

ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA INTEGRAL
Rehabilitación del diente endodónticamente tratado



ODONTOLOGÍA

RESTAURADORA INTEGRAL

Rehabilitación del diente endodónticamente tratado

Ernesto Borgia Botto

2022



Endodoncia y el diente endodónticamente tratado

4

Beatriz Vilas

1. Introducción

Uno de los principales objetivos de la Odontología moderna es preservar y restaurar la dentición natural. El avance de las ciencias ha permitido desarrollar y consolidar las diversas especialidades odontológicas, haciendo que las mismas contribuyan a la consecución de estos propósitos.

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

La terapéutica endodóntica, en el sentido más amplio, abarca desde los llamados tratamientos conservadores pulpares o terapias pulpares vitales hasta los tratamientos endodónticos (radicales) o tratamientos de conductos. En esta vasta amplitud de tratamientos se incluyen también aquellos abordados en la reciente categorización de tratamientos endodónticos regenerativos o de regeneración pulpar.

El tratamiento endodóntico o de conductos se fundamenta en una secuencia de pasos interrelacionados, orientados a la prevención y tratamiento de enfermedades pulpares y perirradiculares.² Estos objetivos se basan en tres pilares: el dominio de la anatomía interna dentaria, el control de las infecciones intra- y extrarradiculares y, por último, el sellado coronario y apical del diente tratado. El avance en las técnicas para el estudio de la anatomía interna,

desde los clásicos estudios de Hess, los reportes de Pucci y Reig, hasta las reconstrucciones multidimensionales que aporta la microtomografía, ha permitido el continuo desarrollo de instrumentos, equipamientos y técnicas de limpieza y conformación. El conocimiento y comprensión de la compleja estructura del contenido microbiano del sistema de conductos, así como las técnicas de estudio del *biofilm* endodóntico, también contribuyen en la búsqueda de la técnica más eficiente para el control de la infección canalicular y las áreas circundantes.

El complejo dentinopulpar se comporta como una unidad que presenta una íntima interrelación embriológica, anatómica, fisiológica y patológica. La homeostasis de este binomio puede verse alterada por factores locales y también por factores generales. A su vez la alteración del complejo puede expresarse a través de manifestaciones locales y sistémicas. Estos hallazgos han dado origen al concepto de Medicina Endodóntica.³ Estos desarrollos conceptuales han reforzado los esfuerzos hacia la preservación del órgano dentinopulpar. Cuando no es posible mantener su integridad, se destaca la importancia de la conservación del órgano dentario. El surgimiento de nuevas tecnologías ha permitido el avance en el conocimiento y comprensión de los procesos biológicos involucrados en el campo endodóntico, optimizando los medios de diagnóstico y de tratamiento. El avance en el desarrollo de recursos tecnológicos de aplicación endodóntica, será analizado más adelante en este capítulo.

La adecuada rehabilitación del diente endodónticamente tratado restaura la anatomía coronaria, la

función, la estética y también la fonética, manteniendo las condiciones alcanzadas durante el tratamiento endodóntico, en armonía con el resto de los componentes del sistema estomatognático. Esta filosofía de trabajo permite proponer a la endodoncia y la odontología restauradora del diente endodonciado como una dupla indivisible, que sustenta el enfoque interdisciplinario de este libro.

2. Complejo dentinopulpar

A pesar de que solo los vertebrados presentan dientes, su desarrollo se da a través de vías genéticas activas también en los invertebrados.⁴ Existen ciertas moléculas reguladoras críticas para todas las interacciones de los tejidos durante el desarrollo.^{4,5}

Tanto la pulpa como la dentina derivan de la papila dental, y se mantienen en íntima y permanente interacción a lo largo de la vida del órgano dentario. La dentina forma la mayor parte del volumen dentario, dando soporte al esmalte y al cemento. Este tejido mineralizado rodea y protege a otro tejido conectivo, altamente innervado y vascularizado, la pulpa dental. Ambos tejidos responden conjuntamente a los estímulos fisiológicos y patológicos, lo que ha llevado a la denominación de complejo u órgano dentinopulpar.⁶

2.1. Aspectos histo-fisio-patológicos

Las intervenciones en el área endodóntica se desarrollan tanto en el tejido dentinario como en el pulpar, directa o indirectamente.

