial que sea establecida con precisión la longitud de trabajo. La longitud de trabajo es la distancia entre un punto de referencia coronal y otro apical,² se conoce también como conductometría o medición interna del conducto radicular. En este espacio interno del órgano dentario, es donde se efectúan la limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos radiculares, por lo general se delimita de 0.5 a 1 mm antes del foramen apical.³

El foramen apical se conceptualiza como la abertura apical principal del conducto radicular² y anatómicamente, es la zona de mayor diámetro a nivel radicular, se conoce también como foramen mayor⁴ en sentido inverso, se ubica la unión cemento dentina conducto (CDC) y se le conoce como foramen menor o el punto de menor diámetro.⁵

En esta unión CDC se encuentra tejido pulpar que se entrelaza con el tejido periodontal apical,^{6,7} y es donde deben realizarse

los procedimientos endodónticos, para no causar daño a los tejidos periapicales, lo que desfavorecería el proceso fisiológico de reparación en esta área,^{8,9,10} y que conllevaría a problemas con la cicatrización periapical.^{10,11}

La distancia del foramen apical a la unión CDC es en promedio de 0.5 mm en pacientes jóvenes y de 0.8 mm en adultos para todos los grupos de dientes.^{5,7,12} Sin embargo, la unión CDC es irregular y puede diferir de 0-3 mm de una pared a otra en el mismo conducto.^{5,7,12,13} Es sabido que el foramen apical no se ubica en el centro de la raíz y/o ápice anatómico del diente.¹⁴ El foramen apical puede ser localizado a un costado del ápice anatómico. A una distancia por encima de los 3 mm en el 50-98% de las raíces.^{7,15} Sin embargo, esta distancia en promedio puede ser de 0.36 mm.⁵ En jóvenes de 0.48 mm y adultos de 0.6 mm⁷ y de 0.3 mm en dientes anteriores y de 0.43 mm en posteriores.^{15,16} Asimismo, en 60% de las raíces, el foramen apical se ubica hacia distal, lo que hace que su posición difiera del vértice apical y/o ápice radiográfico.

En la clínica de endodoncia existen diversos métodos para determinar la longitud de trabajo. Entre ellos, el conocimiento de la anatomía, promedio anatómico, sensación

táctil, cono de papel humedecido con sangre, radiografías, los localizadores electrónicos de foramen (LEF)¹⁴ y recientemente el tomográfico.^{17, 18, 19, 20} Sin embargo, los métodos radiográfico y electrónico son los más utilizados. Empleados de manera aislada o en conjunto proporcionan más seguridad para la determinación de la longitud de trabajo.¹⁴ El método tomográfico presenta deficiencias en la medición. Lucena et al.²¹ evaluaron la precisión de Raypex 6 por medio de imágenes de tomografía computarizada de haz de cono (CBCT) en condiciones secas o irrigadas con hipoclorito de sodio, agua bi-distilada o Ultracain.

Las mediciones con Raypex 6 fueron más confiables que lo observado con CBCT, sin embargo, la longitud de trabajo con este dispositivo electrónico no evita el riesgo de sobreestimar la conductometría radiográfica. Cabe destacar que la variabilidad que presenta el foramen apical, hace que cuando se determina la longitud de trabajo por medios radiográficos y electrónicos exista una diferencia en relación a la precisión, es decir, si se obtiene la longitud de trabajo radiográfica, una lima que se encuentra en la zona CDC y el foramen apical presenta una salida hacia vestibular y se observara corta con respecto al foramen apical, si la misma longitud de trabajo se obtiene con un localizador de foramen, es posible que al encontrarse en la zona CDC en una pared (vestibular) este fuera y en la pared contraria (palatina) se encuentre precisa. Sin embargo, se destaca que con todo y que algunos estudios refieren que no hay diferencia entre el método electrónico y el radiográfico,^{22, 23} algunos autores señalan la superioridad del método electrónico sobre el radiográfico.^{24, 25, 26, 27, 28} De lo precedente, es posible considerar que el tratamiento de conductos puede realizarse exclusivamente con la longitud de trabajo electrónica²⁹ y que la utilización de la longitud de trabajo radiográfica es para observar curvaturas y algunos detalles anatómicos que no es posible observar en la radiografía de diagnóstico.³

En el presente capítulo se hace una revisión de la importancia de la longitud de

trabajo en el tratamiento endodóntico, los principales métodos para determinarla, técnicas, consideraciones, causas de error y limitaciones de los métodos radiográfico, electrónico y tomográfico.

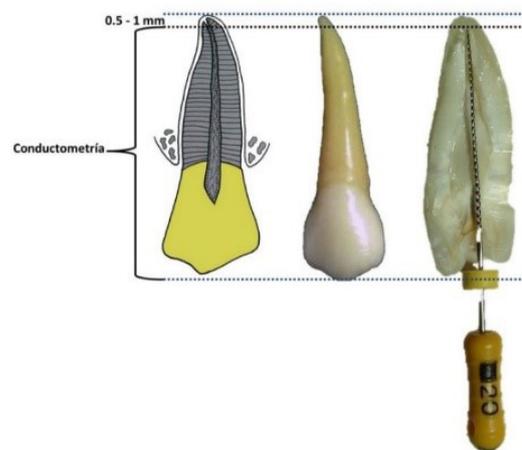
Longitud de trabajo, foramen apical, zona o límite apical

La longitud de trabajo es una de las fases primordiales del tratamiento de conductos radiculares,³ se denomina conductometría y se conceptúa como la distancia de un punto de referencia coronal hasta otro punto en apical,² tal como se observa en la figura 1.

La longitud de trabajo es el espacio en el que la preparación y obturación del sistema de conductos radiculares deben realizarse,¹⁰ generalmente se delimita de 0.5 a 1 mm del foramen apical.^{3, 10}

El foramen apical se define como la abertura principal apical del conducto radicular.² Anatómicamente, como se aprecia en la figura 2, es la zona de mayor diámetro y se denomina foramen mayor,⁴ en sentido contrario al foramen mayor esta la unión CDC, se le conoce como foramen menor o el punto de menor diámetro.⁵

Figura 1.



Esquema del establecimiento de la longitud de trabajo. Tomado de Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Bramante CM. Comparación in vivo de tres localizadores electrónicos de foramen en dientes con periodontitis apical. Tesis doctoral.

La longitud de trabajo es el segundo paso del tratamiento endodóntico, que como ya se mencionó, es la determinación de la distancia en que serán removidos del interior del sistema de conductos, tejido orgánico, impurezas, restos de materiales obturadores y sustancias indeseables. Es la profundidad que se alcanzará con la obturación tridimensional y evitará afectar los tejidos periapicales, lo cual podría provocar dolor en el paciente y ausencia de reparación, en el caso de sobrepasar o quedar corto durante el procedimiento.^{3, 9, 10, 30, 31}

El ejercicio de la práctica de la especialidad, reserva aspectos importantes y relevantes de la zona de unión CDC y que algunos profesionales denominan como límite apical, sin embargo, por la variabilidad que presenta el foramen apical debe ser considerado como zona o unión CDC y no como límite.

En la figura 3 se aprecia el foramen apical de una raíz palatina de un primer molar superior con periodontitis apical, al que se le obtuvo conductometría electrónica con Raypex 6 (0.5 mm indicado en la pantalla) y en que se aprecia fuera la punta de la lima con respecto a la porción más cervical del foramen, sin embargo, si se considera la porción más apical, la conductometría estaría precisa; por otro lado, si se obtuviera

una radiografía, la longitud de trabajo, estaría corta, debido a que la toma radiográfica considera el ápice radiográfico y no el foramen apical.

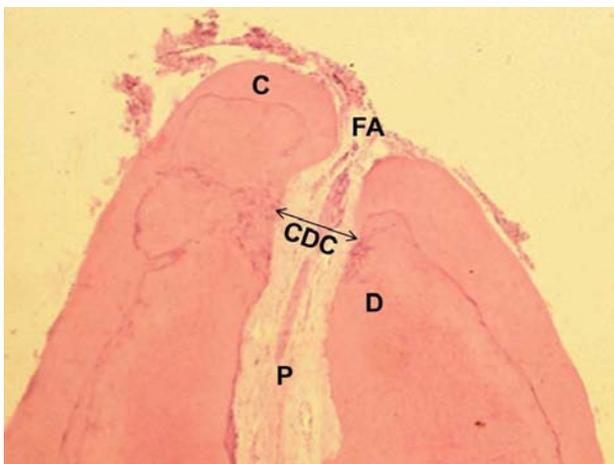
Importancia de la longitud de trabajo en el tratamiento endodóntico

De la correcta determinación de la longitud de trabajo, se asegura la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, por ende, una obturación tridimensional precisa en los límites de la unión CDC.³²

La unión CDC es el punto de referencia anatómico e histológico en donde termina la pulpa y comienza el ligamento periodontal. El objetivo de las técnicas de preparación del conducto radicular es hacer uso de este potencial de barrera natural entre el contenido del conducto y los tejidos apicales.³³

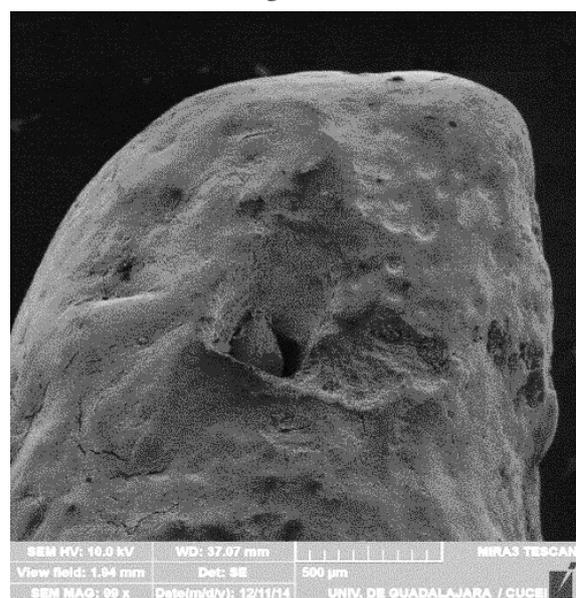
Estudios epidemiológicos han informado que el mejor pronóstico es cuando la obturación del conducto se encuentra dentro de 2 mm con respecto al ápice radiográfico.¹¹

Figura 2.



Corte microscópico del ápice radicular. Pulpa (P), Dentina (D), Unión cemento-dentina-conducto (CDC), Foramen apical (FA), Cemento (C). Cortesía Prof. Dr. Roberto Holland – UNESP, Araçatuba, SP–Brasil.

Figura 3.



Foramen apical de una raíz palatina de un primer molar superior con periodontitis apical, a través de conductometría electrónica con Raypex 6.

Para la determinación de la longitud de trabajo, se emplean diversos métodos, tales como la percepción táctil, el conocimiento anatómico, la sensibilidad periapical, las puntas de papel humedecidas con sangre, la radiografía trans-operatoria y los localizadores electrónicos de foramen,¹⁴ siendo estos dos últimos los más empleados debido a su confiabilidad y precisión.

La radiografía trans-operatoria es un método ampliamente utilizado, fácil de ser realizado y algunos autores lo consideran como estándar de oro para la longitud de trabajo,^{14, 34, 35} sin embargo, está demostrado que presenta diversas limitaciones que disminuyen su precisión y confiabilidad en el tratamiento endodóntico.^{3, 36} La importancia de la longitud de trabajo radica en localizar de manera precisa el foramen apical y establecer la zona de unión CDC, debido a que los procedimientos endodónticos deben estar limitados a esta zona anatómica.^{10, 11, 37}

Métodos para determinar la longitud de trabajo

La longitud de trabajo que constituye la segunda fase del tratamiento de conductos radiculares, se determina con la interpretación radiográfica o electrónica de una lima posicionada en el conducto radicular. Consiste en localizar el foramen apical³⁸ y establecer la medición en milímetros desde un punto de referencia coronal hasta la unión CDC. Este procedimiento para determinar la longitud de trabajo debe ser desempeñado con precisión, con técnicas que demuestren resultados satisfactorios. Entre estas, se tienen la longitud de trabajo radiográfica y electrónica.

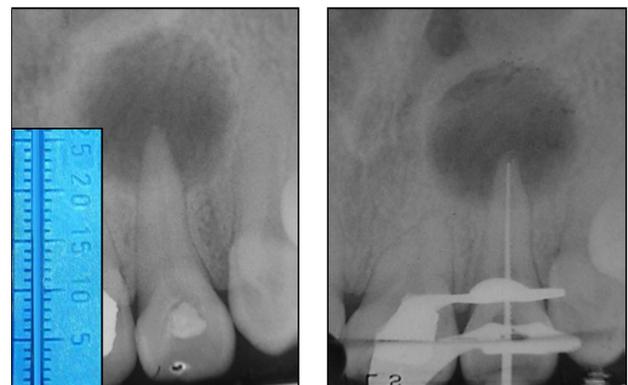
Longitud de trabajo radiográfica

La longitud de trabajo radiográfica es el método más ampliamente difundido y utilizado por los especialistas en endodoncia³⁹ y se

basa en la interpretación de una radiografía periapical, la longitud del diente se determina sobre la distancia entre el punto de referencia de la cúspide del diente y el ápice radiográfico, para lo cual se introduce una lima K al conducto principal. A pesar de ser una técnica ampliamente difundida y utilizada, presenta índices razonables de precisión y confiabilidad en cuanto a la localización del límite apical de instrumentación,⁴⁰ debido a que la unión CDC no puede identificarse mediante una radiografía. Entre las limitaciones se tiene que debemos obtener una excelente imagen del diente que está siendo tratado, esta cualidad se vincula a diversas variables, entre ellas la posición correcta de la película, ángulo vertical y horizontal correcto, interferencia de estructuras anatómicas, grapa, tiempo de exposición y revelado; así como la interpretación que varía de un especialista a otro.⁴⁰ Una de las principales limitaciones de la longitud de trabajo radiográfica es la interpretación bidimensional de una estructura tridimensional y por tanto debe recurrirse a diferentes técnicas de angulación en la proyección mesio/distal para separar los conductos en los órganos dentarios.

Entre las técnicas para la obtención de la longitud de trabajo radiográfica, se tienen las de Best, Bregman e Ingle.^{40, 41, 42} Sin embargo, se considera que la técnica de Ingle

Figura 4.



(A) Medición del diente en la radiografía y (B) Longitud de trabajo radiográfica a 1 mm. Tomado de Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Bramante CM. Comparación in vivo de tres localizadores electrónicos de foramen en dientes con periodontitis apical. Tesis doctoral.

es la más acertada para la determinación de la longitud de trabajo.⁴³ La técnica de Ingle consiste en determinar la longitud de trabajo mediante el paralelismo y emplea la radiografía de diagnóstico en la que establece una longitud de trabajo aparente. En este momento, disminuye 2 mm como medida de seguridad para lesiones traumáticas en los tejidos periapicales. Se introduce la lima en el conducto con el tope posicionado a la longitud aparente establecida y se toma una película radiográfica convencional o digital. En la imagen obtenida, se mide de la punta de la lima al ápice radiográfico y se suma o resta de acuerdo con la longitud real del diente. La longitud de trabajo debe ser 1 mm antes del ápice radiográfico (Fig. 4).

Con todo y las fallas que presenta la longitud de trabajo radiográfica, es un recurso muy utilizado por los clínicos durante el tratamiento de conductos radiculares, algunos estudios^{44, 45} indicaron la imprecisión del método radiográfico para localizar el foramen apical (figura 5).

Longitud de trabajo electrónica

La longitud de trabajo electrónica es la medición del conducto radicular con un dispositivo electrónico, denominado localizador electrónico de foramen (LEF). El LEF es un dispositivo electrónico utilizado como au-

xiliar en la determinación de la longitud de trabajo o perforación radicular, opera bajo los principios de resistencia, frecuencia o impedancia.² Este procedimiento es fácil de ser realizado y se basa en el principio de un circuito eléctrico que se cierra con el uso del cuerpo humano.¹⁴

El circuito eléctrico se completa cuando el otro extremo está conectado a la mucosa oral por medio de un clip labial y se introduce una lima al conducto radicular, que al ser presionado apicalmente la punta del instrumento toca el periodonto a través del foramen apical y registra un valor constante.⁴⁶

El principio de funcionamiento de los LEF se aprecia en la figura 6 y varía de acuerdo a la marca y la lectura en la pantalla. Cabe destacar que una vez señalado en la pantalla del LEF la posición de la lima en la zona CDC, la lectura debe estabilizarse de 5 a 10 segundos. En ese momento se retira la lima del conducto y con una regla se registra la longitud de trabajo en milímetros.

La explicación de cómo el LEF efectúa las mediciones electrónicas es a partir de la localización del foramen apical. Cuando la lima está en el interior del conducto (rodeado por dentina y cemento), estos actúan como aislantes de la corriente eléctrica y al sobrepasar el foramen apical actúa como un conductor de la corriente eléctrica.⁴⁷

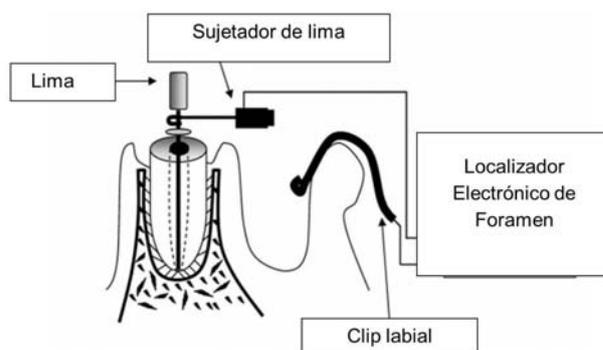
El material resistivo del conducto (dentina, tejido, fluidos) forma un resistor y su valor depende de la longitud, corte de la

Figura 5.



Raíz palatina de primer molar superior que radiográficamente se aprecia precisa, cuando en realidad está fuera del foramen apical. Cortesía del Prof. Dr. Carlos Spironelli Ramos - Roseman University of Health Sciences, Salt Lake City. UTAH-USA.

Figura 6.



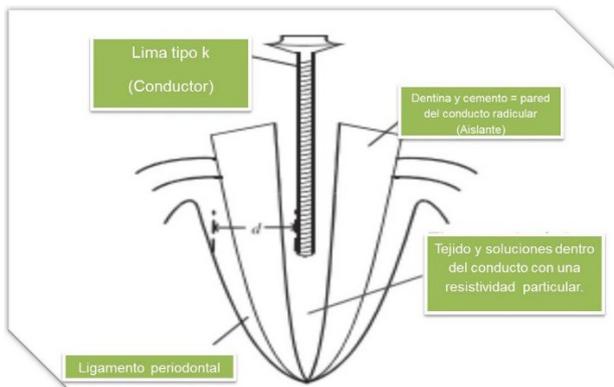
Principio de funcionamiento de los LEFs en el cuerpo humano. Tomado y adaptado de Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H, Electronic apex locators. J. Med Dent Sci. 2007;54:126.

sección transversal y la resistividad de los materiales. Si una lima endodóntica ingresa al conducto radicular y se aproxima a su término, la resistencia entre la punta del instrumento y la porción apical del conducto disminuye, porque la longitud efectiva del material resistivo dentro del conducto también disminuye⁴⁷ (Fig. 7).

Los dientes poseen propiedades resistivas y capacitivas. La lima con una superficie de área específica es un lado del capacitor y el material conductivo por fuera de la dentina (ligamento periodontal), representa la otra parte del capacitor. El tejido y fluidos dentro del conducto, así como el cemento y la dentina de la pared del conducto pueden considerarse como separadores de las dos placas conductoras y determinan una constante dieléctrica; estas estructuras forman un capacitor complejo⁴⁷ y de este modo determinan la longitud de trabajo electrónica.

De lo precedente, para medir los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, se debe calcular en primer lugar, la cantidad de corriente. Lo que depende de la diferencia de potencial, la impedancia de conducción y la resistencia dentro del cuerpo entre los puntos de contacto.

Figura 7.



Características eléctricas de la estructura dental. Tomado de Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PMH. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. Int Endod J. 2006; 39: 595-609.

Los LEF funcionan por medio del cuerpo humano que cierra el circuito eléctrico. El circuito eléctrico se cierra cuando la lima es colocada dentro del conducto radicular y presiona apicalmente hasta que la punta toca el periodonto a través del foramen apical.⁴⁷

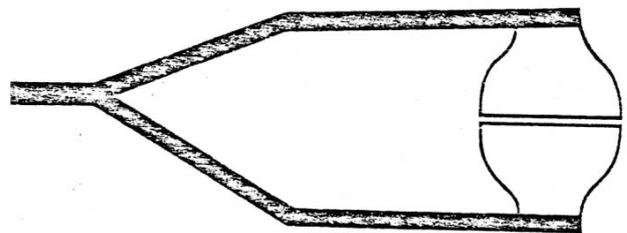
Evolución histórica de los LEF

El método electrónico para localizar el foramen apical fue propuesto por primera vez por Custer⁴⁸ en 1918 mediante el principio de conductividad eléctrica. Propuso los métodos radiográfico y eléctrico. Con este último, observó que la diferencia en el valor de la conductividad eléctrica podría detectarse fácilmente si el conducto radicular estaba seco o humedecido con un líquido conductor.

Desarrolló un aparato que consistía de tres partes: un miliamperímetro conectado a una fuente de corriente continua y dos electrodos, uno positivo (forma de hilo de acero en el interior del conducto radicular) y uno negativo (aplicado próximo al diente) (Fig. 8). Cuando el circuito se conectaba, un voltaje positivo mínimo se aplicaba al hilo de acero y al aproximarse al foramen apical daba como resultado un aumento en la conductividad eléctrica.

Suzuki⁴⁹ en 1942 en un estudio sobre ionoforesis de nitrato de plata amoniacal que realizó en dientes de perros, observó que la resistencia eléctrica obtenida entre la mucosa oral y un electrodo acoplado a un instrumento colocado en el interior del conducto

Figura 8



Prototipo empleado por primera vez en 1918. Tomado de Custer LE, J Natl Dent Assoc 1918; 5: 815-819.

radicular registraba valores constantes, en cualquier porción del ápice entre 39-41 mA con una variación mínima.

Con estos conceptos, Sunada⁵⁰ propuso en 1962 un método para determinar la longitud de trabajo sin la utilización de radiografías. Diseñó el primer dispositivo electrónico, denominado ohmímetro, en el cual utilizó en 124 dientes.

Observó que la resistencia al paso de la corriente eléctrica por la membrana periodontal era constante e igual a 6.5 K Ω (40 μ A) lo que coincidía con la mucosa oral. Concluyó que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el ligamento periodontal poseen una relación constante e independiente del género, edad y tipo de diente.⁵⁰

A partir de esos estudios iniciales, surgieron diversos tipos de dispositivos para medición electrónica que se basaban en métodos con diferentes características de medida, tipo de corriente eléctrica (continua o alterna), valores de amperaje y frecuencia.

La primera generación de localizadores se basó en el principio de resistencia eléctrica que consistía en dos electrodos, uno acoplado al instrumento que va insertado en el conducto radicular y otro aplicado en la mucosa bucal, entre los electrodos se determina una corriente continua de bajo amperaje.³ Dispositivos como el Root Canal Meter fue desarrollado en 1969. El principio de funcionamiento fue de resistencia y corriente alterna con una onda sinusoidal de 150Hz. Esto provocaba dolor en los pacientes debido a las elevadas corrientes. Posteriormente fue mejorado y se lanzó al mercado con el nombre de Endodontic Meter y Endodontic Meter SII.

La diferencia entre ellos era que utilizaba una corriente de menos 5 μ A. Otros dispositivos en la primera generación incluyeron el Dentometer y el Endoradar.³ Se encontró que estos dispositivos son poco fiables en comparación con las radiografías porque muchas de sus lecturas resultaban significativamente largas o cortas para una longitud de trabajo aceptable.³

Los dispositivos de segunda generación, se basaron en el principio de una corriente

alternada, es decir, en la que no existe interposición entre los polos positivo y negativo, la resistencia eléctrica medida a partir de corriente eléctrica alternada se denomina impedancia (capacidad de materiales que impiden el paso de corriente eléctrica), siendo medida en ohms (Ω), la cantidad de veces que la polaridad oscila en el electrodo determina el valor de la frecuencia a la corriente.³ Estos aparatos utilizaban la impedancia en una sola frecuencia. La impedancia se compone de resistencia y capacitancia. La propiedad se utiliza para medir la distancia en diferentes condiciones del conducto mediante el uso de diferentes frecuencias. El cambio en éste método de medición fue desarrollado por Inoue & Skinner⁵¹ en 1971, el cual realizó un dispositivo con un sistema de lectura sónico con una oscilación de baja frecuencia para desarrollar el sonido y le llamó Sono-Explorer y el Neosono-D que era una modificación del Sono-Explorer. Hasegawa et al. ⁵² en 1979, desarrolló el método electrónico de impedancia, utilizando alta frecuencia (400 kHz), cuyo aparato más representativo fue el Endocater, el cual no presentó la precisión necesaria para subsistir los métodos radiográficos.⁵³ Algunos otros aparatos pertenecientes a esta generación son el Apex Finder, Endo Analyzer y Digipex I, II y III.³

Los dispositivos de tercera generación, utilizan frecuencias múltiples, estos cuentan con microprocesadores potentes, capaces de procesar el cociente matemático y el algoritmo de cálculos para obtener lecturas precisas.¹⁴ A principios de los años noventa fueron introducidos este tipo de localizadores. Utilizan una tecnología más avanzada y miden la diferencia que existe entre la impedancia entre dos frecuencias (número de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo), o bien el rango de dos impedancias eléctricas.³ El Root ZX es un claro ejemplo de esta generación,^{4,22} al igual que el Apit, también conocido como Endex.⁵⁴

Los LEF de cuarta generación miden la resistencia y capacitancia por separado en lugar de medir el valor resultante de la impedancia (una función de resistencia y ca-

pacitancia). Utilizan dos frecuencias separadas (400 Hz y 8 kHz), esta combinación de emplear solo una frecuencia a la vez y utilizar mediciones basadas en la media de la raíz cuadrada de los valores de las señales aumenta la precisión en la medición y la confiabilidad.¹⁴ Sin embargo, la impedancia del electrodo no está influenciada por el contenido electrolítico dentro del conducto, cuando se sobrepasa el foramen con la lima este valor se reduce dramáticamente, determinado de esta forma la longitud de trabajo de manera eficaz.⁵⁵ Puede haber diversas combinaciones de los valores de la capacitancia y resistencia que proporcionan la misma impedancia (y así la misma lectura del foramen); esto se hace analizando componentes primarios que se miden por separado para asegurar una mayor exactitud y menor posibilidad de error, es decir, se necesita que las dos lecturas coincidan en el mismo punto para que la información se muestre en la pantalla digital.⁵⁵

Un aspecto importante con estos LEF es que tienen integrado un microprocesador, el cual computa los valores obtenidos y elimina la necesidad de hacer una calibración durante la determinación de la longitud de trabajo.⁵⁵ Estos dispositivos no son afectados por la presencia de irrigantes,¹⁴ sin embargo, es posible que la causa de mediciones erróneas sean los aspectos morfológicos, tales como conductos laterales, accesorios, convergentes, bifurcaciones, reabsorciones patológicas, perforaciones, contacto con fluidos o metales.³ Algunos ejemplos de aparatos de esta generación son el Bingo 1020, lanzado al mercado en el 2002, Propex, Raypex 4, Elements Diagnostic Unit, Root ZX II, Raypex 5, Raypex 6, i-Pex.

Precisión e importancia de la determinación de la longitud de trabajo

La longitud de trabajo consiste en identificar la zona CDC y obtener la medida real del

conducto radicular.³ Este procedimiento establece la distancia y profundidad en que los instrumentos trabajan en el conducto radicular.¹⁴

Ricucci & Langeland¹⁰ comprobaron que las condiciones histológicas más favorables son cuando la instrumentación y obturación se mantienen por debajo de la unión CDC y que la sobreobtención con gutapercha y sellador siempre provoca inflamación severa, a pesar de la ausencia de dolor. Los estudios epidemiológicos han reportado que el mejor pronóstico es cuando la obturación se encuentra dentro de los 2 mm del vértice radiográfico.¹¹

El efecto de la longitud de trabajo radiográfica y electrónica, comprobada con la prueba de cono y obturación final del tratamiento de conductos radiculares se hizo en 84 pacientes, donde se realizaron 188 mediciones con técnica de bisectriz la longitud de trabajo radiográfica y con Raypex 5 (VDW, Munich-Alemania) la electrónica.²³ La longitud de trabajo electrónica es comparable y no superior a la radiográfica, sin embargo, reduce la sobreestimación de la longitud de trabajo y la exposición a radiaciones ionizantes.

El ejercicio de la práctica reserva aspectos relevantes del límite apical para los procedimientos endodónticos, no obstante, y está demostrado que la localización del foramen apical no es en el vértice radiográfico apical, a pesar de que la mayoría de los profesionales recurren a este punto en el sentido de destacar la calidad final del tratamiento de conductos.³

Factores a considerar en relación con la longitud de trabajo electrónica

Calibre del instrumento

El grosor o calibre del instrumento debe considerarse, en virtud de que debe ser lo más compatible posible, es sabido que instru-

mentos más gruesos no alcanzan el tercio apical y los más delgados tienen dificultad en la lectura, debido al ajuste del instrumento en el conducto, esto se debe a que no siempre coincide el diámetro del foramen y la zona CDC (1 mm antes) con el calibre del instrumento, en especial en los conductos ovalados.³

Lo que se traduce en que la lima K al realizar la longitud de trabajo no logra tocar todas las paredes del conducto radicular. En la mayor parte de las mediciones, la lima K se adapta en un punto distante de la unión CDC, o sea el ajuste del primer instrumento es inexistente.

De ahí que cuando se dice, “utiliza el primer instrumento que ajuste”, en la realidad no ajusta. Por tanto, esta suelta en el foramen y en paredes y es un segmento de la lima K (el más grueso) el que ajusta; como se aprecia en la figura 9, en que la lima toca las paredes del conducto, pero no ajusta en la unión CDC.

El diámetro del foramen apical es un factor que influye en el rendimiento de los LEF,^{47, 56} por la variabilidad de esta región anatómica.^{57, 58, 59} Sin embargo, Ding et al.⁶⁰ determinaron que la morfología y la posición del foramen menor influyen en la precisión de los LEF, al contrario, Stein & Corcoran¹² refieren que la precisión de un LEF no se afecta por el diámetro de la unión CDC.

Figura 9.



Ápice radicular desgastado que muestra la lima suelta en el foramen apical. Cortesía Prof. Dr. Carlos Spironelli Ramos - Roseman University of Health Sciences, Salt Lake City. UTAH-USA.

Lo cierto, es que de acuerdo con lo observado en los estudios y la experiencia clínica, es posible afirmar que existe variación de la lectura con los LEF y aun no se tiene el 100% de precisión; por lo anterior, para la obtención de una longitud de trabajo precisa, primero se debe localizar el foramen apical y sin retirar la lima del conducto reajustarla hasta cuando la pantalla del LEF determine que se está a 1 mm del foramen apical, por qué una lectura a 0.5 mm, cabe la posibilidad de estar fuera. Williams et al.²² afirmaron que en una conductometría radiográfica, cuando la lima se observa corta, en realidad está más cerca del foramen apical y cuando la lima se observó al ras o fuera, realmente está más afuera del conducto.

Ramos & Bramante³ consideran que una solución para identificar el foramen apical en la clínica es realizar una instrumentación progresiva (Crown-down), de esta manera se eliminan interferencias en tercio coronal y medio, lo que facilitara el ajuste de la punta del instrumento en la unión CDC, sin embargo, una de las complicaciones es el bloqueo de los conductos por restos dentinarios, por tanto se sugiere realizar una abertura en la entrada de los conductos a una distancia no máxima de 10 mm, es decir, a la mitad de una fresa Gates Glidden número 4.

Interferencia del irrigante

Con la finalidad de obtener mediciones precisas se desarrollaron diversas generaciones de dispositivos electrónicos, entre ellos el localizador Root ZX II (dispositivo más investigado), que calcula el cociente entre las impedancias de dos frecuencias para localizar la constricción apical.⁶¹ Estudios han demostrado que el Root ZX II no se afecta por el contenido del conducto radicular, vitalidad pulpar, solución irrigante o el grupo dentario,^{14, 62, 63} sin embargo, en los casos de alteraciones anatómicas que acarrear alteraciones en la constricción apical, como en los dientes con ápices inmaduros, periodontitis apical y reabsorciones radiculares pueden impedir la correcta determinación de

la longitud de trabajo con el localizador de foramen⁴⁷

Precisión de la longitud de trabajo electrónica en pulpa vital, necrosis y periodontitis apical

Se considera que el diagnóstico pulpar no interfiere con la precisión de los LEF.⁶² Serry et al.⁶⁴ evaluaron si la condición pulpar influía en la precisión de i-Root verificado radiográficamente. En dientes con pulpa normal, pulpa inflamada aguda y crónica, pulpa degenerada y periodontitis apical (10 dientes por grupo) emplearon análisis histológico e inmunohistoquímico del tejido pulpar, observaron un diente preciso, dos cortos y siete fuera (considerando preciso 0.5-1 mm.). Lee et al.⁶⁵ Oliver et al.⁶⁶ consideran que la presencia de periodontitis apical indica la alteración del tamaño de la constricción apical y esto puede deberse por la reabsorción inflamatoria en la raíz, por lo tanto, si se aumenta el diámetro de la constricción apical por reabsorción inflamatoria permite disminuir la resistencia del conducto, lo que

supone que incrementa a su máximo valor a nivel de la constricción apical únicamente.⁶⁴ Lo que puede explicar que en los dientes con periodontitis apical la mayoría de las conductometrías están fuera del foramen⁵⁹ (Fig. 10).

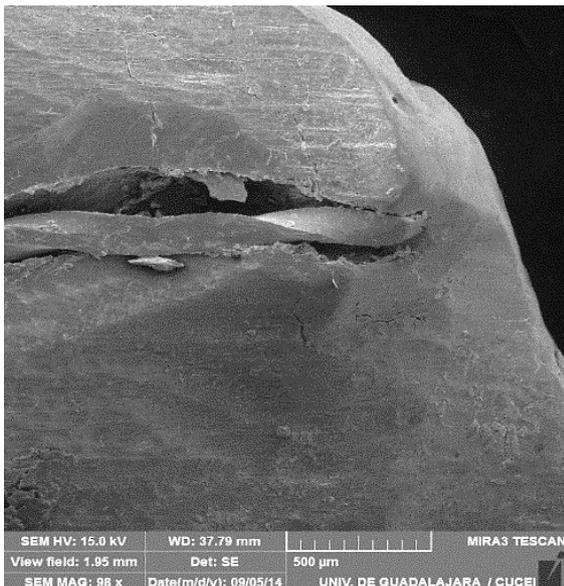
Longitud de trabajo electrónica con o sin radiografía de confirmación

Uno de los aspectos que causa discusión entre los especialistas con respecto a la longitud de trabajo electrónica es la necesidad de tomar una radiografía de confirmación para “verificarla”, sin embargo, se ha demostrado que el empleo de los LEF para la conductometría electrónica es confiable,^{23, 27, 28, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80} e incluso superior que la conductometría radiográfica transoperatoria^{24, 25, 26, 28} que muestran limitaciones de acuerdo a la morfología radicular, posición del diente en la arcada, sobreposición de imágenes, reabsorción radicular y las inherentes al proceso de obtener la radiografía.³

El concepto de la longitud de trabajo electrónica está en no verificarla con una radiografía, la combinación de método radiográfico y electrónico se refiere a utilizarlos para obtener una medición más precisa, en la radiografía observamos curvaturas, número de conductos y con el LEF se determina el foramen apical y la longitud de trabajo.

Se han reportado algunos trabajos que realizaron el tratamiento endodóntico exclusivamente con conductometría electrónica, tales como Machado et al.,³² que realizaron dos casos por la incapacidad de visualizar el ápice radicular. Utilizaron Elements Diagnostic Apex Locator en paciente portador de placa de retención post-quirúrgica. Con i-Pex en paciente con tratamiento de ortodoncia y un expansor maxilar. Concluyen que los LEF son eficaces para la determinación de la longitud electrónica, cuando es imposible llevarla a cabo mediante técnicas radiográficas.

Figura 10.



Conductometría electrónica que muestra una lima K fuera del foramen apical (MEB-EC - 98X). Tomado de Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Bramante CM. Comparación in vivo de tres localizadores electrónicos de foramen en dientes con periodontitis apical.

Nuestro equipo de trabajo realizó cinco tratamientos endodónticos con longitud de trabajo electrónica exclusivamente, sin verificación radiográfica.⁸¹ Se llevó a cabo con Raypex 6. La LTE es un método confiable y reduce el número de radiografías para el tratamiento endodóntico.

En otro estudio, evaluaron el nivel de obturación del tratamiento de conductos radiculares realizados con conductometría radiográfica y electrónica sin verificación radiográfica. Noventa conductos se realizaron con la longitud de trabajo realizada con Raypex 6, y noventa con la conductometría radiográfica. Concluyeron que ambos métodos pueden ser utilizadas de forma confiable para el tratamiento endodóntico²⁹ (Figs. 11 A y 11 B).

Las radiografías son útiles al combinarlas con el método electrónico, porque permiten observar detalles adicionales como ángulo y radio de una curva, número de conductos, bifurcaciones, espesor de la dentina e incluso relación punta del instrumento-vértice radiográfico apical.³ Con la conductometría electrónica se puede localizar el foramen apical y zona CDC. Se considera que el hecho de realizar la verificación radiográfica de una longitud de trabajo electrónica es un error de objetivo y no de procedimiento.³

Indicaciones y contraindicaciones de la longitud de trabajo electrónica

La conductometría electrónica presenta indicaciones y contraindicaciones precisas para su realización, de las que destacan los dientes con restauraciones metálicas, resina, ionómero de vidrio, conductos calcificados, perforaciones, ápice abierto, reabsorciones, retratamiento, pacientes pediátricos, embarazadas y con marcapaso.

Las restauraciones metálicas (coronas, incrustaciones y la amalgama de plata) in-

Figura 11



Tratamiento de conductos radiculares en primer molar inferior. En (A) con conductometría radiográfica y en (B) con conductometría electrónica.

terfieren en la medición electrónica debido a la capacidad de los metales de conducir corriente eléctrica.³ Todas las restauraciones deben ser removidas y en el caso de una corona metálica o metal-porcelana debe tenerse especial consideración en retirarla, por el riesgo de perforación de la cámara pulpar. Muchos especialistas realizar el tratamiento de conductos radiculares a través de la corona, sin embargo, debe tenerse cuidado en no tocar alguna superficie metálica y que la solución irrigante se encuentre en el conducto y no es la cámara pulpar, debido a que actuarían como conductos y como resultado, un falso positivo. Con respecto a las restauraciones a base de resina compuesta o ionómero de vidrio, no se han hallado reportes de falla por alguna interferencia en la conducción de corriente eléctrica.³ En conductos calcificados la lectura puede encontrarse comprometida, debido a la calcificación que presentan la paredes, a la falta de permeabilidad y la acumulación de restos dentinarios puede mostrar falsos positivos en la medición, debido al obstáculo que impide la salida hacia el foramen apical,^{3, 82} sin embargo, en caso de que con una lima K número 6 u 8 se alcance la salida del conducto, por consecuencia será más fácil la lectura con el LEF.

En dientes con perforaciones, se tienen dos inconvenientes, la perforación propiamente dicha y la dificultad en determinarla por medios radiográficos cuando se emplean calibres menores, sin embargo, en cámara pulpar es más sencilla su visualización.³ El empleo de los localizadores para identificar una perforación es de gran utilidad, por el hecho de que al momento de

tocar con la lima el sitio de la perforación, la pantalla del localizador indicara que se encuentra fuera del foramen.³ En dientes con ápice abierto por la falta de formación radicular está contraindicado realizar mediciones electrónicas, por tanto, se indica la conductometría radiográfica.

En los dientes deciduos es posible la utilización de longitud de trabajo electrónica, debido a que con una radiografía es difícil detectar reabsorciones fisiológicas, la técnica empleada es similar a pacientes adultos. En pacientes embarazadas, el empleo de la conductometría electrónica está indicado por la reducción de radiaciones ionizantes. Sin embargo, en pacientes con marcapaso se contraindica el riesgo por la interferencia del dispositivo;^{83, 84} en este sentido y a pesar de que en un estudio, el LEF Bingo presentó algún tipo de interferencia, sin embargo, no comprometió la función primordial del marcapaso.⁸⁵ En dientes con reabsorción externa comunicada está contraindicado, debido a la invaginación de tejido periodontal en el trayecto del conducto, inviabilizando la lectura; en dientes con reabsorción interna se realizará de manera convencional.³

Goldberg et al.⁸⁶ evaluaron la precisión de Root ZX en dientes con reabsorciones apicales simuladas y mostraron una precisión baja de 62.7% en el rango de 0.5 mm. En los casos de retratamiento, si existe presencia de gutapercha remanente, puede existir algún falso positivo,^{63, 71, 74, 87} por lo tanto, todo el material obturador debe ser removido y realizar la conductometría.³

Método tomográfico

En trabajos de Lascala et al.,¹⁷ Janner et al.,¹⁸ Jeger et al.¹⁹ y Cornnet et al.²⁰ emplearon mediciones tomográficas con CBCT para la longitud de trabajo. El programa KaVo 3D utilizado con el CBCT permite diversos aspectos de la imagen en tercera dimensión.

Los dientes se analizan en los planos sagital, transversal y coronal. El diente puede ser rotado por el operador en el plano de-

seado para determinar la longitud de trabajo. El procedimiento de medición es preciso, simple y reproducible,²⁰ sin embargo, con respecto a la dosis de radiación no se compara con las radiografías intraorales, por tanto, no está indicado para conductometría. Se están desarrollando algunos dispositivos CBCT que disminuyan la dosis de radiación, si la dosis efectiva alcanza un límite razonable, CBCT pudiera ser recomendado.²⁰ Para una mayor precisión, Janner et al.¹⁸ y Jeger et al.¹⁹ combinaron la conductometría electrónica con las mediciones con CBCT.

Técnica clínica para la longitud de trabajo electrónica⁸¹

Se realiza asepsia y antisepsia, se aplica anestesia local indicada para cada paciente. Bajo aislamiento absoluto con grapa (SS White – EUA) y dique (Hygenic Non Latex, Flexi-Dam., EUA) se realizan los pasos siguientes:

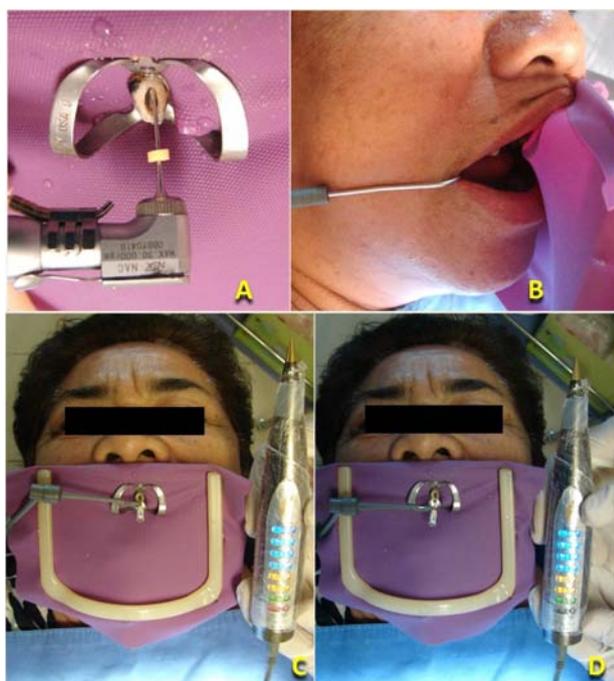
1. Eliminación de tejido carioso y restauraciones metálicas
2. Abertura coronaria con alta velocidad y fresa de carburo esférica número 2 a 4, según el diente a tratar.
3. Identificación de conductos con un explorador DG-16.
4. Permeabilización de los conductos con una lima tipo K número 8, 10, 15.
5. Irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%.
6. Eliminación de interferencias en la entrada de los conductos con fresa Gates-Glidden número 1 a 4 (Fig. 12A) y aspiración del exceso del irrigante de la cavidad pulpar.
7. Se enciende el interruptor del localizador electrónico de foramen y se coloca el clip externo sobre la mucosa labial del paciente (Fig. 12B).
8. Se introduce en las proximidades de tercio medio una lima tipo K número 10 o 15 (en algunos casos una lima de mayor calibre, que ajuste a la anatomía del conducto previamente identificado).

9. Se conecta a la lima el sujetador del localizador electrónico de foramen y se introduce en sentido apical la lima en el conducto.
10. La lima identifica el foramen apical cuando en la pantalla del localizador marca ápex, se reajusta la posición de la lima hasta que la pantalla indique que se encuentra a 1 mm (Fig. 12, C y D).
11. Mantener conectado por 5 segundos hasta que la lectura se estabilice en la marca de 1 mm del foramen apical (de acuerdo con cada marca comercial del localizador) y esta sea considerada correcta (Fig. 12).

Conclusión

Existen variables que influyen en la precisión de los LEF, como el género, edad, tipo

Figura 12



Eliminación de interferencias con Gates-Glidden número 4 (A), clip labial en la mucosa del paciente (B), localización del FA en la luz LED roja (C), posición de la unión CDC en la luz LED verde (D). Tomado de Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Bramante CM. Comparación in vivo de tres localizadores electrónicos de foramen en dientes con periodontitis apical. Tesis doctoral.

de diente, diagnóstico clínico, retratamiento de conductos, patología apical, humedad intraconducto y marca del dispositivo.

El empleo de la conductometría electrónica es un método confiable para determinar la longitud del conducto radicular, reduce el empleo de radiografías, evita contaminación al medio ambiente por el empleo de películas radiográficas, líquido revelador y la dosis de radiación al paciente y operador.

Referencias

1. Nair PNR, Sjögren U, Figdor D, Sundqvist G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 1999; 87: 617-27.
2. American Association of Endodontists (2016) Glossary of Terms Used in Endodontics. Chicago, IL: American Association of Endodontists.
3. Ramos CS, Bramante CM. *Odontometría, Fundamentos e Técnicas.* Sao Paulo: Ed. Santos, 2005.
4. Simon JHS. The apex: how critical is it? *Gen Dent.* 1994; 42:330-4.
5. Dummer PHM, McGinn JH, Ress DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *International Endodontic Journal.* 1984; 17: 192-8.
6. Grove CJ. An accurate new technique for filling root canals to the dentinocemental junction with impermeable materials. *J Am Dent Ass.* 1929; 16: 1594-1600.
7. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Amer Dent Ass.* 1955; 50: 544-52.
8. Bramante CM, Berbert A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. *Oral Surg Oral Pathol Oral Med Oral Radiol and Endod.* 1974; 37: 463-73.
9. Leonardo MR. Considerações iniciais – definição, importância, conceito. In:

- Leonardo MR, Leal JM. Endodontia: Tratamiento de canales radiculares. São Paulo: editorial panamericana. 1998, cap.2, p.29-40.
10. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998; 31: 394-409.
 11. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990; 16: 498-504.
 12. Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1990; 69: 238-42.
 13. Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 1995; 79: 769-77.
 14. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004; 37: 425-37.
 15. Green D. A stereomicroscopic study of 400 roots apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 1956; 9: 1224-35.
 16. Green D. A stereomicroscopic study of 700 roots apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 1960; 13: 728-40.
 17. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom) Dentomaxillofac Radiol. 2004; 33: 291-4
 18. Janner SFM, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. *J Endod* 2011; 37: 1046-51.
 19. Jeger FB, Janner SFM, Bornstein MM, Lussi A. Endodontic working length measurement with preexisting one-beam computed tomography scanning: A prospective controlled clinical study. *J Endod.* 2012; 38: 884-88.
 20. Connert T, Hülber-J M, Godt A, Löst C, ElAyouti A. Accuracy of endodontic working length determination using cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2014; 47: 698-703.
 21. Lucena C, López JM, Martín JA, Robles V, González-Rodríguez MP. Accuracy of working length measurement: electronic apex locator versus cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2014; 47: 246-56.
 22. Williams CB, Joyce AP, Robertset S. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *J Endod.* 2006; 32: 624-7.
 23. Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length. *J Endod.* 2010; 36: 1753-6.
 24. Fouad AF, Reid LC. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *J Endod.* 2000; 26: 364-7.
 25. Kaufman AY, Fuss Z, Keila S, Waxenberg S. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro. *International Endodontic Journal.* 1997; 30: 403-7.
 26. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *Journal of Endodontics.* 2007; 36: 2003-7.
 27. Hassanien E, Hashem A, Chalfin H. Histomorphometric study of the root apex of mandibular premolar teeth: An attempt to correlate working length measured with electronic and radiographic methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. *J Endod* 2008; 34: 408-12.
 28. Vieyra JP, Acosta J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *Int Endod J.* 2011; 44: 510-8.
 29. Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sanchez CA, Bramante CM, Piasecki L, Andaracua-Garcia S. Evaluación del nivel de obturación

- en el tratamiento endodóntico con conductometría electrónica (sin verificación radiográfica) vs conductometría radiográfica: estudio in vivo. *Canal Abierto*. 2016; 33: 8-13.
30. Harrison JW, Baumgatner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 2. Postobturation pain. *J Endod*. 1983; 9: 434-8.
 31. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J*. 1998; 31: 384-93.
 32. Machado R, Tomazinho LF, Stel AMA, Silva EJNL, Vansan LP. Use of electronic apex locator in the impossibility of radiographic visualization of the root apex: report of two cases. *RSBO*. 2013;10:402-6.
 33. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*. 1967;11:723-44.
 34. Miletic V, Beljic-Ivanovic K, Ivanovic V. Clinical reproducibility of three electronic apex locators. *Int Endod J*. 2011; 44:769-76.
 35. Nelson-Filho P, Leite Gde A, Fernandes PM, Da Silva RA, Rueda JC. Efficacy of SmearClear and ethylenediaminetetraacetic acid for smear layer removal in primary teeth. *J Dent Child*. 2009; 76:74-7.
 36. Tamse A, Kaffe I, Fishel D. Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics. *Oral Surgery Oral Med Oral Pathol*. 1980; 50:563-6.
 37. Seltzer S, Soltanoff W, Smith J. Biologic aspects of endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1973; 36: 725-37.
 38. Ramos CAS, Bramante CM. In: *Endodontia. Fundamentos biológicos e clínicos*. 2/a. ed. São Paulo, Brasil: Ed. Santos; 2001. pp. 45-72.
 39. Clouse HR. Electronic methods of root measurement. *Gen Dent*. 1991; 6: 432-7.
 40. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Endodontics success – who's reading the radiographic? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1972; 33: 432-4.
 41. Best EJ, Gervasio W, Sowle JT, Winter S, Gurney B. A New Method of Tooth Length Determination for Endodontic Practice. *Dent. Dig*. 1960; 66: 450-454.
 42. Bregman RC. A mathematical method of determining the length of a tooth for root canal treatment and filling. 1950; *J Canad Dent Ass*. 16:305-6.
 43. Bramante CM & Berbert A. Recursos radiográficos no diagnóstico e no tratamento endodóntico. 3/a. ed. São Paulo, Brasil: Ed. Pancast editora; 2000.
 44. Levy AB, Glatt L. Deviation of the apical foramen from the radiographic apex. *J N J St Dent Soc*. 1970; 41: 12-3.
 45. Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Canad Dent Ass*. 1971; 37: 305-8.
 46. Ebrahim AK, Wadachi R., Suda H. Electronic apex locators- a review. *J Med Dent Sci*. 2007; 54: 125-136.
 47. Nekoofar MH, Ghandi MM Hayes SJ, Dummer PMH. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *International Endodontic Journal*. 2006;39: 595-609.
 48. Custer LE. Exact methods of locating the apical foramen. *Journal National Dental Association*. 1918; 5: 815-819.
 49. Suzuki K. Experimental study of iontoforesis. *Japanese Journal Stomatology*. 1942;16:411-29.
 50. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal Dental Research*. 1962; 41: 375-87.
 51. Inoue N, Skinner DH. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endod*. 1985; 11: 421-7.
 52. Hasegawa K et al. A new method and apparatus for measuring the root canal length. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1986; 28: 117-28.
 53. Ounsi HF, Haddad G. In vitro evaluation of reliability of the Endex electronic apex locator. *J Endod*. 1998; 24: 120-1.
 54. Renner D, Grazziotin-Soares R, Gavini G, Barletta FB. Influence of pulp conditions on the accuracy of an electronic for-

- men locator in posterior teeth: an in vivo study. *Braz Oral Res.* 2012; 26: 106-11.
55. Briseño MB. Consideraciones clínicas para evitar y corregir errores durante la preparación del conducto radicular. In: Cruz GA. et al. *Endodoncia, fundamentos científicos para la práctica clínica.* México, As Enug, 2012, pag.103-41.
 56. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endod.* 1987; 13: 60-4.
 57. Pagavino G, Pace R, Baccetti T. An SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 1998; 24: 438-41.
 58. Herrera M, Abalos C, Planas AJ, et al. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J Endod* 2007; 33: 995-8.
 59. Broon NJ. Comparación in vivo de tres localizadores electrónicos de foramen de dientes con periodontitis apical. (tesis de doctorado), Guadalajara (Jal): Universidad de Guadalajara.;2015.
 60. Ding J, Gutmann JL, Fan B, Lu Y, Chen H. Investigation of apex locators and related morphological factors. *Journal of Endodontics.* 2010; 36: 1399-1403.
 61. Morita J (1994) *Root ZX Operation Manual.* Japan: J. Morita Mfg. Corp.
 62. Dunlap CA, Remeikis NA, Begole EA, Rauschenberger CR. An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *Journal of Endodontics.* 1998; 24: 48-50.
 63. ElAyouti A, Dima E, Ohmer J, Sperl K, Ohle C, Löst C. Consistency of Apex Locator Function: A Clinical Study. *Journal of Endodontics.* 2009; 35: 179 – 81.
 64. Serry A, Adel M, Elden EM. Accuracy of electronic apex locator in relation to the condition of human dental pulp: histological and histochemical study. *J Am Sci.* 2012; 8:391-7.
 65. Lee SJ, Nam KC, Kim YJ, Kim DW. Clinical accuracy of a new apex locator with and automatic compensation circuit. *J Endod.* 2002; 28: 706-9.
 66. Oliver P, Oliver S, Thomas A. Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root Canals. *J Endod.* 2002; 28: 83-5.
 67. Somma F. et al. In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and Propex II. *Int Endod J.* 2012; 45:552-6.
 68. Duran-Sindreu F, Stöber EK, Mercadé M, Vera J, Garcia M, Bueno R, Roig M. Comparison of in vivo and in vitro readings when testing the accuracy of the Root ZX apex locator. *J Endod.* 2012; 38: 236-9.
 69. Piasecki L, Carneiro E, Fariniuk LF, Westphalen VPD, Fiorentin MA, Silva Neto UX. Accuracy of Root ZX II in locating foramen in teeth with apical periodontitis: an in vivo study. *J Endod.* 2011; 37: 1213-6.
 70. Goldberg F. Evaluacion clinica del Root ZX en la determinacion de la conductometria. *Rev Asoc Odontol Argent.* 1995; 83: 180-2.
 71. Pommer O, Stamm O, Attin T. Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root canals. *J Endod* 2002; 28: 83-5.
 72. Beilke L, Barletta F, Vier-Pelisser F. Avaliação in vivo da confiabilidade do localizador eletrônico Bingo na determinação do comprimento da trabalho, em situações de polpa vital e necrosada. *Rev Odonto Cienc.* 2005; 20: 142-7.
 73. Wrbas KT, Ziegler AA, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007; 40: 133-8.
 74. Hilu R, Huanambal M, Perez A. Estudio en in vivo de la determinación de la longitud de trabajo con la utilización del localizador apical electrónico Neosono. *Rev Asoc Odontol Argent.* 2008; 96: 247-51.
 75. Chevalier V, Arbab-Chirani R, Nicolas M, Morin V. Occurrence of no-function of two electronic apex locators: an in vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009 ;108: e61-5.
 76. Pascon EA, Marrelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani MA. An in vivo comparison of working length determination

- of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J*. 2009; 42: 1026-31.
77. Stöber EK, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of Root ZX and iPex Apex locators: an in vivo study. *J Endod*. 2011; 37: 608-10.
 78. Stöber EK, De Ribot J, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M, Duran-Sindreu F. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini apex locator: an in vivo study. *J Endod*. 2011; 37: 1349-52.
 79. D'Assunção FLC, De Albuquerque DS, Correia De Queiroz Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J Endod* 2006; 32: 560-2.
 80. Moscoso S, Pineda K, Basilio J, Alvarado C, Roig M, Duran-Sindreu F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: An in vivo study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2014; 1: e202-5.
 81. Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Anadaracua-García S, García-Hervert BR, Ayón-García R. Root canal treatment by means of electronic conductometry without radiographic trans-operative verification: a report of five cases. *Dental Press Endod*. 2015; 5: 73-7.
 82. Aurelio JA, Nahmias Y, Gerstein H. A model for demonstrating an electronic canal length measuring device. *J Endod*. 1983; 9: 568-9.
 83. Woolley LH, Woodworth J, Dobbs JL. A preliminary evaluation of the effects of electrical pulp testers on dogs with artificial pacemakers. *J Am Dent Ass*. 1974; 89: 1099-101.
 84. Beach CW, Bramwell JD, Hutter JW. Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient. 1996. *J Endod*. 1996: 182-4.
 85. Garofalo RR, Ede EN, Dorn SO, Kuttler S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. 2002. *J Endod*. 2002; 28: 831-3.
 86. Goldberg F, De Silvio AC, Manfré S, Natri N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod*. 2002; 28: 461-3.
 87. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical Efficacy of Electronic Apex Locators: Systematic Review. *J Endod*. 2014; 40: 759-777.

13. TÉCNICAS BIOMECÁNICAS DE INSTRUMENTACIÓN MANUALES

Katia Alcalá Barbosa
Geovani Ramón González Barba
Felipe de Jesús Herrera Gutiérrez

Una vez concluidas las etapas de apertura, limpieza de la cámara pulpar, localización y preparación de las entradas a los conductos y el tercio cervical, el diente ofrecerá las condiciones para que se inicie el tratamiento de conductos. En esta etapa, los instrumentos endodónticos desempeñan un papel importante. El dominio de estos exige práctica, conocimiento de sus aspectos morfológicos y su dinámica de uso para así utilizarlo correctamente y aprovecharlo al máximo.¹

Antecedentes

1838. Maynard creó el primer instrumento endodóntico, idealizado a partir de un resorte de reloj.²

1958. Ingle y Levin propusieron por primera vez la estandarización en instrumentos endodónticos.

1962. Se formó un comité para la estandarización, en el que participaron los fabricantes y la American Association of Endodontic. Evolucionó a lo que hoy es International Estándar Organization (ISO). Pero hasta 1976 se publicaron las primeras especificaciones.³

Los instrumentos están constituidos por cuatro partes:

- **Mango:** por lo general de plástico, forma de cilindro, superficie estriada (A)
- **Intermediario:** es el segmento del vástago, entre mango y parte activa. Longitud variable (B)
- **Parte activa:** debe de tener 16 mm de longitud y su forma depende de aquella original del vástago (C)
- **Guía de penetración:** extremo de la parte activa y tiene forma de cono, con un vértice para cada tipo de instrumento (D)

Longitud de instrumentos

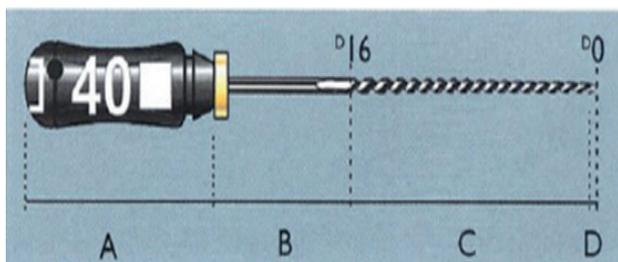
Se designa en milímetros. 16 mm de la parte activa más el intermediario. Se fabrican en 21, 25, 28 y 31 mm.

Diámetros de la parte activa

Se puede comparar geoméricamente con un cono.

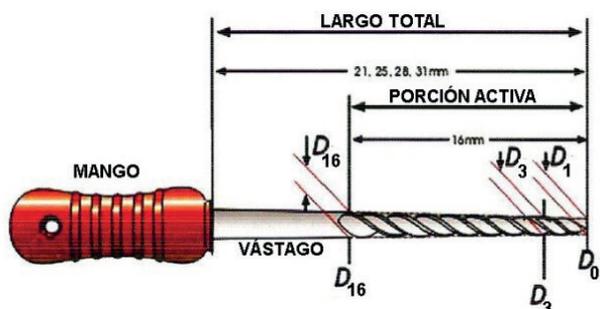
El diámetro menor es de la parte activa y se denomina D₀ y el mayor D₁₆. Hay 1 mm entre cada diámetro. De modo que D₃ representa 3 mm de la punta del instrumento.

Figura 1.