La dentina es un tejido mineralizado vital anisótropo (presenta diferentes propiedades según la dirección en que es examinada)⁷ y es producida por los odontoblastos. Los odontoblastos son células únicas, alojadas tanto en la periferia pulpar como en el interior de la dentina. Este es uno de los motivos por los que se considera a la pulpa y a la dentina como una unidad dinámica funcional. Ambos tejidos dependen mutuamente de su vinculación para mantener su integridad. La dentina es producida por la pulpa dental y esta requiere de la protección de los tejidos mineralizados que la rodean, para su preservación.

En la dentinogénesis los odontoblastos sintetizan y secretan matriz extracelular rica en colágeno tipo I

(pre dentina) que luego será mineralizada. A medida que construyen esta matriz fibrilar, los odontoblastos retroceden en dirección pulpar, permaneciendo los procesos odontoblásticos en la matriz mineralizada.⁸ La dentinogénesis es un proceso dinámico donde se lleva a cabo la interacción entre varias moléculas, incluyendo el colágeno tipo I, las proteínas no colágenas (PNC) y los proteoglicanos.⁹

El odontoblasto varía a lo largo de su ciclo de vida tanto en forma, tamaño como en cantidad de organelos citoplasmáticos, según su actividad funcional.¹⁰ Debajo de la capa de odontoblastos se encuentra la capa rica en células de Höhl. Esta presenta características fenotípicas singulares en su morfología, siendo fundamentales especialmente durante la etapa más activa de la dentinogénesis coronaria, complementando la actividad odontoblástica.¹¹ Para complementar esta actividad es necesario un aporte sostenido de nutrientes, provisto por un plexo capilar conectado a la capa de Höhl. Existe una correlación estrecha entre la angiogénesis y la secreción de matriz orgánica que será mineralizada a lo largo de la dentinogénesis¹² (Fig. 1).

Durante la vida del individuo se modifica la disposición odontoblástica, en especial en la corona, donde se reduce paulatinamente el espacio de la cavidad pulpar. Por esta razón se produce apoptosis odontoblástica para adaptarse a la reducción de este espacio. El número de odontoblastos varía desde el nacimiento hasta los 23 años, reduciéndose a la mitad alrededor de los 70 años de edad.⁶

Se han propuesto varias formas de clasificar las capas de la estructura dentinaria. La clasificación que se basa en la formación de este tejido a lo largo de la vida, la divide en dentina primaria, secundaria y terciaria.^{13,14} La dentina primaria se constituye antes de la erupción dentaria, es una dentina tubular regular, incluyendo la dentina del manto. La capa de dentina secundaria o circumpulpar se deposita más lentamente a lo largo de toda la vida del individuo, siendo su estructura tubular una continuación de la anterior, a diferencia de su distribución que no es homogénea (existen mayores depósitos en piso y techo cameral). La dentina terciaria se corresponde a la capa irregular de tejido, localizada en la zona donde se ha injuriado ese tejido (por lesiones cariosas, preparaciones cavitarias, parafunciones, etc.). Esta capa ha recibido varias denominaciones, tales como dentina irritativa, dentina irregular, dentina re-

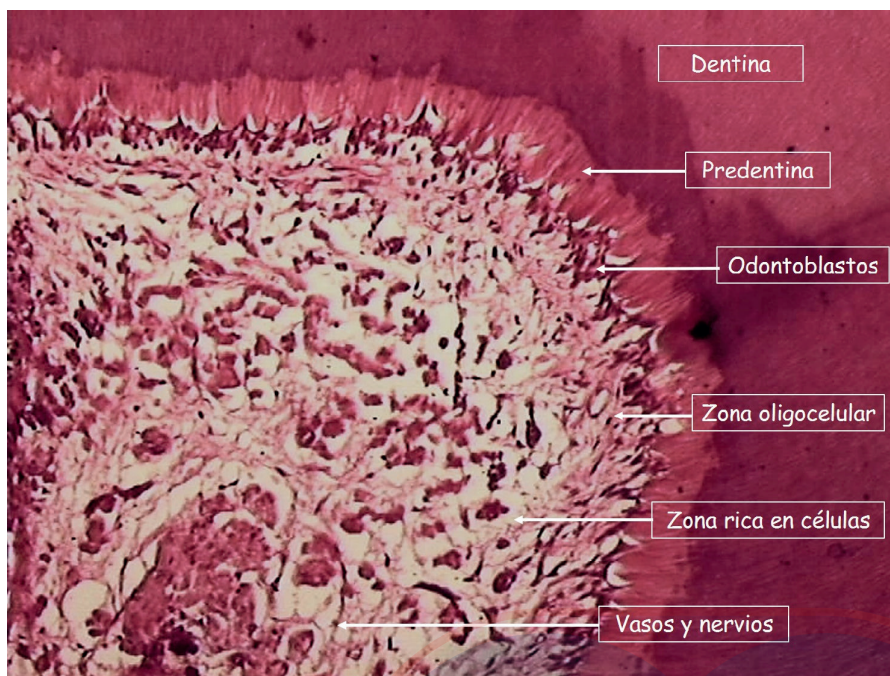


Fig. 1. Componentes pulpaes y su interrelación con la dentina. Gentileza Dr. Claudio Boiero.

accional, dentina de defensa, etc. Todas estas variantes aluden a la causa que motiva la producción de este tejido, o sea un evento que ocasiona una respuesta rápida con tejido mineralizado que se interponga entre el tejido pulpar y la noxa. Dependiendo de la intensidad del estímulo, la dentina terciaria puede diferenciarse en dos tipos: dentina reaccional o reactiva y dentina reparadora.^{10,14} Cuando el estímulo que promueve la aposición de dentina terciaria es suave, de baja intensidad, se deposita dentina reactiva. La misma es producida por la actividad secretora de células de odontoblastos postmi-

tóticas supervivientes. Sin embargo, la dentina reparadora es secretada por células símil odontoblastos, frente a estímulos externos de intensidad mayor que obligan a una respuesta defensiva más rápida (Fig. 2). Ambos eventos biológicos pueden desarrollarse independientemente o presentarse simultáneamente por ejemplo en la misma lesión cariosa¹⁵ (Fig. 3). Cuando existiera pérdida de la capa odonto-



Fig. 2. Pieza 11 con antecedentes de traumatismo. Nótese la respuesta de la cámara pulpar en relación con la pieza 21.

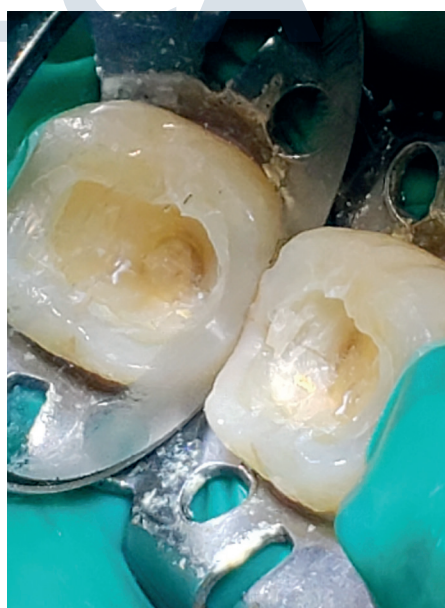


Fig. 3. Respuesta dentinopulpar en una lesión cariosa activa.

blástica por ejemplo en el caso de la exposición pulpar, la respuesta será a expensas de la diferenciación de células símil odontoblastos que producirán la secreción de la matriz para la dentina reparativa.¹⁶

2.2. Causas más frecuentes de afección pulpar

Como se ha descrito anteriormente, el complejo dentinopulpar tiene la capacidad de compensar, en parte, la pérdida de esmalte, cemento o dentina. Desde que en 1965 Kakehashi, Stanley y Fitzgerald¹⁷ demostraron que la contaminación microbiana es la principal causa de las alteraciones pulpares y no la pérdida de tejido dentinario que la protege, se ha profundizado en el estudio de las posibles vías de entrada de microorganismos al complejo dentinopulpar. Las uniones entre los túbulos dentinarios constituyen un mecanismo de defensa para la supervivencia dentinopulpar antes situaciones adversas (Fig. 4). Las lesiones cariosas constituyen la ruta más frecuente de invasión microbiana. Otras posibles puertas de acceso son la filtración causada por márgenes desadaptados de restauraciones, bolsas periodontales, traumatismos que conllevan pérdida de estructura dentaria, fisuras y fracturas corono radiculares. En menor medida se proponen las vías anacoréticas, así como la proximidad o contigüidad de lesiones perirradiculares de piezas vecinas.