Tomada de *Técnicas y Fundamentos*, de Soares y Goldberg.

Figura 2.



Tomada de *Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares*, de Leonardo M., Leal J.

Lima de permeabilización apical (Patency File):

- Es una lima del 8 o 10 que se hace pasar ligeramente más allá de la constricción apical, aproximadamente 0.5 mm (usando localizador de foramen).
- Se evita el empaquetamiento de restos.
- Se mantiene la longitud de trabajo.
- Facilita la irrigación del tercio apical del conducto.

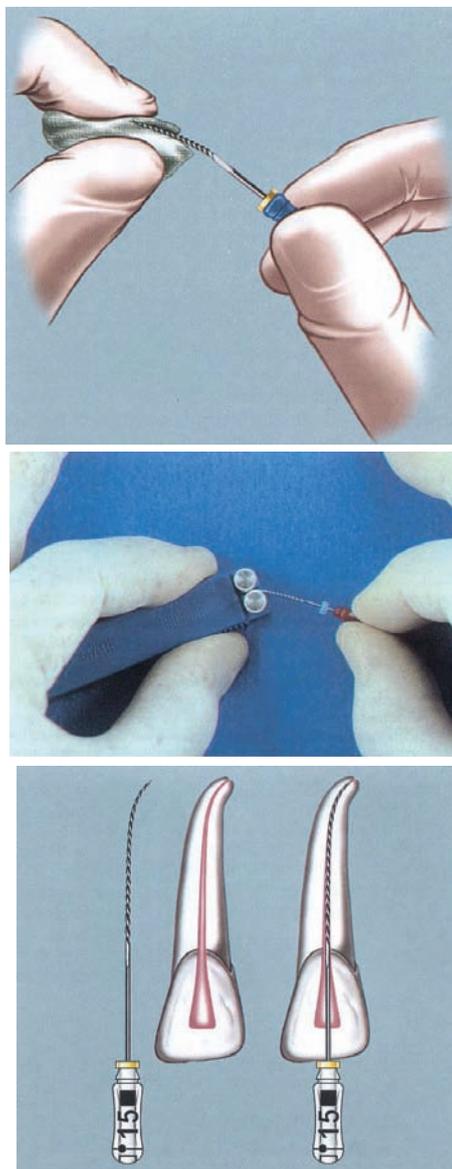
1 ^{ra} serie	2 ^{da} serie	3 ^{ra} serie	Color
6			Rosa
8			Gris
10			Morado
15	45	90	Blanco
20	50	100	Amarillo
25	55	110	Rojo
30	60	120	Azul
35	70	130	Verde
40	80	140	Negro

El mango del instrumento se ha codificado con colores para un reconocimiento más sencillo:

Pre-curvado de las limas

Debemos precurvar la lima adaptándola a la/s curvatura/s del conducto que se trabaja.

Figura 3.



Tomada del libro *Técnicas y Fundamentos*, de Soares y Goldberg.

Conductometría

Es necesario conocer la longitud exacta de cada conducto para hacer una conformación y obturación correcta.⁴

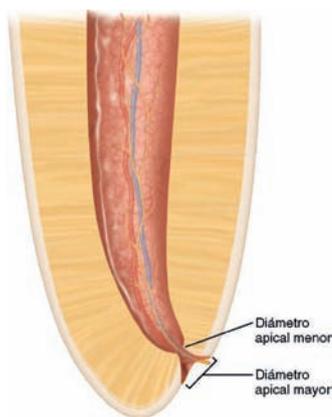
Limite apical

Se determina de acuerdo a la información obtenida radiográficamente y con localizador de foramen.

Tradicionalmente se ha aceptado que la constricción apical es en la que debe concluir la preparación se encuentra a 1 mm del ápice radiográfico.

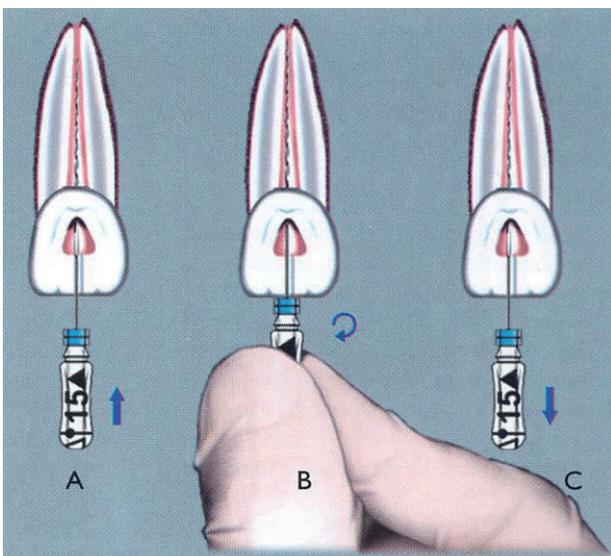
Constricción apical: parte más estrecha del conducto, se ha comprobado que la distancia media entre el agujero y la constricción es de 0.5 mm. La distancia entre el foramen y el ápice puede oscilar entre 0.2 mm y 3.8 mm.⁵

Figura 4.



Tomada de *Vías de la Pulpa* (Cohen).

Figura 5.



Tomada de *Técnicas y fundamentos*, de Soares y Goldberg.

Movimiento de cateterismo

Es realizado introduciendo el instrumento en pequeños avances y retrocesos en dirección apical, junto con movimientos a la derecha y a la izquierda. Utilizado para conductometría, verificación de calcificaciones, perforaciones o desvío de conductos.

Movimiento de fuerzas balanceadas

Principalmente con limas tipo K de sección triangular. Para realizarlo se llevan a cabo las siguientes maniobras:

- Avance y rotación a la derecha
- Rotación a la izquierda

Objetivos básicos de la instrumentación biomecánica

Prevenir y curar

- Remoción de tejido vital y necrótico
- Creación de espacio suficiente
- Preservación de la integridad y localización de la anatomía apical.
- Evitar daño iatrogénico
- Facilitar obturación
- Preservar dentina radicular
- Limpieza y regularización de paredes.⁶

Las soluciones químicas actúan durante la preparación, sobre restos necróticos y microorganismos, material orgánico e inorgánico, logrando un efecto de desinfección.

Kuttler señaló que lo más importante es lo que se retira no lo que se coloca dentro.

Biopulpectomía se basa en la remoción de tejido orgánico.

Necropulpectomía además de la remoción de restos residuales, también eliminar la mayor cantidad de microorganismos presentes.

Criterios para determinar el ensanchado del conducto

Criterio biológico

Determinar clínicamente cual es el diámetro original del conducto a nivel apical. Sondear con limas variables 8, 10, 15, 20. Si, por ejemplo, ajusta en una 20, tiene un diámetro de 200 micrones, y de ésta medida se debe aumentar mínimo 80 micrones, como lima calibre 28 no existe, deberá de ser la 30.

En los casos de necrosis, es necesario ensanchar el conducto a mayor diámetro q permita la raíz, sin debilitarla o perforarla, colocando también medicación intraconducto entre cita y cita.⁷

Criterio anatómico

Analizar a detalle la morfología del conducto.

Criterio técnico

Ensanchado que requiere el conducto para ser obturado de forma adecuada dependiendo de la técnica seleccionada para obturar.

Técnicas de instrumentación

En 1969 Clem propuso el uso de instrumentos más flexibles en toda la longitud y los de mayor calibre en orden creciente de diámetro. Así surgió la instrumentación escalonada.⁸

Técnicas apico-coronales

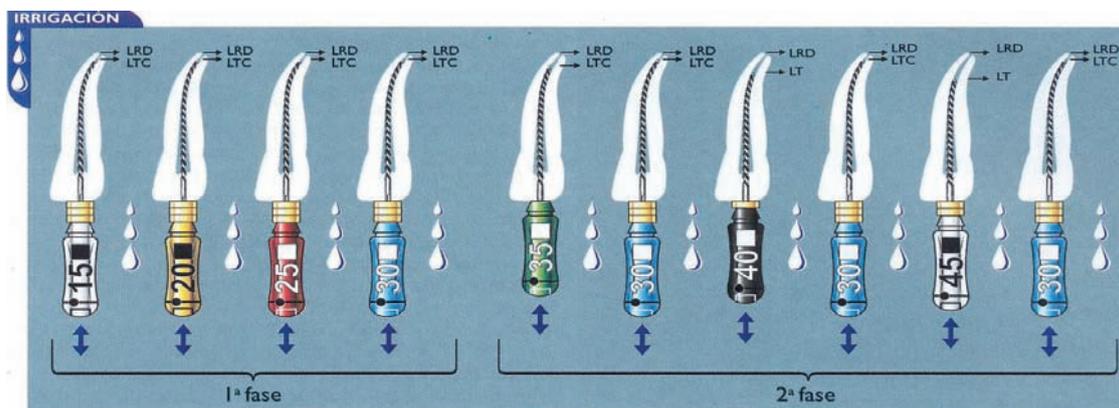
Se inicia la preparación del conducto en apical y se va progresando hacia coronal.

Técnica seriada de Shilder (Step back). Permite mantener un diámetro apical del conducto de escaso calibre, creando una conicidad suficiente para conseguir la limpieza y desinfección de los conductos, sin deformar en exceso la anatomía original y obturarlo tras crear un adecuado tope apical o una zona cónica de ajuste apical.⁹

Secuencia

- Radiografía de diagnóstico y planear acceso coronario
- Apertura coronaria y desgastes coronales
- Radiografía de conductometría con lima K número 10, 15 o 20
- Instrumentación seriada del conducto hasta la lima maestra.
- Instrumentar con la lima siguiente en calibre a la lima maestra, retirando 1 mm de longitud.

Figura 6.



Tomada de Técnicas y fundamentos, de Soares y Goldberg.

- Recapitulación del conducto con la lima maestra o menores para eliminar raspas dentinarias.

Técnica telescópica anatómica. Después de establecer la lima maestra, se realiza el 'paso atrás' con la lima siguiente, en calibre, a la lima maestra. Se recomienda en biopulpectomía.

Secuencia

- Radiografía de diagnóstico y planear acceso coronario
- Apertura coronaria y desgastes coronales
- Radiografía de conductometría con lima K número 10, 15 o 20
- Instrumentación seriada del conducto hasta la lima maestra.
- Instrumentar con la lima siguiente en calibre a la lima maestra, sin determinar la longitud, respetando el calibre del conducto.
- Reinstrumentar con lima menor
- Irrigación abundante y reinstrumentación con lima maestra.

Ventajas

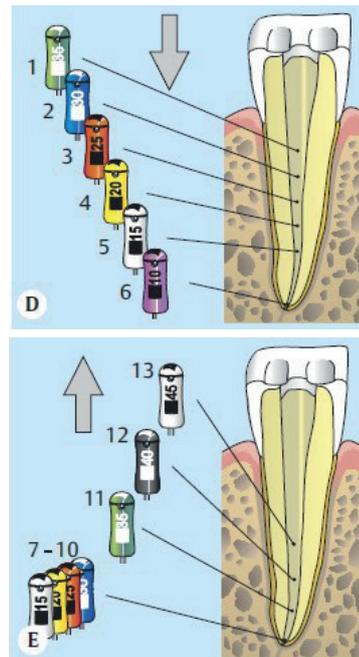
- Conicidad
- Creación de tope apical
- Mantener anatomía
- Mantener posición del foramen apical
- Mayor limpieza del conducto.¹⁰

Técnica doble conicidad

Involucra tres pasos:

- Ensanchamiento coronal en retroceso
- Instrumentación Apical
- Instrumentación a lo largo de toda la longitud del conducto en retroceso.
- Después de usar la Lima #15 para determinar la longitud del conducto.
- Introducir una lima 45# uno pocos mm en la porción coronal del conducto.
- Luego se usa una Lima 40# un poco más profundo dentro del conducto.
- Lima 35 para la parte más apical de la porción coronal del conducto.
- Lima 15 hasta la longitud de trabajo. Luego se ensancha la porción apical usando

Figura 7.



Tomada de Atlas of Endodontics.¹¹

las limas 17,20,22,25,27,30 (se recomienda utilizar Golden-Medium)

- Luego se procede con la técnica Step-Back con la 35 con 1 mm menos

Técnicas corono-apicales (Crown-Down, cérvico-apical)

Actúa en el área de mayor contenido orgánico, favorece el sistema de irrigación.

Oregón. Se prepara al principio la zona media y coronal, posponiendo la conductometría. El objetivo es disminuir la extrusión de bacterias al periápice y permitir que las limas alcancen la zona apical sin interferencias. Dr. J. B Pappin 1978 en la Universidad de Óregon.

Secuencia

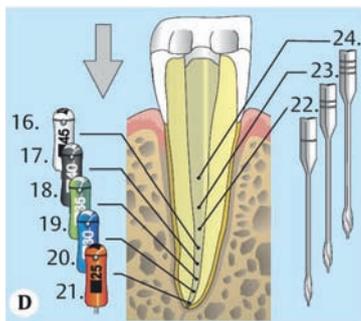
- Radiografía de diagnóstico y planear acceso coronario
- Apertura coronaria y desgastes coronales
- Preparación del tercio cervical y medio (longitud tentativa y se le resta 4-5 mm)
- Ampliación del tercio cervical (Gates)

- Ampliación del tercio medio
- Irrigación abundante en cada instrumento
- Cuando el instrumento llegue a LTE tomar radiografía de conductometría.

Preparación del tercio apical

Una vez confirmada LT, la preparación del tercio apical tendrá continuidad hasta la lima maestra.

Figura 8.



Tomada de *Atlas of Endodontics*.¹²

Técnicas mixtas

Mixta simplificada

- Radiografía de diagnóstico y planear acceso coronario
- Apertura coronaria y desgastes coronales
- Radiografía de conductometría con lima K número 10, 15 o 20
- Conformación inicial del tercio apical.
- Ampliar el tercio cervical y medio
 - Gates 1,2,3
 - Irrigar y sondear con lima 15
- Instrumentación hasta lima maestra
- Instrumentación telescópica
- Irrigación abundante, aspiración y secado.

Mixta Invertida

- Radiografía de diagnóstico y planear acceso coronario
- Apertura coronaria y desgastes coronales
- Ampliación del tercio cervical y medio:
 - Gates 3,2,1

– Irrigar y sondear con lima 15

- Radiografía de conductometría
- Instrumentación con K Flex, fuerzas balanceadas, hasta lima maestra.
- Instrumentación telescópica.¹³

Técnica estandarizada

1958 por Ingle y Levine en los que todos los instrumentos llegan a la longitud de trabajo y como mínimo se deber terminar en 35.¹⁴

Bibliografía

1. Goldberg F SI. Endodoncia técnicas y fundamentos. 1st ed. Argentina: Panamericana.; 2002.
2. Bakland. JILK. Endodoncia. 5th ed. México DF.: Mc. Graw hill interamericana.; 2004.
3. Vázquez ME, Mondragón J. Endodoncia U de G. 1st ed. México; 2002.
4. Lasala Á. Endodoncia. 4th ed. Mexico: Salvat.; 1992.
5. Mahmoud T, Richard EW. España: ELSEVIER.; 2010.
6. Ulsman M. Mechanical preparation of root Canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*. 2005; 10: p. 30-76.
7. Estrela C. Ciencia Endodontica. 1st ed. Sao Paulo, Brasil: Artes Médicas Latinoamericana.; 2005.
8. Cohen S, Burns RC. Pathways of the Pulp. 11th ed.: Mosby.; 2016.
9. Bassols C, Josep M. reconstrucción de dientes endodnciados. *Fac Odontología*. 2006.; p. pp.16-19.
10. Basrani E. Endodoncia Integrada. 1st ed. Argentina: Latinoamericana.; 1999.
11. Johnson W. Color Atlas of Endodontics. New York: Saunders WB.: Elsevier Health.; 2002.
12. Pocket BR. Atlas of Endodontics. New York: Thieme; 2006.
13. Leonardo M, Leal J. Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares. 2nd ed. Argentina: Panamericana.; 1994.
14. Rodriguez A. Endodoncia Consideraciones actuales. 1st ed.: Amolca.; 2003. x

14. INSTRUMENTOS ROTATORIOS

*Eugenia Karina Martínez Carrillo
Rigoberto Alcalá Zermeño
Geovani Ramón González Barba*

Introducción

Una parte clave del tratamiento de endodoncia es la instrumentación de los conductos, que incluye la conformación de una manera que permite la irrigación, la desinfección con medicamentos y la obturación. Se ha demostrado que la sola instrumentación dentro de los conductos reduce el número de bacterias, sin embargo, la desinfección sigue siendo un complemento indispensable para la eliminación de la infección.¹

A principios de los años sesenta, una liga de níquel-titanio fue desarrollada por W. F. Buehler, un metalúrgico que investigaba las aleaciones no magnéticas, resistentes a la sal, impermeables para el programa espacial del Naval Ordnance Laboratory, en Silver Springs, Maryland, EUA, se encontró que las propiedades termodinámicas de esta aleación intermetálica eran capaces de producir un efecto de memoria de forma cuando se le aplicaba un tratamiento térmico específico controlado. Encontró que la aleación NITINOL (Acrónimo de los elementos de los que se compone: NI para níquel, TI de Titanio y NOL de la artillería del laboratorio naval) tienen propiedades únicas de memoria de forma y súper elasticidad.²

Historia

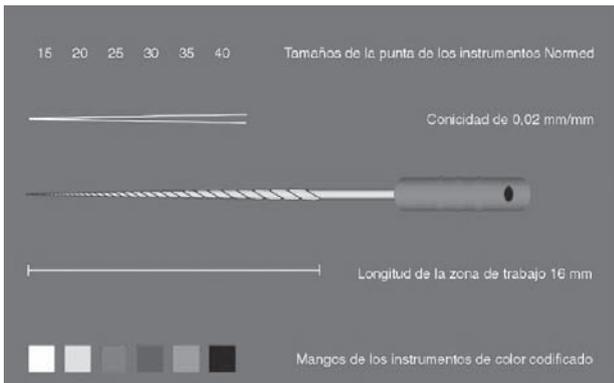
Desde los principios de los noventa se han introducido en la práctica de la endodoncia varios sistemas de instrumentos fabricados de Níquel-Titanio (NiTi). Las características de diseño específicas varían, como el tamaño de la punta, la conicidad, la sección transversal, el ángulo helicoidal y la distancia entre las espiras. Algunos de los primeros sistemas han sido retirados del mercado o juegan papeles secundarios.³

Waila et al. (1988) observaron que las limas de NITINOL mostraron tener de dos a tres veces la flexibilidad elástica de las limas de acero inoxidable, así como una resistencia superior a la fractura de torsión en sentidos horario y antihorario.⁴

Partes de los instrumentos rotatorios

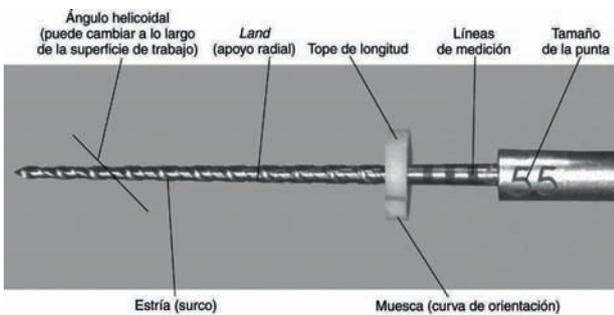
- Tamaños de la punta. ISO
- Conicidad.
- Longitud de trabajo
- Colores de los mangos de los instrumentos.³

Figura 1.



Tomada de *Vías de la pulpa*, Cohen.

Figura 2.



Tomada de *Vías de la pulpa*, Cohen.

Taper

Se expresa generalmente como la cantidad en la que el diámetro de la lima aumenta cada milímetro a lo largo de su superficie de trabajo desde la punta hacia el mango. Por ejemplo, una lima de tamaño 25 con una conicidad de 0,02 tendría un diámetro de 0.27 mm a 1 mm de la punta, un diámetro de 0.29 mm a 2 mm de la punta y un diámetro de 0.31 mm a 3 mm de la punta. Algunos fabricantes expresan la conicidad en términos de porcentaje, en cuyo caso la conicidad de 0.02 se convierte en una conicidad de 2%. Históricamente, como un estándar ISO. Pero ahora las limas incorporan una amplia variación de longitudes y puntos de la superficie de trabajo.⁵

Flute o estrías

Es la ranura en la superficie de trabajo utilizada para recoger los tejidos blandos y las

Figura 3.

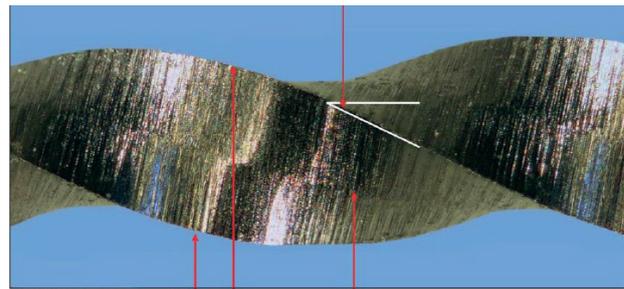


Fig. 12 ProTaper File Cutting edge (extends from cutting edge to cutting edge) Flute

Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

virutas de la dentina de la pared del conducto (Figura 3). La eficacia del flute depende de su profundidad, anchura, configuración y acabado superficial.⁵

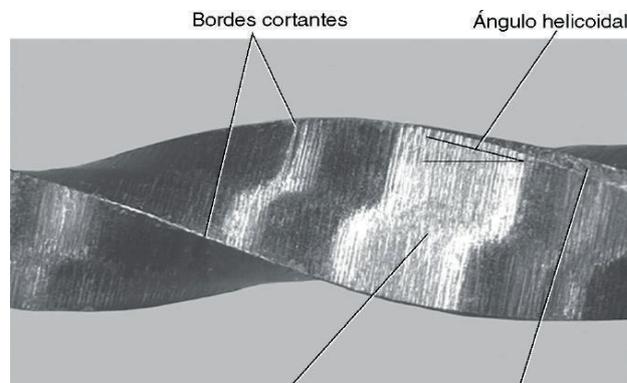
Borde cortante

Forma y arranca esquirlas de las paredes del conducto, al mismo tiempo que corta y desgarran los tejidos blandos. Su eficacia depende del ángulo de incidencia o ataque y de la agudeza.³

Land (Superficie radial)

Superficie que se proyecta axialmente desde el eje central hasta el borde de corte, en

Figura 4.



ProTaper file (dentsply) Estría (se extiende entre dos bordes de corte) Formación del land (se produce cuando la rueda abrasiva de torneado empuja hacia el extremo que contiene el mango)

Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

Figura 5.

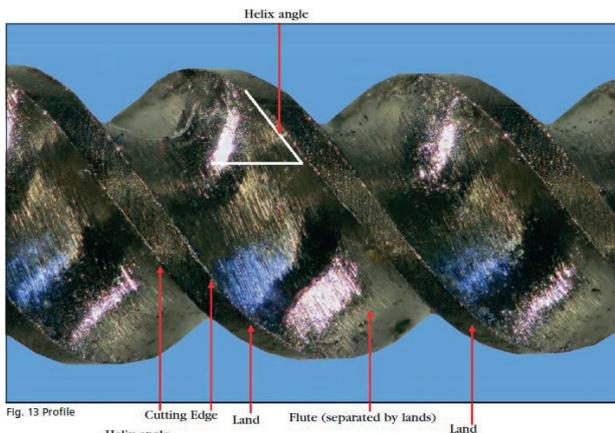


Fig. 13 Profile
Cutting Edge Land Flute (separated by lands) Land

Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

Figura 6.

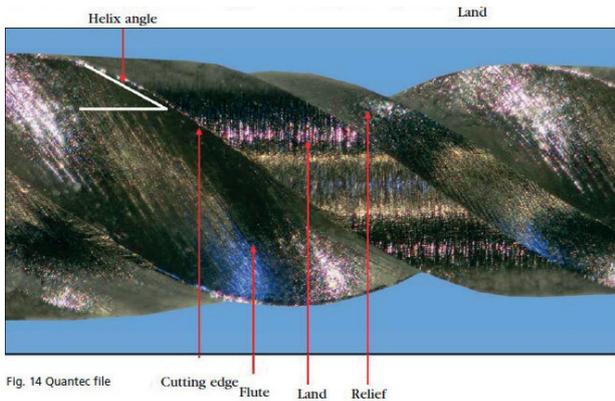


Fig. 14 Quantec file
Cutting edge Flute Land Relief

Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

tre flute, esta superficie se denomina land (Fig. 5) (a veces llamada anchura marginal). El land reduce el enroscado de la lima, también reduce la transportación del conducto, disminuye la propagación de micro-grietas en su circunferencia, da soporte al filo y limita la profundidad de corte. Su posición respecto al borde de corte opuesto y su anchura determinan su efectividad.⁵

Relieve

Alivia la resistencia de fricción o abrasión resultante de la superficie radial, parte de la superficie que gira contra la pared del conducto puede reducirse para formar el relieve (Fig. 6).⁵

Ángulo helicoidal

Al ángulo que se hace del filo de corte con el eje largo de la lima se denomina ángulo de helicoidal y sirve para que los residuos se acumulen en el flute desde el conducto.⁵

Núcleo

El núcleo es la parte central cilíndrica de la lima que tiene su circunferencia esbozada y bordeada por la profundidad de las estrías. La flexibilidad y resistencia a la torsión está parcialmente determinada por el diámetro del núcleo.⁵

Figura 7.

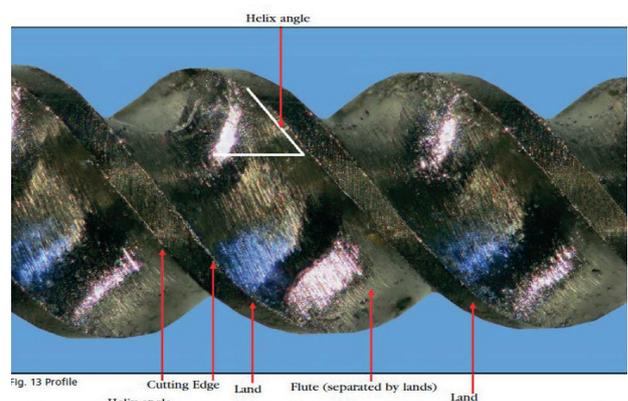
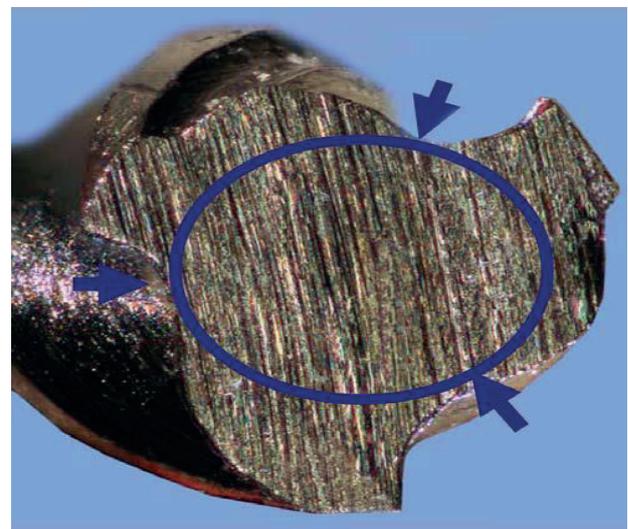


Fig. 13 Profile
Cutting Edge Land Flute (separated by lands) Land

Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

Figura 8.



Tomada de *Mastering Endodontic Instrumentation*, de McSpadden.

Pitch o distancia entre estrías

Es la distancia entre un punto en el borde guía y el punto correspondiente en el borde guía adyacente a lo largo de la superficie de trabajo, o puede ser la distancia entre puntos en los que el patrón no se repite. Cuanto más pequeño sea el pitch o más corta será la distancia entre los puntos correspondientes, más espirales tendrá la lima y mayor será el ángulo helicoidal.⁵

Generalidades

Movimientos rotatorios

El instrumento debe penetrar en el conducto con una presión apical mínima, sin forzar, dejando que actué cortando para luego entrar.⁶

Movimientos oscilantes

Por más de una década los instrumentos NiTi se usaban con movimientos de rotación continua pero recientemente (Yared) introdujo un nuevo enfoque en el uso de estos instrumentos a través de un movimiento oscilante. Las rotaciones en sentido horario y antihorario que usaba eran 4 décimas y 2 décimas de un círculo respectivamente, la velocidad de rotación utilizada fue de 400 rpm. La idea de usar un solo instrumento para preparar todo el conducto fue posible porque un movimiento oscilante reduce la tensión en los instrumentos.⁷

Se ha demostrado que un movimiento oscilante puede incrementar la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos en comparación con la rotación continua, porque reduce la presión sobre el instrumento.⁸ Cuando el instrumento gira en una sola dirección corta y se traba en el conducto, destrabándose en la dirección opuesta y, por lo tanto, se reducen las tensiones.⁹

El número de procedimientos con estos instrumentos depende de las condiciones del conducto y del modo de uso del instrumento, esto varía entre cada operador y caso. Los instrumentos deben examinarse antes y después de cada uso. Si un instrumento parece estar deformado, tiene bordes desafilados o no funciona normalmente, no se debe utilizar.¹⁰

Marcas de instrumentos rotatorios y características generales

Inicialmente, los instrumentos de NiTi se utilizaron en piezas de mano dentales regulares de poca velocidad, lo que resultó en un número clínicamente inaceptable de fracturas de instrumentos. En consecuencia, se introdujeron para su uso con estos instrumentos, motores especiales con velocidad y torque constante. Los conceptos previos que preferían motores de torque alto fueron seguidos por el desarrollo de motores de torque bajo, algunos de los cuales tienen varias características especiales como inicio y paro automático, auto reversa apical en combinación con un dispositivo electrónico para la determinación de la longitud de trabajo, paro automático por torque, auto reversa por torque, calibración de la pieza de mano, movimiento recíprocante y programación de secuencias para la preparación primaria y el retratamiento.¹¹

Bortnick K.L, Steiman, H.R, Ruskin, A. (2001) emplearon piezas de mano eléctricas y por compresor de aire con instrumentos rotatorios de NiTi, y no encontraron diferencias significativas en la distorsión o fractura entre las dos piezas de mano a 150 revoluciones por min (rpm).¹²

Gabel W.P, Hoen M, Steiman H.R, Pink F.E, Dietz R. (1999) han demostrado que la pericia para elegir las revoluciones precisas y la torsión adecuada afecta la eficacia y duración de los instrumentos.¹³ La determinación del nivel de rpm de las limas es más

difícil con una pieza de mano movida por aire que eléctrica. Por esta razón, sería más aconsejable que el profesional empleara una pieza de mano eléctrica.¹⁴

Instrumentos rotatorios NITI

Protaper next (PTN)

Incluye cinco instrumentos: X1, X2, X3, X4 Y X5 identificados con anillos de colores en sus mangos, las limas están disponibles en diferentes tamaños, 21, 25 y 31 mm y tienen un mango corto para mejorar el acceso a los dientes posteriores.

PTN se caracteriza por una aplicación y combinación novedosas de tres características principales:

- Conicidad variable
- Tratamiento térmico de M wire
- Movimiento asimétrico resultados de una masa de compensación y del centro de rotación.

Estas limas deben ser usadas a 300 rpm y torque entre 2 y 2.5 N/cm.⁶

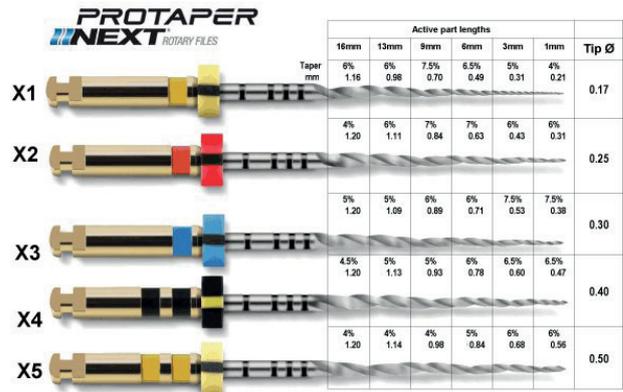
El metal M-Wire demostró mayor flexibilidad que el NiTi convencional y 130% más resistencia a la fatiga cíclica.¹⁵

Figura 9.



Tomada de la página oficial Dentsply

Figura 10.



Tomada de la página Dentsply Protaper Next.

La característica innovadora es la sección transversal rectangular de compensación y el eje de rotación que crea una serie de ondas sinusoidales que viajan a lo largo de la longitud de la porción activa cuando está girando. “instrumentos de endodoncia Swaggingering”.

Dado que la lima continúa trabajando y cortando dentina, la amplitud transversal aumenta y posee una desviación máxima cuando la lima se mueve con libertad dentro del conducto instrumentado. Este efecto tipo resorte permite que la lima rotatoria potencie su “rango de movimiento” máximo.¹⁶

El rango de movimiento mecánico permite al clínico realizar una preparación más amplia que una lima similar con el mismo centro de masa.

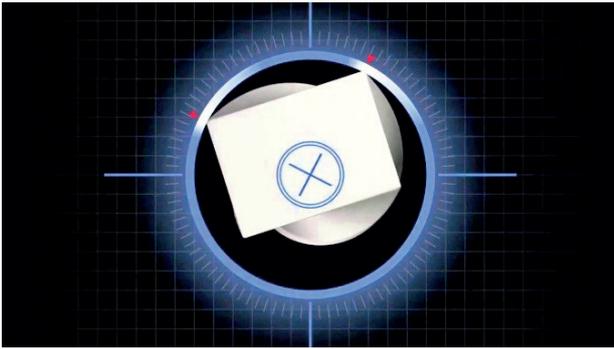
Por la sección transversal rectangular solo dos filos de corte entran en contacto con las paredes del conducto durante la instrumentación.

Figura 11.



Tomada de la página Dentsply Protaper Next

Figura 12.



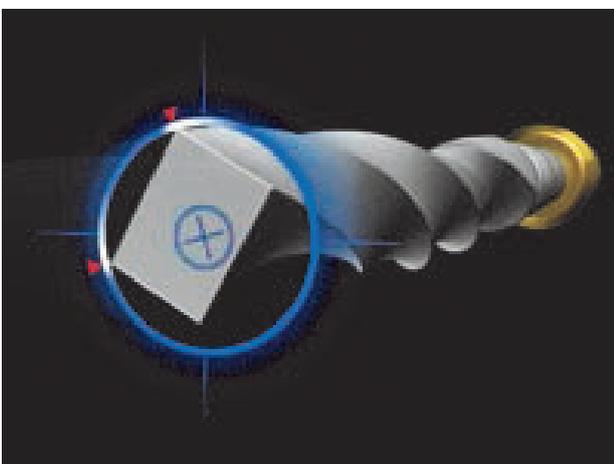
Tomada de la página Dentsply Protaper Next

HyFlex CM

Fue lanzado en 2011 y posee como propuesta el níquel-titanio con memoria controlada, es decir, un instrumento de sección triangular simétrica¹⁷ que posee un tratamiento termomecánico que mejora la flexibilidad y remueve la característica de memoria de la forma del níquel-titanio convencional, además del uso del níquel en menor proporción, alrededor de un 52%, donde, en el níquel-titanio convencional la proporción va de 54.45 a 57%.¹⁸

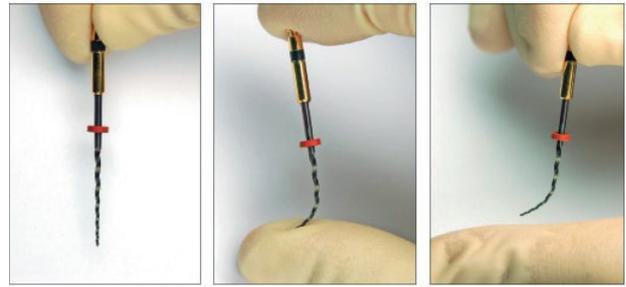
Otro detalle está en la recuperación de la forma del instrumento después de haber sido calentado. Para reutilizar la lima es suficiente calentarla a 134°C. Es decir que el proceso de esterilización en autoclave asegura el retorno de la parte activa de la lima.

Figura 13.



Tomada de la página Dentsply Protaper Next

Figura 14.



Tomada de la página HyFlex CM.

Este sistema posee una lima de preparación cervical y a medida de 19 mm de conicidad al 8% y una punta de #25 así como una variedad de limas para la preparación del conducto. 21 y 25 mm de conicidad al 4% con punta #15 a #60 y conicidad 6% con punta #20 a #40 esta variedad permite al profesional formar su propia frecuencia.⁶ Estudios realizados por Bürklein et al (2013) demostraron que HyFlex CM produce mejores resultados que otros sistemas rotatorios, además de utilizar menor tiempo.¹⁷

El desempeño clínico de Hyflex CM se observan defectos de superficie después de la reutilización. Los autores afirman que el sistema puede ser utilizado de forma segura, hasta en 3 casos clínicos, ya que el riesgo de fractura de estos instrumentos es más bajo.¹⁹

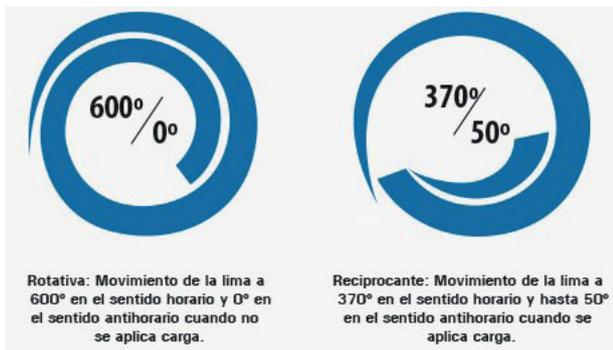
TF Adaptive

Con el desarrollo de la tecnología de tratamiento térmico de las limas con tecnología enroscada (Twisted) (Axis/SybronEndo, Coppel, Texas) y M-Wire (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), los instrumentos producidos con las nuevas aleaciones han sido comercializados con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas. Recientemente, un tercer factor se ha convertido muy importante en esta búsqueda de instrumentos más fuertes y mejores: la cinemática del movimiento.²⁰

La técnica TF Adaptive ha sido propuesta con el fin de maximizar las ventajas del movimiento oscilante y reducir al mínimo

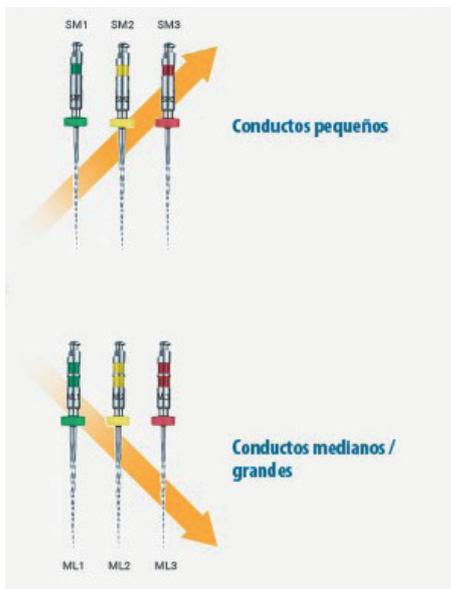
sus desventajas. TF Adaptive emplea una tecnología de movimiento único patentado que se adapta automáticamente a la presión de los instrumentos. Cuando este instrumento no está bajo presión dentro del conducto, el movimiento es de rotación continua, esto le permite mayor eficiencia de corte y eliminación de residuos. Por lo contrario, mientras se modela en conducto si hay mayor presión en el metal y la fatiga del mismo, el movimiento del instrumento TF Adaptive cambia a modo oscilante con ángulos horario y antihorario de 600-0° a 370-50°. Estos ángulos varían dependiendo de la complejidad anatómica y la presión intrarradicular sobre el instrumento (Movimiento adaptativo).

Figura 15.



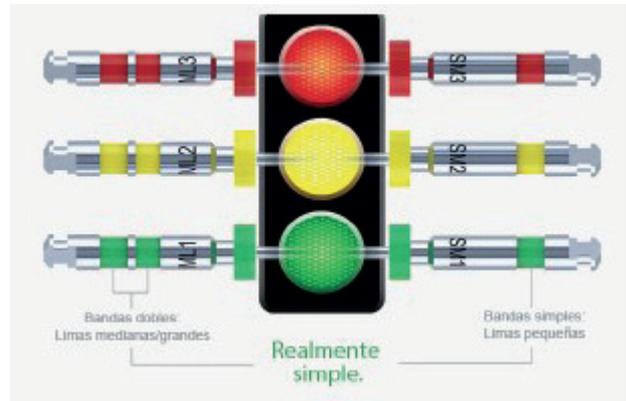
Tomada de la página Sybron Endo

Figura 16.



Tomada de la página Sybron Endo

Figura 17.



Tomada de la página Sybron Endo

TF ha demostrado ser el instrumento NiTi más flexible disponible en el mercado.

La técnica consiste en tres limas, diseñadas para tratar la mayoría de los casos. Están disponibles 3 sistemas de limas uno para pequeños conductos calcificados y conductos estándar y más amplios, esto permite condiciones adecuadas y una mejor preparación apical.

TF Adaptive usa un código de colores diseñado para un uso más fácil y eficiente, este sistema está fundamentado en los colores de un semáforo, comienza con verde continuar o detener en amarillo y detenerse en rojo.⁶

WaveOne Gold

Lima de NiTi de uso único, estos instrumentos nos ayudan si enfrentamos las siguientes preocupaciones:

- Uso de limas de acero para instrumentar.
- Fractura de limas de acero o NiTi.
- Desviación de conductos.
- Transportación del foramen.
- Uso de demasiadas limas invertir demasiado tiempo.⁶

Wave One Gold está disponible en envases tipo blíster pre-esterilizados listos para su uso. El sistema incluye cuatro instrumentos: Small, Primary, Medium, y Large con anillos de identificación de colores en

Figura 18.



Tomada de la revista *Dentsply Wave One Gold 2016*.

el mango, respectivamente, amarillo, rojo, verde y blanco.

Son de movimiento recíprocante y están disponibles en tres longitudes clásicas: 21, 25 y 31 mm. y tienen un mango corto de 11 mm para mejorar el acceso a los dientes posteriores. Todas ellas disponen de conicidad variable en su proporción activa para mejorar la flexibilidad y permitir una preparación más conservadora del sistema de conductos radiculares en la zona coronal.²¹

Puede ser útil el uso de un instrumento auxiliar, el Sx de ProTaper cuando ciertas situaciones requieren una reubicación del orificio coronal, o si se necesita más amplitud del tercio coronal.²²

La aleación “Gold” combina la flexibilidad con resistencia a la fatiga cíclica y torsional, mientras que es lo suficientemente rígida para optimizar la eficiencia de corte. Este tipo de aleación mejora la facilidad con que el instrumento llega a longitud de trabajo.

Reduce la fuerza del instrumento contra la pared del conducto, minimizando el transporte radicular. El tratamiento “Gold” proporciona, además, una mayor seguridad de uso con una sensación táctil mejorada, así como una increíble capacidad de gestión de curvaturas complejas.

Los instrumentos presentan una conicidad variable.²¹

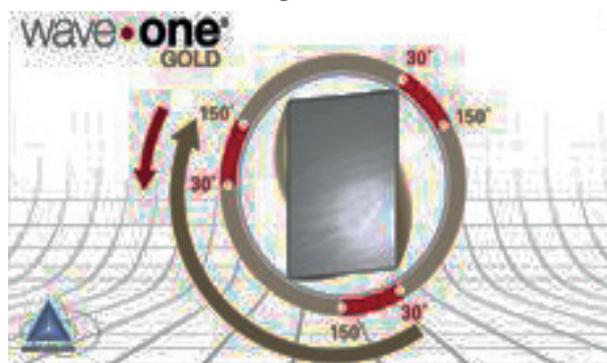
El sistema Wave One está hecho en M-Wire, pero el nuevo Wave One Gold tiene un tratamiento térmico posterior a su fabricación, obteniendo una nueva aleación,

Figura 19.



Tomada de la revista *Dentsply Wave One Gold 2016*.

Figura 20.



Tomada de la revista *Dentsply Wave One Gold 2016*.

denominada justamente “Gold”. El sistema Wave One tiene una sección triangular convexa pura de D9 a D16 y modificada de D1 a D8, en cambio el sistema Wave One Gold, presenta una sección de paralelogramo con aristas de 85°.²¹

La sección es rectangular para reducir la masa del instrumento y proporcionar espacio para liberar detritus del conducto radicular²¹. Además, esta sección cuadrangular deja uno o dos aristas de corte quedando libres dos o tres para minimizar el estrés torsional del instrumento, evitando el famoso y temido taper-lock o bloqueo.²³

- En conductos muy estrechos y/o curvos elegiremos la Small 20.07.
- Conductos amplios o cuando no conseguimos calibrado apical con la Primary, utilizaremos la Medium 35.06 o incluso la Large 45.05 para casos más acusados.²¹

K3 XF

Es uno de los sistemas de limas disponibles con características de corte superior, durabilidad, resistencia a las fracturas, combinadas con un control táctil excelente.

Características:

- Asimétrica en cada una de sus características. La intención de esto es para que el endodoncista, cuando utilice la lima, ésta evite atornillarse en el conducto y le permite un control táctil.
- Mantiene centrada la lima, minimiza el transporte y proporciona masa metálica tras el borde de corte.
- Ángulo de corte positivo en las estrías
- Ancho y profundidad de la estría: incrementa a medida que se aleja de la punta.
- Ángulo helicoidal: gran número de estrías en distal 8mm lo que hace la porción apical más flexible y resistente.
- Presencia o ausencia de áreas de escape detrás del área radial: dos de las tres áreas están liberadas para reducir la fricción.
- Pulido electrolítico: a K3 no se le aplica ya que esto puede desafilar los bordes de corte y alterar la superficie.
Punta no cortante
Conicidad fija.⁶

K3XF provee a los especialistas las características de seguridad y autocentrado de la K3 original más un extraordinario nuevo nivel de flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, proporcionado por nuestra tecnología R-Phase™ Technology patentada. K3XF es lo más avanzado en seguridad, flexibilidad y control para los usuarios de limas rotatorias para obtener un limado más fuerte y más flexible.

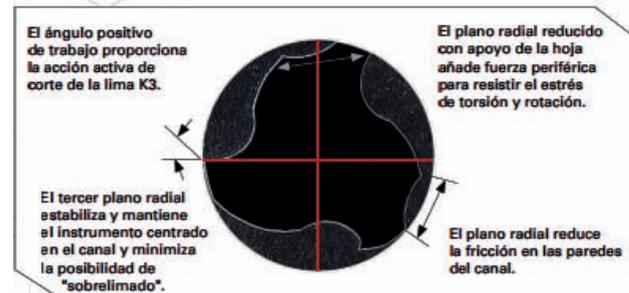
El ángulo positivo de trabajo proporciona la acción activa de corte de la lima K3.

El tercer plano radial estabiliza y mantiene el instrumento centrado en el conducto y minimiza la posibilidad de “sobrelimado”.

El plano radial reducido con apoyo de la hoja añade fuerza periférica para resistir el estrés de torsión y rotación.

Figura 21.

K3XF está diseñada para ser eficiente



Tomada de la página web oficial K3XF.

Figura 22.

MANGO DE ACERO INOXIDABLE AXCESS
Permite más espacio para trabajar

TRATADA A CALOR CON NUESTRO PROCESO R-PHASE
Fuerza y flexibilidad óptimas

TERCER PLANO RADIAL
Proporciona estabilidad cerrada

ÁNGULO VARIABLE
Provee lo más avanzado en control

DE ACER

PUNTA DE SEGURIDAD
Sigue la forma del canal y
minimiza la transportación apical

Tomada de la página web oficial K3XF.

El plano radial reduce la fricción en las paredes del conducto.²⁴

Se recomienda rotar aproximadamente 350 rpm pero algunos la utilizan desde los 900 rpm y de 1500 en la remoción de gutapercha de retratamientos.⁶

K3XF está disponible en los mismos tamaños salvo instrumentos de conicidad .02 y usualmente se utilizan siguiendo la secuencia de K3.⁶

Reciproc:

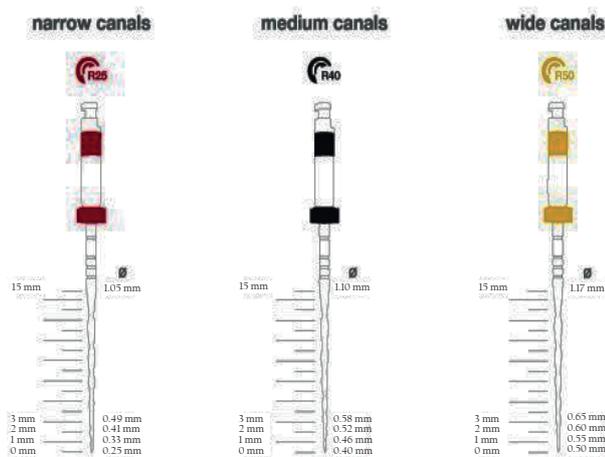
Inicialmente este instrumento corta en sentido antihorario con un movimiento de 120°

para luego aliviar la tensión del instrumento con un movimiento en sentido horario 30°.

Los instrumentos están marcados de acuerdo con el ISO para identificarlos.

- R25 diámetro D1 de 0,25mm y conicidad de .08 los primeros 5mm.
- R40 con diámetro inicial de 0,4mm y conicidad .06.
- R50 tienen su diámetro inicial 0,50 mm con conicidad .05 en los primeros 5 mm.⁶

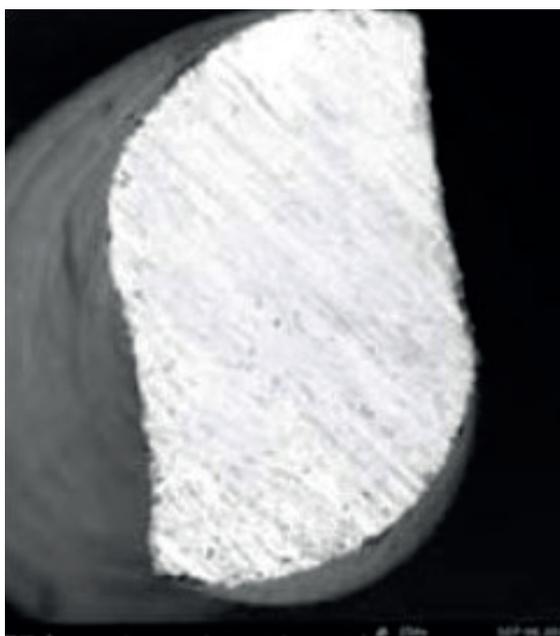
Figura 23.



Tomada de la página web Reciproc.

Ángulos de corte en “S” invertida.

Figura 24



Tomada de la página web Reciproc.

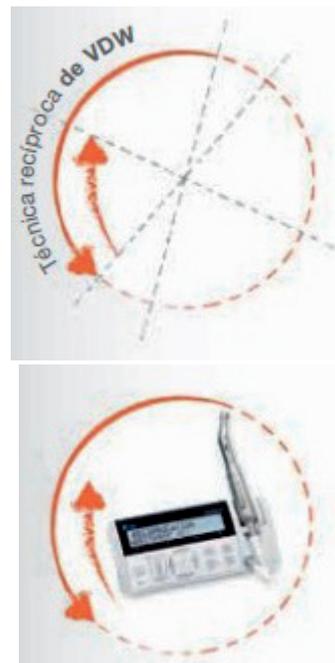
Diseñados para uso recíproco, fabricados con aleación M-Wire de níquel-titanio sometidos a un tratamiento térmico, lo que provoca que tengan mayor flexibilidad.

Este sistema se diseñó para un solo instrumento.

- Longitud de mango 11 mm.⁶
- Punta no cortante.

En la técnica recíproca, el instrumento es impulsado en primer lugar en una dirección de corte y luego se produce un giro en sentido inverso para liberar el instrumento. Una rotación de 360° se completa con varios movimientos recíprocos. 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.²⁵

Figura 25.



Tomada de la revista Reciproc.

Diversos estudios reportan que el sistema Reciproc posee una mayor resistencia a la fatiga cíclica comparado con sistemas similares de movimiento recíproco.²⁶

Bürklein, Tsotsis y Schäfer (2013) mencionan que los sistemas recíprocos proveen una mejor limpieza en el área apical, además de mantenerse centrados en conductos radicales curvos.²⁷

Machado M.E.L. *et al.* (2013) reportan que la preparación de conductos con un solo instrumento reduce eficazmente el número de colonias bacterianas sin encontrar diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de un solo instrumento, como el Reciproc y los sistemas rotatorios tradicionales.²⁸

Consideraciones de la técnica

1. Valorar la dificultad del caso y establecer una estrategia quirúrgica.
2. Ensanchar las zonas más coronales.²⁹
3. Utilizar motor eléctrico entre 250-300 rpm, el porcentaje de instrumentos fracturados a baja velocidad es menor. Algunos sistemas permiten velocidades mayores.³⁰
4. El instrumento se introduce girando, penetrando hacia apical hasta hallar cierta resistencia, con un movimiento lineal, sin presionar, avanzando un 1mm.²⁹
5. Es aconsejable lubricar los instrumentos, especialmente los primeros, hasta alcanzar la longitud de trabajo.²⁹
6. Los instrumentos no se deben usar más de 6-10 conductos, y si son muy curvos y estrechos el número de usos disminuye. Esto disminuye su riesgo de fractura. Los factores que intervienen en para una fractura son: radio de curvatura (más frágiles si es menor), calibre (más frágiles cuanto mayor sea el diámetro) y conicidad (si es mayor será más el riesgo).³¹
7. En básica la recapitulación tras el uso de 3 o 4 instrumentos, si se encuentra resistencia, se aconseja repetir la secuencia desde el principio.
8. Se debe irrigar con frecuencia y utilizar limas de permeabilización.²⁸
9. Si la curvatura es abrupta en la constricción, se debe permeabilizar con limas 8 y 10 y si no pasan se usa lima 15 precurvada para alcanzar la constricción, si llega a la longitud con lima 10 se usa sistema rotatorio de lo contrario se termina la preparación con limas manuales.²⁹
10. La formación de un glidepath (vía de deslizamiento) mediante limas manuales

previo al uso de sistemas rotatorios facilitará que alcance la longitud de trabajo y disminuirá la fractura de instrumento y transportación apical.²⁹

Recomendaciones

- Realizar un buen diagnóstico y plan de tratamiento.
- Tomarse el tiempo necesario para realizar el tratamiento (sin presiones).
- Realizar un buen GlidePath.
- Utilizar técnicas corono-apicales ensanchando primero en cervical.
- Revisar continuamente los instrumentos.
- Irrigación abundante en los conductos entre cada instrumento.
- Llevar los instrumentos hasta la longitud de trabajo sin presionar demasiado.
- No forzar la introducción del instrumento en más de 1 a 2 mm.

Bibliografía

1. Peters OA, Barbakow F, Peters C. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *International Endodontic Journal*. 2004. Agosto.; 37: p. 849-859.
2. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*. 1999 Diciembre; 33.: p. 297-310.
3. Cohen S, Kenneth M H, Louis H B. *Path Ways of the pulp*. 11th ed. Rotstein I, editor. USA.: Elsevier.; 2016.
4. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*. 1988. Julio.; 14(7): p. 346-351.
5. McSpadden JT. *Mastering Endodontic Instrumentation*. 1st ed. Canda.: Arbor Books.; 2007.
6. De Lima Machado ME. *Endodoncia Ciencia y Tecnología*. 1st ed. M. GSC, editor. Impreso en China: Amolca.; 2016.
7. Yared G. In vitro study of the torsional

- properties of new and use ProFile Nickel titanium rotary files. *Journal of Endodontic*. 2004 Junio; 30(6): p. 410-412.
8. De-Deus E JL, Moreira HP, Elias LCN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal*. 2010. Abril.; 43: p. 1063-1068.
 9. You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *Journal of Endodontic*. 2010 Diciembre.; 36(12): p. 1991-1994.
 10. Representative EU. Kerr Italia, S.r.l., Via Passanti, 332 I-84018 Scafati (SA), Italy..
 11. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topic*. 2005 Octubre ; 10: p. 30-76.
 12. Bortnick KL, Steiman HR, Ruskin A. Comparison of nickeltitanium file distortion using electric and air-driven handpieces. *Journal of Endodontic*. 2001. Enero; 57(1): p. 57-59.
 13. Gabel WP, Hoen M, Steiman HR, Pink FE, Dietz R. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. *Journal of Endodontic*. 1999 Noviembre; 25(11): p. 752-754.
 14. Daugherty DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. *Journal of Endodontic*. 2001 Febrero; 27(2): p. 93-95.
 15. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 Nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *Journal of Endodontic*.. 2008 Noviembre; 34(11): p. 1406-1409.
 16. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. *Dentistry Today*. [Online].; 2013 [cited 2016 Noviembre 15]. <http://www.dentistrytoday.com/endodontics/8865-the-shaping-movement-fifth-generation-technology>.
 17. Bürklein S, Börjes L, Schäfer E. Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*. 2013 Julio; 47: p. 470-476.
 18. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, M Grande N, et al. Bending Properties of a New Nickel-Titanium Alloy with a Lower Percent by Weight of Nickel. *Journal of Endodontic*. 2011 Septiembre; 37(9): p. 1293-1295.
 19. Shen Y, Coil JM, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel–titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *International Endodontic Journal*. 2013 Diciembre; 46(12): p. 720-729.
 20. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *International Endodontic Journal*.. 2012 Febrero; 45(2): p. 802-806.
 21. Aranguren J, Kuttler S. Wave One Gold Surfea el Conducto Radicular con Confianza. 2016. Artículo de la casa comercial Dentsply, Wave One Gold.
 22. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary instruments for root canal preparation in severely curved root canals. *Journal of Endodontic*. 2014 Junio; 40(6): p. 852-856.
 23. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *Journal of Endodontic*. 2003 Enero; 29(1): p. 15-19.
 24. SybronEndo OdMSAdCV. Fuerza y flexibilidad se unen, K3™XF – con todas las características de K3. 2012. revista electronica de propaganda de la casa comercial SybronEndo.
 25. VDW G. Reciproc one file endo. 2013. Revista de la casa comercial VDW Reciproc..
 26. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and

- WaveOne reciprocating instruments.. International Endodontic Journal. 2012 Julio; 45(7): p. 614-618.
27. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. Journal of Endodontic. 2013 Abril; 39(4): p. 501-404.
 28. Machado MEL, Nabeshima CK, Leonardo MFP, Reis FAS, M.L.B B, Cai S. Influence of reciprocating single-file and rotary-instrumentation on bacterial reduction oninfected root canals. International Endodontic Journal. 2013 Marzo; 46: p. 1083-1087.
 29. Canalda CS, Brau EA. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. 3rd ed.: ELSEVIER; 2014.
 30. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EP. Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files. Journal of Endodontic. 2000 Febrero; 26(2): p. 68-71.
 31. Haikel Y SRBGSBAC. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. Journal of Endodontic. 1999 Junio; 25(6): p. 434-440.

15. IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA

*Gustavo Martín del Campo Plascencia
Julio César Cervantes Villaseñor
Alondra Irais González Gómez*

Las limitaciones en la desinfección endodóntica se deben principalmente a la presencia de biofilm en los sistemas de conductos radiculares, las complejidades anatómicas, estructura/composición de la dentina y limitaciones asociadas con los desinfectantes químicos. El objetivo principal de la irrigación es eliminar las bacterias de biofilm de las porciones no instrumentadas y anatómicas en las complejidades del sistema del conducto radicular sin inducir efectos adversos sobre los tejidos sanos. El conducto radicular infectado alberga una población polimicrobiana de bacterias aeróbicas, anaeróbicas, Gram-positivos y Gram-negativas en un biofilm modo de crecimiento.¹

La presencia de estas bacterias en el sistema de conductos radiculares puede inducir la formación de lesiones inflamatorias periapicales.² Aunque no se reconozca que lo fundamental en la preparación del conducto radicular es el trabajo mecánico desarrollado a través de los instrumentos endodónticos, también es innegable la importancia del empleo como auxiliares de determinadas sustancias químicas. La utilización de soluciones irrigadoras, de productos que favorezcan la conformación de conductos atrésicos y de fármacos que con-

tribuyen con la desinfección del sistema de conductos constituye lo que, desde el punto de vista didáctico, se denomina preparación química del conducto radicular.³

El concepto de la teoría de los gérmenes de la enfermedad combinado con el desarrollo de la odontología durante la segunda mitad del siglo XIX tuvo un efecto directo en la práctica de la endodoncia. La importancia de la irrigación del conducto radicular a la endodoncia se fortaleció en el período entre 1859 cuando Taft recomendó frecuentemente el uso de la jeringa en el conducto radicular para quitar “irritantes” hasta mediados de los años 40 cuando la endodoncia se convirtió en un campo especial dentro de la odontología y se estableció por la Asociación Americana de Endodoncia.⁴

Irrigación se define como el lavado de una cavidad o herida corporal con agua o un líquido medicado.

Aspiración se define como el proceso de eliminar líquidos o gases del cuerpo por succión.⁵

Existen diversos propósitos importantes para esta medida:

- a) Eliminar los restos y partículas de dentina y para conservar mojados los conduc-

tos, de manera que los instrumentos se deslicen con suavidad.