3. Periodontitis apical

El éxito del tratamiento endodóntico en dientes con pulpas vitales no infectadas depende de la prevención de la infección del sistema de conductos radiculares, mientras que, en dientes con pulpas necróticas infectadas, depende de la reducción de bacterias a niveles compatibles con la reparación del tejido perirradicular. La periodontitis apical postratamiento es la patología asociada a una infección persistente o secundaria del conducto radicular.^{18,19}

El establecimiento de microorganismos y sus subproductos dentro de los conductos radiculares es uno de los principales factores relacionados con el fracaso del tratamiento endodóntico. En ocasiones, puede consistir en la persistencia o aparición de periodontitis apical después de la obturación del sistema de conductos.

Dado que la periodontitis es un proceso inflamatorio dinámico, localizado en la región periapical, el tipo de respuesta inmunoinflamatoria está determinada por una red de mediadores químicos producidos por las células inmunes, en respuesta al estímulo provocado por la acción de microorganismos y/o factores de virulencia. Esto puede resultar en daño tisular y en el desarrollo de signos y síntomas endodónticos.²⁰

La reabsorción ósea perirradicular es una manifestación de la defensa del hospedero en respuesta

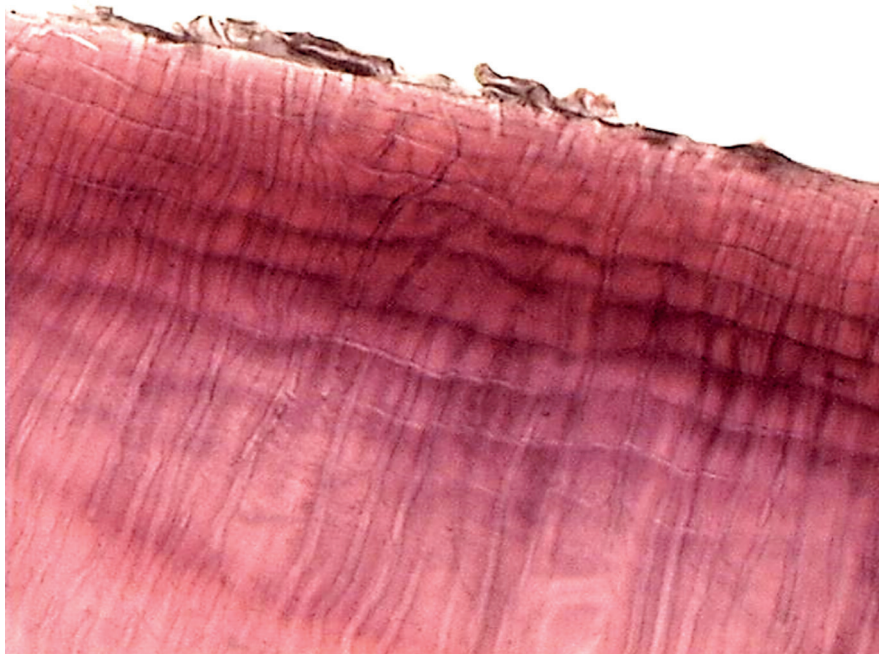


Fig. 4. HE 40x. Dentina radicular zona tercio medio. Nótese las anastomosis entre conductillos a manera de red. Gentileza Dr. Claudio Boiero.

a una infección endodóntica. Es un proceso de inflamación y destrucción de estructuras apicales que resulta del enfrentamiento activo entre patógenos microbianos presentes en el conducto radicular y la respuesta inmune del individuo²¹ (Fig. 5).

Considerando que la periodontitis apical es una enfermedad infecciosa, su tratamiento exitoso depende del control eficaz de la infección. Sundqvist y Figdor²² han reportado que la infección del conducto no es un evento aleatorio. La microbiota endodóntica tiene la capacidad de formar *biofilm* o biopelículas, interactuando con otros microorganismos, así como de desarrollar asociaciones sinérgicamente beneficiosas, interfiriendo y evitando las defensas del hospedero.²³ En los conductos infectados, el *biofilm* solo tendrá la oportunidad de permanecer si se aloja en áreas donde los instrumentos no ejercen su acción y los irrigantes no pueden alcanzar una concentración y/o tiempo de contacto efectivos. Las biopelículas bacterianas residuales, ubicadas en estas áreas no tratadas, no se verían afectadas o solo se eliminarían parcialmente, especialmente si son de mayor espesor.^{18,24}

La biopelícula protege a las bacterias de las defensas del huésped, aumentando su resistencia a los protocolos de desinfección intracanal. Estas son comunidades microbianas multicelulares sésiles donde los microorganismos están protegidos por una sustancia polimérica extracelular (EPS), generalmente un polisacárido, y firmemente adheridos a las superficies. Estas superficies incluyen las paredes del conducto radicular, materiales de obturación, etc.

La formación de *biofilm* depende de una capa acondicionadora de la superficie, cuyas propiedades determinan la fijación y la composición microbiana,

ya que se liberan las bacterias desde una fase planctónica. La unión de las bacterias al sustrato depende de la energía de la superficie, la temperatura, el pH, la duración del contacto, la humectación de la superficie y la disponibilidad de nutrientes.

Las estructuras bacterianas como pili, flagelos, EPS y adhesinas son importantes para la adhesión. La proliferación y el metabolismo de los microorganismos unidos generan comunidades microbianas mixtas y estructuralmente organizadas, y esta monocapa atrae a los colonizadores secundarios que forman microcolonias, y así, se constituye la estructura final de la biopelícula. En endodancia, Mohammadi et al.²⁴ reportaron diferentes tipos de *biofilm*, incluyendo *biofilm* intraconducto y extrarradicular.^{23,18,25}

El tratamiento endodóntico altera toda la ecología del microambiente endodóntico, por lo que las bacterias supervivientes deben adaptarse a las nuevas condiciones. Encontrar una fuente de nutrientes es un requisito previo esencial para la supervivencia bacteriana. Estas bacterias pueden utilizar restos de tejido necrótico en áreas intactas, istmos y canales laterales como sustrato, que es, sin embargo, una fuente finita. Debe existir una fuente sostenida de nutrientes que puede desarrollarse a partir de fluidos tisulares y exudados inflamatorios de los tejidos perirradiculares infiltrados en el conducto, como resultado de un sellado apical inadecuado o una preparación u obturación apical que no alcanzan el límite apropiado.²⁶⁻³⁰

En los conductos radiculares infectados, se encuentran altas concentraciones de factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y de proteína interleucina-1 beta (IL-1 β). Estas pueden producir destrucción tisular, al estimular a los macrófagos a producir metalo-

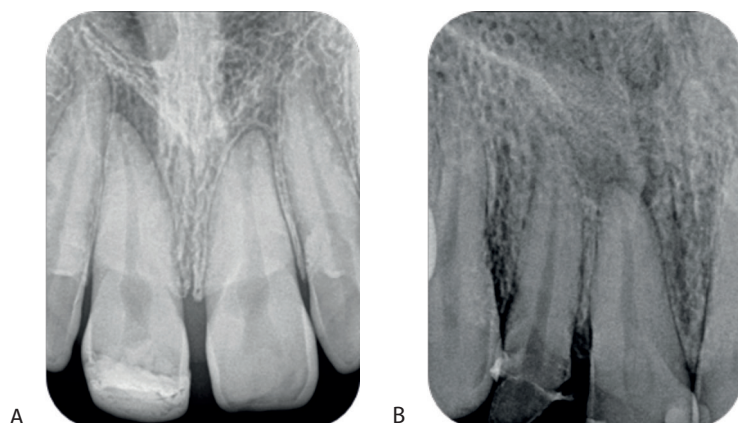


Fig. 5. Necrosis pulpar y periodontitis apical por diferentes causas:

A) pieza 11 con fractura coronaria

B) pieza 12 con lesión cariosa coronaria.

proteinasas de matriz extracelular (MMP), provocando la destrucción de esta matriz.

La reducción de los niveles de bacterias, citocinas proinflamatorias (PIC) y MMP por procedimientos endodónticos, en dientes con periodontitis apical, es un desafío, ya que buscan brindar equilibrio inmunológico y cicatrización de tejidos.^{20,31,32}



Fig. 6. Corte tomográfico donde se aprecia la comunicación entre la lesión perirradicular y el canal dentario inferior.