- b) Ejercer efectos antibacterianos.
- c) Aumentar la eficacia del proceso de instrumentación disolviendo los remanentes de tejido necrótico, en especial en áreas que la instrumentación manual que no puede alcanzar, incluyendo fisuras, istmos y conductos accesorios.
- d) Disolver las capas manchadas.⁶

La eficacia de la irrigación del conducto radicular en cuanto a eliminación de residuos y erradicación de bacterias depende de varios factores: profundidad de penetración de la aguja, diámetro del conducto radicular, diámetro interno y externo de la aguja, presión de irrigación, viscosidad del irrigante, velocidad del irrigante en la punta de la aguja y tipo y orientación del bisel de la aguja.⁷

Características ideales de un irrigante endodóntico:^{8,9}

- Ser germicida y fungicida eficaz.
- No irritar los tejidos periapicales.
- Mantenerse estable en solución.
- Tener un efecto antimicrobiano prolongado.
- Ser activo en presencia de sangre, suero y derivados proteicos del tejido.
- Tener una tensión superficial baja.
- No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
- No teñir la estructura dental.
- Poder inactivarse en un medio de cultivo.
- No inducir una respuesta inmune celular.
- Poder eliminar completamente el barrillo dentinario y poder desinfectar la dentina subyacente y sus túbulos.
- No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
- No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales obturadores.
- Ser de aplicación práctica.
- Ser relativamente económico.
- No ser tóxico o cáustico a los tejidos periodontales ni tener potencial de causar reacción anafiláctica.¹⁰

Es por esta razón que a través del tiempo se han utilizado diferentes tipos de sustancias, entre ellas el hipoclorito de sodio, EDTA, clorhexidina, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_2O_2 , entre otros, con el fin de aprovechar y/o combinar sus diferentes propiedades.

El principal problema que se presenta hoy en día, es que no hay un irrigante que por sí solo pueda eliminar la parte orgánica e inorgánica del barrillo dentinario resultante de la instrumentación de los conductos radiculares y es difícil que estos mantengan contacto directo con la superficie de las paredes dentinarias, especialmente en la porción apical de los conductos estrechos.¹¹

Aspectos técnicos en la irrigación de los conductos radiculares

Para lograr el correcto depósito de la solución de irrigación dentro del conducto radicular y sus irregularidades, tenemos que tener en cuenta que está influenciada no solo por la anatomía interna sino también por el modo de entrega, el volumen de la solución, sus propiedades físicas, químicas y la presencia de burbujas de gas.¹²

La tensión superficial se refiere a la capacidad de difusión de una solución y se define como la condición de atracción intramolecular en la superficie de un líquido en contacto con un sólido y que tiende a tirar de las moléculas hacia el interior desde dicha superficie, la cual es una cualidad a considerar en las soluciones de irrigación endodóntica ya que influye en la capacidad de penetración de la solución al interior del conducto radicular.⁴

Otro factor importante corresponde al del calibre de la aguja, se ha demostrado que la capacidad del agente antibacteriano para ponerse en contacto con las bacterias es de gran importancia, y que la proximidad de aguja de irrigación hasta el final de la preparación juega un papel importante en la eliminación de debris dentinario y en la disminución de la carga bacteriana. El uso

de agujas delgadas puede llegar a alcanzar el ápice sin tocar las paredes internas del conducto, en conductos curvos, finos una aguja flexible, ISO 30, se debe utilizar para negociar curvaturas suaves de modo que la punta de la aguja pueda estar más cerca de la constricción apical para lograr así la máxima eficacia de la irrigación.¹³

Otro reto importante que se presenta para lograr la adecuada penetración del irrigante endodóntico al tercio apical se relaciona con el tamaño de la preparación del conducto radicular. Falk y cols. demostraron que el tamaño de la preparación del conducto radicular influye significativamente en la eficacia de la irrigación, también observaron que la conicidad del instrumento es una variable que influye en la capacidad de penetración del irrigante y que no existe una diferencia significativa si se instrumenta con ISO 40 conicidad 0.02 que al ISO 20 conicidad 0.10, y concluyen cercanía de la aguja de irrigación del ápice, aumentar el volumen de la solución irrigante y utilizar agujas de irrigación de menor calibre.¹⁴

Boutsioukis C. y cols también estudiaron la relación entre el tamaño de la preparación y la capacidad de distribución del irrigante, y observaron que el tamaño de la preparación apical puede afectar la sustitución del irrigante y la presión que ejerce este sobre las paredes del conducto y la presión dirigida hacia el foramen apical; y concluyeron que la ampliación del conducto radicular a tamaños mayores a ISO 25 mejora el rendimiento de la jeringa de irrigación, así también debe existir un espacio adecuado entre la aguja y la pared del conducto para permitir el flujo inverso efectivo del irrigante hacia el foramen apical y evitar la extrusión del mismo.¹⁵

Sustancias más utilizadas en el proceso de irrigación

Hipoclorito de sodio

El NaOCl tiene muchas de las propiedades deseables de un irrigante de conducto radicular principal y, por tanto, se ha descrito como el irrigante más ideal.¹⁶

El NaOCl se ha utilizado durante casi un siglo. La solución del NaOCl al 0.5% fue usada con efectividad durante la Primera Guerra Mundial para limpiar heridas contaminadas. En el campo endodóntico, tiene una actividad antimicrobiana de amplio espectro frente a microorganismos y biopelículas endodónticos incluyendo aquellos difíciles de erradicar de los conductos radiculares, como las especies *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*.¹⁷

El NaOCl disuelve material orgánico como tejido pulpar y colágeno. Si se disuelve la porción orgánica del barrillo dentinario en NaOCl y se destruyen las bacterias del interior del conducto radicular principal, conductos laterales y túbulos dentinarios en contacto directo con el irrigante, en menor grado luego pueden eliminarse las endotoxinas. Durante la terapia endodóntica, las soluciones de NaOCl se usan a concentraciones variables entre el 0.5 y el 6%. En bloques de dentina infectados, una solución de NaOCl al 0.25% fue suficiente para eliminar a *Enterococcus faecalis* en 15 min; una concentración de NaOCl al 1% requirió 1 h para eliminar a *Candida albicans*.¹⁸

Las concentraciones menores (p. ej., 0.5, 0.1%) disuelven principalmente el tejido necrótico.¹⁹ Las concentraciones mayores proporcionan mejor disolución tisular, pero disuelven los tejidos tanto necróticos como vivos, un efecto no siempre deseable. En algunos casos puede estar indicado utilizar el NaOCl a máxima concentración (6%); pero, aunque las mayores concentraciones pueden aumentar el efecto antibacteriano in vitro,²⁰ no se ha demostrado concluyentemente la mayor efectividad clínica de las concentraciones por encima del 1%. El NaOCl al 6.15%, tiene un pH alcalino de 11.4 y es hipertónica. Algunos autores recomiendan la dilución del NaOCl comercial con bicarbonato al 1% en lugar de agua para ajustar el pH a un nivel inferior. Otros investigadores no han observado ninguna reducción en la capacidad lesiva sobre el tejido sano con la neutralización del NaOCl, y recomiendan diluir las soluciones de NaOCl con agua para obtener soluciones de irrigación menos concentradas.²¹

El NaOCl sólo proporciona una mínima eliminación de la dentina o la capa de extensión.²² Por tanto, algunos expertos recomiendan el uso simultáneo de sustancias desmineralizantes para eliminar de la superficie del conducto radicular un barrillo dentinario pos- instrumentación y, por tanto, mejorar la limpieza de áreas de difícil alcance, como túbulos dentinarios y conductos laterales.

Clorhexidina

La clorhexidina (CHX) es un antimicrobiano de amplio espectro efectivo contra bacterias gramnegativas y grampositivas. Tiene un componente molecular catiónico que se adhiere a las áreas de la membrana celular con carga negativa y causa lisis celular. Su empleo como irrigante endodóntico²³ se basa en su efecto antimicrobiano eficaz y duradero, que procede de la unión a la hidroxiapatita. Sin embargo, no se ha demostrado que proporcione ventajas clínicas sobre el NaOCl. Algunos investigadores descubrieron que la CHX tenía efectos antibacterianos significativamente mejores que el Ca(OH)₂ cuando se probó en cultivos.²⁴ Los medicamentos que contienen CHX al 2% pueden difundir por la dentina y tener acción antibacteriana en la superficie radicular externa. Se ha optado por la CHX (2%) como lavado final por su sustantividad, lo que le permite unirse a la dentina y una actividad antimicrobiana sostenida, especialmente en el retratamiento endodóntico.

Yoduro potásico yodado

El yoduro potásico yodado (IKI) es un desinfectante tradicional del conducto radicular y se utiliza en concentraciones de entre un 2 y 5%. El yodo actúa como sustancia oxidante mediante la reacción con los grupos sulfhidrilo libres de las enzimas bacterianas, dividiendo los puentes disulfuro. La *E. faecalis* se asocia con frecuencia a infecciones periapicales resistentes a la terapia, y las combinaciones de IKI y CHX son capaces de eliminar más eficazmente las bacterias resistentes al Ca(OH)₂. Una desventaja obvia del yodo es

la posibilidad de producir una reacción alérgica en algunos pacientes.⁵

MTAD

BioPure (DENTSPLY Tulsa Dental), también conocido como MTAD (mezcla de tetraciclina, ácido y detergente), es una solución irrigante que contiene doxiciclina, ácido cítrico y un detergente de superficie activo (Tween 80). Constantemente se desarrollan productos químicos y sus combinaciones como irrigantes del conducto radicular, que incluyen soluciones basadas en antibióticos. Sin embargo, la doxiciclina y otros antibióticos locales no han podido destruir microbios organizados en biopelículas. Varios antibióticos, entre ellos la eritromicina, el cloranfenicol, la tetraciclina y la vancomicina, se han probado con éxito contra los enterococos. En un estudio reciente,²⁵ la doxiciclina fue sustituida por CHX en uno de los grupos de prueba de dientes infectados con *E. faecalis*. Si bien ninguna muestra lavada con MTAD o MTAD + CHX mostró la presencia de bacterias residuales, un 70% de las muestras lavadas con CHX en vez de doxiciclina, mostraron crecimiento de *E. faecalis*.

Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El EDTA comenzó a usarse en endodoncia durante 1957; los quelantes como el EDTA crean un complejo de calcio estable con el barrillo dentinario, la capa de detritos y los depósitos cálcicos a lo largo de las paredes de los conductos. Eso puede ayudar a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la desinfección al mejorar la difusión de las soluciones a través de la eliminación de la capa de barrillo dentinario. El efecto de los quelantes sobre los conductos calcificados, irregulares y estrechos para establecer la permeabilidad depende de la amplitud del conducto y de la cantidad de sustancia activa disponible cuando continúa el proceso de desmineralización hasta que todas las moléculas del quelante han formado complejos de calcio.²⁶ La unión al calcio conduce a la liberación de protones, y el EDTA pierde eficacia en un medio ácido. Así pues, se cree que la acción del EDTA es autolimitada.

El EDTA (17%) es capaz de remover el *smear layer* producido durante la instrumentación del conducto radicular, pero es ineficaz en la disolución de remanentes pulpares.²⁷

Siqueira y cols., en 1998, evaluaron el efecto antibacteriano de diferentes irrigantes endodónticos y demostraron que el efecto antibacteriano de EDTA es mayor que el del ácido cítrico y NaOCl al 0.5% pero menor al de NaOCl al 4%, NaOCl al 2.5% y a la clorhexidina al 2% y concluyeron que esta propiedad antibacteriana debe ser considerada como una ventaja adicional, sobre todo durante la remoción del barrillo dentinario (*smear layer*) contaminado.²⁸

Hidróxido de calcio

Por su pH alcalino, el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ generalmente es muy eficaz para erradicar bacterias intrarradiculares, con excepción de *E. faecalis*. Se observó una mayor eficacia al mezclar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con algunas soluciones irrigantes comunes. Por desgracia, no es tan eficaz cuando se usa a corto plazo y no se recomienda como irrigante, sino como apósito entre visitas.

La irrigación es una parte indispensable del tratamiento del conducto radicular para asegurar la desinfección. Las propiedades de desinfección y disolución de tejidos de NaOCl hacen que en la actualidad se considere el irrigante de elección. Se debe considerar el uso del EDTA al final del procedimiento para eliminar el barrillo dentinario, seguido por otro irrigante como el NaOCl o una solución inerte, como la solución salina fisiológica. Esta estrategia también minimiza la inactivación del NaOCl por interacciones químicas.¹⁰

Objetivos biológicos

Algunos autores han sugerido que los conductos deben prepararse con una conicidad uniforme y continua; sin embargo, este objetivo mecánico facilita la obturación más que la eficacia antimicrobiana. La forma de la preparación y la eficacia antimicrobiana están íntimamente relacionadas entre sí a través de la remoción de dentina infectada

y el uso de irrigantes. Habitualmente, los irrigantes han sido introducidos en los conductos radiculares de forma pasiva mediante una jeringa y una aguja. Cuando se administran de forma pasiva, los irrigantes sólo progresan 1 mm más allá de la punta de la aguja. Es probable que los conductos apicales ensanchados permitan la inserción cada vez más profunda de la aguja, mejorando el desbridamiento y la desinfección de los conductos. A pesar de todo sigue siendo difícil la limpieza de la porción más apical de cualquier preparación, sobre todo en los conductos curvos y estrechos

Objetivos mecánicos

Un objetivo mecánico importante de la instrumentación del conducto radicular es incluir completamente los conductos originales en la preparación, lo que significa que todas las superficies de los conductos radiculares deben prepararse mecánicamente. Se deben evitar los errores de preparación, como las deformaciones y las perforaciones. Otro objetivo mecánico importante es conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales. Aunque no se ha establecido definitivamente un grosor radicular mínimo, se considera crítico un grosor de 0.3 mm.

Beneficios del uso de irrigantes en el tratamiento de conductos radiculares

- Eliminación de las partículas de detritos y humectación.
- Eliminación de microorganismos.
- Disolución de restos orgánicos.
- Apertura de los túbulos dentinarios por la eliminación de la capa de barrillo dentinario.
- Desinfección y limpieza de áreas inaccesibles a instrumentos endodónticos.²⁹

Técnicas de limpieza del conducto

Liberación con jeringa

La aplicación de un irrigante en el conducto

con una jeringa permite colocar exactamente, reponer el líquido existente, eliminar partículas residuales más grandes, además de permitir el contacto directo con microorganismos en áreas a las que llega la punta de la aguja. El intercambio real del irrigante se limita a 1-1.5 mm apicales a la punta de la aguja y la dinámica de fluidos se produce cerca de la salida de la aguja. El volumen y la velocidad de flujo son proporcionales a la eficacia de limpieza del conducto radicular. Por tanto, el diámetro y la posición de la salida de la aguja determinan el desbridamiento quimiomecánico satisfactorio; la colocación debe estar cerca de la longitud de trabajo para garantizar el intercambio de líquido. Es importante elegir una aguja de irrigación adecuada. Aunque agujas de mayor calibre permiten irrigar y reponer el líquido más rápidamente, una aguja de mayor diámetro no permite limpiar las áreas apicales y más estrechas del sistema de conductos radiculares. En todos los casos debe evitarse el enclavamiento o una presión excesiva de las agujas en los conductos durante la irrigación sin posibilidad de reflujo. Para prevenir la extrusión del irrigante en espacios periaapicales. En dientes juveniles con forámenes apicales amplios o cuando ya no hay constricción apical, debe prestarse atención especial para evitar la reabsorción o la preparación excesiva del conducto radicular. Por tanto, la limpieza eficaz del conducto radicular debe incluir la agitación intermitente del contenido del conducto con un instrumento pequeño para evitar la acumulación de residuos en la porción apical del conducto.

Irrigación activada manualmente

El irrigante que entra en el conducto radicular llega más eficazmente a grietas y áreas mecánicamente intactas si se agita dentro del conducto. Se han recomendado movimientos coronapicales de la aguja de irrigación, movimientos de agitación con instrumentos endodónticos pequeños y movimientos manuales *push-pull* con un cono de gutapercha principal acoplado.³⁰

Varios investigadores han mostrado que el uso de un cono de gutapercha bien adap-

tado a un conducto previamente instrumentado con un movimiento gentil hacia dentro y fuera del conducto aproximadamente 2 mm, puede producir un efecto hidrodinámico y mejorar el desplazamiento e intercambio de los irrigantes apicalmente en comparación con la irrigación estática o pasiva.^{31, 32}

La mayor eficacia de la irrigación manual dinámica se puede explicar de varias maneras:

Un cono de gutapercha que se adapte bien al conducto genera diferentes grados de presión intraconducto repartiendo mejor el irrigante hacia zonas que no han sido tocadas.

El movimiento hacia dentro y hacia afuera del cono genera turbulencia intraconducto actuando por extensión física cortando las láminas de fluido en un medio dominado por la viscosidad como el que existe en el sistema de conductos, permitiendo una mejor mezcla de los fluidos. La frecuencia del movimiento de entrada y salida de la punta de gutapercha (3.3 Hz, 100 movimientos en 30 seg) es más alta que la frecuencia (1.6 HZ) de la presión hidrodinámica positiva y negativa generada por RinsEndo, posiblemente generando más turbulencia intra conducto.³³

Irrigación activada sónicamente

Ironstad fue el primero en reportar el uso de un instrumento sónico en endodoncia en 1985. La irrigación sónica es diferente de la ultrasónica en que la primera ópera a una frecuencia más baja (1-6 kHz),³⁴ además, genera una mayor amplitud o un mayor movimiento hacia atrás y hacia adelante del movimiento de la punta, los patrones de oscilación son diferentes a los del sistema ultrasónico y el sistema sónico presenta una oscilación de la lima puramente longitudinal. Este tipo de vibración ha mostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares, ya que produce una gran amplitud de desplazamiento.³⁵

En un estudio realizado por Sabins R.A, y cols. indicaron que la irrigación sónica o ultrasónica pasiva dejó los conductos radiculares significativamente más limpios que

la preparación manual. El debridamiento de los conductos por irrigación activada sónica o ultrasónica fue superior a la aplicación pasiva de irrigantes con aguja. Sin embargo, a diferencia de la activación sónica, la irrigación ultrasónica dejó los conductos significativamente más limpios, el rango de los dispositivos sónicos oscila entre 1,500 y 6,000 Hz, y el equipo ultrasónico requiere vibraciones mayores de 20.000 Hz. La irrigación sónica o ultrasónica puede realizarse con alambres lisos o insertos de plásticos activados, instrumentos endodónticos o agujas de irrigación activadas.

EndoActivator

Es un sistema que utiliza puntas de polímero seguras y no cortantes en una pieza de mano subsónica fácil de usar para agitar rápida y enérgicamente las soluciones irrigantes durante el tratamiento endodóntico.⁵

En un reciente estudio³⁶ se analizó la seguridad de varios sistemas de irrigación intraconducto midiendo la extrusión apical de irrigante. Concluyeron que se salía fuera del ápice una cantidad mínima, aunque estadísticamente significativa, de irrigante de EndoActivator con la aplicación por activación subsónica del irrigante en la cámara pulpar y el conducto. Los grupos manual, ultrasónico y Rinsendo (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemania) tuvieron una extrusión significativamente mayor en comparación con EndoVac y EndoActivator

Irrigación activada por ultrasonido

Durante la preparación, las puntas ultrasónicas pueden eliminar cantidades mínimas

Figura 1. Sistema EndoActivator



Cortesía de DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK.

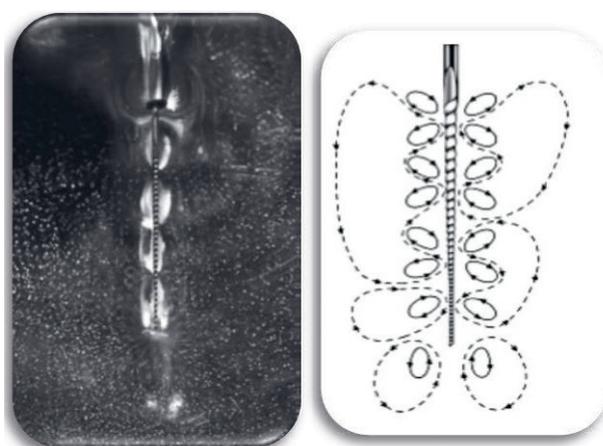
de dentina, conservando la máxima estructura dental posible. La visibilidad es mejor que con las fresas, y las puntas pueden estar recubiertas de diamante para mejorar su eficacia. La acción ultrasónica es más eficaz si la lima puede oscilar libremente dentro del conducto radicular. La irrigación ultrasónica pasiva se define como la activación del irrigante sin preparación simultánea de las paredes del conducto radicular. La desinfección es más eficaz, una consideración importante en casos necróticos. Kuah y cols. demostraron que para eliminar barrillo dentinario y residuos en la región apical de un conducto radicular preparado, la aplicación de EDTA durante 1 min con ultrasonido y un lavado final con NaOCl fue el método más competente.³⁷

Irrigación ultrasónica pasiva (PUI)

Fue descrita por primera vez por Weller y cols. en 1980. El término “pasivo” no describe adecuadamente el proceso, porque en realidad es activo; sin embargo, cuando se introdujo por primera vez este sistema, el término pasivo se relacionaba con el hecho de que la acción que tiene la lima cuando es activada ultrasónicamente no es cortante.

La energía del ultrasonido produce altas frecuencias, pero bajas amplitudes, las

Figura 2



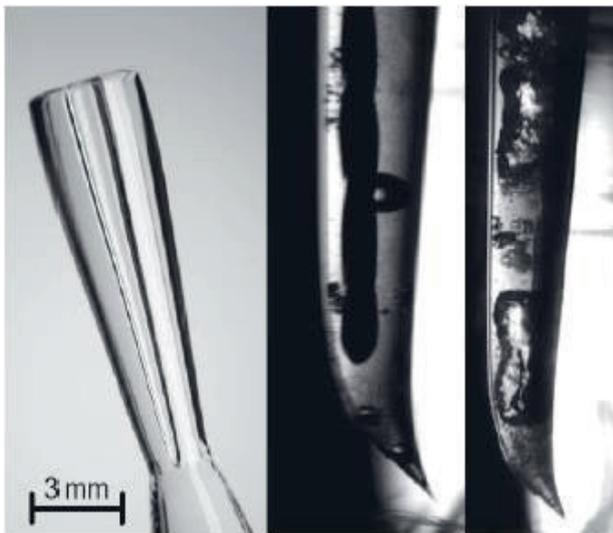
Flujo acústico alrededor de una lima en agua libre (izquierda) dibujo esquemático (derecha). Imágenes tomadas de Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Van der Sluis LW, Versluis M, MK W, Wesselink PR.³⁸

limas oscilan entre 25 y 30 kHz. Su forma de operar es en una sola oscilación transversa, creando un patrón característico de nodos y antinodos en toda su longitud. Durante la irrigación ultrasónica pasiva la energía es transmitida de una lima o cable oscilante hacia el irrigante dentro del conducto radicular por las ondas ultrasónicas, esto último produce ondas acústicas y cavitación en el irrigante.

La técnica consiste en depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa seguida de la activación del irrigante por el sistema ultrasónico, llevando la lima entre 2 o 3 mm de la longitud de trabajo, el conducto radicular es irrigado nuevamente para sacar todos los remanentes que quedan dentro del conducto. Se recomienda realizar tres ciclos de 30 segundos recambiando la solución irrigante entre cada ciclo.

La eficacia de la limpieza de esta técnica implica la eliminación eficaz de los residuos de dentina, microorganismos planctónicos (o en biofilm) y tejido orgánico del conducto radicular. Debido a la transmisión activa del irrigante, su potencial para ponerse en contacto con un área de superficie mayor de la pared del conducto se verá reforzada.

Figura 3.



Izquierda: Modelo del conducto radicular de vidrio permitiendo el acceso óptico al instrumento de alta velocidad de visualización de ultrasonidos.

Cuando se utiliza el NaOCl durante PUI, se encontró que se logra remover significativamente mayor cantidad de smear layer, tejido pulpar, debris dentinario del conducto radicular que cuando se utiliza agua. Cuando el NaOCl es agitado por el ultrasonido provoca que la temperatura se eleve, y esto incrementa la capacidad de esta solución de disolver el material orgánico.³⁸

Medio: instrumento en funcionamiento capturado a la escala de tiempo de microsegundos tanto cavitación transitoria como inercial, fenómenos y, además, patrones de transmisión. Derecha: Una grabación de alta velocidad de se muestra con una lima tipo K sin corte que muestra movimientos vigorosos y colapso de burbujas de cavitación.

Irrigación con presión positiva y negativa

Otra forma de mejorar el acceso a la solución de irrigación es la llamada irrigación con presión negativa, en la que el irrigante se aplica en la cámara de acceso y en el conducto radicular se coloca una aguja muy fina conectada al dispositivo de succión de la unidad dental. El irrigante excesivo de la cavidad de acceso luego se desplaza en sentido apical y se elimina por succión.

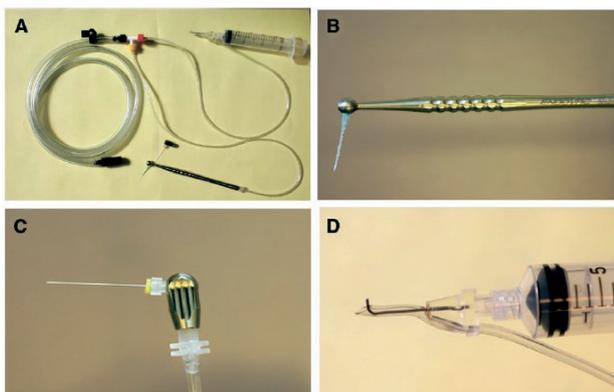
EndoVac

EndoVac es un sistema combinado de irrigación/evacuación. El irrigante es extrudido del sistema con presión en el orificio del conducto radicular. El evacuador, una microcánula, se extiende a la región apical del conducto radicular; la aguja es del n.º 55 conicidad 0.2%. Una succión de alto volumen de la unidad dental produce una presión apical negativa y, por tanto, succiona pasivamente el irrigante del orificio a la zona apical del conducto, que se evacua pasivamente del espacio del conducto. Probablemente se reducirá la extrusión apical del irrigante, porque el conducto se irriga con presión negativa (a diferencia de la positiva).³⁹

Desinfección por fotoactivación

La terapia fotodinámica (PDT, *photodynamic therapy*) o terapia activada por luz (LAT,

Figura 4.



A) El sistema completo de EndoVac. B) La macrocánula unida a su manilla utilizada para la irrigación de la porción coronal del conducto. C) La microcánula unida a su mango. Esto sustituye a la macrocánula y su mango y se utiliza para la irrigación en la porción apical del conducto a la longitud de trabajo. D) La punta de entrega/ evacuación conectada a una jeringa. La irrigación es suministrada a la cámara pulpar por la aguja metálica. Cualquier exceso se succiona inmediatamente a través del tubo de plástico que rodea al metal que está unido a la tubería de succión. Imágenes tomadas de C. Comparison of the Endovac System; Nielsen BA, Baumgartner, 2007.

light-activated therapy) puede tener aplicaciones endodónticas por su eficacia antimicrobiana.⁴⁰

En principio, la estrategia utiliza un fotosensibilizador acumulado selectivamente o producido endógenamente (compuesto fotoactivo). La activación de moléculas fotosensibilizantes por una longitud de onda de luz específica produce entidades químicas nocivas que destruyen bacterias. Debido a la actividad antimicrobiana de amplio espectro, la destrucción bacteriana instantánea y la capacidad de centrarse en biopelículas bacterianas, la aplicación de regímenes de LAT es muy prometedora en la desinfección de los conductos radiculares.⁴¹

Desinfección ultravioleta intralight

La luz ultravioleta (UV) se utiliza ampliamente como desinfectante. IntraLight (InterLight, Or-Yehuda, Israel) consiste en un iluminador UV intraconducto con dimensiones de lima endodóntica, que permite la iluminación circunferencial uniforme de las paredes del conducto radicular con luz UV de 254 nm.

En un reciente estudio in vitro,⁴² los conductos radiculares se infectaron con *E. faecalis* que se dejó crecer y creó una biopelícula en las paredes de los conductos radiculares. El tratamiento con NaOCl al 5% durante 10 min no negativizó los cultivos en el 53% de los conductos. Otros publicaron resultados similares.⁴³ Una iluminación adicional de las paredes con luz UV de 254 nm (300 mJ/cm²) liberó de bacterias cultivables al 96% de los conductos. Un amplio rango de bacterias es sensible a la luz UV de 254 nm, incluidas las resistentes al Ca(OH)₂. El dispositivo se usa como desinfección suplementaria después de irrigar el conducto con NaOCl. Además, las bacterias de las capas internas de biopelículas gruesas pueden protegerse de la luz UV, que es absorbida por bacterias en las capas externas.

Irrigación activada con láser: PIPS (flujo fotoacústico inducido por fotones)

A la mitad de 1980 algunas áreas de la odontología comenzaron a explorar el uso del láser, principalmente láser de CO₂ en terapia periodontal, cirugía oral y endodoncia. En un estudio realizado por Pini (1989)⁴⁴ utilizó el láser en la eliminación de tejido orgánico desde el interior del conducto el cual fue un éxito.

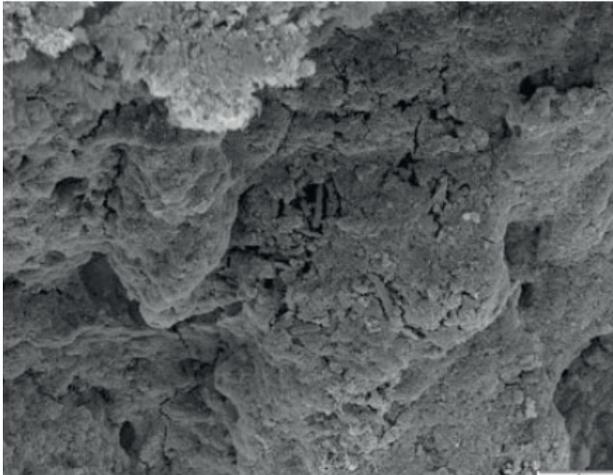
El desbridamiento y la desinfección del conducto radicular son dos de los principales pasos en la terapia de conducto radicular. Antes de la obturación es necesario tener un control de la carga bacteriana de una raíz infectada para tener un resultado previ-

Figura 5



Transmisión acústica producida por el uso de PIPS en este conducto radicular de plástico simulado.

Figura 6.



SEM del área de predentina: Es evidente la presencia de bacterias que se esconden en estas las áreas no tocadas después de la limpieza, conformación e irrigación convencional (aguja) del sistema de conductos radiculares. Imagen tomada Endodontic Irrigation, Basrani Bettina, 2015.

sible.⁴⁵ Las bacterias están presentes como colonias biofílicas y serán responsables para establecer la enfermedad y la infección.⁴⁶ En un estudio realizado por Nair (2005) encontró la presencia de bacterias en áreas tales como el conducto radicular, las fibras, istmos, etc.

El flujo fotoacústico inducido por fotones PIPS se basa en la punta radiante con impulsos láser de subabsolutivo (a evaporarse a muy baja temperatura) energías de 20 mJ a 15 Hz para un promedio potencia de 0.3 W con impulsos de 50 μ s. Los impulsos crean una interacción de moléculas de agua con una potencia de 400 W. Esto crea una expansión y sucesivas ondas de choque que conducen a la forma tratamiento endodóntico.⁴⁷

El efecto de láser cambiará dependiendo de la profundidad de penetración. Generalmente, el clínico controla los siguientes parámetros mientras opera un sistema láser:

- Potencia aplicada (Densidad de poder);
- La energía total aplicada sobre un área de tejido (densidad de energía);
- Tasa y duración de la irradiación con láser (repetición de impulsos);
- El modo de energía (energía continua /

pulsada, energía directa / contacto tisular indirecto).⁴⁸

Protocolo para el uso de PIPS (flujo fotoacústico inducido por fotones):

1. La punta PIPS se coloca solo en la cámara pulpar (no en el conducto radicular) y se mantiene estático en la cámara durante todo el proceso de activación.
2. Durante el tiempo de activación láser, el asistente dental aplica un flujo continuo de la solución desde la jeringa de irrigación dental.
3. Es extremadamente importante que la cámara pulpar siempre se mantiene inundada con suficiente solución de irrigación para mantener la punta sumergida de PIPS.
4. El período de activación del láser PIPS está en ciclos de 30 s.
5. El protocolo actual es de seis ciclos de 30 s de activación láser, con tres de 30s (Fase de reposo) entre la activación cuando se utiliza NaOCl.
6. Inmediatamente después de 3 ciclos de 30 s con activación laser, irrigación de NaOCl.
7. Los conductos son irrigados usando PIPS durante 30 s adicionales con agua.
8. Posteriormente se utiliza EDTA al 17% con PIPS y flujo continuo durante 30 s adicionales.
9. Activación láser con agua 30s.

El sistema de conductos ahora está listo para la obturación.

Una nueva era de irrigación del conducto radicular activada por láser está disponible con excelentes resultados en la eliminación de la capa de frotis y desinfección de la raíz, de las paredes del conducto, túbulos dentinarios, istmos, conductos accesorios.⁴⁷

El protocolo de irrigación utilizado en la especialidad en endodoncia del Centro Universitario de los Altos se realiza de la siguiente manera:

- Hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% con jeringa hipodérmica y aguja monoject calibre 30G, irrigación constante y abundante entre cada uso de instrumento du-

rante el procedimiento de instrumentación de 1.5 a 2.5 ml.

- Finalizada la instrumentación se irriga con solución salina (para inactivar el hipoclorito sódico).
- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) durante 3 minutos.
- Irrigación con suero fisiológico.
- Irrigación con NaOCl y activación ultrasónica realizando 3 ciclos de 20 segundos cada uno, para la eliminación de barrillo dentinario.
- Posteriormente irrigación final con solución salina.
- Secado de los conductos con puntas de papel y posteriormente la obturación del sistema de conductos.

Bibliografía

1. Kishen A. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms. *Endodontic Topics*. 2012 Marzo; 22: p. 99-123.
2. Kakehashi.S. SHR,aFRJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral s&G*. 1965 Septiembre; 20(3): p. 340-349.
3. Soares I.J. GF. Endodoncia técnica y fundamentos. Madrid, España: Panamericana; 2003.
4. Sedgley C. Root canal irrigation- a historical perspective. [Online].; 2004. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=root%20canal%20irrigation%20a%20historical%20perspective&cmd=correctspelling>.
5. Cohen S HK. Cap. 8: Instrumentos, materiales y dispositivos. In *Vías de la pulpa*. Barcelona, España: Elsevier Mosby; 2011. p. 245-259.
6. Bergenholtz G HBPRC. Endodoncia. In. México D.F.: Manual Moderno; 2011. p. 147-159.
7. Haapasalo M. SY, W. Q, Y. G. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*. 2010 April; 54(2): p. 291-312.
8. Tay FR PDLRea. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with biopure MTAD. *J Endod*. 2006 Marzo; 32(3): p. 218-221.
9. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*. 2003; 36: p. 810-830.
10. Zehnder M. Root canals irrigants. *J Endod*. 2006 Mayo; 32(5): p. 389-398.
11. Vera J, Hernández EM, Romero M, Arias A, W.M. L, Van der Sluis. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Two Millimeters of Large Root Canals: An In Vivo Study. *J Endod*. 2012 Octubre; 38(10): p. 1340-3.
12. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral surg Oral Med Oral Pathol*. 1982 Septiembre; 54(3): p. 323-8.
13. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of endodontics*. 1983 Noviembre; 9(11): p. 475-9.
14. Falk KW, Sedgley CM. The Influence of Preparation Size on the Mechanical Efficacy of Root Canal Irrigation In Vitro. *JOE*. 2005 Octubre; 31(10): p. 742-745.
15. Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LWM. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int.Endod J*. 2010; 43: p. 874-881.
16. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: and update review. [Online].; 2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Sodium%5BTtitle%5D%20AND%20hypochlorite%5BTtitle%5D%20AND%20endodontics%5BTtitle%5D%20AND%20update%5BTtitle%5D%20AND%20review%5BTtitle%5D>.
17. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod*. 2004 Octubre; 30(11).
18. Hakan Sen B, Safavi KE, Spangberg LSW. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod*. 1999 Abril; 25(4): p. 235-37.
19. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Waltimo

- T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. [Online].; 2002. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Tissue->
20. Yesilsoy C WECDPETM. Antimicrobial and toxic effects of established and potential Root Canal Irrigants. *J Endod.* 1995 Octubre; 21(10): p. 513-15.
 21. Siqueira JF Jr RIFALK. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000 Junio; 26(6): p. 331-334.
 22. Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. *JOE.* 2010 Mayo; 36(5): p. 793-6.
 23. Evanov C LFBTJA. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate irrigants at 37 degrees C and 46 degrees C. *J Endod.* 2004 Septiembre; 30(9): p. 653-57.
 24. Lin YH MACS. Effectiveness of selected materials against *Enterococcus faecalis*: part 3. The antiantibacterial effect of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2003 Septiembre; 29(9): p. 565-566.
 25. Shabahang S AJTM. The substitution of chlorhexidine for doxycycline in MTAD: the antibacterial efficacy against a strain of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2008 Marzo; 34(3): p. 288-290.
 26. Zehnder M SPSBWT. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod.* 2005 Noviembre; 31(11): p. 817-20.
 27. Zaccaro F, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of Final Irrigation -A Scanning Electron Microscopic Evaluation. *J Endod.* 2000 Junio; 26(6): p. 355-358.
 28. Siqueira JF Jr BMFRdUM. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 1998 Junio; 24(6): p. 414-16.
 29. Basrani OAPyCIPB. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. In Stephen Cohen KMH. *Pathways of the pulp.* Philadelphia PA, USA: Elsevier; 2016. p. 209-270.
 30. Huang TY GKNY. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. [Online].; 2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+biomolecular+film+exvivo+model+to+evaluate+the+influence+of+canal+dimensions+and+irrigation+variables+on+the+efficacy+of+irrigation>.
 31. Lee SJ. WMWP. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004 Octubre; 37(10): p. 672-8.
 32. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *International Endodontic Journal.* 2008 JULio; 41(7): p. 602-8.
 33. Vera J. BM,ME,RM. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación. *Endodoncia.* 2012 Enero -Marzo; 30(1): p. 31-41.
 34. Ahmad M PFTR,CL. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J.Endod.* 1987 Octubre; 13(10): p. 490-499.
 35. Walmsley AD, Williams AR. Effects of Constraint on the Oscillatory Pattern of Endosonic Files. *J.Endod.* 1989 Mayo; 15(5): p. 189-195.
 36. Desai P HV. Comparative safety of various intracanal Irrigation Systems. *J. Endod.* 2009 Abril; 35(4): p. 545-549.
 37. Kuah H-G LJNTPSK,CNN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod.* 2009 Marzo; 35(3): p. 393-6.
 38. Van der Sluis LW, Versluis M, MK W, Weselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007 Junio; 40(6): p. 415-426.
 39. Nielsen BA, Baumgartner C. Comparison of the Endovac System. *J. Endod.* 2007 Mayo; 33(5): p. 611-615.
 40. Hamblin MR HT. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infec-

- tious disease? [Online]. Europa: Photochem Photobiol Sci.; 2004. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15122361>.
41. Usacheva MN TMBM. Comparison of the methylene blue and toluidine blue photobactericidal efficacy against gram-positive and gram-negative microorganisms. [Online].: *Lasers Surg Med*; 2001. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Comparison+of+the+methylene+blue+and+toluidine+blue+photobactericidal+efficacy+against+gram+positive+and+gram+negativemicroorganisms>.
 42. Metzger Z BHAI. Immediate root canal disinfection with ultraviolet light: an ex vivo feasibility study. [Online].: *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 2007. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Sensitivity+of+oral+bacteria+to+254+nm+ultraviolet+light>.
 43. Metzger Z DMBHAI. Sensitivity of oral bacteria to 254 nm ultraviolet light. *Int Endod J*. 2007 Febrero; 40(2): p. 120-7.
 44. Pinni R, Salimbeni R, Vannini M, Barone R, Clauser C. [Online].; 1989. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Pini+R%2C+Salimbeni+R%2C+Vannini+M.+Laser+dentistry%3A+a+new+application+of+excimer+laser+in+root+canal+therapy.+>
 45. Sjogren U HBSGWK. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*. 1990 Oct.; 16(10): p. 498-504.
 46. Chávez de Paz L. Redefining the Persistent Infection in Root Canals: Possible Role of Biofilm Communities. *J Endod*. 2007 Jun; 33(6): p. 652-62.
 47. Jaramillo DE. Irrigation of the Root Canal System by Laser Activation (LAI): PIPS Photon-Induced Photoacoustic. In Basrani B. *Endodontic Irrigation*. Switzerland: Springer; 2015. p. 227-234.
 48. Kishen A. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms Marzo: *Endodontic Topics*; 2012.

16. OBTURACIÓN EN ENDODONCIA

Katia Alcalá Barbosa
Juan Gamaliel Aceves Franco
Karina Berenice Acero Vargas

Generalidades

Considerando los principios biológicos y técnicas de la endodoncia, todas las fases del tratamiento son importantes e interdependientes, la obturación del conducto completa la triada endodóntica: apertura coronal, saneamiento y sellado endodóntico.¹

La ejecución incorrecta de una de esas etapas, infaliblemente llevaría a dificultades en la etapa subsecuente, lo que podría traer como consecuencia, el fracaso total.²

Objetivos de la obturación

Lograr una buena obturación tridimensional y la creación de un monobloque para impedir la microfiltración del exudado periapical al espacio del conducto y formar un medio biológico aceptable para que se produzca el proceso de curación tisular.³

Schilder, en 1971, señaló que el objetivo del procedimiento de obturación radicular debe ser el relleno tridimensional de los conductos principales y accesorios.

El propósito de la fase de obturación es doble: uno, evitar que los microorganismos vuelvan a entrar en el sistema de conductos; y dos, aislar los microorganismos que pue-

den permanecer dentro del conducto de los nutrientes en los fluidos tisulares.⁴

Definición:

Relleno del conducto en toda su extensión con un material inerte y/o antiséptico, que selle herméticamente y en forma permanente, sin interferir en la reparación y que estimule la cicatrización.³

...El fracaso en el sellado del foramen apical, por imperfección de la obturación radicular, es una de las causas que impide el éxito del tratamiento.⁵

... Obturar un conducto radicular significa llenarlo en toda su extensión con un material inerte o antiséptico, sellándolo herméticamente, sin interferir y preferiblemente estimulando el proceso de reparación apical y periapical que debe ocurrir después del tratamiento endodóntico radical.²

...la obturación del conducto es llenar herméticamente el conducto dentario vaciado y preparado.⁶

...El fracaso del sellado del conducto, en todas sus dimensiones, es un compromiso que puede conducir a la recontaminación.^{7,3}

Antecedentes

- Antes de 1800, el único material empleado era el oro.
- Posteriormente, se utilizaron diversos materiales: oxícloruro de zinc, parafina y amalgama.
- En 1847, Hill desarrolló el primer material de obturación a base de gutapercha que fue patentado en 1848.
- En 1867, Bowman publicó, ante la St. Louis Dental Society, el primer uso de gutapercha en un primer molar humano extraído.
- Perry afirmó, en 1883, que había usado un alambre de oro puntiagudo envuelto en gutapercha blanda.
- En 1887, la S. S. White Company comenzó a fabricar puntas de gutapercha.
- En 1893, Rollins introdujo un tipo nuevo de gutapercha a la que le añadía bermeillon.
- En 1914, Callahan introdujo el reblandecimiento y la disolución de la gutapercha para emplearla como una sustancia cementadora mediante el uso de resinas.^{3,8}

Límite de la obturación

Se considera que la constricción apical es el punto final apical ideal para la instrumentación y obturación debido a que, más allá de ese límite, el conducto se amplía y desarrolla un mayor flujo vascular.

Kuttler, en 1961, mencionó sus cuatro postulados para describir la obturación ideal:

- Llenar completamente el conducto dentario.
- Llegar exactamente a la unión CDC.
- Lograr un cierre hermético y seguro en la unión CDC.
- Contener un material que estimule a los cementoblastos en la formación de neocemento.^{3,9}

Shilder, en 1967, determinó los criterios para describir el límite de la obturación:

- Sobreobturación: sellado tridimensional, largo, ancho y profundo y más allá del límite CDC y foramen apical.
- Suboturación: sellado similar a la sobreobturación, pero sin llegar al límite CDC.
- Límite CDC: sellado tridimensional hasta este límite.
- Ápice radiográfico: zona terminal de la radiografía.^{3,9}

Condiciones previas a obturar

- Se encuentre asintomático.
- Sin presencia de fístula.
- Que no haya mal olor.
- La obturación provisoria esté intacta.
- El conducto esté preparado óptimamente.
- Conducto seco.¹

Materiales de obturación

El material ideal debe reunir ciertas propiedades físico-químicas: sellado marginal, fluidez, facilidad de inserción, radiopacidad, tiempo de trabajo, viscosidad, adherencia y fácil remoción en caso de retratamiento.^{10,4} Con respecto a las propiedades biológicas, el material de obturación debe tener buena tolerancia tisular, ser reabsorbido en el periápice en caso de desbordamiento, estimular o permitir la aposición de tejido mineralizado a nivel apical y tener acción antimicrobiana.

Gutapercha (Material sólido)

La gutapercha es uno de los materiales pilares en la endodoncia. Su nombre se origina de dos vocablos malayos: *Gutah*: goma, y *Pertjah*: Sumatra. El constituyente básico de la gutapercha es la Gutta, un hidrocarburo con la fórmula C_5H_8 , y puede cristalizarse de dos maneras: alfa y beta. La forma que se utiliza en la práctica dental es la beta y su punto de fusión de 64°C.

Algunas características son:

- Compresibilidad: adaptación a las paredes de los conductos preparados.
- Inerte: material menos reactivo de todos.
- Estabilidad dimensional: presenta pocos cambios dimensionales después de endurecida.
- Tolerancia hística: tolerada por los tejidos periapicales.
- Plastificación al calor: calentamiento de la gutapercha permite su compactación.
- Se disuelve ante solventes (Xilol y Cloroformo).

Desventajas

- Falta de rigidez: se dobla con facilidad cuando se comprime lateralmente.
- Falta de control longitudinal: se deforma verticalmente por distensión.¹⁰

Selladores endodónticos (Materiales plásticos)

La función de un sellador endodóntico es unir los conos de gutapercha con la dentina, rellenar los espacios vacíos y actuar como lubricante durante la entrada de conos de gutapercha.³

Grossman ha enumerado once requisitos y características para un buen cemento endodóntico para conductos radiculares:

- Pegajoso cuando se mezcla y buena adhesión entre el material y pared del conducto.
- Formar selle hermético.
- Radiopaco.
- Partículas de polvo finas para mezclarse fácilmente con el líquido.
- No presentar contracción volumétrica al fraguar.
- No debe pigmentar la estructura dentaria.
- Ser bacteriostático.
- Fraguar lentamente.
- Ser insoluble en líquidos bucales.
- Bien tolerado por tejidos periapicales.
- Soluble en un solvente en común (retratamiento).

Y se pueden agregar a estos requisitos:

- No provocar una reacción inmunológica en tejidos periapicales.
- No ser mutagénico, ni carcinógeno.¹¹

Cementos a base de óxido de zinc - Eugenol (ZOE)

Introducidos por Grossman en 1936, esta fórmula estaba constituida inicialmente con ZOE, plata precipitada y óxido de magnesio; en 1958 sustituye los elementos manteniendo una nueva fórmula:²

- Óxido de Zinc (42 partes)
- Estabelita (27 partes)
- Subcarbonato de bismuto (15 partes)
- Sulfato de sodio anhidrico (1 parte)
- Líquido: Eugenol

Relación polvo-líquido son los cementos más clásicos y su composición busca una acción antiséptica y antiinflamatoria; por su alta capacidad de irritación de los tejidos periapicales su uso en endodoncia ha sido desplazado. Pertenecen a este grupo: TubliSeal® (Sybron- Kerr, MI. EUA), Endomethasone® (Septodont, Francia), N2® (AGA, Suiza), Pulp Canal Sealer® (SybronEndo, CA. EUA).

Cementos a base de hidróxido de calcio

Intentan añadir efectos antisépticos del Ca(OH)₂ y estimular la formación de tejido óseo en el foramen.^{4, 10}

Por su composición son los más biocompatibles y tienen la capacidad de estimular la reparación periapical.^{2, 12, 13}

Presentan un PH alcalino de 11-11.5, que al entrar en contacto con el agua se hidroliza y se disocia en iones Ca²⁺ + OH⁻. El calcio activa las enzimas AT para inducir la formación de tejido mineralizado y los iones hidroxilos son los encargados del efecto antibacterial.^{12, 13, 14}

Pertenecen a este grupo: Sealapex® (Kerr/Sybron, Romulus MI. EUA), Apexit® (Vivadent, Schaan, Lietchtenstein), CRCS® (Hygienic, Akron, OH. EUA).

La acción antimicrobiana del Sealapex está relacionada con la disociación de los iones de calcio e hidróxido manteniendo un PH alto de los tejidos. Relacionando esta

acción con la biocompatibilidad podría explicar los resultados favorables obtenidos por Sealapex en casos de necrosis pulpar y periodontitis apical crónica.

El contenido del cemento a base de hidróxido de calcio es:

a) Base:

- Hidróxido calcio - 25%
- Óxido de zinc - 6,5%

b) Catalizador:

- Sulfato de bario - 18.6%
- Dióxido de titanio - 5.1%
- Estearato de zinc - 1.0%

Cementos a base de resina epóxica

Tienen un fraguado lento, permitiendo un tiempo de trabajo mayor,¹⁰ permiten una mayor adhesión a la dentina; al no tener eugenol en su composición, no afectan la polimerización de composites y adhesivos.¹⁵

Pertenece a este grupo: Diaket® (ESPE, Alemania), AH26® (De Trey/ Dentsply, Konstanz, Alemania), TopSeal® (Dentsply/ Maillefer, Ballaigues, Suiza), AH Plus® (De Trey/ Dentsply, Konstanz, Alemania).

El AH26 fue introducido en 1954 por Schroder con la finalidad de ser utilizado como material de obturación pero por su dificultad para retirarlo se utiliza en combinación con gutapercha a medida que fragua se demostró que en un lapso de 24 a 36 h libera residuos de formaldehído que produce un efecto tóxico,¹⁶ lo cual retardaría significativamente el ligamento periodontal y puede ocasionar reacción inflamatoria crónica. Otro efecto adverso es que en su composición química contiene plata la cual produce pigmentación a la estructura dentaria. Debido a sus desventajas, la casa comercial sustituyó el cemento antes mencionado por AH- Plus al cual se le agregó la química de las aminas epóxicas para no liberar formaldehído; éste, se compone de dos pastas:

a) Pasta epóxica

- Resina epóxica
- Tungstano de calcio
- Óxido de zirconio
- Aerosil
- Óxido de hierro (pasta amina)

- Amina adamantina
- N,-Dibenzyl-5-oxanonano-diamina-1,9-TCD-diamina
- Tungstato de calcio
- Aceite de silicona.

También se consideran cementos resinosos el Endo Rez (Ultradent Products, EUA) que es un material hidrofílico el cual se coloca con una jeringa de punta fina; otro es el Resilon (Petron Clinical Technologies, Wallingford CT. EUA), el cual previene la microfiltración coronal.¹⁷

Con este cemento es posible obtener un bloque de adhesión a las paredes del conducto como un monoblock.¹⁸ Este sistema consiste en un primer (Epiphany primer) y un cemento a base de resina con polimerización dual.¹⁴

Cementos a base de ionómero de vidrio

Excelente capacidad de sellado pero dada su gran adhesión a la dentina su remoción es muy complicada en caso de retratamiento; su tiempo de trabajo es muy corto.⁵

Pertenece a este grupo: Ketac Endo (ESPE, Alemania). El sellador se debe utilizar en combinación con cono de gutapercha y con la técnica de condensación lateral.

Obturación con MTA

El material original (Pro- Root MTA; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) se introdujo para sellar vías de comunicación desde la superficie externa como reparación del diente en perforaciones y como un material de relleno del extremo radicular en cirugía endodóntica.

Las primeras observaciones científicas y los resultados clínicos demostraron respuestas biológicas favorables del material, dando otros usos para el MTA que se investigaron; se concluyó que era eficaz como un recubrimiento pulpar y en pulpotomía como agente para la reparación de reabsorción interna y externa y también fue demostrado su uso en la promoción de apexogénesis.

El MTA es un material que brinda un sellado efectivo contra la dentina y el cemento

y promueve la reparación y la regeneración biológica del ligamento periodontal.²⁰

El uso de MTA como un material de obturación finalmente podría proporcionar beneficios a largo plazo que mejoren el pronóstico del diente tratado.

Técnicas de obturación

a) Compactación de gutapercha fría:

Condensación lateral

- Cono único
- Técnica de impresión de cono
- Variantes de la técnica de impresión de cono

b) Compactación de gutapercha termoablandada en el conducto y compactada una vez que se ha enfriado:

Condensación vertical

- Condensación vertical modificada
- Técnica de cono seccionado
- Sistema de obturación Elements Free

c) Compactación de gutapercha termoplástica, inyectada en el conducto radicular y compactada con frío:

Sistema obtura II

- Thermafil
- Ultrafil

d) Compactación de gutapercha introducida en el conducto y ablandada por medios mecánicos:

- Técnica híbrida o de Tagger
- Técnica de McSpadden
- Técnica JS QuICK Fill.

Condensación lateral

Se considera el estándar de oro por ser una técnica con gran estabilidad y control mientras se desarrolla. Esta técnica parece haber sido propuesta por Callahan en 1914. El término condensación lateral se refiere a la colocación sucesiva de conos auxiliares late-

ralmente a un cono principal bien adaptado y cementado en el conducto.

Previo a la técnica debemos de considerar cuatro puntos.⁸

- a) Elección del espaciador debe llegar 1 a 2 mm de la verdadera longitud de trabajo
- b) Calcular el tamaño de la punta maestra, que debe coincidir con el último instrumento utilizado y ser esterilizada en NaOCL al 5.25% por 5 min., y confirmar su posición en la longitud de trabajo con una radiografía.
- c) Secado del conducto con puntas de papel que absorban la humedad
- d) Mezcla y colocación del sellador que tenga una consistencia cremosa el cual se puede bombear en el conducto con una punta de gutapercha, una lima etc.

Indicaciones:

- En reabsorciones internas y cuando existan grandes conductos laterales.
- Cuando la anatomía de los conductos presente paredes irregulares.
- Conductos ovales o acintados.
- En dientes que requieren un perno.
- En dientes que requieren apicectomía.

Contraindicaciones:

- Conductos muy dilacerados o aberraciones anatómicas del conducto.
- Ápices inmaduros.
- En conductos con paredes delgadas.
- Conductos con grandes irregularidades como resorción interna.²¹

Técnica

1. Colocación del sellador con el cono maestro en movimiento de penetración y acción lateral sobre las paredes hasta introducirlo hasta la longitud de trabajo
2. Posicionar los conos accesorios lo más próximo al ápice radicular de 2 a 3 conos
3. Abrir espacio con el espaciador entre ellos y las paredes laterales, tratando de alcanzar el límite apical de trabajo
4. Las 2 o 3 puntas accesorias pueden alcanzar la extensión deseada sin ayuda del espaciador

5. El espacio creado, cuando se retira el espaciador, debe rellenarse inmediatamente con un cono análogo al espaciador
6. Este procedimiento se repite hasta que el espaciador no encuentre espacio
7. No cambiar la posición del cono principal a cada inserción del espaciador así como mantener el mismo punto de introducción con el espaciador
8. Comprobar, a través de una radiografía, la calidad de la obturación (radiografía de condensación)
9. Con una espátula Glick se cortan los conos en la entrada del conducto y con instrumentos fríos se hace una ligera condensación vertical.¹⁰

Técnica híbrida de Tagger

Es una técnica propuesta por Tagger en 1984; es una modificación de la técnica de McSpadden, esta técnica presenta un control eficaz de obturación ya que no permite la formación de espacios vacíos.⁹

Instrumental

- Espaciadores A25, A30 de Maillefer o D11T, D11TS Hu-Friedy.
- Compactadores a elegir.

Técnica

- Se condensa la zona apical de 2 a 3 mm.
- Toma de radiografía para verificar la condensación.
- Se introduce el compactador a una velocidad de 15,000 a 20,000 rpm empujando y retirando suavemente hacia coronal.

Ventajas

- Reduce la incidencia de fracturas de instrumentos.
- Reduce el tiempo en el proceso de obturación.
- Reducción del gasto de gutapercha.
- Obturación homogénea y eficaz.
- Se inicia con condensación lateral.
- Relativamente fácil de usar.¹⁰

Condensación vertical

Técnica propuesta por Schilder en el año de 1967, ésta se basa en reblandecer la gutapercha mediante el calor y condensarla verticalmente para que, con la fuerza resultante, la gutapercha penetre hasta lograr una obturación tridimensional, empleando pequeñas cantidades de cemento.⁹

Indicaciones

- En reabsorción interna y grandes conductos laterales.
- En conductos cilíndricos cónicos.
- En casos en los que se requiere colocar un perno.
- Cuando existe un buen tope apical.³

Contraindicaciones

- Conductos estrechos.
- Forámenes abiertos.
- Cuando exista duda de buen tope apical.³

Técnica

1. Se ajusta un cono a 1 mm de la longitud de trabajo.
2. Se introduce cemento con un léntulo y se coloca un poco en la parte apical del cono.
3. Se corta a nivel cameral con un instrumento caliente y se ataca el extremo cortado con un atacador.
4. Se calienta el transportador de calor y se penetra 3 a 4 mm, y se condensa con un atacador.
5. Los tercios medio y coronario deben ser obturados llevando segmentos de cono de gutapercha de 2 a 4 mm, los cuales son reblandecidos y condensados verticalmente sin emplear sellador alguno.
6. Limpiar la porción cameral.^{22, 3}

Ventajas

- Capacidad para adaptar la gutapercha caliente y blanda a las mayores irregularidades del sistema de conductos.³

Desventajas

- Dificultad para el control de la longitud.
- Procedimiento más complicado.

- Mayor preparación del conducto para manipular los instrumentos.³

Sistema de obturación Elements Free

Propuesto por Buchanan, quien proporcionó a la técnica el nombre de condensación central mediante una onda continua. Esta técnica consiste en una modificación de la fase de condensación vertical de la técnica de Schilder. Permite una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares abarcando ramificaciones.

El sistema Elements Free de Sybronendo representa una nueva generación en aparatos de guttapercha caliente. El sistema de obturación está diseñado para ser lo más preciso posible, y presenta unas ventajas muy importantes frente a los aparatos de la versión anterior.

Características

- Aro de activación de 360° para mejorar la experiencia clínica durante la endodoncia.
- Control digital de la temperatura para mejorar la precisión.
- La unidad de *Downpack* o el atacador, se calienta a 200°C en 0.5 segundos, y su temperatura puede ajustarse de 100° a 400°C.
- Perfecto para la realización de tratamientos con el sistema de onda continua o “Continuous Wave” descrito por el Dr. Buchanan.
- Utilización de cartuchos individuales de guttapercha para mayor facilidad de uso.
- Tecnología suiza para un funcionamiento óptimo.

Técnica

7. Selección del cono principal a la longitud de trabajo, tomar radiografía de confirmación, y luego cortar 1 mm de la parte apical del cono principal.
8. Seleccionar condensador de Buchanan

de la misma conicidad que el cono; el espaciador deberá tener resistencia en las paredes del conducto 5 mm antes de la longitud de trabajo.

9. Seleccionar la punta del *Downpack* y medirla a 5 mm menor a la longitud de trabajo
10. Colocar cemento sellador con el cono principal solo en el tercio apical y colocar finalmente el cono ya cortado de apical.
11. Tocar el aro de activación, calentar por 5 segundos y bajar diseccionado a través del cono ejerciendo una presión en dirección apical, hasta llegar al tope previamente establecido.
12. Dejar de presionar el aro de activación por 5 seg (para dejar enfriar) y luego volver a presionar y salir recargándose a la pared opuesta a la entrada.
13. Con los atacadores de Schilder se ejerce presión vertical.
14. Colocar nuevamente sellador en la parte media y cervical del conducto.
15. Se utiliza el *back-fill* ajustando la punta a 5 mm menos de la longitud de trabajo y se comienza a inyectar la gutapercha, saliendo lentamente.
16. Por último se condensa nuevamente con los atacadores de Schilder para terminar la compactación del conducto radicular.^{10, 8}

Obtura II

El uso de técnicas inyectables se reporta desde el año 1997. En la actualidad, se han realizado modificaciones, teniendo en la actualidad el sistema Obtura II, con temperaturas que oscilan entre 160 a 200°C, con el tamaño de aguja de un calibre 20 (lima 60) o 23 (lima 40). En este sistema se utiliza gutapercha en fase beta.

Indicaciones:

- Obturación de defectos por resorción.
- Conductos en forma de C.
- Conductos con preparaciones cónicas bien definidas.