La periodontitis apical es un factor responsable de la disminución de la tasa de supervivencia dentaria después del tratamiento endodóntico (Fig. 6). Afecta del 24,5 % al 61 % de la población adulta.³³ Es una enfermedad prevalente en los países europeos. Segura-Egea et al., utilizando radiografías periapicales y panorámicas, informaron una prevalencia que variaba del 34 al 61 % en adultos.³⁴ Por otro lado, el tratamiento endodóntico también es muy frecuente. En Europa, los datos de varios estudios epidemiológicos sugieren que alrededor del 2-12 % de los dientes fueron tratados endodónticamente.³⁵ Berlinck et al. describieron una prevalencia de periodontitis apical del 7,87 % en una población urbana de Brasil.³⁶

4. Protocolos de tratamiento

El tratamiento endodóntico se sustenta sobre principios básicos que propenden hacia el control y pre-

dictibilidad de los tratamientos. A continuación, se describen los principios básicos más importantes, regidores de los procedimientos de la terapéutica endodóntica.

4.1. Descontaminación y esterilización del instrumental

Es un procedimiento habitual previo al uso de cualquier tipo de instrumental odontológico. Los métodos más comunes de esterilización son a través del calor seco y del calor húmedo. El almacenamiento al igual que las maniobras preoperatorias deben mantener las condiciones de esterilidad del instrumental hasta su uso. Estas maniobras tienen por objetivo evitar incorporar microorganismos en una zona donde no existen, así como no agregar más microorganismos de los que ya existen en el sistema de conductos, a través de prácticas correctas en el manejo de la cadena aséptica. Aquellos elementos que no permitan su esterilización deben ser correctamente descontaminados. La unidad dental y las superficies de trabajo deben ser estrictamente desinfectadas antes y después de su uso.

4.2. Preparación coronaria

La preparación coronaria o reconstrucción preendodóntica abarca aquellos recursos destinados a acondicionar la pieza para: posibilitar la aislación absoluta de la pieza, mantener entre sesiones las condiciones de saneamiento logradas, conservar la integridad de los tejidos dentarios evitando fracturas y filtraciones, manteniendo inalterado el sellado de la cavidad de acceso y las referencias coronarias de la longitud de trabajo. Es una etapa en la que también es posible evaluar el pronóstico de la pieza.^{37,38}

La selección de los materiales y técnicas a emplear en la reconstrucción coronaria dependerá de la localización del margen cavitario (supra- o subgingival), de la necesidad de remoción previa de hiperplasias gingivales, de los requerimientos estéticos y de la futura reconstrucción definitiva.³⁹

4.3. Aislación absoluta

Los beneficios de la aislación de los dientes con una lámina de caucho fueron descritos en 1864 por Sanford Barnum. En endodoncia, el uso del dique de

goma es el estándar de atención.⁴⁰ La aislación absoluta es un procedimiento obligatorio, ineludible, mandatorio durante el tratamiento endodóntico. La no aislación es un error odontológico por omisión, lo que configura negligencia (Cód. Civil 16603). La imposibilidad de aislación absoluta de una pieza o la no aceptación de esta práctica por parte del paciente, deberá contraindicar el tratamiento endodóntico.⁴¹

Dentro de las ventajas de la aislación absoluta se destaca:

- El control de la infección sobreagregada por el ingreso de microorganismos desde la cavidad oral
- Proveer un campo seco de trabajo
- La protección de los tejidos circundantes y piezas vecinas
- La mejor visualización sin la interposición de otras estructuras
- Y, por sobre todo, evitar la accidental deglución o aspiración de instrumentos u otras sustancias o medicaciones empleadas.

El tiempo empleado en su colocación es ampliamente recuperado ya que aumenta la eficacia de nuestras maniobras, además de impedir al paciente hablar, salivar u otras distracciones durante los procedimientos. Como ventaja adicional se destaca la reducción en la generación de aerosoles.⁴²

Previo a la colocación del dique de goma se sugiere el uso de un antiséptico en la cavidad oral, conviene recordar que 1 ml de saliva de un individuo en condiciones promedio, contiene 750 millones de microorganismos aproximadamente.⁴³ Luego de realizada la aislación, se deberá descontaminar el dique de goma antes de iniciar las maniobras. El dique de goma debe permanecer íntegro y en correcta posición hasta la última de las etapas endodónticas.

Desde la descripción de las técnicas de aislación preconizadas por Sanford Barnum, hasta nuestros días, se han desarrollado una extensa variedad de recursos que facilitan y optimizan la aislación absoluta de la pieza o zona a tratar. Se describen varios modelos y materiales de arcos y clamps que posibilitan la estabilización y permanencia de la goma dique. En el mercado se encuentran diques de goma con y sin látex, en caso de hipersensibilidad o alergia, con diferentes espesores y tamaños, también existen barreras fotopolimerizables que impiden eventuales filtra-

ciones marginales del dique. Otros elementos coadyuvantes de las técnicas de aislación pueden sustituir el uso de clamps, bloqueando la expulsión del dique en la zona proximal dentaria. El uso de hilo o seda dental contribuye en la estabilidad de la goma dique, así como también la sujeción del clamp al arco en caso de desalojo o fractura de este (Fig. 7).