- Complemento de obturaciones tradicionales.

Técnica

1. Se ajusta el aparato a la temperatura deseada en la unidad de control (185°C).
2. Se inserta la gutapercha en la cámara de la pistola para ser plastificada por 2 minutos.
3. Se ajusta un condensador manual o digital de 3 a 5 mm de la longitud de trabajo.
4. Se introduce una pequeña capa de sellador en el conducto.
5. Cumplido el tiempo de plastificación, se verifica su viscosidad
6. Se aplica una porción hasta la proximidad del tercio apical.⁸

Ventajas

- Método rápido.
- Obturación tridimensional.

Desventajas

- Falta de control de la longitud.
- Sobreobturación (en la mayoría de los casos).
- Al mismo tiempo que se inyecta la pistola debe ser retirada y posteriormente ser condensada verticalmente ya que la gutapercha se enfría al cabo de 1 min.
- La condensación resulta necesaria para cerrar espacios y brechas.
- El conducto es obturado por segmentos de 4 mm, seguidos de condensación vertical de la masa termoplastificada.⁸

Bibliografía

1. Estrella, Carlos, "Ciencia Endodóntica" Artes Medicas; 1a edición; Sao Paulo, Brasil; 2005.
2. Mario Roberto Leonardo, "Endodoncia Tratamiento de conductos radiculares, Principios técnicos y biológicos" volumen II, Brazil.
3. Vázquez, ME; Mondragón, J; "Endodoncia"; Universidad de Guadalajara, CUCS; 2002.
4. P. Carrotte (2004) filling the root canal system british dental journal volume 197 no. 11.
5. Grossman L. Terapéutica de los conductos radiculares 4a edición ,1957.
6. Kuttler Schwaiguer Yury Fundamentos de Endo-Metaendodóncia Práctica 1960.
7. Stewart GG: La importancia de la preparación quimiomecánica sobre el conducto radicular. Oral Surg. 9:993-997, Sept.1955.
8. Cohen, (2011) Sthephen; Kenneth M.Hargreaves; Pathways of the pulp; Mosby 10a edición.
9. Canalda, Carlos; Brau, Esteban; "Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas"; Editorial Masson, Barcelona, 2001.
10. Soares Goldberg. Endodoncia, Técnicas y fundamentos. 2nd ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
11. Ingle I. Raymon G. Zidel (1991) endodoncia 3a edición, Editorial Interamericana. PP 913.
12. Holland, Roberto ;Waldericio de Mello, Mauro J. Nery, Pedro F.E. Bernabe, Valdir de Souza (1977) Reaction of human periapical tissue to pulp extirpation and immediate root canal filling with calcium hydroxide Journal of Endodontics, Volume 3, Issue 2, Pages 63-67.
13. Shalin Desai, Nicholas Chandler (April 2009) Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review Review Article Journal of Endodontics, Volume 35, Issue 4, Pages 475-480.
14. Mário Tanomaru-Filho, Frederico Bordini Chaves Faleiros, Juliana Nogueira Saçaki, Marco Antonio Hungaro Duarte, Juliane Maria Guerreiro-Tanomaru (2009). Evaluation of pH and Calcium Ion Release of Root-end Filling Materials Containing Calcium Hydroxide or Mineral Trioxide Aggregate Journal of Endodontics, Volume 35, Issue 10, October, Pages 1418-1421.
15. Marina A. Marciano, Bruno M. Guimarães, Ronald Ordinola-Zapata, Clovis M. Bramante, Bruno C. Cavenago, Roberto B. Garcia, Norberti Bernardineli, Flavianna B. Andrade, Ivaldo G. Moraes, Marco A.H. Duarte (2011)Physical Properties and Interfacial Adaptation of Three Epoxy Resin-based Sealers Journal of

- Endodontics, Volume 37, Issue 10, Pages 1417-1421.
16. Cássio J.A. Sousa, Cristiana R.M. Montes, Elizeu A. Pascon, Adriano M. Loyola, Marco A. Versiani (2006) Comparison of the Intraosseous Biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany Root Canal Sealers Journal of Endodontics, Volume 32, Issue 7, Pages 656-662.
 17. Etienne Pitout, Theunis Gerhardus Oberholzer, Elaine Blignaut, Julitha Molepo (2006). Coronal Leakage of Teeth Root-Filled With Gutta-Percha or Resilon Root Canal Filling Material Journal of Endodontics, Volume 32, Issue 9, Pages 879-881.
 18. Franklin R. Tay, David H. Pashley (2007) Monoblocks in Root Canals: A Hypothetical or a Tangible Goal Journal of Endodontics, Volume 33, Issue 4, Pages 391-398.
 19. George Bogen, Sergio Kuttler (2009) Mineral Trioxide Aggregate Obturation: A Review and Case Series Review Article Journal of Endodontics, Volume 35, Issue 6, Pages 777-790.
 20. Torabinejad, Mahmoud Masoud Parirokh (2010) Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations Review Article Journal of Endodontics, Volume 36, Issue 2, February 2010, Pages 190-202.
 21. Cholico, Gascón y Cruz. Fundamentos en Endodoncia. (2011). Amate Editorial. México.
 22. Núñez, C.; Botia, L.; Ruiz, P.; de la Macorra, G.; "Técnicas de obturación en endodoncia"; Rev. Esp. Endodoncia.; 5, III (91-104), 1987.

17. PULPOTOMÍA

*Flavia Mariana Díaz Magaña
Claudia Alejandra López Rodríguez*

El tratamiento de la caries profunda por excavación parcial y seriada ha ganado apoyo en los últimos años, reduciendo los riesgos de exposición pulpar y aprovechando las defensas naturales de la pulpa al depositar dentina terciaria protectora.¹

La extirpación parcial de la pulpa en un diente maduro no es tan significativa como en uno inmaduro, puesto que en estos casos la pulpotomía cameral se asocia a un porcentaje elevado de éxitos. A causa de las grandes ventajas asociadas a la conservación de la vitalidad de la pulpa, en un diente inmaduro siempre debe intentarse la terapia de la pulpa vital.¹

Reacciones del complejo pulpo-dentinario

La pulpa dentaria es un tejido conjuntivo. Por su posición, la pulpa presenta momentos críticos debido a su limitada capacidad de aumentar de volumen o de expandirse durante la vasodilatación y el aumento de la permeabilidad vascular, lo que hace

que el edema eleve la presión interna a límites insoportables. Algunos factores son responsables de modificar la respuesta inflamatoria pulpar, entre ellos, exposición pulpar, rizogénesis incompleta o completa; estos factores alteran el flujo sanguíneo de una pulpa inflamada, modificando la presión interna pulpar. La etiología de la inflamación pulpar subyacente a caries es de origen bacteriano. Se ha sabido por décadas que la pulpa puede ser inflamada debido a lesiones localizadas solo en esmalte, así como en relación con una caries dentinaria profunda.^{29, 30}

Antes de que se hayan producido alteraciones en la dentina, una reducción de la región de odontoblastos de la predentina puede ser observada como los primeros cambios celulares que progresan en las lesiones subyacentes activas del esmalte. Por otra parte la región sub-odontoblástica es menos pronunciada, y las células pulpares proliferan a la zona pobre en células. Una hipermineralización dentinaria ocurre simultáneamente con alteraciones celulares a lo largo de los odontoblastos de la región de la predentina, como la desmineralización del esmalte que se está acercando a la conexión amelo-dentinaria.^{31, 32}

Esta hipermineralización de la dentina puede ser comparada con un proceso localizado y acelerado de esclerosis dentinaria que, normalmente, se produce como fenómeno de envejecimiento fisiológico. Tan pronto como el esmalte desmineralizado está en contacto con la unión amelo-dentinaria, la desmineralización de la dentina es iniciada y una precipitación de apatita disuelta puede tomar el lugar en el perfil de mineralización a lo largo de los túbulos dentinarios, que se describen como cristales de fosfato de whitlockita; a este fenómeno se le conoce como esclerosis dentinaria patológica.^{33, 34}

Aunque el proceso de desmineralización afecta tanto la dentina intertubular y el medio ambiente intertubular, el frente de avance de la desmineralización sigue la dirección de los túbulos dentinarios, siendo la ruta principal para la disolución del tejido duro dentinal. En consecuencia, la zona de la dentina en desmineralización, subyacente a lesiones no cavitadas, se estrecha a medida que avanza hacia la pulpa.^{35, 36}

Respuesta inmune

El infiltrado de células inflamatorias, situado en relación con las etapas progresivas de la caries, implica varias células inmunocompetentes, y las proporciones de linfocitos B y T, que han demostrado que aumentan la profundidad de la penetración de la lesión de caries.³⁷ El comienzo de la respuesta inmune está vinculado a las células que expresan al antígeno ya presente en pulpas no afectadas,³⁸ por ejemplo, linfocitos T, macrófagos y células dendríticas pulpares cerca de la zona odontoblástica.³⁹

Dentina terciaria

La dentina terciaria, producida por los odontoblastos primarios, podría ser interpretada como un crecimiento local, fisiológico de ortodentina, que se desarrolla de manera rápida como respuesta a alguna irritación física, química y/o biológica (tejido de cicatrización). El objetivo de su formación es prote-

ger a la pulpa dental mediante aislamiento del estímulo nocivo. Se desarrollan dos clases de dentina terciaria:

- Dentina terciaria reaccionaria: se desarrolla fisiológicamente cuando se presenta una irritación de bajo grado (caries superficial de lenta evolución, enfermedad periodontal o bruxismo).
- Dentina terciaria reparativa: tipos atubulares de formación de tejido duro, después de la compleja interacción de las reacciones inflamatorias, como lo son irritantes de grados mayores que producen una lesión pulpar extensa y que pueden involucrar destrucción total y/o parcial de los odontoblastos primarios como ocurre en las pulpotomías.

En la actualidad no es posible, por medios objetivos, la evaluación del estado de la inflamación pulpar, es decir, si es reversible o irreversible. El tejido pulpar acumula varios tipos de lesiones, y puede llegar a ser imposible para predecir el grado real de la inflamación, la secuencia de reparación, o las capacidades curativas de este tejido.

La exposición de las pulpas dentales puede suceder como resultado de caries, trauma o preparación de una cavidad. Diferentes métodos se han propuesto para la prevención de la exposición y daños de la pulpa. La primera es procedimientos de recubrimientos pulpares indirectos, recubrimientos pulpares directos, o pulpotomía. La apicogénesis es el tratamiento indicado para preservar el tejido pulpar vital en la parte apical de un conducto radicular para completar la formación del ápice radicular.

Terapia de la pulpa vital

Una pulpa expuesta, en dientes con corona joven, generalmente se trata, con recubrimientos pulpares o pulpotomía, dependiendo del grado de la exposición de la pulpa, y el intervalo entre el accidente y la examinación, sin dejar de considerar la etapa de desarrollo de las raíces.⁴⁰

La conservación de la pulpa vital se asocia a un alto porcentaje de éxito siempre que el odontólogo cumpla estrictamente los siguientes criterios:¹

- Tratamiento de una pulpa no inflamada: en un proceso inflamatorio la terapia conservadora de la pulpa vital se asocia a un menor porcentaje de éxito, si la inflamación pulpar es superficial, el momento óptimo para realizar el tratamiento es durante las primeras 24 h.¹
- Sellado hermético antibacteriano: proteger a la pulpa en vías de cicatrización con un sellado hermético frente a un posible ataque bacteriano. Con un sellado hermético, el proceso de cicatrización ocasionará la aparición de un tope secundario de tejido duro.¹

Pulpotomía

Cosiste en eliminar sólo parte de la pulpa, eliminando el tejido con cambios inflamatorios y degenerativos y dejando intacto el tejido pulpar sano subyacente.¹ Consiste en extraer todo el tejido de la pulpa coronal y mantener la pulpa restante vital en los conductos. Con la actual mejor comprensión de la regeneración de los tejidos de la pulpa y el avance de nuevos materiales y uso técnico, se prestó atención a estudiar la regeneración del tejido pulpar parcial para mantener la vitalidad pulpar usando mínimos tratamientos invasivos de endodoncia.²

Se ha considerado como un tratamiento para manejar la exposición pulpar por caries de los dientes deciduos y permanentes, así como en el tratamiento de exposición pulpar traumática.^{3, 4, 5, 6}

Se ha demostrado que la pulpa vital expuesta a caries tiene la capacidad de reparar y curar, siendo vital después de la eliminación de la pulpa inflamada. Estudios histológicos y clínicos también han demostrado que la pulpotomía se puede utilizar con éxito para tratar la exposición pulpar por caries en los dientes maduros con ápices cerrados.^{7, 8}

Los criterios de evaluación del éxito de la pulpotomía son:⁴⁰

- No síntomas clínicos.
- No se observa, radiográficamente, cambios patológicos al interior del conducto, ni perirradiculares.
- Continúa el desarrollo radicular inmaduro.
- Radiográficamente, se observa una barrera de tejido duro (puente dentinario).
- Pruebas de sensibilidad, positivas.

Materiales

Históricamente, una variedad de materiales y medicamentos se han utilizado, a menudo con decepcionantes resultados, de tal manera que la pulpa expuesta llegó a ser considerada como un órgano condenado, y el concepto de puente dentinario, como un mito. Para conservar la vitalidad del tejido pulpar y prevenir cambios patológicos en los tejidos periapicales, que han experimentado exposición pulpar mecánica o exposición pulpar por caries en dientes con ápices inmaduros sin signos de pulpitis irreversible, estos deben ser sellados. Debido a que estos materiales entran en contacto con tejidos vitales, también deben ser biocompatibles y deberían favorecer la regeneración de los tejidos involucrados.^{9, 10}

La introducción del hidróxido de calcio [Ca (OH)₂] en odontología (Hermann 1930), resultó en renovado interés en la terapia pulpar. El efecto de Ca (OH)₂ en la pulpa expuesta ha sido ampliamente investigado (Glass & Zahnder 1949, Nyborg 1955, Schröder 1972, 1973, 1978, Stanley & Lundy 1972, Tronstad 1974, Cvek et al. 1987, Pitt Ford & Roberts 1991), dando como resultado que el Ca (OH)₂ se ha convertido en la agente de elección para el recubrimiento pulpar.

Holland analizó el proceso de reparación de la pulpa dental después de la pulpotomía y la protección con hidróxido de calcio, en un estudio morfológico e histoquímico realizado en dientes de perro. En el estudio fue observada una zona granulosa superficial, interpuesta entre la zona de necrosis y la zona granulosa profunda; hubo presencia

de granulaciones, dotadas de sales de calcio, parte de ellas constituida por carbonato de calcio en forma de calcita, así como complejos calcio-proteínas. Sin embargo, el resultado de recubrimiento pulpar con Ca (OH)₂ sigue siendo impredecible, posiblemente debido a la importancia del contacto directo entre el sellante y el tejido de la pulpa sin ninguna intervención con el coágulo de sangre.^{11, 12}

Torabinejad et al., describieron algunas de las propiedades físicas y químicas del MTA (Trióxido Mineral Agregado). Es biocompatible, proporciona un sello mejor que el óxido de zinc y eugenol (ZOE) y la amalgama, y promueve la regeneración de los tejidos originales cuando se coloca en contacto con la pulpa dental o tejido perirradicular.^{13, 14}

MTA tiene la capacidad para estimular la liberación de citoquina de las células óseas, lo que indica que promueve activamente la formación de tejido duro. También se ha demostrado que tiene propiedades antimicrobianas similares al ZOE pero sin efecto citotóxico. Los investigadores han propuesto MTA como un medicamento potencial para su uso en pulpotomías, recubrimientos pulpares, y otras numerosas aplicaciones dentales. Cerca de 100% de éxito han sido reportados para pulpotomías con MTA.^{15, 16, 17, 18, 19}

Un cemento a base de silicato tricálcico se ha puesto recientemente para su uso durante los procedimientos de restauración. Biodentine (Septodont, St-Maur-des-Fosses, Francia) se compone de silicato tricálcico altamente purificado, silicato dicálcico, óxido de calcio y carbonato, y óxido de circonio (radiopaciador); un líquido de cloruro de calcio agente para reducir el tiempo de fraguado; y un polímero soluble en agua para proporcionar una adecuada capacidad de flujo. Las principales ventajas de Biodentine sobre MTA incluyen su facilidad de manipulación, de alta viscosidad, tiempo de fraguado más corto (12 minutos), y mejores propiedades físicas, además de contener la materia prima con un grado conocido de la pureza. Este material estimula la deposición de hidroxiapatita en su superficie cuando

se expone a los fluidos de tejido, presenta la estabilidad de color, no es genotóxico, y tiene una baja citotoxicidad, preservando vitalidad gingival de los fibroblastos. En los pocos estudios in vitro disponibles hasta ahora, Biodentine presenta compatibilidad con las células de la pulpa dental y estimula la formación de dentina terciaria. También indujo la diferenciación de las células de la pulpa en células odontoblásticas y la formación de focos mineralizados, de manera similar a MTA y el hidróxido de calcio.^{20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28}

Indicaciones

Indicados sólo en dientes con ápices inmaduros cuando las pulpas dentales están expuestas por caries o exposición postraumática (transcurridas 72 h), y la vitalidad pulpar debe mantenerse. Indicada en los casos en que teóricamente existe una inflamación pulpar que afecta a grados más profundos de la pulpa coronal. Los tratamientos conservadores deben ser la primera opción, con ello será posible mantener la integridad de al menos un parte de la pulpa, y preservar así la Vaina Epitelial de Hertwing, imprescindible para que se complete el desarrollo radicular. Contraindicado en dientes con signos y síntomas de pulpitis irreversible, y en dientes con ápice maduro.¹

Procedimientos clínicos

Pulpotomía parcial o de Cvek

Consiste en la extirpación coronal del tejido pulpar en la pulpa sana. En los traumatismos este nivel se puede determinar con precisión por el conocimiento de la reacción pulpar después de una lesión traumática. Se conoce como pulpotomía de Cvek.¹

Técnica

1. Anestesia.
2. Aislamiento absoluto.
3. Cavidad 1 a 2 mm de profundidad.
4. Eliminar tejido pulpar (fresa o cucharilla).

5. Lavado con suero fisiológico o hipoclorito de sodio NaOCl.
6. Secado con algodón estéril.
7. Fina capa de Ca (OH)₂, MTA o Biodentine.
8. Relleno de cavidad con un material de sellado hermético (ionómero de vidrio).
9. Restauración final (resina).¹

Seguimiento

Lo más importante durante los controles el diente responda a las pruebas de sensibilidad y comprobar radiológicamente si se desarrolla la raíz. Seguimiento por un año en intervalos de 3 a 6 meses.¹

Pronóstico

Ofrece muchas ventajas respecto al recubrimiento pulpar. La pulpa inflamada superficial se elimina al preparar la cavidad pulpar. La aplicación de Ca (OH)₂ desinfecta la dentina y la pulpa, con lo que se elimina la posibilidad de que se inflame la pulpa. La ventaja más significativa es que el material con que se llevará a cabo el sellado hermético antibacteriano tendrá más espacio de maniobra, con lo que la pulpa podrá cicatrizar en condiciones óptimas bajo un tejido duro. Con este método se conserva parte de la pulpa coronal, lo que permite realizar pruebas de sensibilidad durante las visitas de seguimiento. Pronóstico es muy bueno (94-96%).¹

Pulpotomía completa

Extirpar la pulpa de la corona hasta llegar a los orificios radiculares. Se elige de modo arbitrario según la conveniencia anatómica.¹

Eliminación de la pulpa coronal lesionada, con la incisión situada a nivel, o cerca, de la apertura coronal en el conducto radicular. El tratamiento se ha conceptualizado como terapia temporal para, cuando la raíz ha madurado, realizar la pulpectomía.⁴⁰

Técnica

1. Anestesia.
2. Aislamiento absoluto.
3. Remoción del techo de la cámara pulpar (fresa bola, pieza de mano de alta velocidad, Endo-Zeta).

4. Se elimina pulpa coronal o cameral hasta orificios radiculares (cucharilla de dentina).
5. Control de la hemorragia (irrigación con solución fisiológica o NaOCl).
6. Recubrimiento con Ca (OH)₂, MTA o Biodentine.
7. Sellado hermético de la cavidad.
8. Restauración definitiva de la corona.¹

Seguimiento

Desventaja es que no pueden hacerse pruebas de sensibilidad por la pérdida de la pulpa coronal. Seguimiento radiológico para evaluar los signos de periodontitis apical y asegurar la continuación de la formación radicular.¹

Pronóstico

El pronóstico es peor que la pulpotomía parcial (75% de éxito). Se ha propuesto la utilización de diversos preparados: óxido de cinc-eugenol, fosfato tricálcico y composite; pero ninguno con resultados tan buenos y predecibles. El agregado trióxido mineral (MTA) es un buen agente de recubrimiento pulpar. Tiene pH similar y después de fraguar crea un excelente sellado hermético antibacteriano. Es lo bastante duro como para servir de base en una restauración final. Necesita un entorno húmedo mínimo de 6 h para fraguar. Costo elevado.¹

Bibliografía

1. Waterhouse PJ, Whitworth JM, Camp JH, Fuks AB. Capítulo 23: Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóntico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la Pulpa. 2011. Editorial Elsevier. 10ª Edición. España. P.p.: 808-857.
2. R.V. Solomon, U. Faizuddin, P. Karunakar, G. Deepthi Sarvani, S. Sree Soumya, Coronal pulpotomy technique analysis as an alternative to pulpectomy for preserving the tooth vitality, in the context of tissue egeneration: a correlated clinical study across 4 adult permanent molars, Case Rep. Dentist. 2015

3. S. Simon, M. Perard, M. Zanini, A.J. Smith, E. Charpentier, S.X. Djole, et al., Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts, *Int. Endodontic J.* 46 (2013) 79–87.
4. P. Aguilar, P. Linsuwanont, Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review, *J. Endodontics* 37 (2011) 581–587.
5. G.G. Kunert, I.R. Kunert, L.C. da Costa Filho, J.A. de Figueiredo, Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up, *J. Dentist.* 43 (2015) 1125–1131.
6. M.T. Flores, L. Andersson, J.O. Andreasen, L.K. Bakland, B. Malmgren, F. Barnett, et al., Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth, *Dental Traumatol.* 23(2007) 66-71.
7. L.H. Chueh, C.P. Chiang, Histology of irreversible pulpitis premolars treated with mineral trioxide aggregate pulpotomy, *Operative Dentist.* 35 (2010) 370–374.
8. M.J. Eghbal, S. Asgary, R.A. Baglue, M. Pariookh, J. Ghodusi, MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis, *Aust. Endodontic J.* 35 (2009) 4–8.
9. Rebel HH (1922) Ueber die ausheilung der freigelegten pulpa. *Deutsche Zahnheilkunde* 55, 3-83.
10. Langeland K, Dowden WE, Trosstad L, Langeland LK (1973) Human pulp changes of iatrogenic origin. In: Siskin M, Ed. *The Biology of the Human Dental Pulp*, pp.122-59. St Louis, CA: C.V. Mosby.
11. Schroder U. (1973a) Reaction of the human dental pulp to experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odontologisk Revy* 24(Suppl. 25), 1-33.
12. Schroder U. (1973b) Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odontologisk Revy* 24, 257-67.
13. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 349-53.
14. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kaiyawasam SP. Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod* 1995; 21: 569-71.
15. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL. Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod* 1998; 24: 91-6.
16. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25: 197-205.
17. Eidelman E, Holan G, Fuks AB. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent* 2001; 23: 15-8.
18. Maroto M, Barberia E, Vera V, Garcia-Godoy F. Dentin bridge formation after white mineral trioxide aggregate (white MTA) pulpotomies in primary molars. *Am J Dent* 2006; 19: 75-9.
19. Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt A. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2005; 29: 307-11.
20. Biodentine Scientific File. Active Bisilicate Technology. Saint-Maur-des-fossés, France: R&D Department, Septodont; 2010. Available at: www.septodont.fr. Accessed November 10, 2013.
21. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2013; 39: 743-7.
22. Pradelle-Plasse N, Tran Xuan-Vin C. Physico-chemical properties of Biodentine. In: Goldberg M, ed. *Biocompatibility or Cytotoxic Effects of Dental Composites*, 1st ed. Oxford: Coxmoor Publishing; 2009.
23. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater* 2013; 29: 580-93.
24. Valles M, Mercad_e M, Duran-Sindreu

- F, et al. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. *J Endod* 2013; 39: 525-8.
25. Opacic-Galic V, Petrovic V, Zivkovic S, et al. New nanostructural biomaterials based on active silicate systems and hydroxyapatite: characterization and genotoxicity in human peripheral blood lymphocytes. *Int Endod J* 2013; 46: 506-16.
26. Laurent P, Camps J, De M _ eo M, et al. Induction of specific cell responses to a Ca(3) SiO(5)-based posterior restorative material. *Dent Mater* 2008; 24: 1486-94.
27. Zhou HM, Shen Y, Wang ZJ, et al. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *J Endod* 2013; 39: 478-83.
28. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod* 2012; 38: 1220-6.
29. Brännström M, Lind PO. Pulpal response to early caries. *J Dent Res* 1965;44: 1045-1050.
30. Reeves R, Stanley HR. (1966) The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 22: 59-65.
31. Bjorndal L, Darvann T, Thylstrup A. A quantitative light microscopic study of the odontoblast and subodontoblastic reactions to active and arrested enamel caries without cavitation. *Caries Res* 1998; 32: 59-69. 13.
32. Bjorndal L, Darvann T, Broo-nielsen M, Larsen R, Thylstrup A. An automated image analysis applied to the odontoblast-predentine region in undemineralized tooth sections in permanent third molars. *Arch Oral Biol* 1997; 42: 329-332.
33. Mjör IA. Dentine-predentin complex and its permeability. Pathology and treatment. Overview. *J Dent Res* 1985; 64: 621-627.
34. Fussayama T. Intratubular crystal deposition and remineralization of carious dentin, *J Biol Buccale* 1991; 19: 255-262.
35. Larsen MJ, Bruun C. Caries chemistry and fluoride-mechanisms of action. In: Thylstrup, A, Fejerskov, O, eds. *Textbook of Clinical Cariology*. Copenhagen: Munksgaard 1994, 231-257.
36. Shimizu C, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. Carious change of dentin observed on longspan ultrathin sections. *J Dent Res* 1981; 60: 1826-1831.
37. Kleter GA, Damen JJ, Buijs MJ, Ten Cate JM. Modifications of amino acid residues in carious matrix. *J Dent Res* 1998; 77: 488-495.
38. Jontell M, Gunraj MN, Bergenholtz G. Immuno competent cells in the normal dentin pulp. *J Dent Res* 1987; 66: 1146-1153.
39. Izumi T, Kabayashi I, Okamura K, Saika H. Immunohistochemical study on the immunocompetent cells of the pulp in human non-carious and carious teeth. *Arch Oral Biol* 1995; 40: 609-614.
40. Cvek M. *J Endod*. 1978 agosto; 4 (8): 232-7.

18. RECUBRIMIENTO PULPAR

*Flavia Mariana Díaz Magaña
Claudia Alejandra López Rodríguez*

Recubrimiento pulpar consiste en la colocación directa de un preparado medicamentoso sobre la pulpa expuesta sin extirpar el tejido blando.¹ Aplicación de medicamentos sobre una exposición actual de la pulpa, a fin de que la estimulen a formar neodentina que proteja la vitalidad pulpar. Se trata pues de un contacto directo entre el medicamento y la pulpa dentaria.⁸

Si se lleva a cabo bajo condiciones óptimas, una terapia conservadora de recubrimiento de la pulpa después de exposiciones traumáticas también puede tener éxito. Esta opción debe tenerse muy presente en los casos en que el plan de tratamiento de restauración sea simple, y en aquellos en que para realizar la restauración permanente baste con la utilización de un composite. Si ha de realizarse una restauración más compleja, la pulpectomía podría ser el tratamiento más predecible.¹

El recubrimiento pulpar directo no ha disfrutado generalmente del éxito previsible en dientes expuestos a caries. Un estudio mostró un fracaso del 44.5% a los 5 años y un decepcionante fracaso del 79.7% a los 10 años.¹

Las actitudes pueden estar cambiando, especialmente en el tratamiento de dientes

permanentes inmaduros, en los que el diagnóstico pulpar es especialmente difícil y las opciones de preservar la pulpa son altas.¹

Aunque muchas de la evidencia es relativamente a corto plazo y en pulpas no inflamadas previamente, el MTA tiene un sólido historial como promotor de la formación de puentes de dentina terciaria reparadora después del recubrimiento pulpar directo.¹

La exposición puede ser:

- Accidental: Procedimientos operatorios o fracturas dentarias por traumatismos.
- Deliberada: durante la remoción de dentina cariada.⁸

Estudios modernos han logrado demostrar la gran capacidad de defensa y recuperación del tejido pulpar, el cual al conservarse así, proporciona un futuro mucho más prometedor a la pieza afectada que la de aquellas en las que se ha extirpado la pulpa. Esta estructura dentaria posee sus propias células de defensa encargadas de protegerla cuando el trauma o la irritación que han afectado no han sido excesivos.⁸

Amstrong dice que al producirse durante el tratamiento operatorio una pequeña exposición pulpar, se presenta inmediatamente una destrucción rápida de los odon-

toblastos periféricos de la pulpa, la cual reacciona de inmediato y produce dentina secundaria.⁹

Indicaciones

Los dientes con sensibilidad a la percusión, tumefacción u otros signos de necrosis pulpar no son buenos candidatos, y el tejido pulpar expuesto durante la excavación de la caries debe ser vital, sin signos de degeneración ni supuración.¹

El índice de éxitos de este procedimiento (80%), comparado con el de la pulpotomía parcial (95%), sugiere que el recubrimiento superficial de la pulpa no estaría indicado después de las exposiciones pulpaes traumáticas. El sellado coronario hermético antimicrobiano es mucho más difícil de conseguir en los recubrimientos pulpaes superficiales porque no existe la profundidad de la cavidad presente en las pulpotomías parciales.¹

Tipos

Recubrimiento pulpar indirecto

Conducta clínica específica que el tratamiento de lesiones de caries aguda y profunda, generalmente en pacientes jóvenes, con sintomatología correspondiente a una pulpa con estado potencialmente reversible, sin presentar exposición pulpar visible. La pulpa se encuentra en estado potencialmente reversible cuando no hay registro de dolor espontáneo y cuando responde a estímulos táctiles y térmicos, especialmente al frío.¹⁰

Técnica:

1. Anestesia y aislamiento.
2. Eliminación del tejido cariado a excepción de la capa más profunda.
3. Colocación de una capa de: hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, MTA o Biodentine, sobre el techo o pared pulpar.
4. Obturación temporal de la cavidad
5. Valoración clínica y radiográfica; 1, 3 y 6 meses .
6. Si ha sido exitoso el tratamiento y se ob-

serva formación de neodentina se coloca la obturación definitiva.¹

Recubrimiento pulpar directo

Es el procedimiento en cual la pulpa dental expuesta accidentalmente, durante la preparación cavitaria o por fractura, es recubierta con un material protector que estimula la formación de una barrera o puente de dentina reparadora.¹⁰ Características de la pulpa para este tratamiento son: área de exposición muy pequeña, sangrado, ausencia de dolor previo y de patología periapical, no contaminación con saliva.⁸

Técnica:

1. Anestesia.
2. Aislamiento.
3. Eliminar caries con fresas de carburo.
4. No eliminar tejido pulpar.
5. Control del sangrado con NaOCl (10-15 min, renovando cada 3-4 min).
6. Limpiar dentina con algodón humedecido con NaOCl, evitando hemorragia pulpar.
7. Cubrir pulpa expuesta con una capa de MTA o Biodentine (0.51 mm de espesor).
8. Restauración definitiva con composite.

Materiales

El material más utilizado es el Ca (OH)₂. Es antibacteriano y consigue la desinfección de la pulpa dental superficial. Produce una necrosis de 1.5 mm de tejido pulpar. Tiene un pH alto (12.5) que provoca una necrosis por licuefacción de las capas más superficiales de la pulpa. Su toxicidad se neutraliza a medida que se afectan las capas más profundas, provocando a este nivel una necrosis por coagulación. El tejido necrosado causa a su vez una leve irritación de la pulpa vital adyacente, lo que inicia la aparición de una respuesta inflamatoria, y en ausencia de bacterias el tejido cicatriza formando un tope de tejido duro.¹

Durante las últimas tres décadas, se han publicado un gran número de investigacio-

nes sobre recubrimiento pulpar en humanos, usando $\text{Ca}(\text{OH})_2$, agentes de unión y otros materiales, incluyendo agregado trióxido mineral (MTA). El MTA es relativamente el agente de sellado ideal para la pulpa, ya que se ha reportado que permite el cierre de la comunicación entre el sistema de conductos y las superficies externas de los dientes.²

El MTA es esencialmente cemento Portland con radiopacidad; óxido de bismuto en proporciones 4: 1.³

Está disponible en formas grises y blancas. La composición de los dos productos difiere ligeramente en que el MTA blanco está exento de hierro, su compuesto principalmente es silicato tricálcico y óxido de bismuto, mientras que el MTA gris, además, contiene silicato dicálcico.

El MTA ha sido estudiado en experimentos en los que se demostró su buena capacidad de sellado y biocompatibilidad.^{4,5} Es un polvo que contiene partículas hidrofílicas finas que se fijan en presencia de humedad. La hidratación del polvo resulta en un gel coloidal con un pH de 12.5 que se solidifica, y cuyo tiempo de fraguado es de 4 horas. La resistencia a la compresión del MTA, a los 21 días, es -70 MPa, que es comparable con la de IRM y Super EBA, pero significativamente menos que la amalgama (311 MPa).^{4,5}

Nair y cols., en 2008, demostraron la formación de puente dentinario completo a los tres meses de la colocación del MTA. La formación predecible de una barrera de tejido duro subyacente al MTA es probable que sea multifactorial, lo que implica su capacidad de sellado, biocompatibilidad y la producción de un entorno pupar alcalino. Ha sido demostrado, *in vitro*, que el MTA estimula cierta liberación de citoquinas en los osteoblastos humanos y puede proporcionar un papel activo en la formación de tejido duro.^{6,7}

Seguimiento

Pasado un mes se cita al paciente para un examen clínico y radiográfico de la pieza. Si no ha habido dolor, si hay vitalidad pulpar y no hay evidencia radiográfica de pa-

tología periapical, puede lograrse un buen pronóstico. Sin embargo, el hecho de que aparezca en la radiografía una formación de neodentina (puente dentario) y de que el paciente no acuse historia de dolor y molestias postoperatorias, no significa que el pronóstico es ciento por ciento favorable, ya que en muchos casos de formación de dicho puente y de ausencia total de síntomas, se presenta de repente una agudización del proceso debiéndose efectuar un tratamiento de conductos o bien una extracción.⁸

Bibliografía

1. Waterhouse PJ, Whitworth JM, Camp JH, Fuks AB. Capítulo 23: Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóntico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la Pulpa. 2011. Editorial Elsevier. 10ª Edición. España. P.p.: 808-857.
2. Lee SJ, Monsef M, Rorabinejad M. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics* 19, 541-1.
3. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR (2005) The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *International Endodontic Journal* 38, 834-42.
4. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR (1993) Sealing ability of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* 25, 161-6.
5. Holland R, Souza VMJN, Otoboni Filho JA, Bernabe PFE, Dezan E Jr (1999a) Reaction of rat connective tissue to implanted dentine tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* 25, 161-6.
6. Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral triox-

- ide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 2208;41: 128.50.
7. Koh ET, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F (1999) Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 20, 167-73.
 8. Dra. Ana Isabel Fernández M. Cátedra de Odontología Infantil. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. Recubrimiento o Encapsulación Pulpar.
 9. Armstrong, W. P. and Hoffman, Seymour. Pulp-Cap study. *Oral Surg. Oral Med. And oral Path.*, 15: 1505-1809.
 10. Pereira JC, Sene F, Hannas AR, Costa LC. Tratamientos conservadores de vitalidad pulpar: Principios biológicos y clínicos. *Biodonto*. (2004); 2(3):8-70.

19. MANEJO ENDODÓNTICO DE DIENTES CON ÁPICE INMADURO

*Flavia Mariana Díaz Magaña
Claudia Alejandra López Rodríguez*

Desarrollo radicular

Proceso regulado por la vaina epitelial radicular de Hertwig que estimula a los odontoblastos primarios. Los tratamientos endodónticos tienden a convertirse cada vez más biológicos, lo cual se refleja en el mayor espacio dedicado a investigaciones de este tipo.¹

La embriogénesis dental es un proceso bien regulado, pero sobretodo extenso y complejo. Dentro de tal complejidad, la interacción epitelio-mesénquima que es indispensable para la diferenciación de células embrionarias indiferenciadas (células madre) en células específicas, al modificar su expresión genética.²

Si todo transcurre con normalidad, la vaina epitelial radicular de Hertwig forma la raíz en un lapso de 5 años. Recientemente, se reportaron la existencia de un grupo de células que pueden sobrevivir al proceso de necrosis.³

Clasificación del desarrollo radicular y apical

En 1958 Patterson publicó una clasificación de los dientes permanentes según su desa-

rrollo radicular y apical, dividiéndolos en cinco clases:

1. Desarrollo periapical de la raíz con lumen apical mayor que el diámetro del conducto.
2. Desarrollo completo de la raíz pero con lumen apical mayor que el conducto.
3. Desarrollo completo de la raíz con lumen apical de igual diámetro que el conducto.
4. Desarrollo de la raíz completo con diámetro apical menor que el conducto.
5. Desarrollo completo radicular con un tamaño apical microscópico.⁴

Un diente incompletamente formado puede necesitar una terapia endodóntica por diversas razones, presentando patologías pulpares como consecuencia de un traumatismo, una lesión de caries, un tratamiento ortodóntico, o una exposición pulpar mecánica.⁵

El diagnóstico de una enfermedad pulpar es muy difícil en los pacientes jóvenes porque con frecuencia no pueden explicar con precisión sus síntomas. Esto suele ser más difícil de precisar en los dientes con ápices abiertos, ya sea por la dificultad del niño en manifestar lo que siente o por la correlación de los síntomas clínicos. Por ello, se deben

extremar los detalles para poder llegar a una información más precisa.⁶

La necesidad de ejecución de procedimientos distintos para los dientes con pulpa viva y pulpa necrótica exige un diagnóstico preciso de su estado. No existen unas pruebas diagnósticas clínicas confiables para evaluar con precisión el estado de una pulpa dental inflamada.

Estado pulpar

La necesidad de realizar procedimientos distintos para los dientes con pulpa vital y con pulpa no vital, exige un diagnóstico preciso de su estado. Algunos síntomas, como las características del dolor, pueden ayudar al diagnóstico.

Pueden usarse pruebas térmicas y eléctricas, pero sus resultados tienen que interpretarse con cautela. Si el ápice es inmaduro la capa parietal de nervios (Plexo de Raschkow) no está desarrollada por completo y la pulpa, aun poco inervada, no responderá a estos estímulos en la forma habitual. Por su importancia, el examen radiográfico debe ser muy minucioso. No es raro confundir la imagen del saco dentario con un diente reabsorbido. La edad del paciente, las dimensiones de la cavidad pulpar y la comparación del diente afectado con su homólogo, posibilitarán el diagnóstico diferencial.

Tratamientos empleados

Tratamiento de dientes con pulpa vital

Apicogénesis o apexogénesis

Tratamiento indicado para preservar el tejido pulpar vital en la parte apical de un conducto radicular para completar la formación del ápice radicular. El procedimiento clínico es una pulpotomía profunda realizada para preservar la capacidad formativa de la pulpa radicular en dientes inmaduros con inflamación pulpar profunda. Tratamiento en exposiciones por caries y algunos traumatismos en los que se retrasa el tratamiento de

la pulpa expuesta y es necesario ampliarlo hasta el conducto para llegar al tejido sano.⁷

La resección profunda del tejido pulpar suele realizarse en dientes anteriores con cucharilla endodóntica o fresa de diamante. En dientes posteriores puede ser necesario utilizar limas o ensanchadores si se amputa tejido dentro de los conductos.⁷

El sangrado suele controlarse con torundas de algodón bañadas en solución salina o NaOCl. Si la hemostasia no se consigue con los medios convencionales, esto puede indicar que también se ha inflamado la pulpa profunda y el tratamiento se verá afectado.⁷

La herida pulpar luego se recubre con un material antes de restaurar la corona. Es un reto determinar el estado del tejido pulpar profundo del conducto radicular y es difícil predecir su capacidad de supervivencia. Es obligatorio realizar el control clínico y radiológico y, si no hay signos de formación continua de la raíz ni formación de una barrera cálcica en respuesta al recubrimiento, puede considerarse la apicoformación o un técnica regenerativa.⁷

Debido a la profundidad a la que se realiza el procedimiento, suele preferirse Ca(OH)₂ al MTA porque, en caso de fracaso, puede facilitar la reentrada en el conducto radicular para realizar la apicoformación o la regeneración pulpar. Si la apicogénesis es un éxito y se completa la formación del extremo radicular, puede volver a entrarse en el diente si así se desea para el tratamiento convencional del conducto radicular.⁷

Tratamiento de dientes con pulpa no vital

Apicoformación

Apicoformación o cierre del extremo radicular, es el proceso por el que un diente permanente inmaduro y no vital, que ha perdido la capacidad de realizar un desarrollo radicular normal y la realización de un tratamiento adecuado inducirá, la formación de una barrera apical: así se producirá la apexificación.

Indicaciones

En dientes con ápices abiertos y paredes

dentinarias delgadas en los que mediante la instrumentación clásica no es posible crear un tope apical que facilite una obturación efectiva del conducto.⁷

Consecuencias biológicas

En un diente no vital e inmaduro es difícil realizar un tratamiento endodóntico adecuado. El conducto es más ancho en el ápice que en la corona, y para amoldarse a la forma del ápice es necesaria una técnica con gutapercha reblandecida. No existe ningún tope capaz de evitar que esta gutapercha blanda se desplace y lesione los tejidos periodontales apicales.⁷

Un problema adicional es que éstos son susceptibles a las fracturas durante el tratamiento y también después del mismo. Estos problemas se solucionan estimulando la formación de una barrera de tejido duro que permita el relleno óptimo del conducto y proteja la raíz debilitada de la fractura durante y después del cierre apical.⁷

Técnicas

Técnica con recambios de pasta de hidróxido de calcio

1. Anestesia y aislamiento absoluto.
2. Desinfección del conducto radicular: los dientes no vitales se infectan, la primera fase del tratamiento consiste en desinfectar el sistema del conducto radicular para asegurar la cicatrización periapical.
3. Conductometría.
4. Instrumentación e irrigación con NaOCl.
5. Secado del conducto con puntas de papel.
6. Medicación intraconducto de Ca (OH)₂ con léntulo.
7. Realizar recambios entre 6 a 24 meses (Kaiser 2011).⁷

Formación de una barrera de tejido duro apical

- a) Método tradicional: la formación de barrera de tejido duro en el ápice requiere un entorno semejante al de la formación de tejido duro en el tratamiento de una pulpa vital, un ligero estímulo inflama-

torio que inicie la cicatrización, y un entorno sin bacterias, para asegurar que la inflamación no sea progresiva. Se mezcla Ca (OH)₂ con suero fisiológico estéril hasta obtener un preparado de consistencia espesa. Se coloca en el tejido blando de la raíz mediante un condensador o una punta de gutapercha ancha. Se obtura por completo el conducto radicular. Toma de radiografía cada tres meses para valorar la formación de un tope de tejido duro. Si ya se formó la barrera de tejido duro se procede a la obturación. Tarda de 3 a 18 meses la formación. Puede debilitar las raíces y predisponerlas a la fractura.⁷

- b) Barrera con MTA o Biodentine: se coloca sulfato cálcico a través del ápice para proporcionar una barrera extrarradicular reabsorbible contra la cual se empaqueta el MTA, que se mezcla y se coloca en los 4 a 5 mm apicales del conducto de forma semejante a la aplicación del Ca (OH)₂. Una vez fraguado se obtura el conducto con un material de obturación. Se refuerza cervical con resina.⁷

El empleo de MTA se describió por primera vez en 1996, e investigaciones clínicas posteriores, lo han establecido como el estándar de oro, con resultados biológicos de curación periapical y cierre del extremo radicular, hasta la llegada del Biodentine.⁷

Obturación del conducto radicular

Se indica la realización de la técnica de la gutapercha caliente reblandecida. Las paredes de la raíz son delgadas. Debido al carácter irregular del tope, no es raro que durante la obturación el cemento o la gutapercha blanda penetren en el interior de los tejidos apicales. La obturación debe llevarse a cabo hasta el tope de tejido duro y no debe forzarse nunca para que llegue hasta el ápice observado en la radiografía.⁷

Refuerzo de las paredes dentinarias delgadas

Las paredes dentinarias delgadas constitu-

yen un problema clínico. Si con el tiempo aparecen lesiones secundarias, los dientes con paredes dentinarias delgadas son más susceptibles a fracturarse, lo que les convierte en piezas imposibles de restaurar. Después de la obturación radicular, se debe eliminar material por debajo del nivel del margen óseo y colocar una resina adherida.⁷

Seguimiento

Programarse visitas de seguimiento para conseguir con éxito la prevención o el tratamiento de la periodontitis apical. Valorar los procedimientos de restauración llevados a cabo para tener la seguridad de que no van a favorecer la aparición de fracturas.⁷

Pronóstico

La cicatrización periapical y la formación de un tope de tejido duro en el tratamiento con hidróxido de calcio ocurren predeciblemente después de un tiempo prolongado de tratamiento con un éxito relativo (79-96%).⁷

Revascularización de la pulpa

Las ventajas de la revascularización pulpar radican en la posibilidad del desarrollo posterior del diente y el refuerzo de las paredes dentinarias por aposición de tejido duro, que aumenta la resistencia del diente a la fractura. Los dientes jóvenes tienen un ápice corto y abierto, lo que permite el crecimiento de tejido nuevo en el espacio pulpar con relativa rapidez. La pulpa está necrótica pero normalmente no ha degenerado ni está infectada, y puede actuar como una matriz en la que puede crecer tejido nuevo. Si después de 3 meses no se presentan signos de regeneración, se pueden iniciar los métodos terapéuticos más tradicionales.⁷

El éxito depende de la actividad de una nueva población identificada de células madre, las llamadas células madre de la papila apical, un tesoro escondido con gran potencial de regeneración radicular y bioingeniería radicular.

Los procedimientos de regeneración en

endodoncia se basan, biológicamente, en la restauración de la función de la pulpa dañada por la estimulación de células madre o troncales existentes en el conducto radicular y/o la introducción y estimulación de nuevas células madre bajo condiciones favorables para su diferenciación, permitiendo reemplazar estructuras dañadas de la raíz y células del complejo dentino-pulpar.⁸

Nygaard, en los años sesenta, mostró que podría promoverse nueva vascularización en casos de dientes con necrosis pulpar y lesión periapical a través de la inducción de un coágulo en el tercio apical del conducto radicular desinfectado, sobrepasando una lima antes de obturarlo. En 2001, Iwaya describió la revascularización en casos con pulpa necrótica y absceso apical del crónico, mostrando radiográficamente, después de 30 meses, mientras, Bachs y Trope, basados en el tratamiento de un premolar inferior inmaduro con ápice abierto y lesión amplia, señalaron que era posible la regeneración del tejido pulpar en un diente necrótico infectado con periodontitis apical. Aun cuando el término revascularización es discutible, dado que implica la presencia de riego sanguíneo, Trope y Lenzi sugirieron el término “revitalización” para describir el tejido vital no específico que se forma en el conducto radicular. En 2008, Hargreaves y cols., acuñaron el término “maturogénesis” para el desarrollo radicular continuo, en contraste con apexogénesis, que describen como “cierre apical”.^{9, 10, 11, 12, 13}

Protocolo

Se basa en los siguientes principios:

- Desinfección química del conducto sin llevar a cabo su instrumentación.
- Entorno adecuado para un andamio que soporte el tejido en crecimiento.
- Sellado hermético que evite la entrada de bacterias al conducto radicular.⁷

Técnica

1. Anestesia y aislamiento absoluto.
2. Acceso.
3. Irrigación con hipoclorito de sodio (baja concentración, para minimizar citotoxicidad).

dad sobre células madre de tejidos apicales).

- Secado del conducto.

Bibliografía

1. Estrela. Endodontic Science. vol i. 2009
2. Hargreaves & Cohen. Pathways of the pulp. 2011. pag: 454
3. Sonoyama et al. plosone. 2006
4. Patterson. j dent Child. 1958
5. Pitt Ford T. Apexificación y Apexogénesis. En: Walton R, Torabinejad M, editores. Endodoncia. Principios y Práctica. México. McGraw-Hill Interamericana, 1997: 402-32
6. Cadaval R. Villa A. Biología de la pulpa y de los tejidos periapicales. En: Canalda C. Brau E. editores. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson.2001:4-29.
7. Waterhouse PJ, Whitworth JM, Camp JH, Fuks AB. Capítulo 23: Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóntico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la Pulpa. 2011. Editorial Elsevier. 10ª Edición. España. P.p.: 808-857.
8. Murray PE, Garcia-Godoy F. Hargreaves KM. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. J Endod. 2007; 33: 377-390.
9. Ostby BN. The role of the blood clot in endodontic therapy: an experimental histologic study. Acta Odontol Scand. 1961; 19:324-353.
10. Iwaya SI. Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. Dent Traumatol. 2001; 17: 185-187.
11. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol. J Endod 2004; 30: 196-200.
12. Trope M. Regenerative potential of dental pulp. J Endod. 2008; 34: 13-17.
13. Hargreaves k, Geisler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: what does the future hold? J Endod. 2008; 34: 51-56.

20. BLANQUEAMIENTO DENTAL

*Sandra Berenice Vázquez Rodríguez
Jorge Abraham Alcalá Sánchez
María de Jesús Torres Beltrán
Juan Jesús Robles Álvarez*

Introducción

En los últimos años, la odontología estética se ha vuelto más frecuente junto con la creciente demanda de los pacientes para este tipo de tratamiento. Una de las prácticas más comunes en odontología estética es el blanqueamiento. El cual implica el uso de sustancias químicas, peróxido de hidrogeno generalmente o peróxido de carbamida. En contacto con el diente, estos compuestos liberan principios activos que se difunden a través del esmalte y la dentina, oxidando los pigmentos responsables de la decoloración.¹

El blanqueamiento dental es un método conservador para el tratamiento de discromías o decoloraciones de diversa etiología, cuya correcta indicación y realización garantizarán resultados efectivos, seguros y satisfactorios.

La decoloración de los dientes varía en la etiología, apariencia, localización, severidad y adhesión a la estructura dental. Puede ser clasificada como: intrínseca, extrínseca o una combinación de ambas.

La decoloración intrínseca es causada por la incorporación de material cromatogénico en la dentina y el esmalte durante

la odontogénesis o después de la erupción. La exposición a altos niveles de fluoruro, administración de tetraciclinas, herencia de trastornos de desarrollo, trauma durante el desarrollo del diente, puede resultar en decoloración pre eruptiva. Después de la erupción del diente, el envejecimiento, necrosis de la pulpa o iatrogenia son las principales causas de la decoloración intrínseca.

El café, té, vino tinto y tabaco, entre otros, dan lugar a manchas de origen extrínseco. El desgaste de la estructura del diente, la deposición de dentina secundaria debido al envejecimiento o como consecuencia de la inflamación pulpar, la esclerosis dentinal afectan a la transmisión de la luz de los dientes, dando como resultado un oscurecimiento gradual de los mismos.

El blanqueamiento dental puede realizarse externamente denominado blanqueamiento vital o intra coronalmente en dientes con tratamiento endodóntico llamado blanqueamiento no vital.²

En este capítulo se presenta una revisión de los aspectos biológicos del blanqueamiento dental, incluyendo la eficacia y los efectos secundarios de dichos tratamientos.

Antecedentes históricos

Diversas técnicas de blanqueamiento se han utilizado durante años con la finalidad de obtener unos dientes más blancos y estéticos. Los primeros métodos incluyen cloruro de cal y soda (Dwinlle, 1850).³ Una descripción temprana (1884) del uso de peróxido de hidrogeno fue reportado por Harlan.⁴

A continuación, se menciona una cronología acerca de la evolución de este método con el paso del tiempo.

- 1864 Heymann utilizó el hidrocioruro de calcio y el ácido acético.
- 1877 Chapple publica por primera vez un método de blanqueamiento usando ácido oxálico.
- 1894 Harlan usó del dióxido de hidrógeno
- 1916 Kane usa ácido hidrociorico al 18%, alcohol y aplicación de calor para el blanqueamiento de dientes con fluorosis.
- 1942 Younger usa el peróxido de hidrógeno al 30% y éter en proporción de 5: 1 con aplicación de calor.
- 1958 Pearson usa el hipoclorito de sodio para técnicas de blanqueamiento ambulatorio de dientes no vitales.
- 1967; Nutting y Poe introducen una técnica ambulatoria con peróxido de hidrogeno al 30% y perborato de sodio en dientes no vitales.
- 1989 Munro observó que el peróxido de carbamida utilizado para el tratamiento de la gingivitis blanqueaba los dientes, le dió una consistencia más viscosa al peróxido y lo aplicaba con una bandeja.
- 1989 Haywood y Heyman perfeccionaron la técnica del uso del peróxido de carbamida, introduciendo el sistema de blanqueamiento domiciliario.
- 1996 Yarborough introduce el láser para la activación de algunos agentes blanqueadores.⁵

A través de la historia se han reportado diferentes agentes para blanqueamiento dental como el ácido oxálico, el peróxido de hidrogeno y el peróxido de carbamida.⁶

Haywood y Heymann reportaron el uso de agentes blanqueadores de peróxido de

carbamida, considerado como seguro y tolerable sin problemas graves asociados con los agentes.⁷

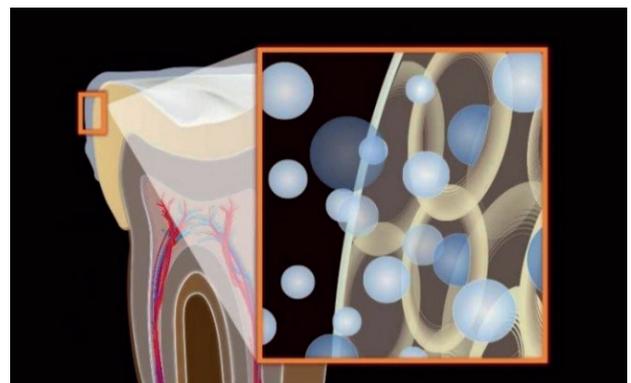
Los agentes blanqueadores utilizados actualmente son los de peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 10%, 15%, 16%, 20%, 22%, o 35%.

El resultado del procedimiento de decoloración depende principalmente de la concentración del agente blanqueador, la capacidad de este para llegar a las moléculas de cromóforo, la duración y el número de veces que el agente está en contacto con estas moléculas.

Proceso de oxidación del peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno, por su bajo peso molecular penetra fácilmente la estructura dentaria, es degradado a agua y oxígeno, liberando sus radicales libres per hidroxilos rompiendo los dobles enlaces de los compuestos orgánicos e inorgánicos dentro de los túbulos de la dentina, por lapsos de tiempo cortos. La estabilidad la consiguen uniéndose a los radicales cromóforos, rompiendo sus uniones y transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsadas al exterior por difusión (remoción física de la mancha), produciéndose de esta forma el blanqueamiento.

Figura 1



El peróxido de hidrógeno es relativamente inestable y se descompone lentamente, para liberar oxígeno, esta descomposición se acelera por la luz y el calor. El riesgo de provocar la inflamación de la pulpa debido a la percolación de peróxido de hidrógeno en la pulpa a través de áreas de dentina o fracturas de esmalte expuestas también es bien reconocido.

Los fibroblastos gingivales en cultivos celulares son sensibles a efectos tóxicos de peróxido de hidrógeno.

La sensibilidad pulpar, gingival y celular del ligamento periodontal a efectos tóxicos de peróxido de hidrógeno es importante dada su potencial difusión a través de la dentina.

El peróxido de hidrógeno tiene el potencial de afectar al esmalte dental debido al pH ácido de las soluciones.

Las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno (30%) puede reducir la micro dureza del esmalte y la dentina. Esta reducción se puede señalar con tiempos de exposición tan cortos como 5 minutos para la dentina y 15 minutos para el esmalte, con la aparición de patrón similar al grabado ácido, a través de la pérdida de los componentes orgánicos.⁸

Peróxido de carbamida

Se caracteriza por disociarse en presencia de H_2O , y tiene como productos intermedios al peróxido de hidrógeno al 3% y urea al 7% que teóricamente se puede descomponer adicionalmente a dióxido de carbono y amoníaco y como productos finales al H_2O y O_2 (oxígeno).⁹

Un blanqueador a base de peróxido de carbamida contiene: peróxido de hidrógeno en mínimo porcentaje que actúa como hidrogenador y oxidante, este va a desprender oxígeno en presencia de peroxidasa y catalasa tornándose efervescente y urea o carbamida en mayor porcentaje que actúa como amortiguador o “buffer” haciendo más lenta la liberación del oxígeno y prolongando el efecto.

Etiología de la decoloración dental

El color de los dientes está determinado por una combinación de fenómenos asociados a propiedades ópticas y de la luz. Esencialmente, el color del diente está determinado por el color de la dentina y coloraciones extrínsecas e intrínsecas.

La decoloración de los dientes varía en la etiología, la apariencia, la ubicación, la gravedad y la afinidad a la estructura dentaria. Se puede clasificar como intrínseca, extrínseca o una combinación de ambos.

Según Grossman la descomposición del tejido pulpar es el caso más común de decoloración dental.¹⁰

Causas extrínsecas

Cromógenos derivados de la ingesta habitual de fuentes dietéticas, como el vino, el café, té o placa dentobacteriana en la superficie del diente.

Tratamiento

El procedimiento más utilizado para tratar manchas extrínsecas es mediante un tratamiento de higiene profesional y puliendo las superficies dentales con copas profilácticas y pastas más o menos abrasivas.

Causas intrínsecas

A diferencia de las decoloraciones extrínsecas que se producen en las superficies del diente, las decoloraciones intrínsecas son debido a la presencia de material cromogé-

Fig 2 Etiología de la decoloración dental



nico dentro del esmalte o de la dentina, que se incorpora ya sea durante o después de la erupción. Este tipo de pigmentaciones se pueden dividir en dos grupos; pre eruptivas y post eruptivas. El tipo más común de tinción pre eruptiva es la fluorosis endémica. Los eventos traumáticos que influyen en la formación de los dientes pueden representar otra causa de decoloración pre- eruptiva. El envejecimiento normal puede causar una pigmentación dental post eruptiva, debido a la deposición de dentina secundaria, terciaria y cálculos pulpares. Las causas intrínsecas pueden ser sistémicas o locales.

Causas intrínsecas sistémicas:

- Relacionada con las drogas (tetraciclina).
- Metabólica (calcificación distrófica, fluorosis).
- Genética (porfiria eritropoyética congénita, fibrosis quística del páncreas, amelogenénesis imperfecta y dentinogénesis imperfecta).

Causas intrínsecas locales:

- Necrosis pulpar. Irritación bacteriana, mecánica o química de la pulpa que puede provocar necrosis, liberando sustancias nocivas que pueden penetrar en los túbulos y decolorar la dentina circundante. El grado de decoloración está directamente relacionado con la duración de la pulpa en estado necrótico.
- Hemorragia intra pulpar. Trauma severo que ocasiona ruptura de los vasos sanguíneos. Los componentes de la sangre fluyen en los túbulos de la dentina, seguido por hemólisis de las células rojas de la sangre. El hemo (pigmento rojo de la sangre) liberado se combina con el tejido pulpar putrefacto para formar hierro. El hierro a su vez decolora el diente a color gris. Estos productos pueden penetrar profundamente en los túbulos dentinarios y causar la decoloración del mismo.
- Restos de tejido pulpar después de la terapia de conductos. Los tejidos que quedan en la cámara pulpar como la sangre. Si la cavidad de acceso es inadecuada, estos restos permanecen en el interior,

causando la decoloración de la corona del diente.

- Materiales de endodoncia. Materiales de obturación y medicamentos intraconducto en la cámara pulpar que tienen contacto directo con la dentina, algunas veces por largos periodos de tiempo, permitiendo su penetración a los túbulos dentinarios.
- Materiales de obturación coronal. Microfiltración de viejas restauraciones de resina, amalgamas usadas como material de restauración después de la terapia de endodoncia pueden convertir a la dentina de un color gris oscuro.
- Reabsorción radicular. La reabsorción radicular, clínicamente asintomática, podría exhibir una apariencia rosada inicial en la unión cemento-esmalte que puede servir en el diagnóstico diferencial del origen de la decoloración.
- Envejecimiento. Durante el proceso de envejecimiento natural la deposición fisiológica de dentina secundaria afecta a las propiedades de transmisión de luz de los dientes, resultante en un oscurecimiento gradual basado en un estrechamiento del espacio pulpar, lo que resulta en un aumento en la estructura del diente afectando su opacidad.¹¹

Tratamiento

La técnica de microabrasión puede ser utilizada con éxito para tratar defectos superficiales en el esmalte.

Indicaciones

Dientes vitales: decoloración por tetraciclinas cuya intensidad no sea muy marcada, fluorosis; cuando existe superficie lisa o con defectos superficiales, decoloración idiopática y tratamiento complementario restaurador.

Dientes no vitales: dientes con adecuado tratamiento endodóntico que presenten ausencia de sintomatología o de signos radiográficos patológicos periapicales y que además, posean adecuada cantidad de tejido dentario remanente.

Contraindicaciones:

Dientes vitales: pulpas extremadamente amplias, por el riesgo de que se vean comprometidas perjudicialmente durante el blanqueamiento dental, casos severos de decoloración por fluorosis o tetraciclinas, dientes que presentan lesiones cariosas, enfermedad gingival o periodontal.

Dientes no vitales: dientes con extensa pérdida de estructura, ya sea por inadecuada técnica de acceso endodóntico, por extensión misma del proceso carioso o ambas, dientes que al examen radiográfico muestren signos de lesión periapical y dientes con esmalte fisurado o hipoplásico.

Tratamiento preliminar

Es importante determinar la causa de la decoloración de los dientes. En primer lugar, la superficie del diente debe ser limpiada a fondo para determinar el grado de decoloración externa. Por esta razón es muy importante disponer de un tratamiento de higiene profesional preliminar antes de iniciar un blanqueamiento. El paciente debe ser informado de que los resultados de la terapia no son predecibles y que la recuperación completa de color no está garantizada en todos los casos. Además, se deberá proporcionar información relativa durante las diferentes etapas del tratamiento, sobre posibles complicaciones y el hecho de que la aplicación del agente de blanqueamiento a menudo necesita ser repetido para obtener resultados óptimos. Se deben tomar fotografías pre-tratamiento y post-tratamiento. Antes del tratamiento debe hacerse una radiografía para comprobar la calidad de la obturación radicular. El relleno no solo debe impedir el paso corono-apical de los microorganismos sino también evitar que los agentes de blanqueamiento puedan alcanzar los tejidos periapicales. Restauraciones deficientes deben ser identificadas y reemplazadas; lesiones de caries deben ser eliminadas y restauradas. Si las restauraciones no coinciden con el color del diente deben ser reemplazadas al final del tratamiento con materiales que cumplan el criterio.

El éxito de los procedimientos de blan-

queamiento va a estar directamente relacionado con la capacidad de los agentes de blanqueamiento para penetrar el esmalte y la dentina.

La mayoría de los blanqueamientos en dientes vitales y no vitales requerirán nuevos tratamientos entre uno y tres años después.

También son importantes los hábitos del paciente, si fuma, toma café o té, si masca tabaco, entre otros.

Una higiene meticulosa será parte importante para prolongar el tratamiento.¹²

Factores que Influyen en la velocidad del proceso de blanqueamiento

- Limpieza de las superficies: las superficies deben ser limpiadas para distinguir una mancha extrínseca de una intrínseca. La eliminación de los desechos y la película de la superficie permite que el agente blanqueador este en máximo contacto con las superficies objetivo.
- Concentración de peróxido: las concentraciones más altas producen un efecto de blanqueamiento más rápido.
- Temperatura del agente: cuanto mayor sea la temperatura del agente, más rápido el oxígeno que libera, lo que acelera la reacción.
- Tiempo: los resultados están directamente relacionados con el tiempo que el agente está en contacto con los dientes. Cuanto más larga la duración, mayor el grado de blanqueamiento.

Métodos de blanqueamiento

Se pueden dividir ampliamente en interno y externo. En el blanqueamiento interno, los agentes para realizar el mismo se colocan

en la cámara pulpar, con contacto directo con la dentina.

En el blanqueamiento externo, los agentes blanqueadores se aplican sobre la superficie del esmalte. El blanqueamiento externo puede llevarse a cabo en el consultorio o mediante la aplicación del agente en forma de gel en una guarda oclusal por el mismo paciente (blanqueamiento en casa o ambulatorio).

Blanqueamiento externo en dientes vitales

El blanqueamiento dental en dientes vitales se puede realizar en el hogar o en el consultorio. La mayor parte de los sistemas de blanqueamiento para el consultorio utilizan la luz y/o el calor como la fuente de activación para mejorar la eficacia del tratamiento, mediante la aceleración de la tasa de disociación del oxígeno, reduciendo así el tiempo necesario para blanquear los dientes y generando una mayor disociación y liberación de radicales libres, que reaccionaran más rápidamente con las moléculas pigmentadas del diente.

Sin embargo, también se ha informado de que un aumento de 5° C en la temperatura de la pulpa podría tener consecuencias irreversibles en la misma. Diferentes fuentes de energía de luz se han utilizado para activar agentes blanqueadores, incluyendo luces halógenas de curado, la radiación ultravioleta (UV), lámparas infrarrojas, y diferentes tipos de láser.¹³

Se han reconocido cuatro enfoques diferentes para blanquear los dientes:

- El dentista administra el agente blanqueador utilizando una alta concentración de peróxido de hidrogeno o de carbamida (35% a 40%), a menudo suplementándolo con una fuente de calor.
- El dentista supervisa los medios de blanqueo por medio de una guarda oclusal que es cargada con altas concentraciones de peróxido de carbamida (35 % a 40%), esta guarda se coloca en boca del paciente durante 30 min a 2 horas mientras el paciente está en el consultorio dental.

- El dentista proporciona el blanqueamiento conocido como “en casa” o “guarda de noche”, los agentes blanqueadores son administrados por el paciente y la aplicación va desde el 5% al 22% de solución de peróxido de carbamida en una guarda oclusal ajustada a la medida.
- Productos de venta libre, a menudo basados en peróxido de carbamida o de hidrógeno de diversas concentraciones, se coloca en una guarda prefabricada, o por medio de tiras e incluso pastas dentales y colutorios.

Técnica de blanqueamiento en el consultorio

Esta técnica debe llevarse a cabo sin anestesia para permitir que el umbral del dolor del paciente determine el nivel térmico adecuado.

Dentro de las principales ventajas se encuentra que a pesar de que se utilizan productos químicos, es totalmente bajo el control del dentista, los tejidos blandos son protegidos durante el procedimiento y tiene el potencial para blanquear rápidamente.

Las desventajas son principalmente la naturaleza impredecible de los resultados. Las características incluyen el potencial de daño de los tejidos blandos del paciente, la incomodidad del dique de goma, la temperatura en la pulpa y la sensibilidad después del tratamiento resultante.

Procedimiento clínico

- Anamnesis, buscando identificar los factores que llevaron al paciente a poseer las alteraciones en el esmalte dental, seguida de un examen físico minucioso de las manchas, la profundidad de las mismas, el compromiso estético y las expectativas del paciente con el tratamiento.
- Si se recomienda como plan de tratamiento el blanqueamiento en consultorio: se utiliza un agente blanqueador fotosensible activado con fuente de luz, previamente grabado con ácido fosfórico al 37% (opcional) y posterior pulido del esmalte dental con pasta a baja rotación.

- El color inicial de los dientes se registra con colorímetro o fotografía.
- Se realiza profilaxis con piedra pómez y agua.
- Protección de los ojos del paciente y operador con lentes de protección oscuros específicos del aparato blanqueador y cuidados para evitar contacto del agente blanqueador con la mucosa bucal. Se puede utilizar un separador de boca para facilitar el acceso al campo operatorio y permitir el blanqueamiento simultáneo de los arcos superiores e inferiores.
- Colocar barrera gingival fotopolimerizable, dejando apenas la cara vestibular de los dientes expuesta, cubriendo todo el margen gingival y aislando los tejidos blandos. Inspeccionar, posibles fallas en las regiones de la papila, reaplicando el producto si fuera necesario.
- Las áreas de los dientes con mayor grado de alteración de color se acondicionan con ácido fosfórico 37%, por 15 segundos (solo en la primera sesión), con el objetivo de remover la capa prismática más mineralizada, aumentando la permeabilidad del esmalte al agente blanqueador.
- Después del lavado y el secado de los dientes, el agente blanqueador se aplica, con aproximadamente 1mm de espesor en todas las caras vestibulares
- Se espera 1 minuto para activar el agente blanqueador con fuente de luz a una distancia 2 cm y por 3 minutos continuos, con 1 minuto de espera, y más tres minutos de activación continua.
- El gel blanqueador se remueve de la superficie de los dientes y se lava abundantemente.
- Se realizan dos aplicaciones del gel en todas las superficies vestibulares de los dientes y una sola aplicación en las zonas que presentan menor grado de pigmentación.
- Después de la última aplicación, se efectúa el pulido de las superficies vestibulares con disco de fieltro y pasta de pulido, a fin de devolver la lisura y el brillo al esmalte.
- Resultado final de la primera sesión de blanqueamiento

- Resultado final después de la segunda sesión de blanqueamiento.¹⁴

Microabrasión

La técnica de micro abrasión fue descrita como un procedimiento por el cual una pequeña capa superficial del esmalte, que presenta alguna forma de alteración (color, estructura o desmineralización) es removida por medio de la acción conjunta de un agente erosivo (ácido clorhídrico o fosfórico) y un agente abrasivo (piedra pómez o carburo de silicio), exponiéndose una capa más profunda de esmalte con características normales.

La gran ventaja de esta técnica consiste en presentar resultados inmediatos y permanentes, restablecer la estética con un desgaste mínimo de esmalte, sin necesidad de preparar cavidades y restauraciones, presentan corto tiempo de tratamiento, fácil ejecución, bajo costo, sin provocar daños a la pulpa y a los tejidos periodontales.

La técnica originalmente propuesta por el Dr. Kane se basó en el desgaste químico de la mancha a través de la aplicación de ácidos fuertes, el ácido clorhídrico 36%, asociado al calor.

Eficacia y resultados estéticos

En general, la mayoría de los dientes son susceptibles a la decoloración, siempre y cuando el tratamiento se lleva a cabo durante un tiempo suficientemente prolongado.

Efectos secundarios locales

El principal efecto secundario durante los procedimientos de blanqueamiento es la sensibilidad dental, causada por el daño reversible a la pulpa.

- La sensibilidad dental es un efecto secundario común del blanqueamiento dental externo. Según estudios la sensibilidad dental normalmente persiste durante un máximo de 4 días después de terminado el tratamiento. Los mecanismos que explican la sensibilidad dental después del blanqueamiento dental externo aún no se han establecido plenamente. Experi-

mentos in vitro han demostrado que el peróxido puede penetrar en esmalte y dentina llegando hasta cámara pulpar, y que la penetración de este material en dientes restaurados es mayor que en dientes intactos. La cantidad de peróxido detectado en la cámara pulpar está íntimamente relacionado con la concentración de peróxido de hidrógeno en las preparaciones aplicadas y también varía entre las diferentes marcas de agentes de blanqueamiento.

- Irritación de la mucosa: una alta concentración de peróxido de hidrógeno (30-35%) es caustica para las membranas mucosas y puede causar quemaduras y blanqueo de la encía.
- Efectos sobre las restauraciones: aumento en la liberación de mercurio de las amalgamas dentales expuestas a soluciones de peróxido de carbamida por periodos que van de 8 horas a 14-28 días. De igual manera se ha sugerido que el agente blanqueador puede aumentar la solubilidad del ionómero de vidrio y otros cementos. Además de que la resistencia de unión entre el esmalte y los rellenos a base de resina se redujo en las primeras 24 horas después del blanqueamiento.
- Daños pulpares: Las reacciones oxidativas y el consecuente daño celular causado por los radicales libres son el principal mecanismo responsable de la toxicidad que contienen los compuestos de peróxido. Aunque los radicales libres son capaces de degradar moléculas orgánicas que son responsables de la coloración del diente. El bajo peso molecular de H_2O_2 lo hace capaz de difundir a través de esmalte y la dentina para llegar al espacio pulpar, causando daño a las células de la pulpa, especialmente a odontoblastos que subyacen a la dentina. Estos datos pueden explicar la necrosis que se produce en el tejido de la pulpa después de la decoloración de los incisivos así como el dolor postoperatorio de sensibilidad por los pacientes.

En dientes vitales la presencia del fluido dentinario, así como otros compo-

nentes intratubulares, puede impedir la difusión del gel blanqueador a través de los túbulos dentinarios, además, el tejido pulpar presenta drenaje linfático que es capaz de desplazar los productos tóxicos que llegan a este tejido conectivo. Debido al estrés oxidativo el sistema de defensa de las células de la pulpa se activa, liberando varios agentes antioxidantes endógenos, tales como peroxidasas y catalasas, que promueven la degradación enzimática del H_2O_2 para evitar el daño tisular excesivo. (15)

Prevención y tratamiento

El tratamiento y la prevención de la hipersensibilidad dentinaria se centra en la eliminación de la capacidad de los estímulos externos para activar el malestar. Esto ha dado lugar al desarrollo de productos que ocluyen los túbulos de la dentina e interfieren en la transmisión de los impulsos nerviosos, evitando que los estímulos externos provoquen el movimiento del fluido dentinal y la percepción de dolor.

Para aquellos pacientes que no responden positivamente al uso de agentes desensibilizantes, se puede recurrir a medidas más permanentes, como restauraciones directas o indirectas. Estas restauraciones cubren con eficacia la dentina expuesta y bloquea cualquier estímulo externo.¹⁶

Tratamiento de la sensibilidad durante el blanqueamiento

La sensibilidad dental puede ser tratada por:

- La disminución de la cantidad de solución blanqueadora en la bandeja de blanqueamiento (nocturno).
- Disminuyendo el número de horas de aplicación del tratamiento
- Interrumpir el tratamiento durante pocos días, por ejemplo, uso de dos días y uno de descanso.
- Aplicación de agentes desensibilizantes: Dos comúnmente utilizados fluoruro y Nitrato de potasio 5%. El nitrato de potasio ha demostrado tener propiedades desensibilizantes y trabaja principalmen-

te en no comprometer la capacidad del nervio de transmitir dolor. Actúa directamente en la pulpa, bloquea la actividad nerviosa, causando un efecto analgésico.

El flúor se ha usado para ocluir túbulos y se ha demostrado que reduce la sensibilidad dental. Se puede completar con la colocación de cubetas con fluoruro de sodio (900ppm) (Flor Opal, Ultra-dent) o enjuagues de fluoruro de sodio, varias veces al día.

En algunos casos a criterio del profesional se puede completar con la toma oral de un AINE, por ejemplo Ibuprofeno de 400 mg. cada 8 h.¹⁷

Las recomendaciones respecto a la dieta, técnica de cepillado y registro de placa bacteriana son fundamentales para controlar los efectos de la hipersensibilidad. Se le debe instruir al paciente sobre la cantidad y frecuencia del consumo de alimentos con contenido ácido. Una estrategia eficaz puede ser entregarle una guía dietética que brinda un asesoramiento de los alimentos permitidos durante y posterior al blanqueamiento.¹⁸

Blanqueamiento en dientes no vitales

El blanqueamiento interno es una alternativa conservadora a los demás tratamientos invasivos de dientes no vitales decolorados. Un examen cuidadoso es necesario, ya que el método requiere tejidos periodontales sanos y una correcta obturación del conducto radicular para evitar que el agente de blanqueo llegue a los tejidos periapicales.

En la técnica, los agentes de blanqueamiento más comúnmente utilizados son el peróxido de hidrogeno y perborato de sodio, ya sea solos o en combinación. El uso de peróxido de carbamida al 37% como agente de blanqueamiento también ha sido reportado. Es de suponerse que la reducción de la dureza de los tejidos duros dentales tratados puede indicar aumento de la permeabilidad de la dentina y posiblemente presentar un problema para los procedimientos de restauración próximos. El pH de los agentes

de blanqueamiento, la capacidad amortiguadora de la dentina, el acrecentamiento del diámetro y la densidad de los túbulos de la dentina son factores que pueden influir en la microdureza de la dentina.¹⁹

El éxito de la terapia de blanqueamiento está directamente relacionado con la capacidad de la sustancia de blanqueamiento de penetrar profundamente en los túbulos dentinarios y llegar a las moléculas descoloridas. Cuanto más profunda es la penetración, mas es la alteración cromática de los tejidos dentales por la reacción de oxidación, convirtiendo moléculas oscuras en dióxido de carbono y agua.

Varios procedimientos han sido reportados para aumentar la permeabilidad de la dentina, incluyendo el grabado con ácido fosfórico de la estructura del diente antes de colocar los agentes de blanqueamiento, la eliminación de la capa de barrillo, activación de los irrigantes con ultrasonido y la aplicación de calor. Sin embargo, las técnicas de blanqueamiento con calor, han sido recientemente cuestionadas debido a los efectos perjudiciales que pueden producir sobre las estructuras de la dentina, así como fuentes de luz que generan calor.²⁰

Pronóstico

En ocasiones el oscurecimiento después del blanqueamiento interno puede observarse causado por difusión de sustancias que tiñen y la penetración de bacterias a través de las lagunas marginales entre la restauración y el diente y el diente.

Un estudio informó un 80% de tasa de éxito después de 1 año y el 45% después de 6 años, mediante la técnica termocatalítica.

Autores sugieren que los dientes que se han decolorado por varios años no responden tan bien al blanqueamiento que los dientes que están manchados por un corto período de tiempo. La decoloración causada por materiales restauradores tiene un dudoso pronóstico.

Brown informó que, en traumatismo, las decoloraciones inducidas por necrosis pueden blanquearse con éxito en el 95% de los casos.

Estudios han informado que los dientes manchados de pacientes jóvenes son más fáciles de blanquear que los de los pacientes de edad avanzada, por los túbulos dentinarios abiertos que permiten una mejor difusión del agente de blanqueamiento.

Los dientes con decoloración interna causadas por medicamentos o materiales restauradores de cavidades de acceso metálicos como amalgama tienen un mal pronóstico, ya que este tipo de decoloración es difícil de blanquear y tiende a reaparecer con el tiempo

Técnicas de blanqueamiento en dientes no vitales

Con tratamiento endodóntico

Preliminar:

- En primer lugar, el paciente debe ser informado de que los resultados del blanqueamiento no son predecibles, y que la recuperación completa de color no está garantizada. Proporcionar información de las diferentes etapas de tratamiento, las posibles complicaciones, y el hecho de que la aplicación del agente blanqueador a menudo se necesita repetir para obtener resultados óptimos.
- Tomar fotografías pre-tratamiento y post-tratamiento para mostrar al paciente los resultados que se obtienen al final del tratamiento.
- Antes del tratamiento tomar una radiografía para comprobar la calidad de la obturación radicular, no sólo debe impedir el paso de los microorganismos sino también evitar que los agentes de blanqueo lleguen a los tejidos apicales, porque pueden tener efectos perjudiciales.
- Una obturación inadecuada debe ser reemplazada antes del blanqueamiento, lesiones cariosas deben ser restauradas, si las restauraciones no coinciden con el tono del diente, debe ser reemplazados al final del tratamiento con mate-

riales del color que coincida con el diente blanqueado.

Preparación de la cavidad pulpar

Colocación de dique de goma para proteger las estructuras adyacentes y prevenir la re-infección del conducto radicular. La cavidad de acceso debe ser en forma tal que los restos de materiales de restauración, materiales de obturación y tejido pulpar necrótico se eliminan por completo.

La limpieza adicional de la cavidad pulpar con hipoclorito de sodio o con ácido ortofosfórico al 37% para quitar la capa de barrillo dentinario y abrir los túbulos dentinarios, para que el agente blanqueador penetre con mayor facilidad en la dentina.

Sellado cervical

La obturación radicular debe reducirse 1-2 mm por debajo de la unión cemento-esmalte con fresas Gates-Glidden o fresas largas.

Se debe colocar una capa de 2mm de cemento de ionómero de vidrio para impedir la penetración del agente blanqueador, presentando además una ventaja adicional de que puede dejarse en este lugar después del blanqueamiento sirviendo de base para la restauración final.

Modo de aplicación

El agente blanqueador se puede aplicar con un porta-amalgama o un aplicador y debe ser cambiado cada 3-7 días. El blanqueo exitoso se hace evidente después de 2 a 4 visitas, dependiendo de la gravedad de la decoloración.

Un pequeño algodón estéril impregnado con agentes adhesivos dentinarios, sobre el agente blanqueador y, a continuación, el material de restauración fotocurable. El sellado temporal sólo debería estar unido a los márgenes del esmalte de la cavidad de acceso.

Durante esta fase del tratamiento, la cámara pulpar se rellena con el agente de blanqueo y no con un material de restauración, el paciente debe ser informado acerca de un aumento del riesgo de fractura.

Después del blanqueamiento, la cavidad

de acceso debe ser restaurada con una resina.

Se ha establecido que los restos de peróxido o el oxígeno inhiben la polimerización de compuestos de resina, se puede lograr después de un período de aproximadamente 3 semanas. Durante este período, el color de los dientes blanqueados debe ser estable y un apósito de hidróxido de calcio debe ser colocado en la cavidad de la pulpa para amortiguar el pH ácido de la aplicación intracoronal de agentes de blanqueo y no interfiere con la adhesión de materiales compuestos utilizados para la restauración final de la cavidad de acceso.

Se recomienda una radiografía postoperatoria después del blanqueamiento y seguimiento regular.²¹

Técnica termocatalítica

Esta técnica se ha propuesto durante muchos años como la mejor técnica para blanquear los dientes no vitales debido a la fuerte interacción entre calor y peróxido de hidrógeno.

Esta técnica consiste en colocar peróxido de hidrógeno al 30-35% en la cámara pulpar seguido de la aplicación de calor.

Se coloca una torunda de algodón seca en la cámara pulpar. Se satura con solución acuosa de peróxido de hidrógeno. Se aplica calor. El calor provoca una reacción que aumenta las propiedades de blanqueamiento del peróxido de hidrógeno, puede ser aplicado mediante un instrumento o los aplicadores de calor de metal comerciales.

La aplicación de calor se repite 3 o 4 veces en cada cita, cuando se aplica calor, una reacción produce espuma y libera el oxígeno. Al final de cada cita se sella la cámara pulpar teniendo dentro el agente blanqueador para un blanqueo adicional entre citas.²²

Técnica en el consultorio

El gel de blanqueamiento se aplica directamente sobre el diente, que se encuentra aislado, sin una apertura de acceso. Otros autores recomiendan que la cámara pulpar

debe ser accesible durante el blanqueamiento para permitir la penetración del gel en los dientes descoloridos.

Técnica de la Universidad de Guadalajara

- La cavidad preparada se irriga con alcohol etílico de 70° para romper la tensión superficial, deshidratar las paredes dentinarias y emulsificar sustancias grasas a la entrada de los túbulos dentinarios, durante 45 segundos.
- Se lava la cavidad con agua bidestilada a presión durante 2 minutos con jeringa hipodérmica.
- Secado de la cavidad con torundas de algodón estéril.
- Se aplica un agente quelante EDTA o Largal Ultra durante 5 minutos, o ácido grabador durante 30 segundos. Lavado de la superficie con jeringa tripe durante 40 segundos.
- Se llenan 5 jeringas hipodérmicas de 5mls. con emulsión de peróxido de hidrógeno y 5 jeringas hipodérmicas de la misma capacidad, con solución de hipoclorito de sodio al 6%. Con una mano se sujeta la jeringa del peróxido de hidrógeno y con la otra la del hipoclorito de sodio. Las 2 agujas se colocan dentro de la cámara pulpar y se empiezan a depositar lenta y simultáneamente. Al ponerse en contacto los dos compuestos producen una reacción química, a manera de efervescencia, en la cual se libera una gran cantidad de oxígeno naciente, que penetrará al interior de los túbulos dentinarios hasta la fuente que causa la discromía.
- De igual forma se aplican las soluciones sobre la cara vestibular, para potencializar la respuesta blanqueadora. Se repite la maniobra en dos ocasiones más, para totalizar así, 75ml. de peróxido de hidrógeno y de hipoclorito de sodio respectivamente por cita.
- Terminada la sesión de trabajo, se lava la cavidad y la superficie labial con agua bidestilada, se seca con torundas de algodón y se obtura provisionalmente con

algodón estéril y cemento de fosfato de zinc. Antes de retirar el aislamiento, se pincela la corona clínica con fluoruro de sodio al 2% durante 10 minutos, para remineralizar la sustancia grabada y disminuir la posibilidad de una recidiva futura.

El objetivo es que el oxígeno liberado penetre en los canalículos dentinarios y por mecánica anule el pigmento, desplazándolo de su nicho y por ende la pieza adquiere su coloración normal y translucidez.

Es conveniente realizar la técnica de blanqueamiento en 2 sesiones, en todos los casos, con intervalos de una semana aproximadamente.²³

Reabsorción cervical asociada al blanqueamiento dental

La reabsorción radicular cervical es una enfermedad inflamatoria mediada por la reabsorción externa de la raíz, que se puede ver después de un traumatismo y después del blanqueamiento intracoronal (Friedman *et al.*, 1988). La resorción de la raíz es la pérdida de tejido dental duro como resultado de la acción de los odontoclastos.

La reabsorción cervical de dientes después de que habían sido blanqueados fue reportada por primera vez por Harrington en 1979. Se informó sobre siete casos que tenían las siguientes características comunes: los dientes sufrieron daño pulpar después de una lesión traumática; en el momento del trauma los pacientes eran muy jóvenes; los procedimientos de blanqueamiento y la terapia de conducto radicular se realizaron varios años después del trauma; se utilizó un agente blanqueador cáustico y se utilizó fuente de calor. La reabsorción se produjo en el tercio cervical de la raíz y no en otra parte de la raíz.²⁴

Se ha sugerido que la reabsorción ocurre debido a la filtración de peróxido de oxígeno al periodonto en el momento del trata-

miento, iniciando de este modo procesos de resorción inflamatoria.

En contacto con tejido vital, sin embargo, el peróxido de oxígeno causa la coagulación y la inflamación aguda, es decir, una quemadura química que se espera normalmente para sanar después de que el irritante ha sido neutralizado o eliminado.

Otra tentativa explicación de la reabsorción radicular, ha sido que el peróxido de oxígeno puede desnaturalizar la dentina, que es entonces, como un tejido alienígena, eliminado por cuerpo extraño de reacción, es decir, por la actividad de células gigantes multinucleadas.²⁵

Una alta concentración de peróxido de hidrógeno en combinación con calor parecía promover la reabsorción radicular cervical.

También se ha especulado que la difusión del peróxido a través de los túbulos de la dentina, desnaturaliza la dentina, que luego se convierte en un tejido inmunológicamente diferente y es atacado como un cuerpo extraño.

Con frecuencia, la reabsorción se diagnosticó varios años después del blanqueamiento.

La reabsorción radicular puede ser clasificada por su ubicación en relación con la superficie de la raíz, es decir, reabsorción interna o externa.

Resorción dental externa se ha clasificado en cuatro tipos en base a las características clínicas e histológicas, a saber, reabsorción externa de la superficie, la reabsorción radicular inflamatoria externa, la reabsorción de reemplazo, y anquilosis.²⁶

Diagnóstico

- Se encuentra generalmente en la región cervical del diente una mancha de color rosa. Es importante diferenciar ECR de caries subgingivales, que se sentirán pegajosas al sondeo.
- Suele responder de manera positiva a las pruebas de vitalidad a menos que se haya removido la pulpa.
- Espontáneo y profuso sangrado al sondeo.

- Marcado adelgazamiento de bordes alrededor de la cavidad de la resorción.
- Detectado como hallazgo radiográfico porque el diente suele ser asintomático. Radiográficamente es una forma radiolúcida asimétrica con márgenes irregulares en la región proximal/cervical del diente, radiotransparencia redonda centrada sobre la raíz. Conducto radicular visible e intacto indicando que la lesión es externa.²⁷

Tratamiento

El tratamiento depende de la gravedad, ubicación, si el defecto ha perforado el sistema de conductos radiculares y las posibilidades de restaurar el diente. Varios tratamientos se han sugerido en la literatura, dependiendo de la naturaleza de la lesión. Estos incluyen la reimplantación intencional, regeneración guiada de tejidos, y la erupción ortodóntica forzada.

Esencialmente, el tratamiento consiste en la extirpación completa del tejido con resorción y la restauración del defecto resultante. El tratamiento endodóntico también puede ser necesario en los casos en que la lesión ha perforado el sistema de conductos.

Es mucho más complicado identificar el alcance de los defectos situados en lingual o palatino.

Tratamiento no quirúrgico (Clase 2)

1. Aplicación de protección de glicerol a tejidos blandos adyacentes y colocación de un rollo de algodón en el surco labial.
2. Colocación de un dique de hule
3. Torunda de algodón impregnada de solución acuosa de ácido tricloroacético al 90% durante 1-2 minutos para evitar hemorragia. Con una presión suave en la lesión de resorción que era accesible a través del defecto del esmalte cerca del margen gingival.
4. Aumento de presión lentamente a medida que el medicamento fue causando necrosis progresiva del tejido de resorción

5. Se curetea el tejido avascular desvitalizado de la resorción
6. Se redondean los márgenes de la cavidad con la dentina intacta, lisa y sin comunicación con la pulpa dental, con una fresa de carburo a alta velocidad.
7. El defecto se restaura con un cemento de ionomero de vidrio protegido con una resina fotocurable.
8. Citas de seguimiento.

Tratamiento Clase 3

Se trata siguiendo los procedimientos de preparación y protección descritos anteriormente, pero con las siguientes variaciones:

1. Se convierte el tejido de resorción en avascular debido al proceso de necrosis.
2. Retiro del mismo por curetaje.
3. Se lleva a cabo una Pulpectomía para eliminar el acceso al tejido más profundo, siendo el conducto radicular tratado endodónticamente
4. Seguimiento radiográfico

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico de diferentes grados de reabsorción cervical invasiva generalmente ha implicado colgajo peridontal, curetaje, restauración del defecto con amalgama, resina compuesta o cemento de ionomero de vidrio y el reposicionamiento del colgajo.²⁶

Bibliografía

1. Amato, Massimo et al. Bleaching Teeth Treated Endodontically: Long-Term Evaluation of a Case Series. *Journal of Endodontics*, Volume 32, Issue 4, 376 – 378
2. Dahl J.E., Pallesen U., Tooth bleaching a critical review of the biological aspects, *Crit Rev Oral Biol Med*, pag. 292-304, 2003.
3. Bahrami Parvaneh, Effects of 10% Carbamide Peroxide on fracture toughness and microhardness of human dentin in situ, a tesis submitted in conformity with the requirements for the degree

- of masters of Science in periodontology, 2012.
4. Kugel, Gerard et al. Separate Whitening Effects on Enamel and Dentin After Fourteen Days. *Journal of Endodontics*, Volume 33, Issue 1, 34 - 37
 5. Becerra Villareal E., Flores Mubarak D., Saravia Rojas M., Blanqueamiento Dental Técnica y Clínica, Primera Edición, 2000, pag. 2,3,4.
 6. Melo Natalia, Gallego Gabriel, Restrepo Luis, Peláez Alejandro, Blanqueamiento vital y métodos para la valoración de su eficacia y estabilidad, *Ces odontología*, Vol. 18., N.2, 2006.
 7. Gökay, Osman et al. Peroxide Penetration into the Pulp from Whitening Strips. *Journal of Endodontics*, Volume 30, Issue 12, 887 - 889
 8. Walsh L. Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry. *Aust Dent J.* 2000.45(4):257-269
 9. Melo N, Gallego G, Restrepo L, Peláez A. Blanqueamiento vital y métodos para la valoración de su eficacia y estabilidad. *Revista CES Odont.* 2006; 19: 53-60
 10. Guerguieva M. Efectos clínicos y estructurales del blanqueamiento dental. *Odontol Sanmarquina.* 2005; 8(2):34-36
 11. William F. Freccia, DDS, MS, and Donald D. Peters, DDS, MS, A technique for staining extracted teeth: a research and teaching aid for tbleaching, *Journal of Endodontics* [VOL 8, NO 2, FEBRUARY 1982.
 12. Plotino G, Buono L, Grande N, Pameijer C, Somma. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *J Endod.* 2008; 34 (4): 394-407
 13. <http://www.odonto.unam.mx/index.php?IDPagina=Art%EDculos>
 14. Caviedes-Bucheli, Javier et al. The Effect of Tooth Bleaching on Substance P Expression in Human Dental Pulp. *Journal of Endodontics*, Volume 34, Issue 12, 1462 - 1465
 15. Casas L, Baseggio W, Franco E, Mondelli R. Tratamiento de la pigmentación sistémica y la fluorosis por medio de blanqueamiento en consultorio asociado a microabrasión de esmalte. *Acta Odontologica Venezolana.* 2010; 48(2): 1-15.
 16. Souza C, Riehl H, Kina J, Tomoko N, Hebling J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109 (4): 59-64
 17. Panagakos F, Schiff T, Guignon A. Dentin hypersensitivity: Effective treatment with an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate. *Am J Dent.* 2009; 22: 3A-7A.
 18. Leonard R, Smith L, Garland G, Caplan D. Desensitizing Agent Efficacy during Whitening in an At-Risk Population. *J Esthet Restor Dent.* 2004; 16(1): 49-56
 19. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003; 14(4): 292-304
 20. Attin T, Paqué F, Ajam F, Lennon A. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J.* 2003; 36(5): 313-29.
 21. Carrasco L, Froner I, Corona S, Pécora J. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Dent Traumatol.* 2003; 19(2): 85-89.
 22. Plotino G, Buono L, Grande N, Pameijer C, Somma. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *J Endod.* 2008; 34 (4): 394-407
 23. William F. Freccia, DDS, MS; Donald D. Peters, DDS, MS; Lewis Lorton, DDS, MS; and William E. Bernier, DDS, MA, An in vitro comparison of nonvital bleaching techniques in the discolored tooth, *Journal of Endodontics* I Vol 8, No. 2, FEBRUARY 1982.
 24. Varela R, Almada L. Blanqueamiento dental. Vazquez M, Mondragon J. *Endodoncia.* 2002. Ed. Universidad de Guadalajara. 1ª edición. Guadalajara Jalisco, Mexico; pp 537-539
 25. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984 Montgomery
 26. Cvek M, Lindvall A-M. External root resorption following bleaching of pulpless teeth with oxygen peroxide. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 56-60.

27. Patel S, Kanagasingam S, Ford T. External Cervical Resorption: A Review. *J Endod.* 2009; 35(5):616-625.

21. RETRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

*Katia Alcalá Barbosa
Judith Barba Oropeza
Juan Francisco Moreno Muñoz*

Introducción

El tratamiento endodóntico no siempre resulta éxito, y las lesiones inflamatorias perirradiculares pueden persistir o desarrollarse después del tratamiento. Estos “fracasos” a menudo son causados por microorganismos que han sobrevivido a los procedimientos de un tratamiento convencional o han invadido el sistema de conductos radiculares en etapas posteriores, por medio de una filtración coronal. Para combatir la infección, el conducto radicular debe tratarse de nuevo utilizando una vía de entrada ortógrado (retratamiento no quirúrgico) o retrógrado (retratamiento quirúrgico). El objetivo del presente capítulo es revisar específicamente los procedimientos de retratamiento no quirúrgico.

En términos de objetivos no existe diferencias entre el tratamiento primario del sistema de conductos radiculares infectados y un retratamiento, es decir, los microorganismos deben eliminarse y el espacio sellarse herméticamente con material de obturación biocompatible. Sin embargo, los casos de retratamiento a menudo son complicados técnicamente y requieren gran habilidad por parte del odontólogo. Debido a que con

frecuencia los dientes tratados endodónticamente son restaurados con prótesis, por lo regular se debe repetir el acceso a los conductos a través de coronas. Los conductos pueden estar obstruidos por postes, materiales de obturación insolubles o instrumentos separados. Además, durante el tratamiento previo pudieron suceder errores de procedimientos, como bloqueo del conducto, formación de escalones, transportación apical o perforaciones del techo.

Fracasos endodóntico

La mejor forma de evitar el fracaso endodóntico es no tener que realizar el tratamiento de conductos, previniendo la afectación irreversible del complejo pulpodentinario. La terapéutica endodóntica es la suma de un conjunto de técnicas secuenciales cuya ejecución adecuada da como resultado la conservación del diente, normalizando los tejidos de soporte y restableciendo la función perdida.

Gutmann³) tiene en cuenta la valoración clínica y radiográfica como criterio de fracaso terapéutico (Tabla 1), ya que un diente

asintomático puede mostrar signos clínicos y radiográficos que hagan sospechar la presencia de cambios histopatológicos en la zona periapical que evidencien un fracaso del tratamiento. En consecuencia, hoy se considera que ni la presencia ni la ausencia de sintomatología puede, por si sola, determinar el fracaso de un tratamiento sin la integración de otros factores. Sin lugar a dudas, la única forma de controlar el éxito o el fracaso del tratamiento de conductos realizado es planificando un seguimiento del caso mediante una exploración clínica y radiográfica. Según Seltzer,⁴ los fracasos de dientes endodonciados se evidencian con más frecuencia en los primeros 24 meses, pero se pueden manifestar hasta los 10 años o más. Los periodos de seguimiento más recomendables son a los 6, 12, 18 y 24 meses.

Tabla 1. Criterios clínicos y radiológicos de fracaso endodóntico

Fracaso clínico	Fracaso radiológico
- Sensibilidad a la palpación	- Ligamento periodontal ensanchado (mayor 2mm)
- Movilidad dentaria	- Aumento de tamaño de la rarefacción ósea
- Enfermedad periodontal localizada	- Ausencia de reparación ósea
- Presencia de fistula	- Aparición de rarefacciones óseas
- Sensibilidad a la percusión	- Deficiencias en la condensación y extensión
- Función del diente	- Sobre-extensión excesiva
- Tumefacción	- Reabsorción radicular asociada a otra semiología
- Síntomas subjetivos	

El porcentaje de éxito de la terapéutica, según diversos autores,^{6,7} oscila entre el 77 y el 95%, dependiendo de que se trate de un conducto con o sin patología periapical. En el tratamiento de las pulpitis es del 90-95%, y en las periodontitis, del 80-90%; en los retratamientos desciende significativamente hasta el 60%. Kerekés y Tronstad⁶ observaron el 93% de éxito en las pulpitis y el 96% en

las necrosis pulpare sin afectación periapical. Este resultado tan paradójico obedece a que en los conductos infectados se limpia más y con soluciones irrigadoras de mayor acción antibacteriana que en las pulpitis. En este amplio intercalo de porcentaje intervienen distintos factores: sistémicos, patológicos y diagnósticos, y relacionados con la apertura cameral, con la localización de conductos, con la instrumentación con la obturación y con la reconstrucción del diente desvitalizado. Hasta el momento la evaluación radiográfica del estado periapical de los dientes endodonciados se efectúa mediante radiografías periapicales, convencionales o digitales. La popularización de la tomografía computarizada de haz cónico permitirá visualizar lesiones periapicales no resueltas con el tratamiento de conductos radiculares y ser más exigentes a la hora de considerar un caso como éxitos.

Errores diagnósticos

Uno de los fracasos más desalentadores en endodoncia es haber realizado un tratamiento de conductos en el diente que no era el responsable de la sintomatología. Esto se debe al hecho de no haber realizado todas las pruebas diagnósticas dirigidas a obtener un diagnóstico de certeza, como la vitalometría térmica y eléctrica, la radiografía con una punta de gutapercha introducida en el trayecto fistuloso, diferentes proyecciones radiográficas, sondaje periodontal, palpación, percusión, inspección de mucosas, etc. Más importante que realizar estas pruebas es procesar sus resultados y contrastarlos con los conocimientos que se tengan acerca de la semiología que se pueda derivar de las diversas entidades clínicas de la patología que se pueda derivar de las diversas entidades clínicas de la patología pulpoperiapical. También es necesario saber realizar el diagnóstico diferencial con otras patologías (lesiones inflamatorias benignas, quistes y tumores benignos o malignos)⁸ radiológicamente similares a las lesiones periapicales de origen pulpar. Si se descarta la patología de origen pulpar, tendrá que realizarse la biopsia de la lesión.⁹

Dentro de los errores diagnósticos hay que contemplar los fallos en la selección del caso endodóntico, porque hay situaciones en las que el diente no tendría que incluirse en la estrategia rehabilitadora del sistema estomatognático.

Indicaciones

Los estudios de los resultados clínicos no han podido mostrar ninguna diferencia sistemática entre un abordaje quirúrgico y no quirúrgico del tratamiento,^{10, 11} en consecuencia, la selección de los procedimientos de tratamiento primero debe basarse en los factores específicos de cada caso, en la calidad técnica de la obturación radicular y en la evaluación personal de riesgo y costo monetario.

Las Indicaciones para el retratamiento de conductos radiculares incluye los dientes con una obturación de los conductos radiculares inadecuada con hallazgos radiológicos de periodontitis apical e persistente y/o síntomas o dientes con una obturación inadecuada que requiera reemplazar la restauración coronaria o el tejido coronal requiera blanqueamiento.¹² El tratamiento de conductos usualmente falla cuando el tratamiento no alcanza los estándares, persistiendo la infección microbiana en el sistema de conductos radiculares.¹³ La causa principal del fracaso de tratamiento endodóntico puede ser atribuida a un inadecuada limpieza tridimensional, preparación y obturación resultan en una persistente infección de Biofilm intrarradicular.¹⁴ Conductos no encontrados, eventos iatrogénicos (transportaciones de conducto, escalones y perforaciones), fracturas radiculares o reinfección del sistema de conductos radiculares donde el sellado coronal se perdió después del tratamiento de conductos y puede dirigir al fracaso.¹⁵ Razones menos comunes del fracaso son infección extra radicular, reacciones a cuerpos extraños y causas no microbianas tales como quiste radicular.^{16, 17, 18, 19, 20}

Estas etiologías pueden ser evidentes en el momento del diagnóstico del diente afectado sometido previamente a la obtu-

ración de conductos, o puede ser inciertas hasta finalizar el tratamiento con éxito. De manera ocasional puede tardarse años en determinar la causa de la enfermedad pos tratamiento, o puede que en último término nunca se llegue a conocer. Sin embargo, los factores causales más importantes para el odontólogo son los que se relacionan con la planificación del tratamiento y la determinación del pronóstico. A fin de planificar el tratamiento de manera eficaz, el odontólogo puede agrupar los factores etiológicos en cuatro grupos.²¹

1. Microorganismos intrarradicales persistentes.
2. Infección extrarradicular.
3. Reacción a cuerpos extraños.
4. Quistes verdaderos (Figura 1).²²

La cicatrización después de la terapia endodóntica es monitoreada por criterios estrictos basados en examinación clínica e interpretación radiográfica periodontal (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del tratamiento endodóntico basado en criterios clínicos y radiográficos determinando el éxito o fracaso

Cicatrizado	Clínica y radiográficamente ambos se presentan normales. No requiere seguimiento.
Cicatrizando	Una reducción de la radiolucidez, combinada con presencia de signos clínicos normales, puede ser interpretada como un proceso de cicatrización. El seguimiento puede ser requerido.
Fracasando (incierto)	Radiolucidez persistente sin cambios. Presencia clínica normal. Seguimiento es necesario para cerciorarse de que el caso ha fracasado.
Fracaso	Radiolucidez ha emergido, persiste sin cambio o incremento su tamaño. Signos clínicos y síntomas siguen presentes.

Estudios de seguimiento clínico muestran que a lo largo proporción de casos tratados con periodontitis apical crónica demuestran signos de cicatrización con 1 año de tratamiento y en algunas instancias dentro de 2-6 meses.^{23, 24} Algunos estudios han demostrado que los periodos de seguimiento de 4 años o más son requeridos con determinado éxito o tratamiento en algunos casos. El concepto clave resume los pasos críticos en el retratamiento no quirúrgico (Tabla 3).¹⁷

Tabla 3. Concepto clave, pasos críticos en el retratamiento no quirúrgico

Acceso al conducto radicular: - Apertura de acceso a través de corona. - Remoción de coronas, puentes y postes.
Acceso al área apical: - Remoción del material de obturación radicular. - Remoción de instrumentos fracturados.
Reconformación del conducto.
Tratamientos antimicrobianos.

Análisis del caso

Para facilitar la evaluación clínica y radiográfica de un diente que ha recibido un tratamiento endodóntico, Friedman y Stabholz²⁵ establecieron unos criterios (Figura 2).

Planificación terapéutica del retratamiento

El retratamiento de un fracaso endodóntico conlleva dos etapas: conseguir un acceso cameral y radicular que permita alcanzar la constricción, y preparar de nuevo el conducto para poderlo obturar.

Consentimiento del paciente

El retratamiento tiene un porcentaje de éxito inferior al de un tratamiento de conductos efectuado por primera vez, lo que debe ser comprendido y consentido por el paciente.

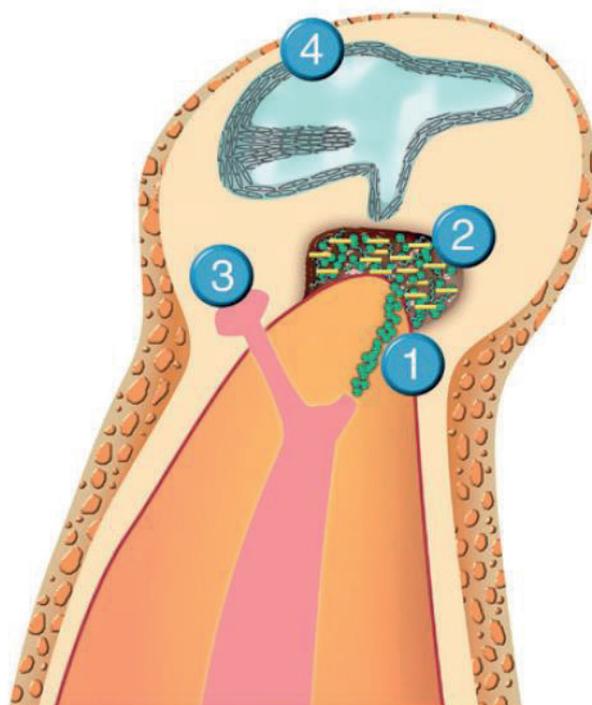
El tiempo necesario para efectuar un retratamiento suele ser bastante superior al de un tratamiento de conductos habitual, y en bastantes casos se precisa más de una sesión. Un retratamiento no quirúrgico impli-

ca modificar la restauración existente y, en ocasiones, la necesidad de realizar una nueva. El paciente debe estar informado de las implicaciones, tanto clínicas como económicas, de un retratamiento antes de iniciarlo. En última instancia, el paciente debe elegir entre un retratamiento, una cirugía apical o una extracción del diente.¹⁷

De manera ocasional, el paciente refiere síntomas persistentes que simulan una enfermedad pos tratamiento, pero estos síntomas realmente se deben a enfermedades de origen no endodóntico, como trauma oclusal, enfermedad periodontal o enfermedades que cursan con dolor de origen no odontogénico. Los estudios diagnóstico correctos deben permitir al clínico establecer un diagnóstico diferencial con estas opciones y tratarlas en consecuencia.

Ante un paciente que presenta una verdadera enfermedad postratamiento endodóntico se plantean cuatro opciones terapéuticas básicas:

Figura 1. Causas del fracaso después del tratamiento



1. Microorganismos intrarradiculares persistente,
2. Infección extrarradicular,
3. Reacción a cuerpo extraño,
4. Quiste verdadero (Imagen tomada de Cohen's Pathways of the pulp, eleventh edition).

- No hacer nada.
- Extraer el diente.
- Retratamiento no quirúrgico.
- Retratamiento quirúrgico.²²

Habilidad del profesional

Su realización precisa de experiencia y habilidad, lo que, en general, aconseja la intervención de un especialista. Con frecuencia se precisan instrumentos y técnicas que el general no suele utilizar.¹⁷

Retratamiento endodóntico no quirúrgico

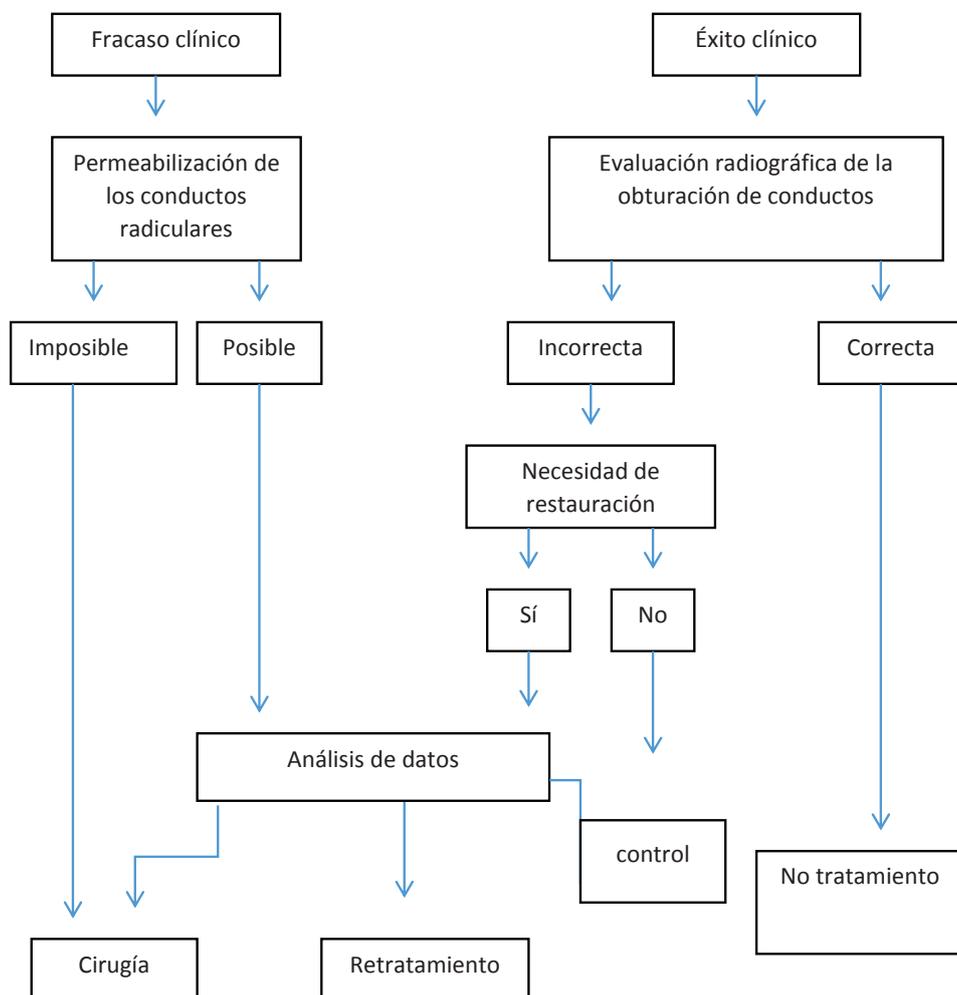
La principal diferencia entre el tratamiento no quirúrgico de la enfermedad endodóntica primaria y el de la enfermedad pos trata-

miento es la necesidad de recuperar el acceso al tercio apical del conducto radicular del dientes tratado previamente. Después de eso, todos los principios del tratamiento endodóntico se aplican al retratamiento. Se debe realizar la apertura cameral, se debe extraer todo el material de obturación previo de la raíz, se deben eliminar las obstrucciones del conducto, y se deben superar los obstáculos para conseguir una longitud de trabajo correcta. Sólo entonces se pueden poner en práctica las técnicas de limpieza y conformación que permitirán la obturación definitiva y la finalización del caso.

Preparación de la cavidad para el acceso coronal:

El acceso de retratamiento se ha denominado desmontaje coronal debido a la frecuencia necesidad de desmontar o retirar las restauraciones coronales y radiculares pre-

Figura 2



vias. Después del tratamiento endodóntico inicial, la mayoría de los dientes precisa una restauración tiene como soporte un poste y un muñón. El acceso corono radicular para el retratamiento es mucho más complicado en estos casos que en os dientes endodonciados sometidos a una restauración mínima. El objetivo de la apertura cameral es establecer un acceso coronal en línea recta al sistema del conducto radicular, a la vez que se conserva tanta estructura del diente como sea posible.

Cuando se presenta un diente que precisa un retratamiento con una corona, el odontólogo debe decidir entre conservar la corona o planificar su sustitución (Figura 3).

Cuando se considere que la corona es correcta, la decisión es más compleja. Si se mantienen la restauración, se puede evitar el coste de la sustitución, el aislamiento es más sencillo, se mantiene la oclusión y habrá modificaciones de la estética mínimas. Aun cuando sea necesario sustituir la corona, el odontólogo puede decidir conservarla durante el retratamiento endodóntico para conseguir un mejor aislamiento con el dique de goma. Lamentablemente, el retratamiento puede ser más difícil manteniendo la corona porque puede aumentar las probabilidades de una complicación iatrogénica producida por la menor visibilidad.

Si se decide extraer la corona para su reutilización, se aumenta la visibilidad, lo que permite remover más fácilmente las obstrucciones del conducto y reduce la posibi-

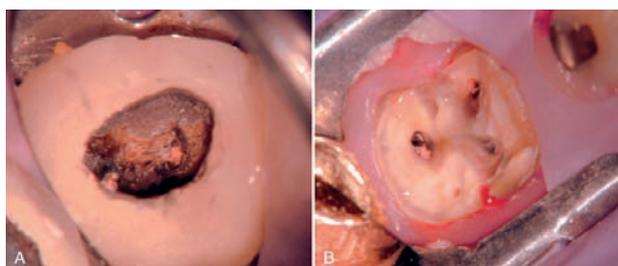
lidad de errores del operador; sin embargo, la colocación del Clamp y el aislamiento del diente pueden ser más problemáticos. Además, a pesar de las diversas técnicas e instrumentos de que se dispone para extraer una restauración previa, la técnica sigue siendo impredecible y con frecuencia también puede producir daños en la restauración o imposibilitar su retirada.

Se han desarrollado muchos dispositivos específicos para la extracción conservadora de las coronas. Algunos de los dispositivos que se utilizan con más frecuencia son pinzas, diseñadas específicamente para la extracción de las coronas; hay pinzas diseñadas especialmente para abrazar los márgenes de la corona a la vez que e utiliza un diente adyacente como fulcro. Cuando se aprietan los mangos y aproximan se elevará la corona y se separará del diente (Figura 4).

Remoción de postes

Después de haber realizado el acceso es muy frecuente encontrar un poste porque se uti-

Figura 3.



A) Escasa visibilidad y acceso a través de la corona. B) mejor visibilidad y acceso tras retirar la corona. Obsérvese el aislamiento que se consigue utilizando una pinza de Silker Glickman y masilla selladora (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 4



A) Alicates KY (GC America, Alsip, IL) y polvo de esmeril suministrado. B) Extractor de puentes Roydent (Roydent Dnetal Products, Johnson City TN). C) Kit CoronaFlex (KaVo Dental Corp; Lake Zurich, IL). D) Superior, Crown-A-Matic (Peerless Internaccional, N. Easton, MA). Inferior, extractor de corona Morrell (Henry Schein, Inc; Melville, NY) con puntas intercambiables. E) diente extraído de manera accidental utilizando un extractor de coronas/puentes. Se realizó tratamiento endodóntico y el diente se reimplanto, técnica que se conoce como reimplante no intencional. F) extractor de coronas Kline (Brasseler USA, Savannah, GA). (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

lizan a menudo en la restauración de dientes endodonciados. Se pueden encontrar muchos tipos diferentes de postes durante el retratamiento. Estos se pueden clasificar en dos categorías: postes prefabricados y postes colados (Figura 5). El diseño de los postes también se puede sub clasificar en los grupos activo (roscado), pasivo, estriado y de grabado ácido. También se han utilizado muchos materiales para fabricar los postes, como acero inoxidable, oro, titanio, cerámica, circonio y postes de resinas compuestas reforzadas con fibras. Los postes colados, que se fabrican en un laboratorio, siempre estarán hechos de aleaciones de metales preciosos o no preciosos.

Además de la forma, el diseño y el material de los postes, otros dos factores muy importantes influirán de alguna forma en la capacidad del odontólogo para extraerlos. Estos factores son el material adhesivo utilizado para cementar el poste y la posición en la arcada del diente que precisa la extracción del mismo.

En relación con la localización, cuanto más posterior este situado el diente en la ar-

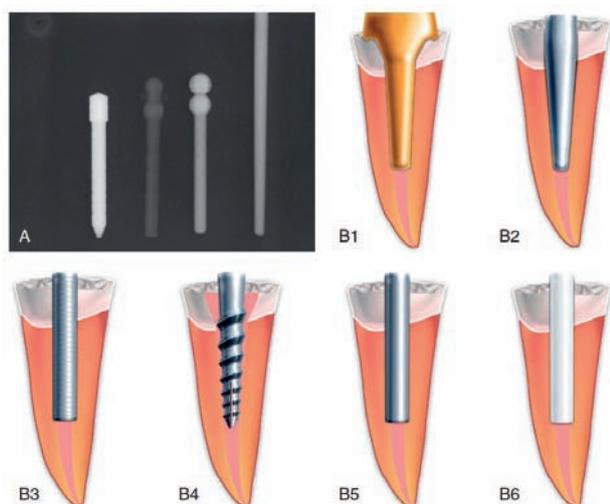
cada, más difícil será extraer el poste. Esta afirmación hace referencia a la accesibilidad: cuanto más accesible sea un diente, más fácil será extraer el poste por el odontólogo dispondrá de más técnicas e instrumentos.

Técnicas de remoción de postes

Se han desarrollado muchas técnicas cuyo único objetivo es la extracción del poste. Independientemente de la técnica de elección se debe seguir una regla sencilla pero muy importante: no sólo es importante lo que se extrae, sino también la estructura dental remanente. Esta regla se aplica a la extracción de todas las obstrucciones del interior del conducto. El motivo de esta regla es garantizar que se pueda restaurar el diente tras la remoción del poste, de manera predecible con un buen pronóstico a largo plazo. Por ejemplo, tiene poco sentido extraer con éxito un poste y dejar detrás una raíz del grosor delgado que es propensa a fracturarse (Figura 6).

El primer paso en la extracción de un poste es visualizarlo adecuadamente mediante la remoción de todos los materiales de restauraciones adyacentes. En casos de postes preformados se puede remover la mayor parte del material del muñón que rodea el poste del interior de la cámara pulpar con una pieza de mano y fresas. Cuando se haya eliminado la mayor parte de material de la restauración, se debe utilizar un instrumento menos agresivo, como una fresa en contra ángulo o punta de ultrasonido para eliminar los restos del material. El uso de

Figura 5.



A) Radio-opacidad relativa de los materiales de los postes. De izquierda a derecha, acero inoxidable, poste de fibra, poste de titanio, gutapercha. B) Representación esquemática de los tipos de postes. B1, colado; B2, troncocónico; B3, paralelo; B4, activo; B5, pasivo/metálico; B6, pasivo/no metálico (Diagrama por cortesía de DENTSPLY Tulsa Dental, Tulsa, OK.) (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 6.



A) Poste fracturado. (Imagen inicial antes de la excavación). B) La raíz ha quedado tan delgada y debilitada por las técnicas de excavación que hay dudas sobre su restauración. (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

magnificación e iluminación facilita mucho este proceso. Cuando más estructura de poste quede, más opciones de extracción habrá, y cuando más estructura dentaria quede, más opciones de restauración habrá.

Después de haber aislado y liberado el poste de todos los materiales de la restauración, el odontólogo puede iniciar el proceso de remoción. Hay muchos instrumentos y equipos que se pueden utilizar para extraer los postes, sin embargo, antes de utilizar uno de ellos se debe reducir la retención del poste. Habitualmente, se puede seguir utilizando el ultrasonido; la aplicación de este instrumento en la interfase entre el poste y el diente (la línea del cemento) y el movimiento circular constante del mismo alrededor del poste, alterarán la estructura del cemento a lo largo de la interfase entre el poste y la pared del conducto, y reducirán la retención del poste, facilitando su extracción.

De esta forma, el uso de los ultrasonidos no solo es útil para reducir la retención del poste, sino que puede ser el único elemento necesario para la remoción del mismo. Muchas veces, después de la utilización del ul-

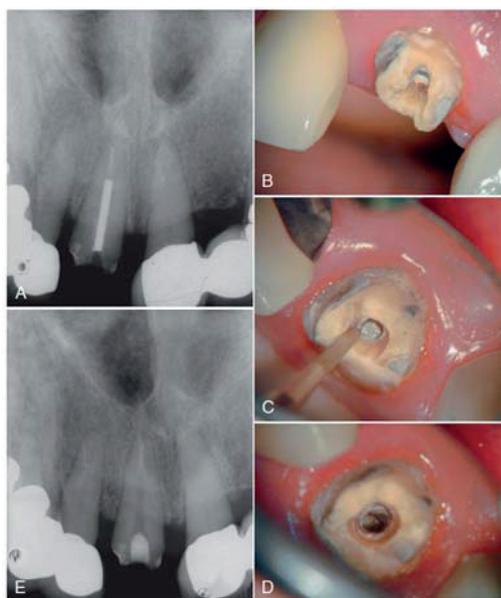
trasonido el poste se aflojará y se separará de la preparación, finalizando la extracción del mismo (Figura 7). Otro instrumento que se debe considerar para exponer y aflojar un poste es la fresa Roto-Pro (Ellman International, Oceanside, NY) (Figura 8).

Si la reducción de la retención no permite extraer el poste se necesita algún tipo de mordaza para extraerlo de su preparación. Se dispone de muchos dispositivos para la extracción, con grados variables de eficacia. Uno de estos dispositivos es el sistema de extracción de postes Gonon Post Removing System (Thomas extracteur de pivots, FFDM-Pneumat, Bourge, Francia) un instrumento muy eficaz para extraer postes preformados no activos paralelos o troncocónicos.

El dispositivo para la extracción de postes Thomas Screw Post Removal Kit (Thomas extracteur de pivots, FFDM-Pneumat), es un instrumento diseñado específicamente para la extracción de postes activos o roscados. Los trépanos son idénticos a los que se utilizan con el dispositivo Gonon Post Removal System, pero los mandriles de extracción están roscados en la dirección opuesta.

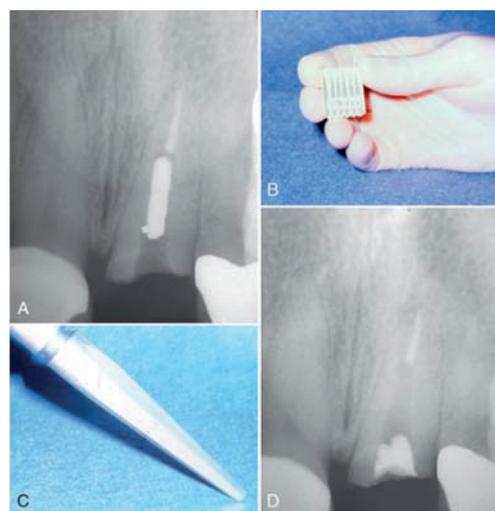
El sistema para la extracción de postes Ruddle Post Removal System (Sybron Sy-

Figura 7.



A) Radiografías de un poste fracturado. B) Poste fracturado, imagen labial. C) Excavación con ultrasonido. D) Poste extraído únicamente con ultrasonido. E) Radiografía de control confirma la remoción completa del poste (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 8.



A) Radiografía de un poste fracturado. B) Kit Roto-Pro (Ellman International, Oceanside, NY). C) Fresa Roto-Pro. D) Poste extraído mediante la vibración del instrumento. (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

bron Endo, Orange, CA). Y el Universal Post Remover (Thomas extracteur de pivots, FFDM-Pneumat), se diseñaron para combinar las propiedades de los dispositivos de Gonon y Thomas. Estos dos equipos tan similares son útiles no solo para la extracción de postes pasivos paralelos o troncocónicos, sino también para extraer postes roscados. Incluso se puede adaptar para remover instrumentos fracturados grandes en la porción coronal recta de un conducto ancho (Figura 9).

Otro dispositivo para la extracción de postes es el dispositivo Post Puller, conocido también como sistema Egger Post Remover (Automaton-Vertriebs-Gesellschaft, Alemania). Este dispositivo funciona de manera similar a los otros; sin embargo, no hay trépanos ni mandriles de extracción. El diseño de este instrumento permite utilizarlo con mayor eficiencia cuando se ha extraído la corona. Además, también se puede utilizar en casos en los que el poste y el muñón colado forman una unidad. Este dispositivo está formado por dos conjuntos de mandíbulas que actúan independientemente entre sí (Figura 10).

Se ha propuesto utilizar la fresa Largo Bur (Dentsply Limited, Surrey, RU) y la Pee-

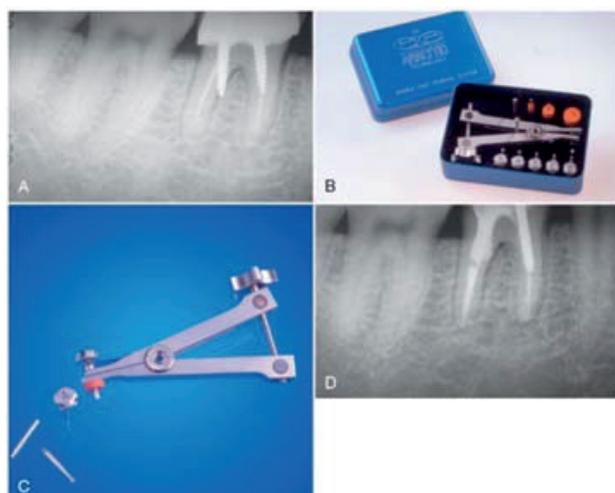
so para extraer estos postes, y algunos fabricantes de postes incluyen en el equipo fresas de extracción. Se ha observado que los equipos de extracción de estos fabricantes son más eficaces para extraer sus propios postes de fibra que utilizar fresas de diamante y ultrasonido. Además, se ha diseñado una nueva fresa, la fresa GyroTip (MTI Precision Products, Lakewood, NJ) con el objetivo específico de eliminar postes de resina compuestas reforzadas.

Posibles complicaciones de la remoción de postes

Como ocurre con otras muchas técnicas, la extracción de los postes tiene riesgos. Estos riesgos incluyen fracturas del diente, dejando un diente no restaurable, perforación radicular; rotura del poste e imposibilidad de extraer el poste. Otra preocupación es la lesión térmica del ligamento periodontal generada por los ultrasonidos.

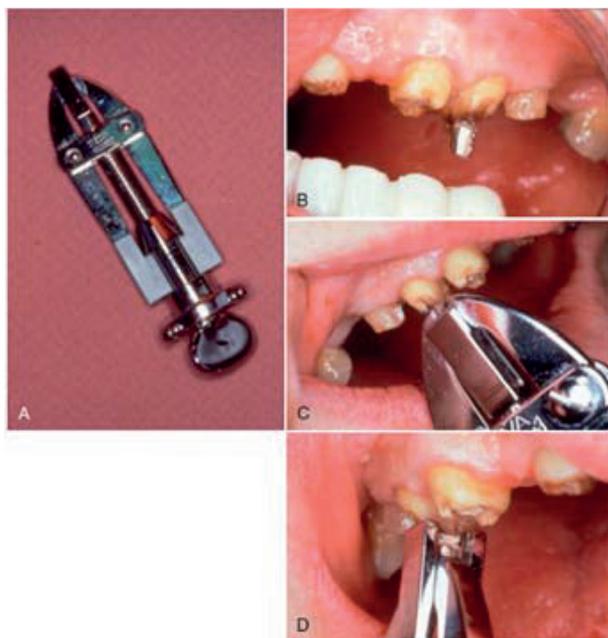
Aunque todavía hay muchos clínicos que piensan que los postes fortalecen los dientes, generalmente se acepta que no lo ha-

Figura 9.



A) poste que ha perforado que se debe extraer. B-C) equipo de extracción de postes de Ruddle. D) Poste retirado y perforación reparada. B) Por cortesía de SybronEndo, Orange, CA. (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Figura 10.



A) extractor de postes de Egger (Automaton-Vertriebs-Gesellschaft, Alemania). B) El poste ha sido controrneado con trubina. C) Extractor de postes de Egger agarrando el diente. D) elevación del poste (De Stamos DE, Gutmann JL: Revisiting the post puller. *J Endod* 17:466, 1991). (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

cen. De hecho, se ha mostrado que la preparación de los postes en si misma debilita los dientes.

La perforación es otra posible complicación que puede producirse durante la extracción de los postes, especialmente si el poste se extrae simplemente intentando perforarlo con turbina. Si se produce una perforación el clínico debe repararla inmediatamente porque el pronóstico empeorará a medida que aumente el tiempo entre la perforación y la reparación. Sin embargo, con la reciente aparición del agregado de trióxido mineral (Pro-Root MTA, DENTSPLY Tulsa Dental) las perforaciones se pueden reparar con un pronóstico favorable.

Otra complicación es la fractura del poste, que da lugar a la extracción del fragmento coronal dejando un pequeño fragmento del poste con incluso menos accesibilidad. Esta fractura reducirá la probabilidad de extracción y se produce con más frecuencia cuando se intentan extraer postes de titanio.

La utilización de ultrasonidos durante un largo periodo de tiempo puede generar cantidades excesivas de calor. El calor generado puede producir lesiones del ligamento periodontal. Esta lesión puede ser tan grave como para producir la pérdida dentinaria y ósea permanente. Por este motivo es necesario irrigar con agua periódicamente para enfriar la zona. Esto se explicará con mayor detalle en una sección posterior.

Recuperación del acceso al tercio apical

Esta parte del retratamiento no quirúrgico se complica por la gran variedad de materiales de obturación que se utilizan. Actualmente, la mayoría de los conductos radiculares se obturan utilizando gutapercha; sin embargo, se han utilizado y siguen utilizando otros muchos materiales. Las puntas de plata eran más populares hasta la década de 1970, y lamentablemente se siguen utilizando diversos tipos de pastas.

Durante el diagnóstico es muy importante determinar el tipo de obturación de

los conductos radiculares para reducir al máximo los imprevistos al realizar el retratamiento. Ocasionalmente no se pueden determinar esta información hasta alcanzar el orificio del conducto, por lo que se deben extremar las precauciones al realizar la apertura cameral para no remover partes de la obturación del conducto que podrían ser útiles para la extracción, como en casos obturados con vástagos sólidos.

Remoción de la gutapercha

Una de las principales ventajas de la elección de gutapercha como material de obturación de los conductos radiculares es su relativa facilidad de remoción. Cuando el conducto contiene gutapercha y un sellador o una obturación de cloropercha, es relativamente fácil extraer este material combinando la aplicación de calor o disolventes a la instrumentación mecánica. Si hay un vástago de plástico entonces no debe aplicarse calor para extraer la gutapercha coronal. Sin embargo, debe evitarse calentar excesivamente la raíz, para no lesionar el ligamento periodontal. Después de haber extraído tanta cantidad de gutapercha como haya sido posible con el *plugger* (calor), se eliminan los restos de gutapercha coronal con fresas Gates-Glidden. Se sonda el conducto, con una lima K de los #10 o 15. Se puede extraer o sobrepasar los conos de gutapercha si el conducto se ha obturado mal, evitando de esta manera el uso de disolvente. Si eso no es posible se debe utilizar un disolvente de gutapercha para extraer los restos del material del tercio apical del conducto.

Se han recomendado varios disolventes para deshacer y extraer la gutapercha durante el retratamiento, tales como cloroformo, metilcloroformo, eucaliptol, halotano, aguarrás modificado y xileno. Todos estos disolventes tienen cierto nivel de toxicidad, por lo que se deben evitar utilizarlos siempre que sea posible.

El disolvente seleccionado se introduce con una jeringa de irrigación en los tercios coronales de los conductos, que actuarán como reservorio del mismo. Posteriormente

se utiliza limas K manuales pequeñas (#15 o 20) para atravesar la gutapercha remanente y aumentar el área superficial de la gutapercha para mejorar su disolución. El uso de limas rígidas pre curvadas como la lima C+ (DENTSPLY Maillefer, Johnson City, TN) facilitan la técnica. Sin embargo, la gutapercha se debe extraer con cuidado para evitar sobre extender la mezcla resultante de gutapercha y disolvente más allá del foramen del conducto y para reducir al máximo el riesgo de dolor pos operatorio intenso. Para evitar la sobre-extensión de los materiales de obturación radicular en el periodonto, se recomienda realizar una radiografía para tener una medición preliminar cuando se alcanza la longitud estimada.

Cabe destacar que existe un sellador endodóntico a base de ionómero de vidrio (Ketac-Endo, 3M, Pymble, Australia), este sellador es prácticamente insoluble tanto en cloroformo como en halotano, y el retratamiento debe comprender la remoción de gutapercha y, posteriormente, el uso de ultrasonidos para limpiar las paredes del conducto.

Se ha demostrado que los localizadores de ápices son menos exactos en casos de retratamiento.

Se puede intentar extraer la gutapercha sobre extendida insertando una lima Hedstrom nueva en el fragmento apical extruido de la obturación radicular utilizando suaves movimientos horarios hasta una profundidad de 0.5 a 1mm mas allá de la constricción apical. Después se debe retirar la lima de manera lenta y firme sin rotación, extrayendo el material sobre extendido.

Se ha propuesto el uso de sistemas rotatorios para extraer la gutapercha de los conductos dado su mayor eficiencia y eficacia en la remoción de gutapercha de los conductos radiculares obturados. La literatura endodóntica generalmente ha respaldado este uso. Se disponen de varios tipos de sistemas rotatorios mecánicos para la remoción de gutapercha, incluyendo sistemas de limas rotatorias como el sistema ProFile (Dentsply Limited).

El sistema Canal Finder (Endo Technique

Co; Tustin,CA), que es un sistema de limas rotatorias de impulsión. tracción con un giro de un cuarto de vuelta, e instrumentos específicos para la remoción de gutapercha, como los instrumentos GPX (Brasseler, Savannah, GA), las limas de retratamiento ProTaper Universal (Dentsply Limited) y Mtwo R (Suecia y Martina, Padova, Italia) (Figura 18). Estos instrumentos mecánicos cortan la gutapercha y el sellador mientras termoplastifican la masa de gutapercha utilizando el calor generado por fricción para facilitar la remoción.

El análisis de la limpieza del conducto y de los detritus apicales extruidos, generalmente indica que no había diferencias entre la remoción manual y la mecánica de la gutapercha. Sin embargo, un estudio donde se utilizaron los instrumentos de Quantec SC (Tycom, Irvine, CA) observo que las limas manuales junto con disolventes limpiaban los conductos de manera más eficaz. Este hallazgo se ha repetido recientemente utilizando las limas de retratamiento ProTaper, se halló que las limas de retratamiento dejaban los conductos más limpios que las limas manuales.

Remoción del cono único de gutapercha con vástago sólido

Los sistemas de obturación del conducto con vástago sólido como Thermafil, Dens-Fil y el GT Obturator (DENTSPLY Tulsa Dental) se han hecho muy populares desde su aparición. El vástago introduce la gutapercha en el interior del conducto y la condensa mientras el material se está enfriando. Este sistema supone una técnica rápida y sencilla para la obturación de conductos radiculares con gutapercha caliente.

Se considera que el retratamiento del cono único de gutapercha de vástago sólido es más complejo y difícil que la remoción de la gutapercha sola debido a la presencia del vástago en el interior de la masa de la gutapercha. El material del vástago determinará la técnica que utilizar y la complejidad de la remoción. En este sistema se encuentran dos tipos de vástago: metálicos (acero inoxidable o titanio) y plásticos.

Es útil determinar la presencia de un vástago en conductos previamente obturados antes de iniciar el tratamiento. La radiografía preoperatoria puede mostrar esto porque las estrías de los vástagos de acero inoxidable se observaran en la radiografía. Sin embargo, los vástagos raras veces se pueden distinguir de la gutapercha, mientras que los de plástico nunca se distinguen.

Retratamiento de una endodoncia previa obturada con pastas

Se han utilizado diversas pastas como materiales de obturación del conducto radicular. Muchas de las pastas utilizadas contienen formaldehído y óxidos de metales pesados y, por tanto, son tóxicas y potencialmente nocivas para la salud del paciente, tanto locales como sistémicas, si se sobre extiende más allá del foramen apical del conducto radicular. Ninguna de ellas ofrece la posibilidad de sellar el conducto de manera eficaz y muchas imposibilitan el retratamiento del conducto. Radiográficamente suelen poderse distinguir por la ausencia de radio opacidad y por la presencia de espacios vacíos; además, generalmente también se observan la conformación inadecuada del conducto y un escaso control de la longitud.

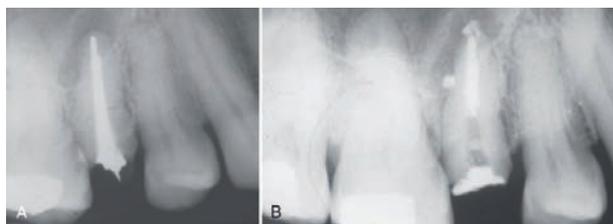
Con el fin de realizar el retratamiento, las obturaciones de pasta se pueden clasificar en blandas o duras, y todas ellas deben considerarse potencialmente tóxicas. Se debe tener mucho cuidado al remover la pasta para evitar su sobre extensión, el dolor pos operatorio potencialmente intenso y las posibles parestesias/disestesias por el potencial neurotóxico de la pasta. En general, la remoción de las pastas blandas es fácil mediante la instrumentación coronapical e irrigación abundante con hipoclorito de sodio (NaOCl) para minimizar la extrusión de material. Cuando la pasta es dura se plantea una mayor dificultad.

Remoción de puntas de plata

Históricamente el uso de puntas de plata en el tratamiento endodóntico ha sido muy popular y ha tenido bastante éxito, gracias a su facilidad de manipulación y colocación, su ductibilidad, su radio opacidad y el hecho de que la plata parece tener cierta actividad antibacteriana. Actualmente se considera fuera del estándar de calidad del tratamiento. La principal razón de este cambio es su corrosión con el paso del tiempo y la falta de sellado apical. Además, las puntas de plata no proporcionan un sellado tridimensional aceptable del sistema de conductos; simplemente actúan como un tapón en la constricción apical y no sellan los conductos accesorios presentes frecuentemente (Figura 11).

El primer paso para la remoción de las puntas de plata es establecer un acceso adecuado. Después de haber realizado una apertura cameral adecuada, el odontólogo debe inundar la cámara pulpar con un disolvente, como cloroformo, para reblandecer o disolver el cemento y facilitar la remoción. En este punto la técnica más sencilla y predecible es asir el extremo expuesto de la punta de plata con unos alicates de Stieglitz (Henry Schein, Melville, NY) o con otra pinza adecuada y desplazar suavemente para retirarla de la cámara pulpar. Si la punta de plata está trabada en el conducto, se pueden utilizar ultrasonidos de forma indirecta para aflojarla. Se fija la punta de plata con un par de pinzas y se vibra las pinzas mediante ultrasonido, no la punta directamente.

Figura 11.



A) Imagen preoperatoria de un caso de una punta de plata con enfermedad persistente. Obsérvese que la radiolucidez periapical se extiende coronalmente a lo largo de la cara distal del ápice radicular, lo que indica la presencia de un conducto lateral no obturado. B) la radiografía posterior a la obturación muestra el conducto lateral limpio y obturado (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Si no se puede extraer la punta de plata utilizando las técnicas anteriores, el odontólogo debe considerar el uso de limas Hedstrom para su remoción. Para utilizar las limas Hedstrom se requiere la presencia de un espacio longitudinal alrededor de la punta de plata. Los espacios que rodean la punta de plata se instrumentan cuidadosamente hasta el tamaño #15 y después se atornillan suavemente limas Hedstrom hasta la zona más apical posible. O se deben rotar demasiado para evitar su fractura. El diseño de las limas Hedstrom permite para evitar su fractura. Posteriormente, las limas se enroscan juntas y se traccionan a través del acceso.

En muchos casos una punta de plata se puede haber seccionado en una zona profunda del conducto para dejar espacio para el poste. En estos casos, en los que la poste. En esos casos, en los que la porción más coronal de la punta de plata está muy por debajo del orificio de entrada de los conductos, puede ser necesario utilizar fresas Gates Gliden. Para obtener un acceso en línea recta hasta la porción más coronal de la punta. Ocasionalmente, la porción apical de una punta de plata se fractura durante el intento de extracción. Si no se puede evitar o extraer, el caso debe finalizar y se deben realizar controles. En el futuro podría ser necesario realizar la cirugía apical o la exodoncia.

Remoción de instrumentos fracturados

Causas de fractura en los instrumentos

Durante el tratamiento no quirúrgico del conducto radicular un instrumento puede fracturarse dentro del conducto, bloqueando el acceso al tercio apical del conducto. Habitualmente se trata de algún tipo de lima o escariado, fresas Gates Gliden o Pecho, léntulos, termocompactadores o puntas de instrumentos manuales, como exploradores o espaciadores de gutapercha. Durante el retratamiento puede ser evidente después de finalizar el diagnóstico que hay un instrumento fracturado en el sistema de conductos, o puede ser evidente solo des-

pués de la extracción de los materiales de obturación radicular. Se ha descrito una incidencia de fractura de instrumentos manuales del 0.25%, en instrumentos rotatorios, oscila entre el 1.68% y el 2.4%.

Las causas más frecuentes de fractura de limas son el uso incorrecto, las limitaciones de las propiedades físicas, del instrumento, una apertura inadecuada, la anatomía del conducto radicular y posiblemente, defectos de fabricación. Se presenta una lista de razones para desechar un instrumento y sustituirlo por otro.

1. Cuando se observan defectos de superficie, como zonas brillantes o se desespera.
2. Cuando el uso excesivo ha hecho que el instrumento se curve o se doble. Una consideración importante con los instrumentos de NiTi es que tienden a fracturarse sin previo aviso; en consecuencia, es crítica una monitorización constante del número de usos del instrumento.
3. Siempre que haya sido necesario precurvarlo en exceso.
4. Si la lima se dobla accidentalmente durante su uso.
5. Si la lima se enrosca en lugar de curvarse.
6. Al observar corrosión en el instrumento.
7. Cuando las puntas de los compactadores son defectuosas o han sido calentadas en exceso.

Pronóstico

Un instrumento fracturado no implica la necesidad de realizar cirugía ni la extracción del diente. Realmente puede que el pronóstico no varíe en absoluto, dependiendo de la fase de instrumentación en la que se haya producido la fractura, el estado preoperatorio pulpar y de los tejidos perirradiculares, y la posibilidad de remoción o de sobrepasar la lima. La presencia de un instrumento fracturado en el conducto no predispone por sí misma a enfermedad pos tratamiento. Por el contrario, la presencia de tejido pulpar infectado y necrótico persistente en el conducto apical es el factor que determina el pronóstico. El resultado es mejor si la fractura se produce en las fases posteriores de la

instrumentación. Si la pulpa preoperatoria era vital y no estaba infectada ni había periodontitis apical, la presencia de un instrumento fracturado no debe afectar el pronóstico.

Técnicas de remoción

El microscopio es de suma importancia para la remoción de instrumentos separados. Este instrumento no solo aumenta la visibilidad mediante la magnificación e iluminación, sino que también aumentara la eficiencia y la seguridad de casi todas las técnicas.

Si la lima es visible clínicamente en el acceso coronal y se puede asir con un instrumento, como un mosquito o unas pinzas de Stieglitz, entonces se deben utilizar estos instrumentos para obtener una presa firme de la lima y extraerla a través de la preparación de la cavidad de acceso. Con frecuencia una lima se fractura en un punto más apical en el conducto, en el que la visibilidad es escasa. Se puede crear un acceso radicular en línea recta con la utilización de turbina y fresas Gates Gliden modificadas. Este proceso creara una plataforma de apoyo circunferencial para facilitar la utilización de ultrasonido.

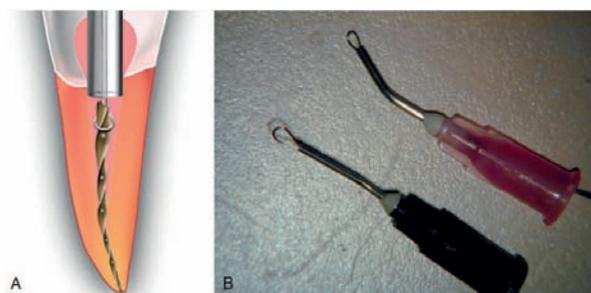
Se ha demostrado que los ultrasonidos son muy eficaces para la extracción de limas del conducto. La punta de ultrasonido se coloca sobre la plataforma de apoyo entre el extremo expuesto de la lima y la pared del conducto, y se la hace vibrar alrededor de la obstrucción en una dirección anti horaria que aplica una fuerza de desenroscado a la lima a medida que se la hace vibrar. Es prudente cubrir los orificios de los conductos abiertos adyacentes con bolitas de algodón o puntas de papel para impedir que el fragmento de lima extraído se introduzca en ellos, produciendo una complicación adicional del caso.

Si la aplicación directa de energía ultrasónica no afloja el instrumento fracturado lo suficiente para la extraerlo, se debe asir el fragmento y se debe recuperar. Esto se consigue con diversas técnicas, la mayoría de las cuales utiliza alguna variante de un microtubo la plataforma de apoyo se redu-

ce aún más mediante ultrasonido hasta que se expone una parte suficiente del instrumento fracturado para poder recuperarlo (aprox. 2-3 mm). Una técnica de microtubo relativamente sencilla es utilizar un tubo de acero inoxidable corto que se empuja sobre el extremo expuesto del objeto utilizado un movimiento de giro horario que produce un buen engranaje mecánico entre el instrumento fracturado, el tubo y la lima Heds-trom. Después se pueden extraer los tres instrumentos conectados tirando de ellos en dirección coronal.

Otra técnica es utilizar una aguja de calibre 25 junto a un alambre de ligadura de acero de 0.14 mm se corta la aguja para eliminar el extremo biselado y también el extremo opuesto para que ya no se extienda más allá del cono. Después se hacen pasar los dos extremos del alambre a través de la aguja desde el extremo de inyección hasta que se deslicen fuera del extremo del cono, creando un asa de alambre que se extiende desde el extremo de inyección de la aguja. Una vez que el asa ha pasado alrededor del objeto por recuperar, se utiliza un mosquito pequeño para tirar del asa de alambre hacia arriba y tensar alrededor de la lima, y después se extrae del conducto el montaje completo (Figura 12).²²

Figura 12



A) diagrama que ilustra el método del asa de alambre y tubo para la extracción de una obstrucción. El asa de alambre se coloca con cuidado alrededor de la obstrucción, se aprieta y después se extrae. B) la utilización de tubos de mayor diámetro y de alambre de ligadura de 0.11mm, de menor diámetro, mejorará la eficiencia de la técnica. (A, por cortesía de DENTSPLY Tulsa Dental, Tulsa, OK). (Imagen tomada de *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

Bibliografía

1. Gunnar Bergenholtz PHBCR. Endodoncia. segunda edición ed.: Manual Moderno.
2. Carlos Canalda Sahli EBA. Endodoncia, Tecnicas Clínicas y Bases Científicas;. tercera edición ed.: El Sevier Masson.
3. JL. G. Clinical Radiographic and Histologic Perspectives on Success and Failure in Endodontics. Dent Clin North Am. 1992; 36: p. 379-92.
4. S. S. Endodontology.. 2nd ed. Febiger La, editor. Philadelphia; 1988.
5. Sjogren U HBSGWK. Factors Affecting the Long-Term Results of Endodontic Treatment.. J Endod. 1990; 16: p. 498-504.
6. Kerekes K TL. Long Term Results of Endodontic Treatment Performed With a Standarized Technique.. J Endod. 1979; 5: p. 83-90.
7. Swartz D SAGJ. Twenty Years of Endodontic Success and Failure.. J Endod. 1983; 9: p. 198-202.
8. C. P. Diagnóstico del fracaso de los tratamientos de conductos radiculares.. Endod. 1993; 11: p. 57-63.
9. D. V. Failure of Endodontically treated Teeth. Clasification and Evaluation.. J Endod. 1991; 17: p. 338-42.
10. Allen RK NCBC. A statistical analysis of surgical and no surgical retreatment cases.. J Endod. 1989; 15: p. 261-266.
11. Kvist T RC. Results of Endodontic Retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures.. J Endod. 1999; 25: p. 814-817.
12. Endodontology. ESo. Consensus report of the European society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment.. Int Endod J.. 2006; 39: p. 921-30.
13. Nair PNR SUKKKGSG. intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study.. J Endod.. 1990; 16: p. 580-8.
14. Riccuci D SJJBAPFT. Histologic investigations of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from 24 patients.. J Endod.. 2009; 3: p. 493-502.
15. Lin LM RPLJ. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? J Am Dent Assoc.. 2005; 136: p. 187-93.
16. Nair PNR SH. Periapical actinomycosis. J Endod. 1984; 10: p. 567-70.
17. Sjögren U HRKKSG. Survival of Arachnia propionica in periapical tissues. Int Endod J. 1988; 21: p. 277-82.
18. Figdor D SUSSSGNP. Pathogenicity of Actinomyces Israelii and Arachnia propionica; experimental studies in guinea pigs and phagocytosis and intra-radicular killing by human polymorphonuclear leukocytes in vitro. Oral Microbiol Immunol.. 1992; 7: p. 129-36.
19. PNR. N. Non-microbial etiology: foreign body reaction maintaining post-treatment apical periodontitis. Endod Top.. 2003; 6: p. 96-113.
20. PNR. N. Non-microbial etiology: periapical cysts sustain post-treatment apical periodontitis. Endod Top.. 2003; 6: p. 114-34.
21. orstavik D PFTe. Essential Endodontology Prevention and treatmentn of apical periodontitis.. 2008.
22. Kenneth M. Hargreaves LHB. Cohen's Pathways of the pulp.. 11th ed. st. louis, missouri : el sevier ; 2016.
23. D. Ø. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. Int Endod J. 1996; 29: p. 150-5.
24. Kerosuo E ØD. Application of computerized image analysis to monitoring endodontic therapy: reproducibility and comparison with visual assessment. Dentomaxillofac Radiol. 1997; 26: p. 79-84.
25. Friedman SA. Endodontic retreatment. case selection and technique part I: criteria for case selections.. J Endod.. 1986; 12: p. 28-33. x

22. EMERGENCIAS EN ENDODONCIA

Rigoberto Alcalá Zermeño
Mario Uribe Campero
Fátima Cecilia Camberos Mercado
Angélica Méndez Valdivia

Los pacientes de emergencia son parte de la práctica dental general. Se calcula que aproximadamente el 85% de todas las urgencias dentales son el resultado de una enfermedad pulpar o periapical, y que se necesita realizar o bien una extracción o un tratamiento endodóntico para aliviar los síntomas.

Se considera urgencia endodóntica la presencia de dolor y/o tumefacción causada por diversas etapas de inflamación o infección de los tejidos pulpares y/o periapicales. Generalmente, el dolor dental proviene de caries, restauraciones profundas o defectuosas, o traumatismos.¹

Las urgencias endodónticas constituyen un desafío tanto diagnóstico como terapéutico. Es necesario conocer bien y dominar diferentes aspectos de la endodoncia. En caso contrario, pueden producirse consecuencias muy graves para el paciente. Un diagnóstico o tratamiento incorrecto no permitirán aliviar el dolor y podrían hasta agravar la situación, se debe conocer bien los mecanismos del dolor, la forma de manejar al paciente, el diagnóstico, la anestesia, el tratamiento y las medidas terapéuticas más adecuadas para el tejido duro y blando.² La mayoría de los casos el diferen-

ciar las causas o etiología del dolor es prolongado, ya que existen trastornos que no precisamente son de origen dental, como trastornos de la ATM, sinusitis, desórdenes neurológicos etc.; por lo que escuchar con atención al paciente es de suma importancia para el diagnóstico, si no es posible determinar una causa por la cual se presenta el dolor, no deberá iniciarse un tratamiento de conductos.³

Diagnóstico del dolor de origen endodóntico

La transmisión del dolor ontogénico esta intermediada por neuronas sensoriales periféricas del nervio trigémino. Estas inervan la pulpa dental, dentro de estas se forman fascículos nerviosos de fibras mielínicas y amielínicas, las mielínicas, llamadas fibras A inervan periódicamente a la dentina⁴ y se agrupan según el diámetro y la velocidad de conducción. Las fibras C inervan el cuerpo de la pulpa y sus vasos sanguíneos. Estas fibras son nociceptivas; y perciben estímulos nocivos, que avisan del daño tisular.

La mayoría de las fibras nerviosas mielínicas son A-delta, son relativamente grandes con una conducción rápida, entran en el conducto radicular y se dividen en ramas menores, que cursan en sentido coronal, a través de la pulpa; debajo de la capa odontoblástica pierden la mielina y se convierten en el complejo de Raschkow, enviando transmisiones nerviosas hacia la capa de células odontoblásticas. El dolor producido por estas fibras se percibe inmediatamente como dolor agudo momentáneo, estos signos clínicos significan que el complejo pulpo dentinario está intacto y es capaz de responder a una perturbación externa.⁵

Las fibras A-beta son de conducción aún más rápida, funcionan como mecanorreceptor que desencadenan reflejos de retirada para evitar fuerzas potencialmente dañinas,⁶ el enfriamiento repentino, los cambios hidrodinámicos, pueden estimular estas fibras.

Las fibras C son fibras con un umbral alto, situadas en el centro del estroma de la pulpa, estas no participan directamente en el complejo pulpodentinario, y se activan con menos facilidad, el dolor es sordo y mal localizado, aparece normalmente tarde como un dolor secundario, pueden activarse por el calentamiento o el enfriamiento intensos, y por estimulación mecánica de la pulpa, una vez activadas puede irradiar a cualquier lugar de la cara. El dolor ocasionado por una pulpa necrótica suele tener su origen en la estimulación de las fibras C.⁵

La realización de un diagnóstico correcto y un manejo efectivo del dolor dental agudo es, probablemente, uno de los aspectos más gratificantes y satisfactorios de la atención dental.⁷

La habilidad para diagnosticar diferentes cuadros de dolor dependen mucho del adiestramiento para identificar el origen de este ya que puede ser sistémico u odontogénico, debido a que el dolor es una entidad psicológica y biológica, el manejo del dolor dental agudo debe tener en cuenta tanto los síntomas físicos como también el estado emocional del paciente. Se deben comprender de forma compasiva las nece-

sidades, los temores y los mecanismos de adaptación del paciente.⁸

El dolor dental puede estar asociado con padecimientos que se manifiestan con dolor; es importante la evaluación de la historia dental, particularmente la historia de dolor en el diente señalado previo a la experiencia actual de dolor. La causa deberá de ser diferenciada de manera confiable como odontogénica o no odontogénica ya que numerosos padecimientos orofaciales pueden simular un dolor endodóntico (dolor por erupción dental, sinusitis, enfermedad periodontal, desórdenes neurológicos, entre otros) y producir una percepción sensorial errónea como resultado de la superposición entre las fibras sensoriales del trigémino y la inervación craneal y cervical adyacente.⁹

Las etapas metódicas para alcanzar un correcto diagnóstico, basadas principalmente en el motivo de consulta del paciente, la revisión de la historia clínica y los protocolos utilizados para un diagnóstico objetivo y subjetivo, nos revelaran hallazgos cruciales para develar signos y síntomas producidos exclusivamente por enfermedades inflamatorias pulpares o periapicales.

Una vez se ha determinado la necesidad de realizar un tratamiento endodóntico, le corresponde al clínico seguir las etapas correctas y necesarias para manejar la urgencia dental aguda de forma adecuada.¹⁰

Para identificar el cuadro clínico que está generando el dolor del paciente, se debe realizar y registrar a detalle un examen clínico y dental adecuado, recopilando los datos de la historia clínica, para que el clínico pueda establecer el proceso de diagnóstico como urgencia en endodoncia, una vez establecido este diagnóstico se pueda iniciar un tratamiento adecuado y lograr el éxito del tratamiento que dará como resultado el alivio del dolor del paciente.

El manejo del paciente deberá cubrir las necesidades de este de manera compasiva para poder lograr un vínculo y que se logre el éxito del tratamiento.¹¹

Anestesia

Durante el tratamiento de conductos radiculares, muchos pacientes presentan dolor como resultado de la ansiedad. Esta aprensión, junto con los efectos de la inflamación, disminuye su umbral del dolor y disminuye el efecto analgésico del anestésico local.¹²

La eliminación del dolor en el caso de las urgencias endodónticas, es frecuentemente afectado por pulpitis sintomáticas o periodontitis, debido a que el paciente está sometido a la sensibilización central (un aumento en la excitabilidad de las neuronas dentro del sistema nervioso central) y la sensibilización periférica (una reducción en umbral y un aumento de la capacidad de respuesta de los extremos periféricos de los nociceptores).¹³ Esta hipersensibilidad representa un reto para el control del dolor, especialmente cuando cambios morfogenéticos producidos por la inflamación neurogénica causan la resistencia de las fibras nerviosas a la anestesia.¹⁴

Cuando no se logra una anestesia local profunda, se debe a que productos ácidos de la inflamación o infección bajan el pH en el sitio de inyección y esto resulta en el fracaso de la anestesia local. Un motivo para que esto ocurra es que la mayoría de las moléculas del anestésico permanecen en su forma catiónica. Si los cambios en el equilibrio iónico fuesen los únicos factores que contribuyen a la dificultad de lograr anestesia en pacientes con inflamación local o infección, entonces utilizar el bloqueo troncular debería solucionar este problema.

Existe un tipo especial de canales de sodio en las fibras C, conocidos como resistentes a la tetrodotoxina (TTXr). Durante las reacciones neuro-inflamatorias, los canales de sodio cambian de ser sensibles a la tetrodotoxina a ser resistentes.

Una característica de relevancia clínica de estos canales de sodio es que son relativamente resistentes a la lidocaína.

Para evitar este problema el clínico debe tomar en cuenta el tipo y cantidad de solución anestésica que se requiere en estas condiciones. Se ha encontrado que la arti-

caína es más potente que la lidocaína para el bloqueo de los conductos TTXr y será el anestésico de elección al tratar con estos dientes.¹⁵

Diagnóstico y tratamiento

Dientes vitales

Los dientes vitales pueden tener una de las siguientes presentaciones:

- Normal: los dientes son asintomáticos, sin alteraciones patológicas objetivas.
- Pulpitis reversible: existe una sensibilidad reversible al frío y/o a los cambios osmóticos (p. ej. dulce, salado y amargo).
- Pulpitis irreversible: la sensibilidad a los cambios de temperatura es más intensa y con una duración más prolongada.

Hipersensibilidad

Se describe como una condición específica, definida como dolor originado en la dentina expuesta. Este dolor aparece en respuesta a estímulos térmicos, químicos, táctiles u osmóticos y no es causado por un defecto o enfermedad de diente. La hipersensibilidad es un síntoma complejo, y no una enfermedad verdadera, se debe a la transmisión del estímulo a través de la dentina expuesta.⁵

Pulpitis reversible

Los dientes con pulpitis reversible por lo general no son sensibles a la percusión, ni presentan movilidad, y radiográficamente no presentan evidencia de compromiso periapical. La molestia ocurre bajo estímulos como calor, frío, dulce o ácido, y desaparece inmediatamente al eliminar estos estímulos.¹⁶

La inflamación pulpar reversible indica que la pulpa está vital e inflamada, en un estado de hipersensibilidad dentinaria, y se puede predecir que la inflamación se va a resolver favorablemente al realizar una adecuada terapia que preserve la vitalidad pulpar. En la hipersensibilidad dentinaria el

dolor se define como de tipo dentinario y es descrito como breve y agudo, y no es más que la respuesta de una pulpa sana ante un irritante que actúa sobre la dentina expuesta.^{17, 18, 19}

La remoción conservadora del irritante y una posterior correcta restauración conseguirán eliminar los síntomas. Sin embargo, aquellos síntomas originados por dentina expuesta, específicamente a causa de una recesión gingival y de raíces expuestas cervicalmente, con frecuencia pueden ser difíciles de subsanar. La aplicación tópica de sustancias desensibilizantes y el empleo de determinados dentífricos han resultado útiles en el tratamiento de la hipersensibilidad de la dentina.²⁰

Pulpitis Irreversible

Este término se aplica cuando la pulpa está vital e inflamada, y a través de la evaluación se determina que la inflamación pulpar no puede resolverse aunque se intenten procedimientos terapéuticos conservadores.^{21, 22}

El diagnóstico de pulpitis irreversible se puede dividir en asintomática y sintomática. La pulpitis irreversible asintomática corresponde a un diente que no presenta síntomas, pero que tiene una caries profunda o pérdida de estructura dental que, si se deja sin tratar, conseguirá que el diente se convierta en sintomático o no vital (necrótico). Estos dientes causan un dolor intermitente o espontáneo, de forma que la exposición a temperaturas extremas, especialmente frías, desencadenará episodios prolongados e intensos de dolor, incluso después de eliminar o retirar la fuente del estímulo.

El dolor por una pulpitis irreversible sintomática suele ser un cuadro urgente que requiere un tratamiento inmediato que involucra el iniciar el tratamiento endodóntico para aliviar el dolor.²⁰

Es importante limpiar y conformar el sistema de conductos en toda su extensión, debido a que no es posible detectar clínicamente la extensión apical de la inflamación

pulpar y, en consecuencia, realizar un alivio predecible del dolor.

Desafortunadamente, en las situaciones de emergencia, el tiempo suele ser un factor importante, en ocasiones el clínico no dispone del tiempo suficiente, en estos casos, si la endodoncia se concluye en una sesión posterior, se deberá medicar colocando hidróxido de calcio intraconducto para reducir el riesgo de crecimiento bacteriano entre una cita y otra.

Las fuentes de infección, como restauraciones desajustadas o caries, deben ser removidas completamente. Si la inflamación pulpar llegó a extenderse a los tejidos periapicales, o en los casos donde una vez realizada la endodoncia el paciente presente dolor al ocluir, esto puede deberse a la salida de restos de limalla dentinaria hacia los tejidos periapicales durante la preparación biomecánica. En estos casos se recomienda utilizar analgésicos para el control de dolor, reducción del contacto oclusal y no se indica la prescripción de antibióticos.^{18, 23}

Dolor periradicular

La extensión de la enfermedad pulpar en los tejidos perirradiculares, adyacentes representa las causas más frecuentes de dolor. Los propioceptores del ligamento periodontal son capaces de localizar con precisión los estímulos de presión. Por tanto este dolor suele plantear pocas dudas diagnósticas, ya que el órgano dental afectado se localiza con facilidad y se asocia a absceso apical agudo o periodontitis apical agudo.⁵

Necrosis pulpar con absceso periapical agudo

En estas situaciones se observa un diente con pulpa necrótica, movilidad dentaria y sensibilidad a la percusión y a la palpación sobre apical, acompañado de edema, pudiendo estos hallazgos estar relacionados con una historia de dolor severo previo al edema.^{18, 23}

El tratamiento de la necrosis pulpar con síntomas periapicales debe involucrar la remoción total del tejido pulpar necrótico del sistema de conductos radiculares. El objetivo del tratamiento de emergencia en estos casos será la limpieza y conformación completa de los conductos, y la colocación de una medicación intraconducto de hidróxido de calcio, siempre que sea posible y el tiempo lo permita.^{24, 25}

Necrosis pulpar e Inflamación tisular

La extensión de la enfermedad pulpar a través del tejido periapical puede conducir a la infección de estos tejidos. La infección por su parte, se extiende a lo largo de líneas de menor resistencia, como el hueso medular, hasta que alcanza la lámina cortical, y donde ésta es más delgada, la atraviesa y se extiende a los tejidos blandos, resultando edema.¹⁹

La inflamación de tejidos blandos con absceso periapical agudo se puede encontrar en la sesión inicial de emergencia, como una agudización entre sesiones o como una complicación postendodóntica. La inflamación puede ser localizada o difusa, fluctuante o firme. La inflamación localizada está confinada al interior de la cavidad oral. La inflamación difusa o celulitis se caracteriza porque se extiende a los tejidos blandos adyacentes, separando los espacios a través de los planos faciales.³

La tumefacción se puede controlar estableciendo un drenaje a través del conducto radicular o realizando una incisión en la tumefacción fluctuante.

El punto clave para el manejo de estas infecciones es lograr drenar y remover la causa de la infección. Cuando la inflamación es localizada la vía de elección será drenar a través del conducto. La limpieza y conformación del conducto, acompañado de copiosa irrigación, son las claves para lograr el éxito, independientemente del drenado, debido a que las bacterias remanentes dentro del conducto comprometen la resolución de una condición aguda.³

Se debe permitir que drene hasta que

se detenga solo el drenado, entonces los conductos deberán secarse y ser medicados con hidróxido de calcio y permanecer sellados coronalmente.

Incisión para drenaje

A menudo es necesario establecer el drenaje de una tumefacción localizada en un tejido blando. Esto se puede conseguir mediante la incisión para drenaje del área,²³ que está indicada si la celulitis está indurada o es fluctuante.²⁶

Los principios básicos para la incisión y drenaje son los siguientes:

- Realizar la incisión en el sitio más fluctuante.
- Realizar disección con suavidad a través de los tejidos internos de la zona inflamada. Esto permite evacuar áreas de pus en zonas irregulares.
- Para facilitar el drenaje la herida debe conservarse limpia con colutorios de agua tibia con sal. La aplicación de calor en la zona infectada da como resultado vasodilatación de vasos sanguíneos, esto intensifica las defensas del huésped por el aumento de flujo vascular.³

Una tumefacción difusa puede convertirse en una urgencia médica que ponga en peligro la vida del paciente ya que la infección puede extenderse hasta atravesar los planos aponeuróticos, por lo que las estructuras vitales pueden quedar tan comprometidas que dificulten incluso la respiración.

Es esencial que el clínico esté en continua comunicación con el paciente para garantizar que la infección no empeora y que se proporciona atención médica en caso necesario. Hay que prescribir antibióticos y analgésicos, y realizar un seguimiento estricto del paciente durante los días siguientes o hasta que se produzca mejoría; en caso de que se muestren signos de toxicidad, fiebre elevada, letargia, cambios en el sistema nervioso central o afectación de la vía respiratoria, deben ser derivados a un cirujano oral o a un servicio médico para recibir atención inmediata.²⁷

Dientes con tratamiento endodóntico y dolor

El objetivo sigue siendo el mismo que para el tratamiento de los dientes necróticos: eliminar los contaminantes del sistema de conductos radiculares y establecer la permeabilidad apical para conseguir el drenaje.²⁸

El tratamiento de estas emergencias puede suponer un problema técnico y de consumo de tiempo. Esto ocurre principalmente cuando hay restauraciones extensas, incluyendo postes y muñones, coronas y puentes.²⁹

La viabilidad del retratamiento debe ser previsto ya que para conseguir el acceso a los tejidos periapicales a través de los conductos radiculares se requiere la remoción de la obturación y los postes, así como la superación de conductos bloqueados o con escalones; De lo contrario, si no se consigue completar el desbridamiento del conducto y no se logra el drenaje periapical, los síntomas dolorosos pueden continuar. Estos factores deben valorarse cuidadosamente antes de iniciar el tratamiento, ya que el retratamiento convencional no siempre es la mejor estrategia terapéutica.³⁰

Dolor referido

Se puede irradiar desde los dientes hacia otras estructuras, o desde lugares anatómicos distantes hasta los dientes. El dolor odontogénico agudo tiene muchas veces un componente que el paciente nota en uno o más dientes adyacentes. Es frecuente que el dolor referido guarde relación con una pulpitis irreversible, y muchas veces se percibe con una cefalea. La calidad viable, espontánea, mal localizada y pulsátil del dolor, junto con sus patrones de irradiación pueden imitar casi cualquier otro trastorno doloroso de la cara y cabeza.

Dolor no odontogénico

Si el origen es otro, el clínico se enfrenta con el reto de aclarar la verdadera causa del do-

lor. Para conseguirlo, el odontólogo tiene que conocer los mecanismos de dolor, las características clínicas de las categorías del dolor, los puntos de diferenciación que permiten identificar los distintos tipos de dolor, las características conductuales del dolor odontogénico y los signos de alarma cardinales de las odontalgias de origen no odontogénico.⁵

Manejo farmacológico del dolor pulpar y/o periapical

El dolor pulpar y periapical supone la presencia de procesos inflamatorios, de modo que la primera opción de analgésicos son los antiinflamatorios no esteroideos (AINE).³⁰

Se ha encontrado que el ibuprofeno, un AINE, es superior a la aspirina (650 mg) y el paracetamol (600 mg) con o sin codeína (60 mg) para el alivio del dolor moderado o intenso. El ibuprofeno tiene menos efectos secundarios que las combinaciones con opioides. No debería superarse la dosis máxima de 3,2 g durante un período de 24 h.^{31, 32}

Una combinación ideal para el manejo de dolor es alternar entre ibuprofeno y paracetamol. El efecto antiinflamatorio del ibuprofeno, combinado con el efecto sobre el SNC del paracetamol eliminara el dolor, además de reducir la inflamación y evitar la utilización de opioides. Parece ocurrir un efecto acumulativo y la dosis es alternarlos sin exceder los 4 gramos de paracetamol por día.

Para el manejo de pacientes con dolor, es de suma importancia tratar de usar frases que tengan un efecto positivo en el paciente con respecto al tratamiento farmacológico sugerido para poder lograr un efecto placebo y un resultado deseado.³

Bibliografía

1. Hasler JF, Mitchel DF: Analysis of 1628 cases of odontalgia: a corroborative study, J Indianap Dist Dent Soc 17:23 Jan 1963.

2. Mitchell DF, Tarplee RE: Painful pulpitis: a clinical and microscopic study, *Oral Surg* 13:1360, Nov 1960.
3. Rossman L, Hasselgren G, Wolcott J (2006) Diagnosis and management of orofacial dental pain emergencies En: Cohen S, Hargreaves K ed: *Pathways of the Pulp*, 9th edn; pp 40-58. St. Louis, MO, USA: Mosby Elsevier.
4. Ahlquist M, Franzen O; Pulpal ischemia in man; effects on detection threshold, A-delta neural response and sharp dental pain, *Endod Dent Traumatol* 15:6, 1999.
5. James W. Manejo de las urgencias endodónticas, Kenneth M. Stephen C. En: *Vías de la pulpa*. 2011. Ed Elsevier, 10^o edición. Barcelona, España; pp. 40.
6. Bayers MR, Narhi MVO; Dental injury models: experimental tools for understanding neuroinflammatory interactions and polymodal nociceptor functions, *Crit Rev Oral Biol Med* 10:4, 1999.
7. Bender IB: Pulpal pain diagnosis—a review, *J Endod* 26:175, 2000.
8. Gatchel RJ: Managing anxiety and pain during dental treatment, *J Am Dent Assoc* 123:37, 1992.
9. Holmes-Johnson E, Geboy M, Getka EJ: Behavior considerations, *Dent Clin North Am* 30:391, 1986.
10. Rugh JD: Psychological components of pain, *Dent Clin North Am* 31:579, 1987.
11. Estrela C, Holland R (2005) Tratamiento de la pulpa dentaria inflamada. En; Estrela C ed; *Ciencia Endodóntica*, 1^{ra} ed; pp 87-148. Sao Paulo, Brasil; Artes Medicas.
12. Walton R, Torabinejad M. (1997): Diagnóstico y plan de tratamiento, en: Walton R, Torabinejad M. *Endodoncia: Principios y práctica*, 2da edic. Mc Graw & Hill Interamericana, pp: 56 – 80
13. Woolf y Salter 2000: neuronal plasticity: increasing the gain in pain. *Science*. 2000 Jun 9; 288(5472):1765-9.
14. Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM, Velasco-Ortega E. Pain associated with root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 42, 614–620, 2009.
15. Moos H, Bramwell J, Roahen J (1996) A comparison of pulpectomy alone versus pulpectomy with trephination for the relief of pain. *Journal of Endodontics* 22, 422-5.
16. Selden HS, Parris L. (1970): Management of endodontic emergencies. *J Dent Child*; 37: 260 – 267
17. Massler M. (1967): Pulpal reactions to dental caries, *Int Dent J*; 17:441
18. Seltzer S, Bender I.B. (1975): *The Dental Pulp*, 2da. edic. J.B. Lippincott company, Filadelfia, pp 324- 347
19. Gluskin AH, Cohen AS, Brown DC. (1998): Orofacial dental pain emergencies: endodontic diagnosis and management, en: Cohen S. y Burns R. *Pathways of the pulp*. Edit. Mosby Co., pp: 20 – 48
20. James W. Manejo de las urgencias endodónticas, Kenneth M. Stephen C. En: *Vías de la pulpa*. 2011. Ed Elsevier, 10^o edición. Barcelona, España; pp. 41.
21. Trope M, Sigursson A. (1998): Clinical manifestations and diagnosis, en: Ørstavik D, Pitt Ford TR. *Essential Endodontology: Prevention and treatment of apical periodontitis*. Blackwell Science, London, pp: 157 – 174
22. Simon JHS, Walton RE, Pashley DH, Dowden WE, Bakland LK. (1996): Pulpitis pulpar, en: Ingle J I, Bakland LK. *Endodoncia*. 4ta edic, McGRAW & Hill Interamericana, México, pp: 439 – 459
23. Korzen BT, Pulver WH. (1978): Endodontic emergency treatment. *Ont Dent*, 55(6): 15 – 19.
24. Weine F. (1997): *Tratamiento Endodóntico*, 5a edic., Harcourt Brace., pp: 202 – 237
25. Dumsha T, Gutmann J. (1992 y 1998): Problems in managing endodontic emergencies, en: Gutmann J, Dumsha T, Lovdahl P, Hovland E. *Problem solving in endodontics: prevention, identification and management*, 2da. Ed, Mosby, St. Louis, pp: 174-189, pp: 229-252
26. Sandor GK, Low DE, Judd PL, Davidson

- RJ: Antimicrobial treatment options in the management of odontogenic infections, *J Can Dent Assoc* 64(7): 508-514, 1998. Jul-Aug. Comment in *J Can Dent Assoc*. 65(11):602, 1999 Dec.
27. James W. Manejo de las urgencias endodónticas, Kenneth M. Stephen C. En: *Vías de la pulpa*. 2011. Ed Elsevier, 10^o edición. Barcelona, España; pp. 45.
 28. Hasselgren G, Reit C: Emergency pulpotomy: pain relieving effect with and without the use of sedative dressings, *J Endod* 15:254, 1989.
 29. Peters LB, Wesselink PR: Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms, *Int Endod J* 35:660, 2002.
 30. Lee M, Winkler J, Hartwell G, et al: Current trends in endodontic practice: emergency treatments and technological armamentarium, *J Endod* 35(1): 35-39, 2009.
 31. Cooper SA, Beaver WT: A model to evaluate mild analgesics in oral surgery outpatients, *Clin Pharmacol Ther* 20:241, 1976.
 32. Jain AK, Ryan JR, McMahon G: Analgesic efficacy of lowdose ibuprofen in dental extraction, *Pharmacotherapy* 6:318, 1986.

23. RESTAURACIÓN POSTENDODÓNTICA

**Juan Pablo González Padilla
Alondra Irais González Gómez
María Natalia López Pérez**

Introducción

Durante el diagnóstico inicial de cualquier pieza dentaria, antes de pensarse en una endodoncia se debe evaluar la viabilidad de la rehabilitación de la pieza en cuestión de una manera funcional, estética y a un plazo considerable.

El mantenimiento de la salud periodontal también resulta fundamental para el éxito a largo plazo de los dientes endodonciados. Por tanto, es necesario evaluar el estado periodontal antes de comenzar la terapia endodóntica y la fase de restauración. Las siguientes condiciones deben considerarse críticas para el éxito del tratamiento:¹

- Tejido gingival sano.
- Arquitectura ósea y niveles de inserción normales que indiquen la buena salud periodontal.
- Conservación del espacio biológico y del efecto férula antes y después de las fases de endodoncia y restauración.

La Sociedad Americana de Endodoncia (SAE) ha propuesto la siguiente guía para la decisión acerca de la reconstrucción post-endodóntica que incluye:

- Cantidad de tejido dental remanente.

- Función oclusal.
- Antagonista.
- Posición del diente en la arcada.²

La terapia endodóntica es usada de manera rutinaria en la odontología contemporánea, pero una restauración satisfactoria es necesaria después de una endodoncia. Existe una variedad de materiales y técnicas para restaurar dientes endodonciados y cientos de estudios acerca de esto en la literatura dental publicada. A pesar de esto, este tema siempre ha sido complejo y controversial.³

Dientes tratados endodónticamente

Anteriormente se pensaba que los dientes tratados endodónticamente eran más frágiles debido a la pérdida de agua y de fibras colágenas, ahora, diferentes estudios contraponen esas conclusiones. Se descubrió que la pérdida de estructura de soporte debido a caries o restauraciones anteriores asociado con la preparación para el acceso son los

que se relacionan con la mayor ocurrencia de fracturas en dientes con endodoncia.⁴

El tratamiento endodóntico puede desembocar en la pérdida significativa y el debilitamiento de la estructura del diente. La parte de esta estructura que se pierde durante el tratamiento endodóntico aumenta el riesgo de fractura de la corona, y los mecanismos de la fatiga influyen en la fractura radicular con el paso del tiempo. Las restauraciones de los dientes endodonciados tienen como objetivo:¹ a) proteger el diente remanente frente a la fractura; b) prevenir la reinfección del sistema de conductos radiculares; c) reemplazar la estructura perdida del diente.

Efecto férula

Efecto férula: altura mínima de 1.5 a 2 mm de diente intacto en los 360 grados de circunferencia de la preparación, si no existe suficiente estructura remanente deberá pensarse en realizar alargamiento de corona o extrusión por ortodoncia para exponer más estructura dental.³

Cuando se restauran dientes tratados endodónticamente, la mayoría de las fallas aparecen por razones biomecánicas sobre las razones biológicas. Un efecto férula de por lo menos 1.5 mm ha sido recomendado para un éxito a largo plazo en restauraciones post-endodónticas.

Los dientes que cuentan con una estructura remanente mínima tienen un riesgo mayor de presentar las siguientes complicaciones clínicas:^{5,6}

- Fractura de la raíz.
- Filtración coronal-apical.
- Caries recurrente.
- Desprendimiento o pérdida del muñón o la prótesis.
- Lesión periodontal por invasión biológica del espacio.

En algunos casos se omite la colocación del poste para conservar mayor tejido dentario y pueden obtener el mismo éxito que las restauraciones realizadas con poste.

El estudio concluye que las piezas con

efecto férula de 2 mm de altura con o sin poste pueden sobrevivir a la carga por fatiga de la misma manera; en dientes sin efecto férula, el poste solo sirve como retención de la restauración.

Para que tenga éxito, la restauración debe cumplir cinco requisitos:

1. El efecto férula (altura de la pared axial de dentina) debe ser al menos de 2 o 3 mm.
2. Las paredes axiales deben ser paralelas.
3. La restauración debe rodear el diente por completo.
4. El margen debe estar en la estructura sólida del diente.
5. La corona y la preparación de la corona no deben invadir el aparato de inserción.¹

Postes

La SAE también menciona que el propósito primario y la indicación para colocar un poste es para retener la reconstrucción y esta sea usada para el soporte de la restauración final. El poste no refuerza el diente tratado endodónticamente, y no es necesario un poste cuando existe suficiente estructura dentaria después de preparar el diente. En la actualidad poner un poste puede predisponer al diente a una fractura.

Los postes deben proporcionar el mayor número posible de las siguientes características clínicas:

- Protección máxima de la raíz frente a la fractura.
- Retención máxima dentro de la raíz y recuperabilidad.
- Retención máxima del muñón y la corona.
- Protección máxima del sellado marginal de la corona frente a la filtración coronal.
- Estética agradable, cuando proceda.
- Elevada visibilidad radiográfica.
- Biocompatibilidad.

En dientes anteriores con crestas marginales, cúngulos, y bordes incisales intactos la colocación de una resina por lingual o palatal es el tratamiento de elección.²

En algún tiempo se pensó que el poste

reforzaba el diente, los estudios más contemporáneos sugieren que por el contrario el poste puede volver más débil el órgano dental.

En cuanto al sellado apical, la mayoría de los estudios resuelven en dejar 4-5 mm de gutapercha intacta, aunque esto afecte la longitud del poste, si se tiene que decidir entre un poste corto o eliminar más gutapercha, el sellado apical siempre tendrá la mayor importancia.

La técnica para desobturar más utilizada es con fresas Peeso o Gates Glidden a baja velocidad, cuidando no perforar o sobreacelerar los conductos.³

El poste debe ser utilizado y pensado solo para darle soporte a la reconstrucción del muñón en casos de pérdida excesiva de tejido dentario y no como un refuerzo del diente. Por lo contrario, el espacio de la remoción de tejido para la preparación del poste lo debilita e incrementa el riesgo de fracturas.⁷

Indicaciones para un poste

El principal propósito de un poste es retener la reconstrucción del muñón en un diente con pérdida extensa de tejido. Sin embargo, la preparación para dar espacio a un poste aumenta cierto riesgo al procedimiento restaurador ya que pueden ocurrir accidentes como una perforación.

Dientes anteriores

En los que la pérdida de estructura sea mínima pueden utilizarse restauraciones adheridas sin necesidad de un poste, ya que este no significaría ningún beneficio para el diente. Las restauraciones directas con composite se han utilizado en los dientes anteriores que no han perdido la estructura del diente más allá de la preparación de la apertura cameral. En tales casos, la colocación de una restauración directa con composite permite el sellado inmediato del diente, con lo que se previene la filtración coronal y la recontaminación con bacterias del sistema de conductos radiculares. En estudios in vitro se ha demostrado que la resistencia a la frac-

tura de pequeñas restauraciones es casi tan grande como la de los dientes intactos.⁸ Si la pieza va a ser restaurada con una corona se debe valorar la cantidad de tejido remanente después de realizar la preparación para la endodoncia y para la corona y decidir si se necesita un poste para la reconstrucción del núcleo.

Molares

Deben recibir protección cuspidéa, pero no necesariamente un poste, en caso de pérdida de 1 o 2 paredes podría necesitarlo para soportar el núcleo y este debe colocarse en el conducto más largo y amplio, normalmente el palatal en superiores y el distal en inferiores.

Premolares

Son piezas más propensas a fuerzas laterales que los molares. La cantidad de tejido remanente y las demandas de función son factores determinantes para decir que las premolares son las que necesitan poste con mayor frecuencia.

Principios Importantes para postes

Retención y resistencia

Retención de un poste se refiere a la resistencia a las fuerzas fraccionales verticales. Esta se ve influenciada por la longitud del poste, el diámetro, la forma, el cemento usado y si el poste es activo o pasivo.

Resistencia se refiere a la capacidad del poste y del diente a resistir las fuerzas laterales, esto está influenciado por la cantidad de diente remanente (efecto férula).

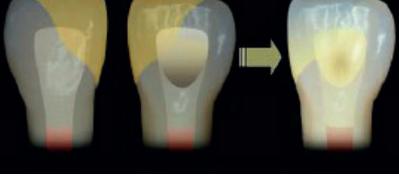
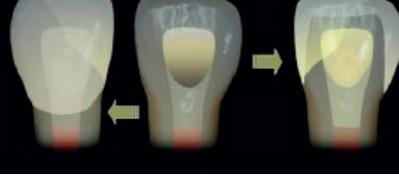
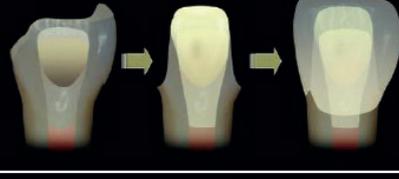
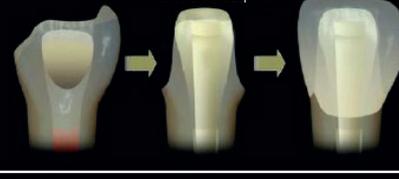
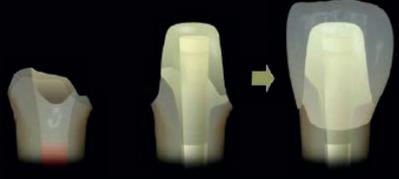
Modo de fallo

Todos los sistemas tienen un porcentaje de falla, pero los sistemas menos rígidos tienden a fallar de una manera reparable como los postes de fibra de vidrio.

Preservación de estructura dental

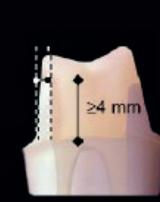
Siempre que sea posible debe conservarse la mayor parte de estructura dental remanente, y si se necesita, elegir un sistema de

Figuras 1 y 2. Recomendaciones actuales para el tratamiento de los dientes anteriores no vitales

Situaciones clínicas	Método conservador	
	Sin cambios de coloración o que responden al blanqueamiento	Cambios de coloración resistentes al blanqueamiento
Cavidad de acceso lingual, conservadora	± blanqueamiento (interno o externo) + composite directo 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 
Cavidades clase III (+ cavidad de acceso lingual conservadora)	± blanqueamiento (interno o externo) + composites directos 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 
Cavidad clase IV (+ cavidad de acceso lingual conservadora)	± blanqueamiento (interno o externo) + composites directos 	Composite directo (cavidad pulpar y cavidad de acceso), carilla o corona completa 
	Método protector	
	Sobremordida limitada y tensiones funcionales*	Sobremordida profunda y aumento de tensiones funcionales**
Caries grande, pero con medio diente remanente o más y efecto ferrule	Muñón adhesivo + corona completa 	Poste de fibra, cerámica o metal y muñón + corona completa 
Medio diente remanente o más y/o efecto ferrule limitado	Poste de fibra o metal, muñón y corona completa 	

*Función normal y orientación anterior; **parafunciones moderadas o graves y oclusión u orientación anterior anormales (Imagen tomada de Cohen vías de la pulpa. Décima edición. 2011).

Figuras 3 y 4. Recomendaciones actuales para el tratamiento de dientes posteriores no vitales.

Situaciones clínicas	Tensiones funcionales y laterales limitadas*		Tensiones funcionales y laterales aumentadas**
	Cavidad pequeña o método conservador	Cavidad grande o método conservador	
Clase I	 Composite directo clase I o inlay	 Overlay	
Clase II MO/OD	 Composite directo clase II o inlay	 Overlay	
Clase II MOD	 Composite directo clase II o inlay	 Overlay	
Clase II MOD	 Composite directo clase II o inlay	 Overlay	
	Conservador		Convencional o indicación estética
Medio diente remanente o más	 Endocoronas (cerámica o composite)	 Muñón de composite + corona completa	 ≥ 1/2
Medio diente remanente o menos	 Poste y muñón + corona completa		

*Anatomía relativamente plana y orientación de caninos, función normal; **orientación de grupo, anatomía oclusal brusca, parafunciones (Imagen tomada de Cohen *Vías de la pulpa*. Décima edición. 2011).

postes que elimine la menor cantidad de tejido.

Efecto férula

Es definido como una banda vertical de estructura dental por encima de la línea gingival de la preparación, adhiere cierta retención, pero principalmente provee resistencia para mejorar la longevidad. Según Stankiewicz y Wilson (2002), las piezas con 1mm de efecto férula tienen el doble de resistencia a la fractura que las que no contaban con él. Además, se ha demostrado que, en caso de fractura, éstas son más favorables o reparables cuando se contaba con efecto férula previamente.

Recuperabilidad

Es la capacidad de retratar la pieza en caso de algún fallo, los más fáciles de retirar son los de fibra de vidrio, después los metálicos y por último los cerámicos y de zirconia.

Tipos de postes

Activo contra pasivo

Los postes activos elevan su retención anclándose en las paredes del conducto mientras que los pasivos solo se retienen mediante el agente cementante, siendo mejor los segundos ya que no introducen más estrés en la raíz.

Paralelo contra cónico

Paralelos son más retentivos que los cónicos e introducen menos estrés a la raíz ya que tienen menos efecto de acuñamiento.

Postes y núcleos prefabricados

Los prefabricados normalmente están hechos de acero, níquel, cromo o titanio son muy rígidos y fuertes. No tienen elementos antirrotacionales porque son redondos. Se necesitan cementar con agentes adhesivos y podrían ser difíciles de retirar.

Postes y núcleo personalizados

Tienen en contra que necesitan dos citas, material temporal y costo de laboratorio. Son relativamente fáciles de retirar, pero

pueden ocasionar fracturas no reparables. Además de no ser estéticos para el uso de materiales libres de metal. Existe riesgo de contaminación del conducto en el tiempo de provisionalización mientras el laboratorio elabora el poste.

Postes de cerámica y zirconio

Tienen muchas desventajas, más débil que los metálicos, así que deben usarse de mayor grosor y por lo tanto retirar mayor tejido dental. Los de zirconia no pueden ser grabados y la adhesión no es tan buena. Retirarlos para un posible retratamiento es muy complicado y puede existir daño en las raíces.

Postes de fibra

Los de fibra de carbono fueron populares en los 90s, por hacerse en una sola cita y tener el mismo módulo de elasticidad de la dentina, los primeros eran oscuros, después los hicieron blancos por razones estéticas, son fáciles de remover.

Los de fibra de vidrio los han reemplazado casi por completo ya que tienen las mismas ventajas, pero son más estéticos.⁴

El poste debe ser suficientemente largo para cubrir las demandas biomecánicas, sin poner en peligro la integridad de la raíz. Los parámetros estándar de un diente después de la colocación de un poste con soporte periodontal normal son los siguientes:

- a) En caso de un cementado no adhesivo (sólo postes de metal):⁹
 - Dos tercios de la longitud del conducto.
 - Extensión radicular al menos igual a la longitud coronal del muñón.
 - La mitad de la longitud de la raíz soportada en hueso.
- b) En caso de cementado adhesivo (postes de fibra):^{10, 11}
 - Entre un tercio y la mitad de la longitud del conducto, como máximo.
 - Una extensión radicular similar a la longitud coronal del muñón.

Reconstrucción

Sorensen reportó un alto grado de falla en

piezas posteriores restauradas sin una protección cuspídea, por ello se aconseja en todos los casos posteriores que involucren alguna cúspide realizar la protección de la misma para evitar posibles fracturas.³

Factores restaurativos que afectan el pronóstico de una endodoncia

La contaminación del conducto por saliva a menudo se refiere a una falta de sellado coronal y es una falla endodóntica potencial. La caries recurrente o fractura de restauraciones pueden conducir a la recontaminación del sistema de conductos. La manera de prevenir esto es manteniendo el sellado de los conductos, ya sea colocando la restauración lo más pronto posible o de no ser posible, sellar la entrada de los mismos con un material como ionómero o resina.

Existe suficiente evidencia científica acerca de la necesidad de protección cuspídea en dientes posteriores.⁴

Maccari en su estudio de comparación de postes de fibra de vidrio, cuarzo y colados concluyó que los metálicos tienen mayor resistencia a la fractura, pero cuando esta sucede la mayoría de los casos no es reparable, por lo contrario, los otros dos materiales en todos los casos la fractura resulto reparable.¹²

Tradicionalmente los dientes endodonciados se han tratado con poste metálico y corona completa, esto ha sido estudiado y con un buen porcentaje de éxito, el problema viene cuando esto falla y muchas de las veces no es posible repararlo por la poca cantidad de tejido que nos queda y el riesgo a fracturas irreversibles.

Además, fabricar una corona implica varios pasos técnicos (alargamiento de corona, poste, impresión, provisional, etc.) que incrementa el costo y tiempo de tratamiento.

Ahora se sabe que la colocación de un poste no refuerza el diente, por el contrario, lo vuelve más frágil.

Los avances en odontología adhesiva han contribuido a cambiar la idea de diente con endodoncia igual a diente con corona, ahora se busca conservar la mayor cantidad de tejido con la odontología mínimamente invasiva sin la necesidad de agregar elementos retentivos y por consecuente en caso de falla tener la oportunidad de retratar el diente con buenas expectativas.

Tratamientos como resinas directas, indirectas u overlay cerámicos son de elección en muchos de los casos de dientes con endodoncia, si fuera necesario colocar un poste, éste sería de fibra de vidrio.¹³

Cementación

La técnica de grabado total para la cementación de postes en la actualidad es obsoleta, por el daño que ocasiona frecuentemente el grabado ácido y la difusión de los adhesivos al periodonto. Afortunadamente existen otras alternativas como los cementos de resina autoadhesivos, que pueden emplearse no solo para postes de fibra de vidrio, sino para cualquiera que sea el material del poste. Otra opción como material de cementación es el ionómero de vidrio, cemento también seguro y biocompatible.¹⁴

Conclusiones

Dietschi, en 2008, realizó una revisión de artículos de 1990 a 2005 sobre reconstrucción postendodóntica y obtuvo algunas conclusiones:¹⁵

- Existe suma importancia en la conservación del mayor tejido remanente para asegurar la retención y el posible retraimiento en caso de ser necesario.
- Conservar u obtener el efecto férula para mejorar las funciones biomecánicas.
- Cuando se tiene el tejido suficiente, no es necesario un poste y cuando este se utilice, los de fibra de vidrio son los indicados solo para dar soporte al núcleo de reconstrucción, no para fortalecer el diente.
- La cementación adecuada es con materia-

les autograbantes, autoadhesivos y de curado dual.

Bibliografía

1. Dieder D, Bouillaguet S, Sadan A. Restauración del diente endodonciado. In Kenneth H. Hargreaves SCyLB. Vías de la pulpa. Barcelona, España: Elsevier; 2011. p. 777-807.
2. Steier L. A new perspective on the endodontic restoration continuum. *Endodontic Therapy.* ; 3(2): p. 12-15.
3. M. MS. Restoration of endodontically treated teeth, *Dent Clin N AM. Den Clin N AM.* 2004;(48): p. 397-416.
4. S. SR. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of endodontics.* 2004; 30: p. 289-301.
5. Nicopoulou-Karayianni K BULN. Patterns of periodontal destruction associated with incomplete root fractures. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997; 26: p. 321.
6. DE V. Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J. Endodo.* 1991; 17: p. 338.
7. F. Z. Effect of ferrule and post placement on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *Journal of Dentistry.* 2013;; p. 207-215.
8. Reeh ES DW. Stiffness of endodontically treated teeth related to restoration technique. *J Dent Res.* 1989; 68: p. 540-544.
9. Goodacre CJ SK. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. II. Maintaining the apical seal. *J. Prosthodont.* 1995; 51(4).
10. Dietschi D DOKISA. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature—Part 1—Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007; 38: p. 733-743.
11. Reeh ES DWMH. Stiffness of endodontically treated teeth related to restoration technique. *J Dent Res.* 1989;(68): p. 540-544.
12. Cesar MP. Fracture Strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *Journal Compilation.* 2007; 19: p. 30-36.
13. Giovanni TR. Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: from direct composite to endocrowns. *The European Journal of Esthetic Dentistry.* 2013; 8: p. 156-179.
14. Cedillo Valencia JdJ. ADM. 2011; 68: p. 196-206.
15. Didier D. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature. *Quintessence International.* 2008; 39: p. 117-129. x

24. TRAUMATISMOS DENTALES

Norberto Juárez Broon
Álvaro Cruz González

Introducción

Las lesiones traumáticas de los dientes ocasionan daños en muchas estructuras dentales y perirradiculares, provocando que el tratamiento y las consecuencias de estas lesiones sean multifactoriales, la mayoría de estos traumatismos suceden en un grupo de edad que va de los 7 a los 12 años debido a caídas y accidentes domésticos o escolares, se presentan principalmente en la región anterior de la boca, afectando a la arcada maxilar más que a la mandibular. Los traumatismos graves, como los accidentes de automóvil, pueden afectar a cualquier diente y ocurrir a cualquier edad.¹

En niños de edad preescolar (0 a 6 años), las lesiones ocurren principalmente por caídas y generalmente en el ambiente del hogar durante el día. En niños de edad escolar (7 a 15 años), las lesiones principalmente son el resultado de empujones, golpes y caídas, éstas generalmente ocurren en la escuela o en áreas deportivas en el transcurso del día. En adolescentes y adultos las lesiones, son resultado de empujones o golpes, que comúnmente suceden durante tiempo libre de los afectados.²

La primera atención del paciente trauma-

tizado en carácter de emergencia, genera complicaciones adicionales por el compromiso emocional que acompaña al paciente y a sus familiares, por consiguiente, no siempre es posible establecer un diagnóstico y una conducta clínica definitiva en esa sesión. El carácter provisorio del diagnóstico inicial requiere conocimiento, cautela, y buen juicio, en la selección de los procedimientos para esta sesión. Por lo general los pacientes con traumatismo dentario acuden al consultorio con dolor y lesiones faciales asociadas, tampoco es raro que hayan sido atendidos en un consultorio médico y que hayan perdido un tiempo precioso para la atención de la lesión dentaria.³

La anamnesis con el paciente y su acompañante debe ser cuidadosa, las informaciones relacionadas con la causa, el lugar y el momento del accidente puede ser particularmente importantes para identificar la naturaleza del traumatismo y orientar los procedimientos terapéuticos inmediatos, así como sugerir las características y la gravedad de las secuelas. La presencia de dolor, su origen e intensidad, también son datos importantes y se relacionan con el estado de la pulpa. Al comenzar la valoración es importante prestar atención al trauma de los

tejidos blandos de la cara y los labios y llevar a cabo una limpieza de las áreas, la hemostasia de algún punto hemorrágico y la desinfección de los tejidos lacerados en especial cuando estos cuidados no se han concretado.³

Clasificación de las lesiones dentarias

Las lesiones dentarias han sido clasificadas de acuerdo a gran variedad de factores, tales como etiología, anatomía, patología o consideraciones terapéuticas. La clasificación actual se basa en un sistema adoptado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Aplicación de la Clasificación Internacional de Enfermedades en Odontología y Estomatología. Sin embargo, a fin de completarla, ha sido necesario definir y clasificar algunas entidades de trauma que no fueron incluidas en el sistema propuesto por la OMS.²

La siguiente clasificación incluye lesiones dentarias, a estructuras de soporte, encía y mucosa oral y está basada en consideraciones anatómicas, terapéuticas y de pronóstico. Esta clasificación puede ser aplicada a la dentición permanente y temporal, el número de código está de acuerdo a la Clasificación Internacional de Enfermedades 1995.²

Lesiones a los tejidos duros dentarios y la pulpa

- Infracción del esmalte: Una fractura incompleta (grieta) del esmalte sin pérdida de estructura dentaria.
- Fractura de esmalte (fractura coronaria no complicada). Una fractura limitada al esmalte con pérdida de estructura dentaria.
- Fractura de esmalte-dentina (fractura coronaria no complicada). Una fractura limitada al esmalte y dentina con pérdida de estructura dental.
- Fractura de esmalte-dentina-pulpa: Una fractura que involucra esmalte y dentina

con pérdida de estructura dentaria y exposición pulpar.

Lesiones a los tejidos duros dentarios, la pulpa, ligamento periodontal y proceso alveolar

- Fractura corono-radicular: Una fractura que involucra esmalte, dentina y cemento. Puede o no exponer la pulpa.
- Fractura radicular: Una fractura que involucra dentina, cemento y la pulpa. Las fracturas radiculares pueden posteriormente ser clasificadas según el desplazamiento del fragmento coronario.
- Fractura de la pared del alvéolo mandibular o de la pared del alveolo maxilar: Una fractura del proceso alveolar que compromete la pared vestibular del alvéolo.
- Fractura del proceso alveolar mandibular o del proceso alveolar maxilar: Una fractura del proceso alveolar que puede o no comprometer el alvéolo.

Lesiones a los tejidos de soporte

- Concusión: Una lesión que afecta a las estructuras de soporte del diente, sin movilidad anormal, pero con marcado dolor a la percusión.
- Subluxación (aflojamiento): Una lesión que afecta a las estructuras de soporte del diente, resultando en movilidad aumentada, pero sin desplazamiento del diente.
- Luxación extrusiva (dislocación periférica, avulsión parcial). Desplazamiento parcial del diente fuera de su alvéolo.
- Luxación lateral: Desplazamiento del diente en una dirección diferente a su eje axial. El desplazamiento está acompañado de fractura conminuta, o fractura de la cortical ósea vestibular o de la palatina lingual.
- Luxación Intrusiva (dislocación central). Desplazamiento del diente en el interior del alvéolo. Esta lesión está acompañada de fractura conminuta o fractura del alvéolo.

- Avulsión (desarticulación). El diente está completamente desplazado fuera de su alvéolo.

Lesiones a la encía, mucosa oral y piel

- Abrasión: Una herida superficial producida por roce o raspado de la piel o mucosa, dejando una superficie rasgada, sangrante.
- Contusión: Un hematoma sin pérdida de continuidad en la piel o mucosa. Hemorragia subcutánea o submucosa en el tejido. Una contusión puede estar circunscrita al tejido blando, pero puede también indicar la existencia de una fractura ósea subyacente.
- Laceración: Una herida superficial o profunda penetrante en el tejido blando, por lo general ocasionada por un objeto afilado. Puede haber ruptura de los vasos sanguíneos, nervios, músculos e involucra glándulas salivales. Es más comúnmente observada en labios, mucosa oral y encía. Raramente compromete la lengua.
- Avulsión de tejido blando: Lesiones de avulsión (pérdida de tejido) son raras, pero pueden observarse en heridas producto de mordidas o como resultado o de una muy profunda y extensa abrasión.

Fracturas coronarias (Lesiones a los tejidos duros dentarios y pulpa)

Infracción del esmalte

(Infracción de la corona)

La infracción es una ruptura de los prismas del esmalte sin pérdida de estructura dentaria, que se extiende desde la superficie del esmalte al límite amelodentinario.² Son lesiones que conllevan poco riesgo de producir una necrosis pulpar. El seguimiento meticoloso durante años es la medida preventiva endodóntica más importante en estos casos. Si durante el seguimiento cambia la reacción a las pruebas de sensibilidad, o si en alguna evaluación radiológica se observa signos de periodontitis apical o perirradicular, o parece que la raíz ha detenido su desarrollo o se

está obliterando, debe considerarse una intervención endodóntica.¹

Fractura del esmalte, fractura de esmalte-dentina (fractura no complicada de la corona)

La fractura no complicada de la corona puede definirse como una fractura solo del esmalte o del esmalte y la dentina, sin exposición pulpar. Probablemente esta es la lesión dental más frecuente. Se calcula que representa como mínimo de un tercio a la mitad de todos los traumatismos dentales, son lesiones con poco riesgo de provocar una necrosis pulpar.¹

Hay dos cosas importantes, la primera es que todos los túbulos dentinarios expuestos deben cerrarse lo antes posible, si no se dispone del fragmento fracturado o si no es posible unirlos y no hay tiempo para la restauración completa con composite en la visita de urgencia debe realizarse una cobertura temporal de toda la dentina expuesta para evitar la entrada de bacterias a los túbulos, además de reducir las molestias del paciente. La segunda cuestión es el grosor de la dentina restante, si la dentina mide más de 0.5 mm de grosor, el diente puede tratarse con la restauración de elección, que incluye grabado y adhesión, sin prestar especial atención a la pulpa. No obstante, si la dentina restante tiene un grosor inferior, una capa protectora de hidróxido cálcico [Ca (OH)₂] de fraguado duro en la zona más profunda de la exposición de la dentina reduce, si no previene completamente, la inflamación reactiva de la pulpa subyacente.^{4, 5, 6, 7, 8}

Fractura de esmalte-dentina-pulpa (fractura complicada de la corona)

Las fracturas complicadas de la corona se producen en el 0.9-13% de todas las lesiones dentales.^{9, 10} Si no se establece un tratamiento, una fractura coronal con afectación de la pulpa invariablemente terminará en necrosis pulpar.¹¹ Las dimensiones de la fractura requieren de un examen clínico minucioso, en la mayoría de los casos el color rojo vivo del tejido pulpar expuesto denuncia la extensión de la lesión.

Los cambios térmicos provocan dolor y el examen radiográfico permite determinar el estadio de desarrollo radicular. La elección del procedimiento clínico adecuado a cada caso depende de algunos factores, como el tiempo que la pulpa estuvo expuesta a la cavidad bucal, el tamaño de la exposición y el grado de desarrollo radicular.³

Después de una lesión lo primero que ocurre en la pulpa dental es la aparición de hemorragia e inflamación local. Normalmente, las lesiones inflamatorias que aparecen después son de tipo proliferativo, aunque también pueden ser destructivas. En estas lesiones, si el impacto de los residuos contaminados es obvio, cabe esperar que durante las 24 h posteriores al trauma aparezca una respuesta de tipo proliferativo, con una inflamación que no alcanza más de 2 mm en el interior de la pulpa dental. Con el tiempo, la exposición a las bacterias provocará una necrosis local de la pulpa, así como una lenta diseminación apical del proceso inflamatorio pulpar.¹

Las opciones terapéuticas para las fracturas coronales complicadas son: recubrimiento pulpar, pulpotomía parcial, pulpotomía y pulpectomía.

a) Recubrimiento de la pulpa (*capping*)

Es la colocación directa de un preparado medicamentoso sobre la pulpa expuesta sin extirpar el tejido blando.¹³ No existen indicaciones para el recubrimiento pulpar. El índice de éxitos de este procedimiento (80%), comparado con el de la pulpotomía parcial (95%),^{3,4} sugiere que el recubrimiento superficial de la pulpa no estaría indicado después de las exposiciones pulpares traumáticas.

El índice más bajo de éxitos no es difícil de comprender si se tiene en cuenta que poco después de la exposición traumática aparece una inflamación superficial. Aunado a que el sellado coronario hermético antimicrobiano es mucho más difícil de conseguir en los recubrimientos pulpares superficiales porque no existe la profundidad de la cavidad presente en las pulpotomías parciales. Pulpotomía parcial: La pulpotomía parcial consiste en la extirpación coronal del teji-

do pulpar en la pulpa sana. En los traumatismos este nivel se puede determinar con precisión por el conocimiento de la reacción pulpar después de una lesión traumática. Este procedimiento se conoce también como pulpotomía de Cvek. Las indicaciones de la pulpotomía parcial son las mismas que las del recubrimiento pulpar. La técnica consiste preparar en la pulpa una cavidad de 1-2 mm de profundidad mediante una fresa de diamante estéril de calibre apropiado y con abundante agua para enfriar la zona. Si se produce una hemorragia abundante, la pulpa debe amputarse hasta que la hemorragia sea moderada. El exceso de sangre ha de eliminarse con suero fisiológico estéril o una solución anestésica y, a continuación, secar bien la zona con un algodón estéril. Se ha recomendado utilizar hipoclorito sódico (NaOCl) al 5% (NaOCl; lejía) para lavar la herida pulpar. Se mezcla una fina capa de Ca(OH)₂ puro con solución salina estéril o anestésica para obtener una mezcla espesa y se coloca cuidadosamente sobre el muñón pulpar. La cavidad preparada se rellena con el material con mejor sellado hermético antibacteriano (óxido de cinc-eugenol o cemento de ionómero de vidrio) nivelado con la superficie fracturada. El material de la cavidad pulpar y todos los túbulos dentinarios se graban y restauran con la resina compuesta cementada. Asimismo, una vez obtenida la hemostasia, la pulpa puede recubrirse con MTA.

b) Pulpotomía

La pulpotomía completa consiste en extirpar la pulpa de la corona hasta llegar a los orificios radiculares. Este grado de amputación pulpar se elige de modo arbitrario según la conveniencia anatómica. Por tanto, puesto que la pulpa inflamada se extiende en ocasiones más allá de los orificios del conducto radicular y penetra hasta los conductos, se producen más «errores» en el tratamiento de una pulpa inflamada que en el de una no inflamada. En los casos en que existe una inflamación pulpar que afecta a grados más profundos de la pulpa coronal. Asimismo, este tratamiento puede estar indicado en los pacientes con exposición secundaria

por caries o con exposición postraumática (transcurridas 72 h). Debido a la probabilidad bastante razonable de que el recubrimiento se lleve a cabo sobre pulpa inflamada, la pulpotomía completa está contraindicada en dientes maduros. Tras la administración de anestesia, se coloca un dique de goma y se realiza una desinfección superficial. La pulpa de la corona se elimina como en la pulpotomía parcial, aunque sólo hasta los orificios radiculares. El recubrimiento con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, el sellado hermético antibacteriano y la restauración de la corona se llevan a cabo del mismo modo que en la pulpotomía parcial.

c) Pulpectomía

La pulpectomía consiste en la extirpación de la pulpa dental hasta el foramen apical. Este tratamiento está indicado en las fracturas complicadas de la corona en dientes maduros si las condiciones no son ideales para realizar una terapia de la pulpa vital o se prevé que la restauración del diente requerirá colocar un poste. Esta técnica no difiere del tratamiento de conductos radiculares en un diente vital sano que no haya sufrido traumatismo.

Manejo de la pulpa no vital

Dientes inmaduros: apicoformación

El tratamiento de la pulpa no vital se realiza en dientes con ápices abiertos y paredes dentinarias delgadas en los que mediante la instrumentación clásica no es posible crear un tope apical que facilite una obturación efectiva del conducto. La mayoría de dientes no vitales se infectan, la primera fase es desinfectar el sistema del conducto radicular para asegurar la cicatrización periapical. Primero, se calcula la longitud del conducto con una radiografía preoperatoria, y después acceder a los conductos se coloca una lima de esa longitud. Cuando se confirma la longitud con una radiografía, se realiza un limado muy suave con una abundante irrigación con NaOCl al 0,5%, se avanza hasta la longitud apical con una aguja de irrigación para desinfectar los conductos, luego se seca el conducto con conos de papel y en su

interior se vierte una mezcla blanda de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con un léntulo espiral. La acción desinfectante adicional del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es efectiva hasta, por lo menos, 1 semana de su aplicación, pasada la cual se puede continuar el tratamiento.

El tratamiento posterior no debe diferirse más de 1 mes, puesto que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ podría eliminarse a través de los fluidos de los tejidos por el ápice abierto.

Formación de una barrera de tejido duro apical

Método tradicional

La formación de barrera de tejido duro en el ápice requiere un entorno semejante al de la formación de tejido duro en el tratamiento de una pulpa vital, es decir, un ligero estímulo inflamatorio que inicie la cicatrización, y un entorno sin bacterias, para asegurar que la inflamación no sea progresiva. Se aplica $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para obturar por completo el conducto radicular, éste se retira de la cavidad y se coloca una obturación provisional, en la radiografía el conducto debe aparecer como si se hubiera calcificado, lo que indica que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lo ha obturado todo. Posteriormente se hace una radiografía cada 3 meses para valorar si se ha formado un tope de tejido duro y si el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se ha eliminado del conducto radicular. Esto se confirma si el conducto puede verse nuevamente en las radiografías. Hay que evitar recambios frecuentes del $\text{Ca}(\text{OH})_2$, puesto que, al parecer, la toxicidad inicial del material puede retrasar la cicatrización.¹⁴ Cuando el odontólogo cree que la formación de la barrera de tejido duro está presente, se elimina el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto radicular con NaOCl y se toma una radiografía para valorar la densidad radiológica apical y se procede a explorar suavemente y buscar la barrera en el ápice utilizando una lima de un calibre que permita acceder con facilidad a este nivel. Cuando la radiografía confirma la presencia de un tope de tejido duro, y es posible comprobarla mediante el sondaje con un instrumento, el conducto radicular está listo para su obturación.

Barrera de MTA (Mineral trióxido agregado)

La creación de una barrera fisiológica de tejido duro con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aunque es bastante predecible, tarda de 3 a 18 meses.

Se emplea MTA para crear una barrera de tejido duro inmediatamente después de la desinfección de los conductos. Se puede colocar sulfato cálcico o hidróxido de calcio a través del ápice para proporcionar una barrera extrarradicular reabsorbible contra la cual se empaqueta el MTA, que se mezcla y se coloca en los 3 a 4 mm apicales del conducto. Una vez totalmente fraguado el MTA, se obtura todo el conducto con un material de obturación, o bien se obtura inmediatamente, porque los fluidos tisulares del ápice abierto proporcionan la suficiente humedad para asegurar que el MTA fraguará correctamente.

La elección del tratamiento depende del estadio del desarrollo del diente, el tiempo transcurrido entre el accidente y el tratamiento, la presencia de una lesión periodontal concomitante y el plan del tratamiento de la restauración. En un diente inmaduro, la pérdida de la vitalidad de la pulpa tiene consecuencias catastróficas. La necrosis deja al diente con unas paredes dentinarias muy delgadas y susceptibles de fracturarse tanto durante como después de llevar a cabo el procedimiento de apicoformación. Debe intentarse mantener la vitalidad del diente al menos hasta que el ápice y la raíz cervical hayan terminado su desarrollo. La extirpación parcial de la pulpa en un diente maduro no es tan significativa como en uno inmaduro, puesto que en estos casos la pulpectomía cameral se asocia a un porcentaje elevado de éxito.

Durante las 48 h posteriores a una lesión traumática, la reacción pulpar inicial es de tipo proliferativo y el proceso inflamatorio no afecta a más de 2 mm de la pulpa dental. Sin embargo, después de 48 horas la zona inflamada progresa en dirección apical, así como las posibilidades de contaminación bacteriana directa de la pulpa, por tanto, a medida que pasa el tiempo disminuye la probabilidad de preservar la vitalidad de la

pulpa dental. La existencia de una lesión periodontal altera la irrigación de la pulpa dental. Este hecho es de gran importancia en los dientes maduros, en los que la posibilidad de supervivencia de la pulpa no es tan buena como en los dientes inmaduros.¹²

Al contrario de lo que ocurre en un diente inmaduro, que son enormes las ventajas de preservar la vitalidad de la pulpa dental, en uno maduro la pulpectomía constituye una opción terapéutica viable. No obstante, y si se lleva a cabo bajo condiciones óptimas, una terapia conservadora de recubrimiento de la pulpa después de exposiciones traumáticas también puede tener éxito.

Fracturas corono-radiculares

(Lesiones a los tejidos duros, pulpa, ligamento periodontal y proceso alveolar)

- Fractura coronal. Antes se tenía la idea de que las fracturas coronales tenían un mal pronóstico, por lo que se recomendaba su extracción. Actualmente diversas investigaciones ya no avalan este tratamiento; si se ferulizan correctamente los fragmentos coronales, las probabilidades de curación no son diferentes de las observadas en la fractura radicular apical o radicular media. Si la fractura ocurre en la cresta del hueso alveolar o por encima de ésta, el pronóstico es entonces muy negativo. Si no es posible reinsertar los segmentos fracturados, está indicada la extracción del fragmento coronal. En estos casos, hay que valorar la posibilidad de hacer una restauración según el grado de la fractura y la longitud de la raíz restante. Si el segmento radicular apical no es lo bastante largo, puede efectuarse una extrusión ortodóntica del mismo para poder llevar a cabo una restauración.
- Fractura corono-radicular. Se trata de una complicación más periodontal que endodóntica. El diente puede ser tratado mediante alargamiento coronario para lograr una restauración coronal con buen sellado, o bien, extraerse ortodóntica o quirúrgicamente para tratar la su-

perficie expuesta de la fractura radicular.

- Fractura radicular. Afecta al cemento, dentina y pulpa dental. Estas lesiones son relativamente poco frecuentes y representan menos del 3% del total de las lesiones odontológicas.¹⁵ Los dientes inmaduros con pulpas vitales raramente sufren fracturas radiculares horizontales. Cuando una raíz se fractura en sentido horizontal, ocurre un desplazamiento del segmento de la corona de grado variable; sin embargo, por regla general el segmento apical no se desplaza, debido a que no existe interrupción de la circulación pulpar apical, en este tipo de fracturas la necrosis pulpar del segmento apical es un trastorno que se observa en raras ocasiones. La necrosis pulpar del segmento coronal es secundaria a su desplazamiento y se observa en un 25% de los casos.¹⁶ El tratamiento es la reimplantación de los segmentos con el máximo grado posible de proximidad. En caso de desplazamiento grave del segmento coronal, la extensión apical con frecuencia se aloja (si no lo perfora) en el hueso cortical vestibular al diente. No será posible forzar la corona vestibularmente y los dos segmentos no se alinearán adecuadamente. La única forma de lograr la reaproximación de los dos segmentos es liberar el segmento coronal del hueso estirándolo ligeramente hacia abajo con presión del dedo o unas pinzas de extracción y luego, una vez suelto, girarlo hasta su posición original. El protocolo de ferulización recomendado es mediante férula semirrígida durante 2-4 semanas. Si ha transcurrido un largo período de tiempo entre la lesión y el tratamiento, probablemente no será posible reimplantar los segmentos cerca del lugar que ocupaban antes de la fractura, con lo que empeora el pronóstico del diente a largo plazo.
- Fracturas radiculares en el tercio medio y apical: Se produce una necrosis pulpar permanente en el 25% de las fracturas radiculares. Inicialmente, es probable que, en muchos casos, la pulpa del segmento coronal se necrose después de la lesión,

pero luego, debido a una abertura apical muy grande en el segmento coronal, la revascularización es posible si los segmentos están bien reposicionados. En casi todos los casos, la necrosis aparece tan sólo en el segmento coronal y el segmento apical. En la mayor parte de los casos, en el nivel apical del segmento coronal la luz pulpar es lo suficientemente amplia como para poder efectuar un tratamiento a largo plazo con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o un tapón apical de MTA.

- Fracturas verticales: Se asocia a dientes con tratamiento endodóntico. El desgaste excesivo de la corona durante la abertura contribuye para que estas fracturas se produzcan más frecuentemente. Su diagnóstico no es fácil, las partes fracturadas unidas, sustentadas por los tejidos de soporte, dificultan el diagnóstico. Cuando el diente afectado tiene vitalidad pulpar es común que el paciente manifieste dolor a la presión masticatoria. Si el diente afectado está despulpado, puede ocurrir que el diagnóstico se establezca después cuando ya está involucrado el periodonto.³ La sensibilidad durante las pruebas de percusión y movilidad puede sugerir de modo muy incisivo la existencia de fractura. En algunos casos la fractura es visible a los rayos X, en otros en especial cuando divide al diente en sentido mesiodistal, el examen radiográfico no aclara el diagnóstico. Un área radiolúcida en torno de toda la raíz es un signo característico de estas fracturas. A pesar de numerosas tentativas, hasta el momento los tratamientos propuestos para fracturas verticales no aportaron resultados alentadores.³

Examen clínico-radiográfico y diagnóstico de los traumatismos dentales

Los traumatismos dentales deben siempre considerarse una emergencia y ser tratados

inmediatamente. Un buen tratamiento dependerá de un buen diagnóstico. No siempre es posible establecer un diagnóstico definitivo debido al compromiso emocional de paciente y familiares.

Al examinar un trauma dental se deben considerar las siguientes características:

- Dirección del impacto.
- Labios involucrados.
- Resistencia de las estructuras periodontales.

Durante la anamnesis se debe obtener información relacionada con el trauma que involucran: Nombre del paciente, edad, sexo, dirección y número telefónico. Además de ¿Cuándo sucedió?, ¿Dónde sucedió?, ¿Cómo sucedió?, si fue tratado anteriormente, lesiones dentales previas y el estado general de salud, con el propósito de orientar el procedimiento inmediato y determinar la gravedad de las secuelas.

Atención especial requiere el trauma de los tejidos blandos, en que se realizará una limpieza de las áreas afectadas, hemostasia, y desinfección de tejidos lacerados con antisépticos. En primer lugar, se inspeccionará y explorará la extensión del tejido dental comprometido, es decir, el esmalte, esmalte/dentina, esmalte/dentina/cemento, respuesta pulpar y grado de movilidad.

Todas las lesiones deben ser examinadas radiográficamente para identificar el estado de desarrollo radicular y las lesiones que afectan la raíz del diente, además de las estructuras periodontales.

Lesiones traumáticas

Concusión

Lesión de las estructuras de soporte del diente sin pérdida de sustancia dental ni desplazamiento. El diente reacciona a la percusión, movilidad leve y ausencia de signos clínicos y/o radiográficos de daño. Se deben revisar los labios por una posible laceración. El tratamiento es mediante antiinflamatorios, higiene y masticación. La sintomatología desaparecerá en pocos días. Es indispensable obtener una radiografía para descartar una

fractura radicular que servirá. Por lo general no existen secuelas, sin embargo, es posible calcificación por tanto debe realizarse un control clínico-radiográfico de 6 meses a 2 años. La necesidad de una intervención endodóntica dependerá de los signos, síntomas y observaciones radiográficas.

Subluxación

Lesión de las estructuras de soporte del diente que produce ruptura de algunas fibras del ligamento periodontal sin movilidad anormal o exagerada y sin desplazamiento dental clínico-radiográfico. El diente se encuentra en posición normal en la arcada, lo que elimina la posibilidad de confusión con la luxación. Presenta movilidad moderada en dirección horizontal, responde positivo a la percusión, su característica general es edema y sangrado.

Se recomienda prescribir antiinflamatorio para aliviar los síntomas, como tal no existe tratamiento local, se hace énfasis en la higiene oral y la masticación. En caso de encontrar lesiones en los tejidos blandos se debe reubicar y suturar. Si existiera movilidad dental intensa, se recomienda una contención semirrígida por un período de 2 semanas.

Una de las secuelas frecuentes en estos dientes es la calcificación del conducto radicular o alteraciones del color de la corona. Se recomienda un control radiográfico y en caso de observar que existe un depósito acelerado de dentina realizar el tratamiento de conductos radiculares, antes de que la obliteración del conducto impida realizarlo.

El daño radicular que se observa en la subluxación es leve, por lo cual rara vez existirá reabsorción radicular. En caso de que se produzca una reabsorción inflamatoria progresiva, se debe efectuar el tratamiento de conductos en dos sesiones previa medicación con hidróxido de calcio por 60 días, antes de la obturación definitiva.

Intrusión

Desplazamiento del diente dentro de su alveolo causado por un golpe axial. Por lo regular esta lesión va acompañada de frac-

tura del alvéolo. En el examen radiográfico se observa una pérdida o reducción de espacio del ligamento periodontal. Ésta lesión en conjunto con la avulsión, se encuentra dentro de los traumatismos más graves del sistema de soporte. La característica de la intrusión es que existe desalineación oclusal debido a que la corona del diente está sumergida dentro del alveolo tanto parcial o total, puede llegar a confundirse con una avulsión. En esta lesión existe sangrado debido a la ruptura de vasos sanguíneos del ligamento periodontal. La mayoría de los dientes intruidos no presentan sensibilidad a la percusión y no presentan movilidad alguna. En los niños, debido a la menor longitud radicular, es más probable que exista mayor desplazamiento, lo que hace que el porcentaje de intrusión sea mayor.

El tratamiento en dientes permanentes con rizogénesis incompleta llega a presentarse la erupción espontánea, por lo que se recomienda no realizar reposición ortodóncica o quirúrgica. En caso de una intrusión de 6-8 mm o más, además de los problemas estéticos y funciones, se encuentra el daño a los tejidos blandos y el compromiso periodontal, los cuales contraindican la espera de la re-erupción, por tanto, lo ideal es realizar una reubicación quirúrgica. El paciente recibirá indicaciones sobre alimentación adecuada, higiene, así como terapéutica que incluya antiséptico bucal para control de placa, antibiótico por 7 días para la protección sistémica que evite infecciones y anti-inflamatorio para el control del dolor e inflamación.

En los dientes permanentes con formación radicular completa es poco frecuente una re-erupción, debido a que es menos la posibilidad de que el diente regrese a su posición original. En casos donde la intrusión sea no mayor de 5 mm y sin fracturas alveolares, la reubicación será ortodóncica y el movimiento deberá efectuarse entre 3 a 4 semanas para poder realizar posteriormente el tratamiento de conductos radiculares, previa medicación con hidróxido de calcio para prevenir reabsorciones.

En caso de una intrusión mayor de 5 mm con fractura alveolar o no, el tratamiento ideal será la reubicación quirúrgica. En este procedimiento, bajo anestesia local, el diente se toma con los dedos y en caso de utilizar fórceps se tomará de manera que solo se toque la porción coronal sin tocar la radicular.

El control clínico debe ser cada 2-3 días y de no existir alteraciones, se realizará el tratamiento de conductos para disminuir la reabsorción inflamatoria, previa medicación con hidróxido de calcio por 60-90 días.

Las secuelas de los dientes intruidos son cambio de color, desviación coronaria, detención parcial o completa de la formación radicular. En los dientes permanentes existe daño pulpar irreversible y en los dientes con rizogénesis incompleta mayor supervivencia.

Extrusión

Desplazamiento parcial del diente fuera de su alveolo, se puede observar el borde incisal del diente desplazado de la línea oclusal de los dientes vecinos. Existe ruptura de fibras periodontales por lo cual se detecta movilidad exagerada y hemorragia. Radiográficamente se observa incremento del espacio periodontal o posible fractura radicular.

El tratamiento en dientes permanentes se realiza al considerar que si el desplazamiento es de 1-2 mm, lo mejor es mantener al diente en su nueva posición, adecuarlo estéticamente. En caso de existir movilidad acentuada, se podrá colocar una férula semirrígida.

Si el desplazamiento es mayor a 3 mm, se recomienda que se reposicione el diente con una suave presión digital bajo anestesia local así como una adecuada asepsia antes y después de dicho tratamiento. Una vez hecho el desplazamiento hacia la posición ideal, se mantendrá bajo presión digital de 2 a 3 minutos y ferulizar inmediatamente.

Entre menor sea el tiempo transcurrido del trauma a su atención, será más fácil la reposición. En casos donde el tiempo transcurrido sea mayor a 4 horas, es complicada su reposición debido a que el coágulo ocupa el

espacio periodontal y no permite el retorno del diente a su posición, por tanto, un fragmento del coágulo se quedará disperso en el ligamento y dará más riesgo de inflamación, dificulta la reparación y propicia reabsorciones. Los dientes extruidos presentan en mayor porcentaje, una reducción del diámetro del conducto, por lo que se indica el tratamiento de conductos radiculares, existe la posibilidad de vitalidad pulpar en dientes con rizogénesis incompleta.

Luxación

Desplazamiento excéntrico del diente, acompañado de fractura del alveolo. Se identifica el desplazamiento del diente dentro de la boca y en ocasiones cuando la lesión es grave, se percibe el ápice mediante presión digital de la mucosa vestibular, por lo general se da en palatino. Por lo general la lesión no se presenta en un solo diente, sino en dos o más debido a la lesión traumática, por tal motivo se coloca una férula inmediata.

Esta férula se utiliza para reducir de manera temporal la movilidad y mantener en la posición adecuada cualquier diente que haya sido reposicionado. Cuando se utilizan férulas rígidas serán dirigidas a casos donde existan fracturas de tejidos duros y se utilizará de 8 a 12 semanas. En los casos de férulas semirrígidas están indicadas en trauma de tejidos de soporte dental y se utilizarán de 2 a 3 semanas.

El tratamiento indicado es la reposición inmediata, colocándose el diente mediante presión digital y mantenerse inmóvil por 4-5 minutos. Se recomienda fijarlo con una férula rígida durante 8 semanas y en caso de no existir fractura, se recomienda una férula semirrígida.

Avulsión

Es la salida del diente fuera de su alveolo y que ocasiona daño en el aparato de inserción y necrosis pulpar. El diente queda «separado» de su alvéolo principalmente por desgarro del ligamento periodontal que deja células del ligamento periodontal vitales en la mayor parte de la superficie radicular.¹

Cuando las células del ligamento perio-

dontal permanecen unidas a la superficie radicular y no se han secado, las consecuencias de la avulsión son mínimas.^{17, 18} Las células del ligamento periodontal hidratado mantendrán su viabilidad y permitirán el reimplante con mínima inflamación.

El tratamiento tiene por objeto evitar o minimizar los efectos de las dos principales complicaciones del diente avulsionado, que son la lesión al aparato de soporte y la infección de la pulpa dental.

El tratamiento en el lugar del accidente es reimplantar el diente (desde que sea posible) o mantenerlo en un medio apropiado. El factor más importante para tener éxito en el reimplante, es que se realice lo más rápido posible.¹

Los medios de conservación son leche, saliva (en el vestíbulo de la boca o en un recipiente con saliva), suero salino fisiológico y agua. El agua es el medio más desaconsejable porque el entorno hipotónico causa rápidamente lisis celular y aumenta la inflamación.

El tratamiento del diente avulsionado en el consultorio dental será preparar el alveolo, raíz, diente, construir una férula funcional y administrar antibióticos locales y sistémicos. La preparación de la raíz va depender del grado de maduración del diente (ápice abierto o cerrado) y del tiempo que el diente ha permanecido seco. Se considera que un tiempo seco por más de 60 min es improbable para la supervivencia de las células del ligamento periodontal.

En dientes con ápice abierto y un tiempo menor a 60 min fuera de boca, el tratamiento se inicia con la limpieza de la raíz. Se utiliza agua o solución fisiológica y se reimplanta de manera cuidadosa. En dientes con ápice cerrado no es posible la revitalización, pero si el diente permaneció seco durante menos de 60 min y fue reimplantado o colocado en un medio adecuado, la probabilidad de cicatrización periodontal existe. Es más importante la posibilidad de una respuesta inflamatoria intensa si se retrasa el reimplante y en casos que permanecieron seco por un espacio menor a 15-20 min se considera óptimo.

En dientes con ápice cerrado y un tiempo mayor a 60 minutos fuera de boca, el tratamiento es preparar la raíz para que resista la reabsorción lo máximo posible (intentando retrasar el proceso de sustitución ósea). Estos dientes se deben sumergir en ácido durante 5 min para eliminar todo el ligamento periodontal remanente y de este modo suprimir al tejido que originaría la respuesta inflamatoria en el reimplante. A continuación, se sumerge el diente en fluoruro estañoso al 2% durante 5 min y se reimplanta. Se puede realizar el tratamiento de conductos radiculares extraoralmente.¹

Se recomienda una fijación semirrígida durante 1-2 semanas, una vez colocada la férula, se toma una radiografía para comprobar la posición del diente, se ajusta la oclusión para que el diente no quede en posición traumática. Una semana es suficiente para crear un soporte periodontal que mantenga el diente avulsionado en posición.¹⁹ Por tanto, la férula se retira de 1 o 2 semanas. La única excepción es cuando la avulsión se acompaña de fractura alveolar, en cuyo caso se aconseja una ferulización de 4 a 8 semanas.¹⁹

Referencias bibliográficas

- Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. *Vías de la Pulpa*, 2011. Elsevier Mosby. 11/a. edición, Estados Unidos.
- Andreasen JO, Andreasen FM. *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth*. 1993, Mosby, Third edition, Estados Unidos.
- Soares IJ, Golberg F. *Endodoncia Técnica y fundamentos*. 2003 Panamericana, 1/a. edición. Argentina.
- About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent*. 2000; 29: 109-17.
- Cox CF, Tarim B, Kopel H, Galip G, Hafez A. Technique sensitivity: biological factors contributing to clinical success with various restorative materials. *ADR*. 2001; 15: 85-90.
- Ersin NK, Eronat N. The comparison of a dentin adhesive with calcium hydroxide's a pulp-capping agent on the exposed pulps of human and sheep teeth. *Quintessence Int*. 2005; 36: 271-80.
- Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjör IA. Remaining dentine thickness and human pulp responses. *Int Endod J*. 2003; 36: 33-43.
- Sübay RK, Demirci M. Pulp tissue reactions to a dentin bonding agent as a direct capping agent. *J Endod*. 2005; 31: 201-4.
- Canakci V, Akgül HM, Akgül N, Canakci CF. Prevalence and handedness correlates of traumatic injuries to the permanent incisors in 13 17-year-old adolescents in Erzurum, Turkey. *Dent Traumatol*. 2003; 19: 248-54.
- Tapias MA, Jimenez-Garcia R, Lamas F, Gil AA. Prevalence of traumatic crown fractures to permanent incisors in a childhood population: Mostoles, Spain. *Dent Traumatol*. 2003; 19: 119-22.
- Takehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effect of surgical exposures on dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1965; 20: 340-9.
- Andreasen JO. Luxation of permanent teeth due to trauma, A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *Scand J Dent Res*. 1970; 78: 273-86.
- Arakawa M, Kitasako Y, Otsuki M, Tagami J. Direct pulp capping with an auto-cured sealant resin and a self-etching primer. *Am J Dent*. 2003; 16: 61-5.
- Lengheden A, Blomlöf L, Lindskog S. Effect of delayed calcium hydroxide treatment on periodontal healing in contaminated replanted teeth. *Scand J Dent Res*. 1991; 99: 147-53.
- Zachrisson BU, Jacobsen I. Long-term prognosis of 66 permanent anterior teeth with root fracture. *Scand J Dent Res*. 1975; 83: 345-54.
- Jacobsen I, Kerekes K. Diagnosis and treatment of pulp necrosis in permanent anterior teeth with root fracture.

Scand J Dent Res. 1980; 88: 370-6.

17. Andreasen JO. Effect of extra-alveolar period and storage media upon periodontal and pulpal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg.* 1981; 10: 43-53.
18. Söder PO, Otteskog P, Andreasen JO, Modér T. Effect of drying on viability of periodontal membrane, *Scand J Dent Res.* 1977;85:164-8.
19. Trope M. Clinical management of the avulsed tooth: present strategies and future directions. *Dent Traumatol.* 2002;18:1-11.

25. CIRUGÍA ENDODÓNTICA

**Gustavo Martin del Campo Plascencia
Luis Gerardo Gascón Guerra
Mario Bernal Llamas**

El tratamiento endodóntico no quirúrgico del conducto radicular es una opción altamente predecible en la mayoría de los casos, ha demostrado ser un procedimiento muy exitoso cuando el caso es diagnosticado, tratado y restaurado correctamente. Si un diente no tratado quirúrgicamente falla en su reparación y la razón del fracaso es de origen endodóntico y no de naturaleza periodontal, traumática o restaurativa, la cirugía endodóntica es la siguiente elección ya que está indicada para dientes con patologías perirradiculares persistentes que no han respondido a la terapia convencional.¹ El objetivo principal de la cirugía apical es eliminar una porción de una raíz con complejidades anatómicas cargadas de restos de tejido y microorganismos o para sellar el conducto cuando no se puede realizar un complemento completo mediante medios no quirúrgicos.¹

Los microorganismos que se alojan en los conductos radiculares obturados pueden provocar fracasos en el tratamiento endodóntico, para erradicar los microorganismos del sistema de conductos debe tratarse nuevamente, sin embargo el tratamiento no quirúrgico puede no ser factible desde el punto vista técnico, financiero y los fracasos

podrían estar causados por factores localizados fuera del conducto radicular como microorganismos que colonizan los tejidos periapicales, quistes y reacciones a cuerpos extraños, en estos casos se puede considerar un abordaje quirúrgico para el retratamiento.^{2,3}

La complejidad de la anatomía del sistema de conductos radiculares y la presencia de biopelícula apical puede comprometer la eficacia de la terapia convencional en la reducción de los microorganismos y sus subproductos, generando el fracaso del tratamiento. La cirugía apical está indicada en los casos cuando todos los recursos disponibles ya fueron utilizados sin resultados favorables que conduzcan a la reparación tisular de la región apical y ante la imposibilidad de un retratamiento endodóntico.⁴ La intervención quirúrgica endodóntica ha surgido en los últimos 150 años como una modalidad de tratamiento significativa en la retención de los dientes sanos, actualmente se considera un procedimiento altamente predecible y relativamente indoloro.⁵ Actualmente la microcirugía endodóntica, incluyendo el uso de iluminación de alta potencia y ampliación, la preparación de la cavidad del extremo radicular con ultrasonido y material de obturación biocompatible

ha presentado resultados favorables con una tasa de éxito de aproximadamente el 90%. Al 92%,^{6,7} el uso rutinario del microscopio al momento de la cirugía ha logrado identificar anomalías del tercio apical, como conductos laterales, istmos entre conductos y conductos no tratados.

La cirugía endodóntica se debe dividir en dos categorías en cirugía apical y cirugía perirradicular, la cirugía apical consta de apicectomía y obturación retrógrada, la cirugía perirradicular incluye todos los procedimientos que se requieran para resolver las complicaciones radiculares, como manejo de fracturas radiculares, extrusiones intencionales, trasplantes, reimplantes, hemisección y amputación radicular.^{8,9}

El éxito del tratamiento de conductos y de la cirugía apical depende de la completa remoción del tejido patológico y del sellado del ápice radicular,⁸ para mejorar el procedimiento quirúrgico, se pueden considerar tres factores: a) mejora el equipo e instrumentos técnicos, b) la técnica quirúrgica y c) la selección apropiada de casos.¹⁰

Para realizar este tipo de cirugía es muy importante utilizar todos los recursos tecnológicos disponibles (Gagliani y col., 2005) como son ultrasonido y el microscopio operatorio.^{4,10,11} El éxito de la cirugía periapical suele estar determinado por los signos radiológicos y los signos y síntomas clínicos,¹² además, tiene una tasa de éxito mejor una

primera intervención.¹³ Un estudio realizado en 2012 demuestra que cinco años después de la cirugía apical, 129 de 170 dientes tenían un éxito 75.9%.

Clasificación de los casos

- Ausencia de lesión, pero persistencia de síntomas luego de haber realizado todo tipo de tratamientos no quirúrgicos.
- Presencia de pequeñas lesiones apicales sin afecciones periodontales
- Presencia de una lesión apical grande que progresa en sentido coronal sin producir bolsa periodontal
- Es una clase C pero con bolsa periodontal.
- Lesión periapical con una comunicación endodóntica y periodontal pero sin fractura radicular.
- Diente con lesión apical y con completa reabsorción de la tabla ósea vestibular.

Las clases D, E y F representan dificultades para su manejo y técnicas periodontales adicionales (Fig. 1).²²²

Indicaciones de cirugía endodóntica

La cirugía endodóntica está indicada cuando los síntomas clínicos como dolor continuo (dolor a la palpación y percusión), inflamación periapical, presencia de fistula y radio-

Figura. 1. Clasificación de casos en cirugía endodóntica



Imagen tomada de *Atlas de microcirugía en endodoncia*, 2009.

lucidez periapical o no regeneración de la lesión no cedan con el tratamiento convencional,^{22, 4} además, el diente afectado presenta exudado persistente no controlado durante el tratamiento endodóntico, perforaciones radiculares y algún tipo de quiste.⁹

- Fracturas radiculares verticales si se puede considerar la amputación o la hemisección de la raíz en un diente con múltiples raíces.
- Cuando el retratamiento no quirúrgico no es práctico o es poco probable que mejore el resultado previo.
- Dientes con postes radiculares largos o con instrumentos separados irrecuperables.

Contraindicaciones de cirugía endodóntica

Salud periodontal del diente a tratar: valorar las bolsas y movilidad dental.

Condiciones médicas intrínsecas del paciente: en casos de complicación sistémica se debe de pedir evaluación clínica.⁴ Enfermedades como leucemia, neutropenia activas, diabetes severa no controlada, pacientes con cirugías cardíacas recientes y cáncer, alteraciones hepáticas y renales.²²

Contraindicaciones⁹

- Pacientes con problemas cardiovascular y nula tolerancia de anestésicos locales que contengan adrenalina.
- Pacientes que tengan riesgo de endocarditis bacteriana deben recibir la profilaxis antibiótica adecuada según la recomendación de la American Heart Association (AHA).
- Pacientes que reciben anticoagulantes.

Los factores que influyen para el éxito en cirugía apical son la edad menor de 45 años tiene un mejor pronóstico,¹² sexo del paciente, el tipo de diente tratado o la presencia de un poste radicular, presencia de enfermedad periapical y el tamaño de la lesión; las tasas de éxito es igual en pacientes jóvenes y mayores y entre los hombres y las mujeres, en base al grupo de diente

los anteriores superiores (85.2%) y anterior inferiores (87.8%) mientras que los molares mandibulares tuvieron el menor índice con 63.7 %, esto depende por las dificultades anatómicas y difícil acceso a los ápices.^{10, 12}

Factores relacionados con el tratamiento

Factores anatómicos

La evaluación del acceso a la zona a operar es uno de los pasos más importantes en la selección de los casos para cirugía perirradicular, una apertura oral pequeña, unos músculos faciales activos, un vestíbulo poco profundo y un hueso alveolar vestibular grueso pueden aumentar significativamente la dificultad de la intervención.⁹ Se debe evaluar la proximidad al paquete neurovascular, región mandibular posterior por el nervio mandibular y en la región anterior con el nervio mentoniano y en el maxilar con seno maxilar.¹¹ La distancia media de los ápices (distal y mesial) de los primeros molares inferiores al borde superior del conducto mandibular es de 6.4 mm mínimo y 14.3 mm máximo en un estudio con CBCT, la raíz más cercana al seno es la raíz palatina del segundo premolar a 2.16 mm y la raíz mesio-vestibular del segundo molar a 0.66 mm de distancia.¹⁴

Factores locales

Complejidad del sistema de conducto radicular.

- Raíces fracturadas.
- Raíces cortas.
- Conductos con obturaciones deficientes.
- Pérdida ósea acentuada.
- Fase aguda de enfermedad.
- Cercanía estructuras anatómicas.
- Cuidados prequirúrgicos.
- Evaluación y premedicación del paciente.
- Valoración clínica, radiográfica y oral.
- Historia clínica adecuada.
- Pacientes comprometidos sistémicamente realizar antibioticoterapia.
- Pacientes con problemas sistémicos informarle a su médico tratante.
- Suspender medicamentos anticoagulantes.

- Las cirugías se harán con anestésico local.
- Realizar la cirugía en periodos cortos.²²²

Recomendaciones

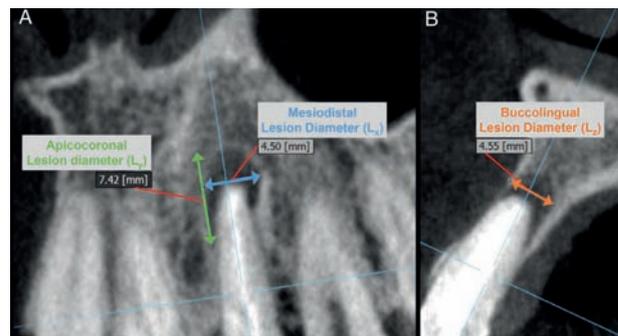
- Estudios de laboratorio.
- Interrumpir el tratamiento con ácido acetilsalicílico entre 7 y 10 días antes de la cirugía oral (si la ingesta es mayor de 100 mg/día).⁹

El examen clínico se divide en una anamnesis, examen clínico, físico y el examen radiográfico (radiografía panorámica o periapical). La radiografía panorámica permitirá evaluar la proximidad de estructuras anatómicas importantes como seno maxilar, fosa nasal, nervio mentoniano y nervio mandibular, las radiografías periapicales de deben realizar en ángulos diferentes para permitir establecer un mapa lo más preciso posible de la lesión, si existe presencia de fístula se debe utilizar la técnica de contraste colocando un cono de gutapercha en el camino fistuloso.

La historia clínica exhaustiva y la evaluación de los signos vitales son partes necesarias de la evaluación prequirúrgica. Además consideraciones como el estado psicológico del paciente y el estrés anticipado al procedimiento, si se plantea cualquier duda sobre la capacidad del paciente de tolerar una intervención quirúrgica, se recomienda la consulta con un médico.⁹

El uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en el diagnóstico de los casos que pueden requerir intervención quirúrgica, en particular en dientes posteriores, ha mejorado enormemente la capacidad del cirujano para lograr el éxito. CBCT es una poderosa herramienta que puede ayudar a determinar las dimensiones exactas y la ubicación de una lesión periapical, así como las relaciones tridimensionales de las raíces a los anatómicos vecinos (Fig. 2).⁵ De acuerdo con las directrices actuales, CBCT imágenes no deben utilizarse para la evaluación posquirúrgica y de seguimiento sin embargo nos puede servir para valorar la reparación de los tejidos.¹⁵ Los parámetros de evaluación de imágenes CBCT preoperatorias son:

Figura 2. Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)



diámetro de las lesiones, volumen de las lesiones y la destrucción cortical y altura del hueso.⁶

Prescripción de medicamento

El antibiótico se puede realizar como profiláctico para evitar contaminación si las condiciones fisiológicas del paciente están alteradas, los antiinflamatorios son para disminuir un posquirúrgicos incómodo, disminuyendo el edema, rubor y dolor, y los analgésicos son para minimizar el dolor.⁴

La administración de un AINE, antes o hasta 30 min después de la operación, potencia la analgesia postoperatoria. La combinación de la administración preoperatoria de un AINE y la utilización de un anestésico local de acción prolongada puede ser particularmente útil para reducir el dolor postoperatorio.⁹

Planteamiento quirúrgico

Consta de todos los procedimientos a realizar y la necesidad de una posible intervención de urgencia en caso de que se produzca una complicación, se basa en los siguientes puntos:⁴

- Modalidad quirúrgica a ser realizada.
- Cuidados prequirúrgicos.
- Anestesia.
- Tipo de incisión y extensión.
- Transcirugía y postcirugía.
- Modalidad quirúrgica.
- Acceso a la cavidad patológica.
- Osteotomía.

- Curetaje apical.
- Apicoplastia y acabado.
- Preparación para obturación retrógrada.
- Colocación de material.
- Irrigación y sutura.
- Postcirugía .

En algunos casos se puede realizar osteotomía en el sitio probable, se coloca un material radiopaco y se toma una radiografía para valorar la ubicación

Manejo de tejidos blandos, diseño de colgajo, retracción y sutura

El tejido gingival libre y adherido, la mucosa, los músculos, el ligamento periodontal y el periostio conforman los tejidos perradiculares, para lograr un correcto manejo de estos tejidos se deben tener dos razones fundamentales: *a)* tener un adecuado acceso al campo operatorio o quirúrgico, y *b)* asegurar una adecuada cicatrización.

Los instrumentos actuales están diseñados para proporcionar la máxima visibilidad operatoria mediante el microscopio, las puntas ultrasónicas para la preparación del ápice radicular y los microespejos para inspeccionar el ápice radicular.⁹ En la actualidad podemos realizar la cirugía apical con microscopio para tener una mejor visión y tener un tratamiento más exitoso.^{16, 17}

El manejo adecuado del tejido blando durante la cirugía endodóntica debe considerarse obligatorio para obtener una curación satisfactoria, sin afectar la estética y la función, es esencial que un colgajo permita una buena visión del sitio operatorio y que se pueda lograr un acceso adecuado para la instrumentación, el suministro de sangre desde la base debe ser suficiente para mantener la vitalidad de los tejidos involucrados, los bordes del colgajo deben estar sobre el hueso sano y la incisión no debe cruzar ninguna eminencia ósea.¹⁸

El diseño del colgajo debe de ser lo más adecuado para visualizar el campo a intervenir y lo menos agresivo, un colgajo de la base de la papila favorecer la curación de tejidos blandos, 6 y 12 meses después de la cirugía.¹⁹

Tipos de colgajo

Colgajo intrasulcular de espesor total

Este tipo de colgajo necesita incisiones horizontales que se extienden a través del surco gingival hasta la cresta, esta debe de pasar por el col de la papila para separar la parte vestibular de la lingual, la incisión vertical debe ser profunda y debe de ir entre las eminencias de las raíces, puede ser triangular con una incisión o rectangular con dos incisiones de relajación, el colgajo rectangular se recomienda en dientes anteriores y el colgajo triangular para la parte posterior.

Para la cirugía del primer molar inferior la incisión debe hacerse mesial o distal al primer premolar, para evitar involucrar el agujero mentoneano, además, la inserción muscular a nivel del segundo premolar cicatriza muy pobremente.

En general, el colgajo sulcular de espesor total triangular o rectangular son los colgajos de elección (Fig. 2).²²²

Colgajo submarginal

Es el colgajo que se utiliza en dientes restaurados con coronas, con pacientes que tengan compromiso estético. Este tipo de colgajo requiere una incisión contorneada en medio del tejido gingival adherido, el ángulo de esta en relación con el hueso es

Figura 3. Tipos de colgajo intrasulcular

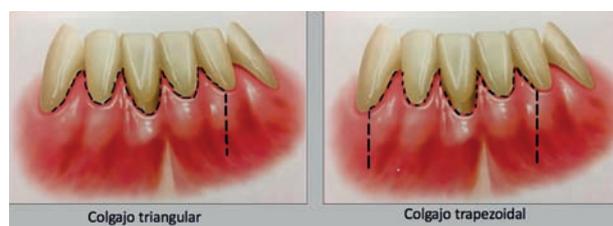
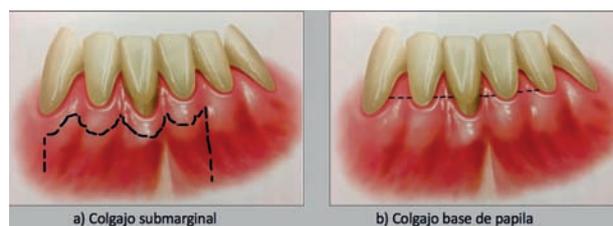


Figura 4



a) Colgajo submarginal, b) Colgajo base de papila.

de 45°, es tejido gingival alrededor de los márgenes debe mantenerse intacto, las incisiones mesial o distal permiten un acceso adecuado al campo quirúrgico, cuando se realizan dos incisiones de relajación estas van paralelas entre sí, es similar al colgajo de Luebke-Ochsenbein el cual tiene el mismo diseño solo que las incisiones verticales son más ancha en la base. La unión de las incisiones debe ser de forma redondeada para tener una mejor cicatrización (Fig. 3).²²²

Colgajo semilunar

Solo se utiliza para casos muy especiales, como pueden ser caso de una incisión o para drenaje, ya que no facilita acceso al campo quirúrgico y deja una cicatriz notoria.²²²

Para la cirugía endodóntica, actualmente se recomiendan dos tipos de colgajo: intrasulcular y submarginal. Generalmente se prefiere el uso de la intramuscular, con el alivio de las incisiones de uno a dos dientes proximales al diente involucrado. Este diseño se aconseja siempre que sea posible, ya que proporciona un excelente acceso al área de operación, sin los riesgos asociados con otros diseños,

Incisión

Para realizar un colgajo de espesor total, la incisión de relajación vertical (siguiendo las inserción de las fibras de la mucosa) se inicia en el ángulo del diente, se debe cortar de una sola intención la encía adherida y el periostio, la base del colgajo se debe ser tan amplio como la parte superior, para realizar

la incisión sulcular debe seguir el contorno gingival. La papila interproximal debe ser cortada hacia lingual siguiendo el contorno de la raíz.²²²

Elevación del colgajo

Se levanta el tejido gingival y el periostio con un elevador (P14S y P9HM Hartzell & Son), con movimientos suaves en dirección apical, elevar el colgajo con fuerza puede producir accidentes o lacerar el tejido. Es importante que se exponga el periostio para evitar sangrado difuso durante la cirugía (Fig. 4).²²²

Retracción del colgajo

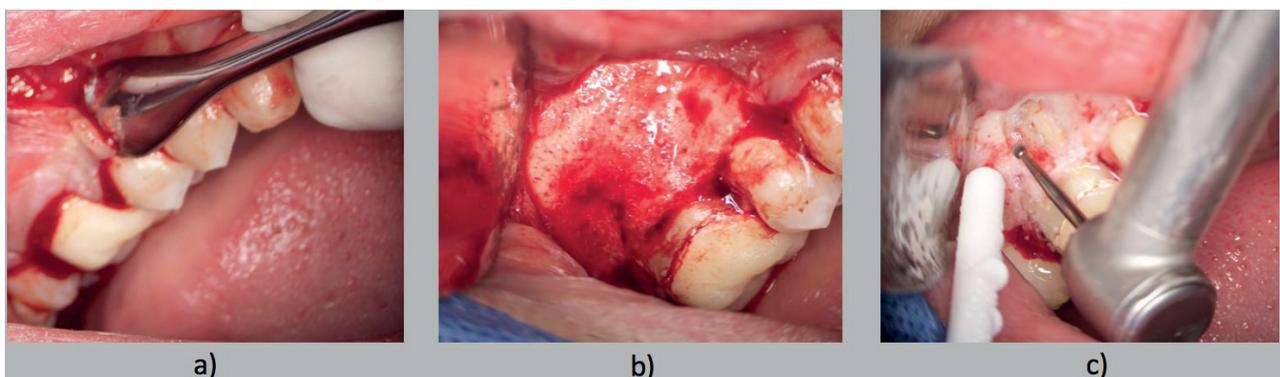
Este procedimiento se realiza para tener un adecuado acceso al campo quirúrgico y tener una adecuada visibilidad. Los retractores de Kim Pecora pueden ser una opción para cirugía endodóntica, además se puede realizar una ranura ósea de 15 mm de largo por encima de los ápices para fijar nuestro retractor (Fig. 4).²²²

Osteotomía

La osteotomía se realiza en la tabla ósea vestibular siempre con una adecuada irrigación (Fig. 4).²²².

- Debe ser tan grande que puede permitir la punta del ultrasonido pero no mayor de 4 mm de diámetro.
- La resección apical debe ser de 3 mm de largo y perpendicular.
- Corte preciso sobre el ápice comprometido

Figura 5



a) Elevación colgajo, b) retracción de colgajo y c) osteotomía.

Reposición del colgajo

Una vez reposicionando el tejido a su posición orinal se debe utilizar una gasa húmeda para presionar los tejidos, con el fin de retirar la sangre acumulada y los líquidos subyacentes.²²²

Sutura

Se recomienda utilizar sutura 5-0 y 6-0 sintética (Nylon). Para obtener mejores resultados, se aconseja retirar las suturas a las 48-72 h. En esta etapa, se ha iniciado la re inserción y la remoción de la sutura es fácil y sin dolor. La compresión de los tejidos blandos con una gasa húmeda durante 5 min ayudará a la hemostasia y ayudará a asegurar la adaptación cercana del tejido blando al hueso.¹⁸ Un control adecuado de la hemorragia es esencial para el éxito de estos procedimientos, ya que mejora la visión en el sitio quirúrgico, minimiza el tiempo de operación y es un requisito para la colocación y ajuste del relleno retrógrado, se puede realizar con gasas impregnadas de epinefrina o con cloruro de aluminio.

Existen muchos tipos y formas de suturar, pero en este caso recomendamos dos técnicas: *a)* sutura interrumpida, que se utiliza para unir la incisión da relajación vertical, y *b)* sutura en cabestrillo, que se utiliza para espacios interproximales e incisiones sulculares, esta técnica une la papila, se pasa la aguja por el espacio interproximal, la sutura se pone alrededor del diente por lingual, después se pasa por el espacio interproximal hasta la papila vestibular, después se regresa primera papila donde se anuda.²²²

Antes de empezar nuestra cirugía se recomienda tomar radiografías en diferentes angulaciones para determinar la longitud, número, curvatura de las raíces, además valorar la posición de ápice con los dientes vecinos. La proximidad del agujero mentoneano, nervio dentario inferior y seno maxilar.

Modalidades quirúrgicas

Curetaje perirradicular

Es la remoción por completa del tejido patológico y de cuerpos extraños contenidos en la región periapical, este acto operatorio se realiza delimitando la lección con curetas periodontales con la intención de remover el fragmento de una sola intención es importante una plastia apical para alisar la región cureteada.⁴

Indicaciones⁴

- Lesiones apicales que no desaparecen con el tratamiento endodóntico.
- Extravasación de material obturador o fragmentos de instrumentos

Apicectomía y apicoplastía

La apicectomía tiene por objetivo eliminar la región conocida como delta apical ya que en muchas ocasiones se encuentra adherida a la superficie externa la biopelícula apical o bacterias, está indicada cuando tenemos una obturación satisfactoria. El corte debe ser perpendicular al eje longitudinal del diente para exponer la menor cantidad de túbulos dentinarios, se debe cortar 2-3 mm de la porción apical.⁴

La apicoplastía es el desgaste de la región apical con limas periodontales, es necesaria después de cada modalidad quirúrgica.⁴

Instrumentos para el corte apical⁴

- Fresa diamante troncocónica de alta velocidad.
- Brocas multilaminadas de alta rotación.
- Puntas de ultrasonido.

Indicaciones⁴

- Patología radicular persistente.
- Extravasación de material de obturación al ápice.
- Limas fracturadas en el ápice con lesión apical.
- Reabsorciones y calcificaciones apicales.
- El diente debe tener una longitud mayor que la corona.

Cirugía con obturación retrógrada

Consiste en la obturación del conducto radicular por vía cervicoapical, al mismo tiempo se realiza la cirugía apical.⁴

Indicaciones

- Presencia de exudado persistente.
- Reagudizaciones.
- Instrumentos fracturados.

Esta modalidad quirúrgica debe ser complementada con preparación retrógrada y obturación retrógrada.

La preparación retrógrada de tener una preparación de 3 milímetros de profundidad, tener las paredes paralelas y coincidentes con la línea anatómica del espacio pulpar y tener preparaciones planas y lisas.

Obturación retrógrada

El objetivo es proporcionar una barrera efectiva entre el conducto radicular y los tejidos periapicales, es importante seleccionar el material adecuado con las siguientes características:⁴

- Fácil manipulación.
- Buena capacidad de sellado.
- Buena adaptación a las paredes.
- Insoluble.
- Biocompatible.
- Efecto antimicrobiano.

El MTA es el principal debido a sus propiedades de biocompatibilidad, buena capacidad de sellado y efecto antibacteriano.⁴

Canalización

Es la remoción de la pared vestibular del conducto con la confección de una canaleta que será llenada con el material de obturación retrógrada (Bramante, 2000); está indicada en perforación en la pared del conducto.⁴

Rizotomía

Modalidad quirúrgica en la que se hace la remoción de una de las raíces manteniendo intacta la corona.⁴

Indicaciones

- Raíces con perforaciones y presencia de lesión.
- Pérdida ósea localizada en una raíz.
- Reabsorciones internas o externas afectando a una raíz.

Contraindicaciones

- Raíces fusionadas.

Quiste, su tratamiento puede ser

- Marsupialización: se utiliza en quistes muy voluminosos, consiste en unir la mucosa bucal con el epitelio de revestimiento del quiste.
- Enucleación: es la extirpación total de la membrana de la cavidad quística se utiliza cuando el quiste es pequeño.
- Descompresión: se utiliza para quistes voluminosos y se realiza una comunicación entre el quiste y la boca manteniéndola abierta.⁴

Materiales utilizados para obturación retroapical o retrógrada

El propósito de usar un material es el de obturar el espacio del conducto apical y lograr su sellado para prevenir el acceso de microbios al sistema de conductos y los tejidos periapicales para permitir una reparación tisular, este material debe ser biocompatible, fácil de usar, radiopaco, adhesivo, antibacteriano e insoluble con humedad.²⁰

- Amalgama. Arens et al. 1984 practicaron la obturación retrógrada con amalgama y en 1919 comunicaron más de 500 éxitos, fue el material más utilizado por muchos años; se debe utilizar 3 milímetros de espesor, sin zinc para reducir la microfiltración y el ambiente debe estar bien seco, en los últimos años se ha cuestionado por su filtración, biocompatibilidad, corrosión y tinción.²⁰
- Gutapercha, es muy limitado por su poca efectividad.
- Óxido de zinc y eugenol, dentro de los cementos se encuentra súper Eva e IRM; han demostrado ser biocompatibles, poseen una baja solubilidad, buena activi-

dad antibacteriana y poca filtración pero son menos efectivos que la amalgama.²⁰

- Cementos de ionómero de vidrio, no son recomendables debido sellado apical.
- Resina compuesta, este material no se adhiere a la superficie dentaria.
- Cávit, presenta resultados similares al cemento e IRM y Súper-EBA.
- Agregado de trióxido minerales (MTA) es biocompatible, tiene un excelente sellado y estimula la formación de material calcificado, tiene un pH de 10.2, su tiempo de trabajo es de 5 minutos y su tiempo de fraguado de 46 horas y en operaciones apicales ha demostrado provocar menos inflamación en comparación con amalgama y otros materiales.²⁰

La regeneración tisular guiada (GTR) con el uso de membranas de barrera y / o injertos óseos se ha utilizado con éxito en diferentes técnicas quirúrgicas para potenciar la formación de nuevos tejidos y del defecto creado por la lesión y por la técnica quirúrgicas, las razones para el uso de técnicas de regeneración en la cirugía periapical son acelerar la cicatrización periapical y permitir la cicatrización en situaciones clínicas comprometidas como lesiones periapicales grandes mayor de 10 mm.^{21, 22}

Cuidados postoperatorios

Después de realizar un curetaje apical, una apicectomía o una obturación retroapical, a las pocas horas se presenta un proceso edematoso inflamatorio del área comprometida en una extensión que guarda relación con la amplitud de la intervención y del tamaño del proceso patológico periapical, es importante advertir al paciente de esta situación para que no se preocupe, para evitar un edema amplio se debe decir al paciente que coloque una bolsa de hielo por 24 horas aplicándola con intervalos de 20 minutos, recomendarle alimentación líquida las primeras 24 horas y blanda a las 48 horas, como medida profiláctica podemos medicar antibiótico complementando con antiinflamatorio y finalmente al cuarto días se retiran las suturas.²⁰

Bibliografía

1. Kenneth M. Hargreaves LHB. Cohen's Pathways of the Pulp. 11th ed.: ELSEVIER; 2016.
2. Gunnar Bergenholtz PHBCR. Endodoncia diagnóstico y tratamiento de la pulpa dental Mexico: Manual Moderno; 2007.
3. Malte Schulz TvAJAaDB. Histology of Periapical Lesions Obtained During Apical Surgery. Journal of Endodontic. 2009 May; 35(5): p. 634-642.
4. Machado MEdL. Endodoncia de la Biología a la Técnica São Paulo, Brasil: AMOLCA; 2009.
5. Gutmann JL. Surgical endodontics: past, present, and future. Endodontic Topics. 2014; 30: p. 29-43.
6. Dohyun Kim HKTNTCYCYLaEK. Influence of Size and Volume of Periapical Lesions on the Outcome of Endodontic Microsurgery: 3-Dimensional Analysis Using Cone-beam Computed Tomography. Journal of Endodontics. 2016; 42(8): p. 1196-1201.
7. Peter Z. Tawil DA. Periapical Microsurgery: Can Ultrasonic Root-end Preparations Clinically Create or Propagate Dentinal Defects? J Endod 42:1472-1475. 2016; 42(10): p. 1472-1475.
8. Syngcuk Kim GPRAR. Atlas de Microcirugía en endodoncia Madrid: Ripano; 2009.
9. Stephen Cohen KMH. Vías de la pulpa España: Elsevier España;; 2011.
10. Thomas von Arx MPaSJ. Prognostic Factors in Apical Surgery with Root-end Filling: A Meta-analysis. Journal of Endodontics. 2010; 36(6): p. 957-973.
11. Louis Lin JSFSaKL. Periapical Surgery of Mandibular Posterior Teeth: Anatomical and Surgical Considerations. Journal of Endodontics. 1983; 9(11): p. 496-501.
12. Mireia Serrano-Giménez ASTCGE. Prognostic factors on periapical surgery: A systematic review. Med Oral Patol Oral

- Cir Bucal. 2015 Nov; 1(20): p. 715-722.
13. M. M. Gagliani FGMG&LS. Periapical resurgery versus periapical surgery: a 5-year longitudinal comparison. *International Endodontic Journal*. 2005; 38: p. 320-327.
 14. Michael M. Bornstein RLPSaTvA. Comparison of Periapical Radiography and Limited Cone-Beam Computed Tomography in Mandibular Molars for Analysis of Anatomical Landmarks before Apical Surgery. *Journal of endodontic*. 2011; 37(2): p. 151-157.
 15. T. von Arx RGS&FRT. Apical surgery: endoscopic findings at the resection level of 168 consecutively treated roots. *International Endodontic Journal*. 2011; 44: p. 290-302.
 16. Thomas von Arx SFMJSHaMMB. Evaluation of New Cone-beam Computed Tomographic Criteria for Radiographic Healing Evaluation after Apical Surgery: Assessment of Repeatability and Reproducibility. *Journal of Endodontic*. 2016; 42(2): p. 236-242.
 17. Silvio Taschieri TWITMBaMDF. Magnifying loupes versus surgical microscope in endodontic surgery: A four-year retrospective study. *Australian Endodontic Journal*. 2013; 39: p. 78-80.
 18. Richard A. Rubinstein SK. Long-Term Follow-Up of Cases Considered Healed One Year After Apical Microsurgery. *Journal of Endodontics*. 2002; 28(5): p. 378-383.
 19. T. Fahey NOTW&DCS. Surgical endodontics: a review of current best practice. *Oral Surgery*. 2011; 4: p. 97-104.
 20. Silvio Taschieri MDLFLIPSC. Does the Papilla Preservation Flap Technique Induce Soft Tissue Modifications over Time in Endodontic Surgery Procedures? *Journal of Endodontics*. 2016; 42(8): p. 1191-1195.
 21. Martinez HV. *Terapia Pulpar en endodoncia*. 1st ed. Madrid, España: Ripano; 2012.
 22. Pedro Felício Estrada Bernabé JEGFLTÂ-CMJMCSLMJNJAOFaED. Histologic evaluation of the use of membrane, bone graft, and MTA in apical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010; 109: p. 309-314.
 23. Alba Sánchez-Torres MÁSGCGE. Materials and prognostic factors of bone regeneration in periapical surgery: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2014 Jul; 1(19): p. 419-425.

26. RELACIÓN ENDODONCIA Y PERIODONCIA

*Edgar Ernesto Murillo González
Hilda Patricia Cholico Rodríguez
Mario Bernal Llamas*

La existencia simultánea de los problemas pulpares y periodontales pueden complicar el diagnóstico y el plan de tratamiento además de afectar la secuencia de la atención, el diagnóstico correcto de los diversos trastornos que afectan al periodonto y la pulpa, es fundamental para excluir tratamientos innecesarios e incluso perjudiciales, es por ello el clínico debe estar familiarizado con la patogenia de ambas enfermedades y emplear los medios diagnósticos adecuados.

El hecho de que el periodonto esté anatómicamente interrelacionado con la pulpa dental crea vías de intercambio de elementos nocivos entre los dos compartimentos tisulares cuando uno o ambos están enfermos.

Los síntomas inflamatorios considerados típicos de la enfermedad periodontal son: bolsas periodontales, con o sin tumefacción y supuración de la encía marginal, aumento de movilidad dental y defectos óseos.

La lesión endodóntica se emplea para denotar un proceso inflamatorio de los tejidos periodontales resultantes de agentes nocivos presentes en el sistema de conductos y la lesión periodontal es un proceso inflamatorio en los tejidos periodontales re-

sultantes de la acumulación de placa en las superficies dentales externas y sus síntomas están confinados a la encía marginal.

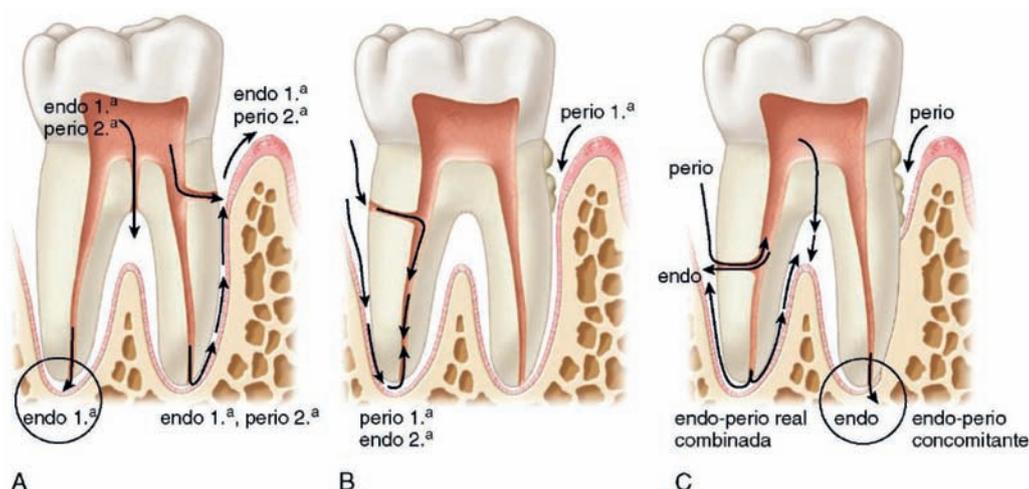
Cuando un órgano dental es afectado por ambas lesiones la periodontal y la endodóntica se denomina lesión endodóntica-periodontal verdadera, esto implica que una lesión es la causa de la otra.¹

Las patologías pulpares y su extensión al periodonto provocan una periodontitis localizada que puede llegar a extenderse a la cavidad oral, por lo contrario las afecciones periodontales y su extensión tienen muy poco efecto a corto plazo sobre la pulpa dental. Las relaciones entre las enfermedades pulpares y periodontales ocurren a través de últimas conexiones anatómicas y vasculares existen entre la pulpa y el periodonto.

El tejido pulpar muere por degeneración tras numerosas agresiones cómo son restauraciones, lesiones químicas y térmicas, traumatismos y patología periodontal; Cuando estos productos de degeneración llegan al periodonto aparecen lesiones de tipo inflamatorio utilizado por pérdida de hueso, movilidad dental, trayectos fistulosos, lesión perirradicular y bolsa periodontal.

Las posibles vías de comunicación entre la pulpa y el periodonto son vías nerviosas,

Figura 1.



Vías endodónticas y periodontales. a) Lesiones endodónticas; b) Lesiones periodontales, existe una progresión de la periodontitis por los conductos laterales al ápice e induce una lesión endodóntica secundaria; c) Lesión mixta verdadera endodóntica y periodóntica (Imagen tomada del libro *Cohen's Pathways of the pulp*, eleventh edition).

conductos laterales, túbulos dentinarios, surco palatogingival, ligamento periodontal, hueso alveolar, foramen apical y vías comunes de drenaje vasculolinfático, aunque la vía de comunicación más directa entre periodonto y pulpa es el foramen apical (Fig. 1).^{1,2}

Túbulos dentinarios

Contienen unas extensiones citoplasmáticas y odontoblásticas que van desde los odontoblastos de la pulpa y el borde de la dentina hasta la unión dentina-esmalte o la unión cemento-dentinaria (dentina-cemento)(Fig. 2).

Surcos palatogingivales

Son anomalías del desarrollo que se localizan en incisivos maxilares superiores; los incisivos laterales están afectados más a menudo que los incisivos centrales (el 4.4% frente al 0.28%, respectivamente). Por regla general, estos surcos comienzan en la fosa central, atraviesan el cingulum o cresta basal, y luego se extienden en sentido apical durante un tramo variable, habitualmente la incidencia de surcos palatogingivales oscila entre el 1.9% y el 8.5%.³

Perforación radicular

Ocasiona la aparición de una comunicación entre el sistema del conducto radicular y el ligamento periodontal.

Esta perforación puede ocurrir a causa de una manipulación excesiva durante la realización de procedimientos de endodoncia, de forma secundaria a una reabsorción radicular interna o externa, o bien debido a una caries que invade el piso de la cavidad pulpar. En dientes con perforación radicular el pronóstico depende de factores como su localización, el tiempo que ha permanecido sin sellado hermético, la habilidad para sellar la perforación y la accesibilidad a los conductos radiculares principales, cuanto más cerca está la perforación del surco gingival sobre todo en el tercio coronal o en la región de furcación, mayor es la probabilidad de que aparezca una lesión periodontal y que el epitelio gingival migre en dirección apical.⁴

Fractura radicular vertical

Puede producir un efecto de halo alrededor del diente involucrado. Asimismo, las fracturas radiculares de largo tiempo de evolución se asocian con frecuencia a bolsas periodontales profundas, a una destrucción localiza-

da del hueso alveolar, creando una vía de entrada a partir del ligamento periodontal adyacente de sustancias irritantes en el sistema del conducto radicular (Fig. 2).⁵

Influencia de la patología de la pulpa dental sobre el periodonto

Patología de la pulpa dental es una causa de enfermedad periodontal, la degeneración pulpar provoca la aparición de residuos necróticos productos de degradación bacteriana y otras sustancias irritantes tóxicas que pueden desplazarse hasta el foramen apical, causar una destrucción apical del tejido periodontal e incluso desplazarse hasta el borde gingival adyacente, cuando la patología pulpar traspasa los límites del diente, la inflamación se extiende hasta afectar el aparato de sostén periodontal; Este proceso inflamatorio causa a menudo una disfunción del ligamento periodontal, así como la reabsorción del hueso alveolar, el cemento e incluso la dentina, si se deja sin tratamiento se ha considerado que la infección endodóntica constituye un factor de riesgo local que acelera la progresión de la periodontitis.

Una infección periapical no solucionada podría favorecer la proliferación de microorganismos patógenos en el interior de la pulpa, los productos de la infección saldrían

hacia el periodonto a través del ápice y los conductos laterales o accesorios, a su vez favorecerá la formación de una bolsa periodontal, la pérdida de hueso activando los osteoclastos, además alterará la cicatrización de la herida empeorando la afectación y progresión de la patología periodontal; Además los fármacos utilizados en el tratamiento del conducto radicular (concentraciones elevadas de hidróxido calcio, corticoides, antibióticos) pueden producir también una irritación del aparato de sostén periodontal. Un tratamiento de endodoncia adecuado es posible curar la patología periodontal de origen pulpar.⁶

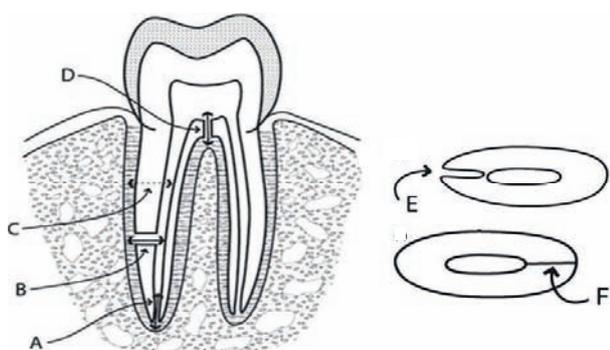
Influencia de la inflamación periodontal sobre la pulpa dental

Desde un punto de vista clínico, es frecuente observar una periodontitis avanzada que se extienda hacia el foramen apical y provoque la aparición de una necrosis pulpar. También se sabe que una infección originada a partir de una bolsa periodontal puede propagarse a la pulpa a través de los conductos accesorios, delta apicales y túbulos dentinarios expuestos, lo que ocurre sobre todo en la zona de la furcación y cerca del ápice radicular, la reacción de la pulpa dental también se debe a terapias periodontales como raspado o *scaling*, alisado o *planing* radicular.⁷

Un estudio realizado en animales reportó que el 30% de las raíces donde la pulpa dental estaba localizada junto a la raíz expuesta a causa de la destrucción periodontal, se observaban pequeños infiltrados de células inflamatorias, la formación de dentina de reparación o bien ambas cosas. Esta observación sugiere que la presencia de una capa de cemento intacta es importante para proteger a la pulpa de los elementos tóxicos producidos por los microorganismos presentes en la placa dental.

Los cambios pulpares consisten en inflamación crónica, necrosis tisular localizada (infarto), fibrosis, disminución del número de células, reabsorción, necrosis local por coagulación o calcificación distrófica; Asimismo, se ha publicado que los conductos

Figura 2



Vías de comunicación entre la pulpa dental y el ligamento periodontal. a) foramen apical, b) conducto lateral, c) túbulos dentinarios, d) conducto accesorio, e) un surco radicular o invaginación, f) fractura radicular.

de los dientes con patología periodontal son más estrechos que los de los dientes sin estas enfermedades, todo ello se debe a la existencia de un proceso de reparación; Sin embargo siempre que esté preservada la irrigación sanguínea a través del foramen apical, la pulpa dental siempre es capaz de soportar las agresiones fisiológicas inducidas por la patología periodontal.

La estrecha relación existente entre la patología pulpar y la periodontal suele hacerse a un nivel tanto clínico como radiológico, es por ello se debe realizar una recolección de datos clínicos relacionados con los trastornos endodónticos y periodontales, a menudo resulta compleja y requiere diversos pasos (revisión de la historia médica, realización de pruebas de vitalidad pulpar, sondaje de bolsa y furca determinar movilidad dental y un examen radiográfico).

Debemos considerar las principales vías anatómicas que pueden actuar como vías de comunicación en el intercambio de productos inflamatorios y bacterias entre la pulpa y el periodonto (y viceversa): conductos laterales/accesorios que nacen del conductor radicular principal, túbulos dentinarios abiertos (a veces por agenesia del cemento), presencia de surcos linguales, supresión del cemento durante los tratamientos periodontales o restauradores, o pérdida por defectos de reabsorción, y fracturas radiculares o dentales.⁸

Clasificación de lesiones endo y periodontales

Lesiones endodónticas primarias

Los procesos patológicos que afectan a la pulpa dental con mayor frecuencia es la caries dental, los procedimientos de restauración y las lesiones por traumatismos. Típicamente las lesiones endodónticas producen una reabsorción ósea apical y lateral, así como una destrucción del aparato de sostén adyacente al diente no vital. Los procesos inflamatorios del periodonto que

aparecen como consecuencia de una infección del conducto radicular pueden estar localizados no tan sólo en el ápice, sino que en ocasiones también se observan a lo largo de las caras laterales de la raíz y en las zonas de furcación de dientes multirradiculares.

En ocasiones, la presencia de un proceso supurativo puede provocar la aparición de un trayecto fistuloso en el espacio del ligamento periodontal o bien a través de conductos permeables (incluidos el foramen apical y los conductos laterales accesorios).

La lesión primaria es un trastorno endodóntico que simplemente se ha manifestado a través del ligamento periodontal, en estos casos por regla general cabe esperar una resolución completa del cuadro tras realizar un tratamiento de endodoncia convencional y no asociado a ningún tipo de tratamiento periodontal (Fig. 3).⁹

Lesiones endodónticas primarias con afectación secundaria del periodonto

Cuando no se hace el tratamiento de una lesión de origen endodóntico, por regla general la patología persiste y ocasiona una destrucción del hueso alveolar periapical con progresión hacia la zona interradicular y posterior aparición de soluciones de continuidad en los tejidos blandos y duros adyacentes, dado que persiste el drenaje a través del surco gingival, la acumulación de cálculo y placa dental en la bolsa purulenta produce una afectación periodontal. Desde la perspectiva del diagnóstico, estas lesión-

Figura 3. Lesión endodóntica primaria



a) Tratamiento endodóntico previo, b) caries extensa.

nes tienen un conducto radicular necrótico así como una acumulación de placa dental o cálculo.²⁴⁶

La resolución de la lesión endodóntica primaria y de la lesión periodontal secundaria depende del tratamiento de ambas; Si únicamente se lleva a cabo el tratamiento de endodoncia, cabe esperar la curación de tan sólo una parte de la lesión.

Lesiones periodontales primarias

La lesión se establece por una pérdida ósea de migración apical iniciada en el periodonto lateral debida a la patología producida por la enfermedad periodontal avanzada.¹¹

La enfermedad periodontal tiene un carácter progresivo, comienzan con la inflamación del periodonto marginal y progresa en sentido apical con la destrucción gradual del hueso crestal que sustenta el diente.¹² Es bien conocida la progresión de la enfermedad periodontal hasta la formación de defectos óseos y posterior aparición de signos radiológicos en las caras laterales radiculares y en zonas de furcación.

Por regla general, las lesiones óseas de origen periodontal se asocian a movilidad del diente y a una respuesta positiva de los dientes afectados en las pruebas de vitalidad. Por otra parte, habitualmente una exploración periodontal meticulosa revela la formación de una bolsa de base amplia así como una acumulación de placa dental y cálculo; El pronóstico de los dientes afectados por una periodontitis empeora a medida que progresan la enfermedad y la destrucción periodontal y el tratamiento depende de la extensión de la periodontitis (Fig. 4).⁸

Dado que la periodontitis crónica suele ser un proceso generalizado, es frecuente encontrar defectos óseos en diferentes zonas de la dentición, especialmente en los sextantes posteriores.

Esto puede constituir un dato importante en el diagnóstico de posibles problemas endodónticos, si intenta diagnosticar un defecto localizado de origen desconocido, comience la exploración sondando al azar en diferentes puntos de toda la dentición.^{246, 13}

Figura 4. Lesión periodontal primaria.



a) Paciente con buena higiene oral y múltiples defectos profundos de recesión gingival; b) Severo defectos de recesión gingival en un paciente con periodontitis (Imagen tomada del artículo Root caries: a periodontal perspective J Periodont Res 2014).

Lesiones periodontales primarias con afectación endodóntica secundaria

El diente con enfermedad periodontal primaria y enfermedad endodóntica secundaria tiene bolsas profundas, así como antecedentes de enfermedad periodontal extensa, cuando se afecta la pulpa dental, el paciente informa a menudo de la aparición de un dolor intenso y de signos clínicos de afectación pulpar.

La pérdida ósea se inicia por una enfermedad periodontal avanzada que, como consecuencia de su gravedad, produce una afectación pulpar resultante en una necrosis pulpar.

El pronóstico depende de la continuación del tratamiento periodontal posterior al tratamiento de endodoncia.

Los cambios que esta enfermedad periodontal puede causar sobre la pulpa son los siguientes: calcificación pulpar (52.62%) y la necrosis parcial (52.62%), la inflamación se encontró en el 47.38% de los casos, varió de leve a severa, se observó necrosis en el 26.32% de los casos y se observó fibrosis y edema pulpar en el 36.84% de los casos.¹⁴

Por tanto, la dirección del tratamiento exige diferentes fases; en primer lugar el objetivo es controlar y tratar la enfermedad periodontal y secundariamente se inicia el tratamiento de los conductos radiculares con el fin de favorecer en lo posible el control de la regeneración.¹⁵

Lesiones mixtas verdaderas o lesiones verdaderamente combinadas

Estas lesiones ocurren con menor frecuencia cuando a un diente con enfermedad periodontal se le añade simultáneamente una enfermedad pulpopariapical debida a una caries o un traumatismo.

En este tipo de lesiones el paciente presenta grados variables de necrosis pulpar o fracaso de un tratamiento endodóntico, así como placa dental, cálculo y periodontitis.

Se define como una patología con las siguientes características clínicas: *a)* el diente afectado no presenta vitalidad pulpar, *b)* presencia de una destrucción del aparato de inserción periodontal desde el surco gingival hasta el ápice del diente o la zona de un diente afectado por un conducto lateral y *c)* el sondaje muestra una bolsa periodontal en cuyo fondo aparece repentinamente una depresión puntual que alcanza incluso el ápice (Fig. 5).

Plan de tratamiento se debe iniciar una terapéutica multidisciplinar endodóntica y periodontal.¹⁶

Lesiones pulpares y periodontales simultáneas

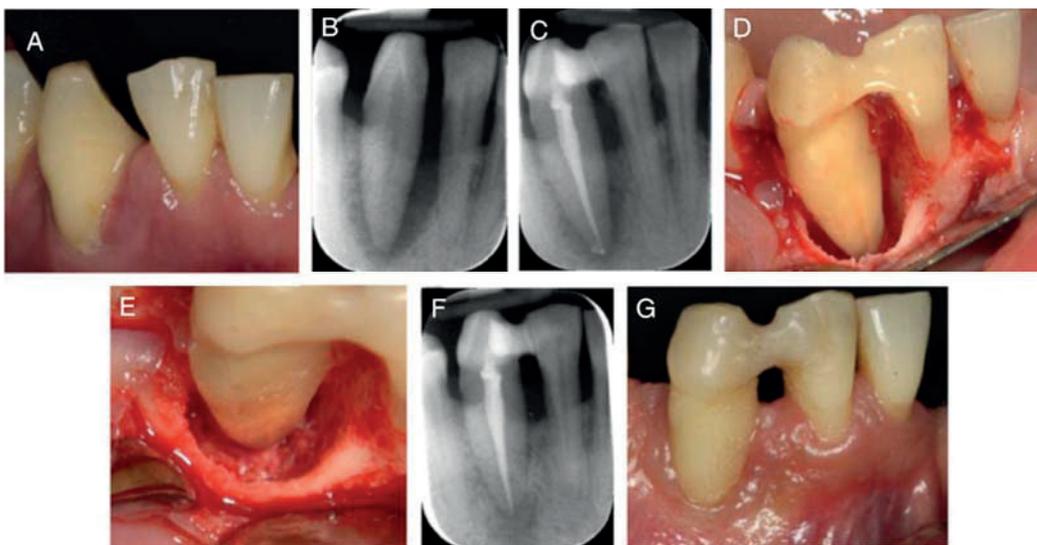
Lesiones que reflejan la presencia de dos entidades (lesión endodóntica y lesión periodontal)¹ y evidencia clínica de que una enfermedad haya influido sobre la otra, con frecuencia este cuadro no se diagnostica y se hace el tratamiento de tan sólo uno de los tejidos enfermos con la esperanza de que el otro responda de modo favorable. El pronóstico depende tanto de la eliminación de los factores etiológicos y la prevención de factores que desencadenen ambas patologías.¹⁷

Manifestaciones de las lesiones pulpares sobre el periodonto marginal

Por lo general, el drenaje de un absceso endodóntico hacia el surco sigue, como describe Bergholtz, uno de los dos siguientes caminos:

a) El proceso supurativo cursa con un trayecto puntual a lo largo del ligamento periodontal. Este camino da lugar a una comunicación pequeña de la fístula con el surco gingival o en una bolsa periodon-

Figura 5. Lesión endodóntica-periodontal verdadera.



a) Vista bucal del diente con recesión gingival de 5 mm, sangrado e inflamación; *b)* Radiografía que muestra la destrucción ósea más allá del ápice del diente # 27; *c)* La radiografía postendodóntica que muestra una reducción del defecto óseo; *d)* Se retiró el tejido de granulación; *e)* Defecto óseo de tres paredes; *f)* La radiografía de seguimiento a 14 meses que muestra la resolución del defecto óseo; *g)* La presencia de tejidos blandos sanos (imagen tomada de artículo Single-rooted Teeth with Endo-perio Lesions, JOE 2016).¹⁷

tal. En dientes multirradiculares, el sondaje puede extenderse hacia la zona de la bifurcación radicular.

- b) El proceso inflamatorio puede atravesar el hueso cortical próximo al ápice y atravesar los tejidos blandos, incluido el periostio, drenar más al surco o a la bolsa. Este tipo de drenaje da lugar a una gran fístula hacia el surco/bolsa y se puede observar casi siempre en la cara vestibular de los dientes.¹⁸

Es importante recalcar que estas lesiones son de origen puramente endodóntico. Por ello, la realización de un tratamiento de conductos convencional, que elimine la infección del interior del conducto, traerá la reparación de ambas lesiones.

Lesiones óseas periodontales que pueden confundirse con lesiones óseas de origen pulpar

Los defectos periodontales comienzan en el periodonto marginal, e incluso las bolsas periodontales profundas suelen localizarse lejos del ápice radicular (Fig. 6).

Absceso periodontal agudo

El paciente puede desarrollar una hinchazón muy marcada, además de los síntomas habituales de infección aguda, como dolor, fiebre y malestar. El proceso diagnóstico suele comenzar con una buena radiografía, signos importantes: se observa pérdida de hueso crestal interproximal, lo que indica que es una lesión de periodontitis, no de origen pulpar. No se detecta radiotransparencia en los ápices, las respuestas a las pruebas de sensibilidad térmica y eléctrica son normales.

El tratamiento dependerá de las profundidades de sondaje, si la pérdida de inserción llega hasta el tercio apical, el tratamiento más indicado sería la extracción del diente, si la pérdida alcanza el tercio medio radicular, se puede optar por la cirugía periodontal para reducir o eliminar la profundidad de las bolsas.

Lesiones de periodontitis crónica

Las lesiones óseas de la periodontitis crónica a veces se confunden con daños de origen apical debido a la presencia de un trayecto fistuloso supurante. El proceso diagnóstico presenta una bolsa periodontal profunda, pruebas de sensibilidad normal.

Figura 6. Lesión periodontal primaria simulando una lesión endodóntica



a) Radiografía del primer molar mandibular que muestra radiolucencia perirradicular y reabsorción periapical; b y c) Vista bucal y lingual del diente afectado. Notar hinchazón gingival y evidencia de enfermedad periodontal. A pesar del cuadro clínico y radiográfico, la pulpa respondió normalmente a pruebas de vitalidad, lo que indica que la radiolucencia, reabsorción e hinchazón gingival son de origen periodontal (Imagen tomada del artículo Interaction between endodontics and periodontics, Periodontology 2000, 2017).

Reabsorción radicular externa

La reabsorción externa cervical inflamatoria progresiva es una entidad no muy bien conocida en cuanto a su etiología y a los mecanismos anatomopatológicos que la hacen progresiva.

Los tejidos mineralizados del diente permanente no se reabsorben habitualmente, ya que se encuentran protegidos interiormente por la capa de predentina y de odontoblastos, y en la pared externa radicular por el precemento y los cementoblastos. Cuando por diferentes situaciones estas barreras protectoras no mineralizadas se ven afectadas, las células multinucleadas colonizan las superficies mineralizadas de dentina y pueden producir la reabsorción. Una vez iniciado el proceso patológico, la reabsorción se hace progresiva por la presencia microbiana.¹¹

La reabsorción radicular externa que se produce en el periodonto marginal y no suele afectar a la pulpa, es por ello por lo que adopta una forma dispersa, irregular, que afecta a la dentina y rodea al conducto principal.¹⁹

Lesiones óseas pulpares que pueden confundirse con lesiones óseas de origen periodontal

Lesiones laterales o de la bifurcación sin pérdida de Inserción

Las lesiones periapicales (perirradiculares) pueden crecer bastante y acercarse al hueso crestal. Su aspecto en las radiografías es similar al de las lesiones periodontales con pérdida ósea avanzada, debida especialmente a la de hueso crestal o de la bifurcación, sin embargo no tienen pérdida de inserción el sondaje es normal menos de 3 mm.

Absceso periapical agudo

Algunos abscesos periapicales agudos de

origen pulpar producen hinchazón localizada en la encía marginal, a la exploración no tiene pérdida de inserción en otras regiones, solo en el diente afectado y a las pruebas de sensibilidad son negativas.

La principal diferencia entre los abscesos agudos periapicales y periodontales radicales en el hecho de que la pérdida de inserción que se observa en los casos endodónticos se recupera finalmente, a menudo en el plazo de 1 semana una vez que desaparece la infección y cesa el drenaje las profundidades de sondaje se normalizan.²⁵⁶

Diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial de esta patología de pérdida ósea alveolar se basa en las pruebas de vitalidad pulpar. Sin embargo, en muchas de estas condiciones clínicas, el diente ya presenta un tratamiento de conductos previo. Este hecho hace que se pierda el privilegio de la información sobre el estado clínico pulpar, por lo que el ejercicio diagnóstico se encuentra limitado.

Lesiones con pérdida ósea alveolar

Pérdida ósea alveolar por necrosis pulpar y/o fracaso del tratamiento endodóntico.

La patología periapical puede instaurarse en condiciones de necrosis pulpar o instaurarse o ser refractaria al tratamiento de conductos radiculares. Cuando es ocasionada por una necrosis pulpar, el tratamiento de los conductos ofrece un pronóstico elevado de regeneración/curación de la patología periapical.²¹ Cuando la patología periapical viene asociada a un tratamiento de conductos ya realizado, el clínico deberá evaluar y tratar de identificar las posibles causas de fracaso del mismo para elaborar un pronóstico y alternativas de tratamiento predecible, ya sea retratamiento de conductos, retratamiento quirúrgico (cirugía endodóntica) o extracción.

Pérdida ósea alveolar por perforación radicular

La perforación puede producirse en las paredes laterales de la raíz o en el suelo de la bifurcación radicular en un diente multirradicular, cuando el tratamiento de este accidente es ineficaz, se produce una reacción inflamatoria que ocasiona una pérdida ósea en el lugar de la perforación.

La patología puede manifestarse como una lesión en la bifurcación, una pérdida ósea lateral o simplemente como un sondaje puntual en la encía marginal.

El diagnóstico puede basarse en la aparición de un dolor o sangrado repentino durante la preparación del conducto radicular o la preparación del espacio para el poste, el tratamiento es visualizar la perforación y sellado de la misma con un material biocompatible.²²

Pérdida ósea alveolar por reabsorción radicular

Tanto la reabsorción interna inflamatoria como la externa inflamatoria y la cervical invasiva pueden cursar con una pérdida ósea alveolar asociada a su patología. El pronóstico del diente y la curación de la pérdida ósea alveolar dependerán del tipo de reabsorción radicular y de las opciones de tratamiento para cada una de estas situaciones clínicas.¹⁹

Pérdida ósea alveolar por fractura radicular vertical

La fractura radicular vertical produce una pérdida ósea alveolar que viene determinada por el trayecto de la misma fractura. Cuando el diente presenta un tratamiento previo de conductos su diagnóstico resulta complicado y muchas veces es necesaria la visualización directa de la fractura vertical para confirmar el diagnóstico y establecer un plan de tratamiento.²³

A la inspección clínica la pérdida ósea producida por una inflamación crónica a lo largo de la línea de la fractura lleva al desarrollo de una bolsa periodontal que se extiende desde el surco gingival hacia el ápice

del diente. Estos defectos son normalmente de 1-2 mm de grosor con un surco normal a ambos lados.

Los signos radiográficos:

- Separación franca de los fragmentos.
- Líneas de fracturas radiolúcidas, dependiendo de la orientación del plano o de la fractura con respecto al rayo.
- Signos radioopacos, el material radioopaco puede introducirse dentro de la fractura.
- Halo de radiolucidez apical, en especial en aquellas situaciones en que la fractura incluye a ambas superficies, quedan definidas como en gota de lágrima.
- Lesiones óseas con apariencia periodontal, en especial las fracturas que incluyen la corona del diente, se presenta una imagen de ensanchamiento periodontal de espesor variable.
- Material de restauración que queda holgado de su posición inicial.

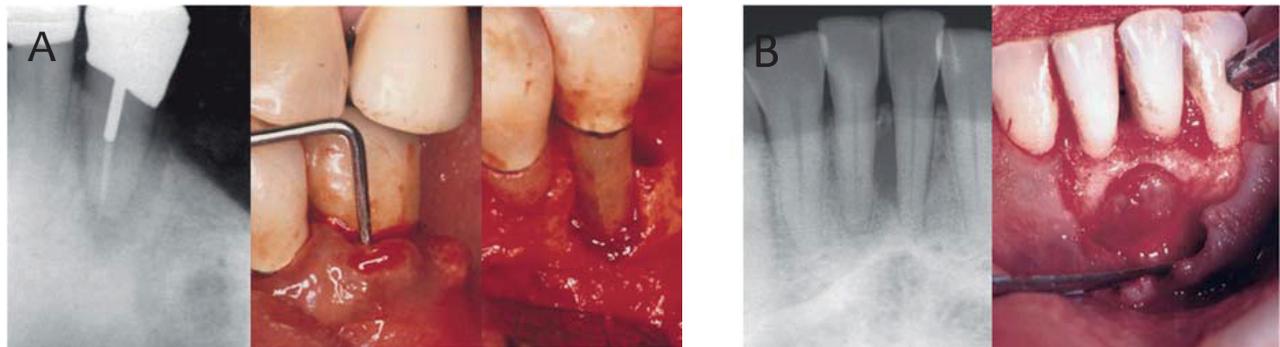
Pérdida ósea alveolar por fractura radicular horizontal

La fractura radicular horizontal también puede presentar una pérdida ósea alveolar cuando las circunstancias clínicas hagan que el tejido de reparación entre los fragmentos coronal y apical sea del tipo de granulación,²⁴ o bien en el infrecuente supuesto de que el fragmento apical curse con patología apical.²³

Pérdida ósea alveolar por patología no odontogénica

Si bien, afortunadamente no es una situación frecuente, el clínico debe tener siempre presente que la patología tumoral puede presentarse en forma de una lesión pérdida ósea de apariencia similar a una lesión periapical. Las maniobras de vitalidad pulpar con respuesta positiva unida a la aparición de una imagen periapical radiolúcida deben alertar sobre la posible presencia de una patología tumoral (Fig. 7).²⁵

Figura 7.



A) Fractura vertical, B) Quiste periodontal lateral

Tabla 1. Diagnóstico diferencial entre enfermedad pulpar y la periodontal

	<i>Enfermedad pulpar</i>	<i>Enfermedad periodontal</i>
<i>Clinica</i>		
Causas	Infección de la pulpa	Infección periodontal
Vitalidad	No vital	Vital
Restauración	Profunda o extensa	Sin relación
Placa/cálculo	Sin relación	Causa primaria
Inflamación	Aguda	Crónica
Bolsas	Única, estrecha	Múltiples, ensanchamiento coronal
Traumatismos	Primarios o secundarios	Son un factor contribuyente
<i>Radiología</i>		
Patrón	Localizado	Generalizado
Pérdida de hueso	Más ancho apicalmente	Ensanchamiento coronal
Periapical	Radiolúcido	A menudo sin relación
Pérdida de hueso vertical	No	Sí
<i>Histopatología</i>		
Epitelio de inserción	Ausencia de migración apical	Presencia de migración apical
Tejidos de granulación	Apical (mínimos)	Coronal (mayores)
Encías	Normal	Cierto grado de recesión
Terapia	Tratamiento del conducto radicular	Tratamiento periodontal

Alternativas de tratamiento

Los tratamientos alternativos son a menudo técnicas de resección o regeneración. Las técnicas de resección se centran en eliminar los dientes o las raíces enfermas; en cambio, las técnicas de regeneración tienen como objetivo recuperar las estructuras biológicas perdidas.

Asimismo, los injertos óseos utilizando técnicas de regeneración de hueso y tejidos son formas para restablecer las estructuras biológicas perdidas durante la enfermedad.

Para favorecer la cicatrización ósea después de la cirugía endodóntica se han utilizado los conceptos de regeneración tisular guiada (GTR, *Guided tissue regeneration*) la barrera de la GTR impide el contacto del tejido conjuntivo con las paredes óseas del defecto, con lo que se protege así el coágulo sanguíneo subyacente y se estabiliza la herida y regeneración ósea guiada (GBR, *Guided bone regeneration*).²⁶

La comprensión de la interacción entre la endodoncia y la periodoncia es de crucial importancia para el clínico debido a los retos frecuentemente encontrados en la evaluación, el diagnóstico, el tratamiento y el pronóstico de las enfermedades combinadas endodónticas-periodontales.

Los factores etiológicos (como los microorganismos), así como los factores contribuyentes (como el traumatismo, las reabsorciones radiculares, las perforaciones, las fracturas y las malformaciones dentales), desempeñan un papel en el desarrollo y la progresión de tales enfermedades. El tratamiento y el pronóstico de las enfermedades endodóntico-periodontales varían, dependiendo de la etiología, patogénesis y reconocimiento correcto de cada condición específica. Por lo tanto, la comprensión de la interrelación entre las enfermedades endodónticas y periodontales mejorará la capacidad del clínico para establecer el diagnóstico correcto, evaluar el pronóstico de los dientes involucrados y seleccionar un plan de tratamiento basado en pruebas biológicas y clínicas. En la tabla 1 se observan algunas características de cada patología que pueden ayudar al clínico a establecer un diagnóstico.

Bibliografía

1. Kenneth M. Hargreaves, Louis H. Berman. *Cohen's Pathways of the Pulp*. Eleventh Edition ed. Canada: Elsevier; 2016.
2. PV Abbott, J. Castro Salgado. Strategies for the endodontic management of concurrent endodontic and periodontal diseases. *Australian Dental Journal*. 2009; 54(1): p. 70-85.
3. Withers, Brunsvold M, Killoy W, Rahe A. The relationship of palato-gingival grooves to localized periodontal disease. *Journal of Periodontology*. 1981;; p. 52-41.
4. Belk CE Gutmann JL. Perspectives, controversies, and directives on pulpal-periodontal relationship. *Journal of the Canadian Dental Association*. 1900; 56: p. 1013.
5. Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *Journal of Endodontics*. 1983;(9): p. 338.
6. Miyashita H, Bergenholtz G, Grondahl K, Wennstrom JL. Impact of endodontic conditions on marginal bone loss. *Journal of Periodontology*. 1998;(69): p. 158
7. PH Guldener. The relationship between periodontal and pulpal disease. *International Endodontic Journal*. 1985;(18): p. 41.
8. James L. Gutmann, Paul E. Lovdahl. *Solución de problemas en endodoncia. Prevención, identificación y tratamiento*. 5th ed. España: ELSEVIER; 2012.
9. Rotstein I, Simon JH.. Diagnosis, prognosis and decision-making in the treatment of combined periodontal-endodontic lesions. *Periodontology 2000*. 2004; 34: p. 165-203.
10. Stephen Cohen, Kenneth M. Hargreaves. *Vías de la Pulpa*. 10th ed. España: ELSEVIER; 2011.
11. Carlos Canalda Sahli, Esteban Brau Aguadé. *Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas*. 3rd ed. España; Elsevier ; 2014.
12. Pitiphat W, Crohin C, Williams P, et al. Use of preexisting radiographs for assessing periodontal disease in epidemiologic studies. *Journal of Public Health*

- Dentistry. 2004; 64: p. 223-230.
13. Bignozzi I, Crea A, Capri D, Littarru C, Lajolo C, Tatakis DN. Root caries: a periodontal perspective. *Journal of Periodontal Research*. 2014 ; 49: p. 143-163
 14. Gautam, Galgali, Sheethal, Priya.. Pulpal changes associated with advanced periodontal disease: A histopathological study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*. 2017; 21(1): p. 58-63.
 15. Chen SY, Wang HL, Glickman Ghealing. The influence of endodontic treatment upon periodontal wound. *Journal of Clinical Periodontology*. 1997; 24(7): p. 449-456.
 16. Ritu Sharma, Vivek Hegde, M Siddharth, Rashmi Hegde, Gunsha Manchanda, and Pratul Agarwal.. Endodontic-periodontal microsurgery for combined endodontic-periodontal lesions: An overview. *Journal of conservative Dentistry*. 2014; 17(6): p. 510-516.
 17. Alexandre Pico-Blanco, Pablo Castello-Baz.. Saving Single-rooted Teeth with Combined Endodontic-periodontal Lesions. *Journal of Endodontics*. 2016 December; 42(12): p. 1859-1864.
 18. Jan Lindhe, Niklaus P. Lang, Thorkild Karring.. *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica*. 5th ed. España: Panamericana; 2005.
 19. Fuss Z, Tsesis I, Lin S.. Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental Traumatology*. 2003; 19: p. 175-182.
 20. Zehnder M, Gold SI, Hasselgren G. Pathologic interactions in pulpal and periodontal tissues. *Journal of Clinical Periodontology*. 2002; 29: p. 663-671.
 21. Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *Journal of Endodontics*. 2004; 30: p. 846-850.
 22. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforation. *Journal of Endodontics*. 1993; 19: p. 541-544.
 23. Cohenca N, Simon JH, Mathur A, Malfaz JM.. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. *Dental Traumatology*. 2007; 23: p. 105-113.
 24. Andreasen JO, Andreasen FM, Mejire I, Cvek M. Healing of 400 intraalveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of dislocation. *Dental Traumatology*. 2004; 20: p. 192-202.
 25. Gondak RO, Rocha AC, Neves Campos JG, Vargas PA, de Almeida OP, Lopes MA, Santos-Silva AR. Unicystic ameloblastoma mimicking apical periodontitis: a case series. *Journal of Endodontics*. 2013; 39: p. 145-148.
 26. S, Garrett. Periodontal regeneration around natural teeth. *Annals of Periodontology*. 1996; 1: p. 621.

Principios básicos en endodoncia clínica se terminó de editar en noviembre de 2018 en el despacho de diseño editorial de Libros del Arrayán, Codorniz 1579, Col. Tepopote Oeste, Guadalajara Jalisco.

Cuidaron la edición Katia Alcalá Barbosa y Miguel Ángel Serrano



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS

PRINCIPIOS BÁSICOS EN ENDODONCIA CLÍNICA

Coordinadores

Katia Alcalá Barbosa
Gustavo Martín Del Campo Plascencia
Rigoberto Alcalá Zermeño
Elida Lizeth Barba González