Fig. 7. Aislación absoluta en el tratamiento de urgencia de la pieza 36.

4.4. Cavidad de acceso

El diseño de la cavidad de acceso constituye una etapa crítica dentro de la terapéutica endodóntica. A través de esta cavidad se realizarán todas las maniobras de limpieza, conformación y obturación.⁴⁴ Su diseño debe encontrar el delicado equilibrio entre permitir acceder a la totalidad del sistema de conductos y conservar la mayor cantidad de estructura dentaria posible.⁴⁵ Cada vez más cobra importancia la concepción «endo-resto» como unidad de procedimientos subsecuentes e indivisibles de un mismo tratamiento. La planificación de la cavidad de acceso contempla la futura reconstrucción que recibirá esta pieza, considerando la cantidad de paredes coronarias perdidas, si la restauración será directa o indi-

recta, si es o no una reconstrucción unitaria y la eventual reconstrucción con poste.^{46,47} En los últimos años se han desarrollado múltiples propuestas de cavidades de acceso, inspiradas en los postulados de la odontología mínimamente invasiva. El objetivo primordial consiste en minimizar el desgaste de tejidos dentarios durante el tallado del acceso, preconizando especialmente, la mayor conservación posible de techo cameral, a efectos de reducir la posibilidad de fracturas. Primero surgieron las cavidades de acceso conservadoras para luego avanzar hacia las ultraconservadoras y las poli-mini-cavidades de acceso en dientes multirradiculares.^{48,49} Estas cavidades se planifican empleando tomografías de haz cónico y deben ejecutarse utilizando medios de magnificación. Los beneficios de estos diseños son controversiales. No se ha encontrado una ventaja significativa respecto a la resistencia estructural, comprometiendo la limpieza y la conformación final del sistema de conductos.⁵⁰

4.5. Protocolos

La calidad técnica del tratamiento endodóntico es fundamental para un pronóstico favorable. Existe una fuerte asociación entre la salud periapical y la calidad técnica del tratamiento del conducto radicular.⁵¹ La calidad de limpieza y conformación, así como la obturación, son fundamentales para lograr altas tasas de éxito, incluso en conductos radiculares infectados.⁴³

El éxito del tratamiento endodóntico de dientes con infección intracanal depende de la máxima reducción bacteriana. Para lograr una erradicación más efectiva de estos microorganismos, la instrumentación endodóntica debe implementarse siempre con irrigación abundante, en busca de lograr efectos químicos, mecánicos y biológicos. La conformación asociada a la desinfección química, especialmente con el uso de solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) como solución irrigante, desempeña un papel fundamental en el establecimiento de condiciones microbiológicas intraconducto, que favorecen la regeneración del tejido perirradicular. La importancia de utilizar una sustancia antimicrobiana como NaOCl, para complementar los efectos mecánicos de la instrumentación y aumentar la desinfección del conducto radicular, ha sido ampliamente demostrada.^{52,53}

Sin embargo, las bacterias pueden persistir incluso cuando el tratamiento haya alcanzado estándares aceptables. Esto se debe a que la complejidad de la anatomía del conducto radicular puede plantear desafíos importantes para obtener una limpieza y conformación adecuadas, incluso con un profesional experimentado. El irrigante debe llegar a las áreas no preparadas con una concentración y volumen efectivos y permanecer en ellas el tiempo suficiente para lograr el efecto deseado. El NaOCl ha sido ampliamente utilizado como irrigante endodóntico, debido a su potente acción antimicrobiana y propiedad de disolución del tejido orgánico, aunque no se ha obtenido unanimidad sobre la concentración ideal a utilizar (varía entre 0,5 % y 6 %).⁵⁴ Las preparaciones que utilizan NaOCl al 2,5 % como irrigante pueden reducir los niveles bacterianos entre un 95 % y un 99 %.⁵⁵ Los mejores efectos antimicrobianos del NaOCl se observan cuando la sustancia se renueva regularmente y se usa en grandes volúmenes. También se ha recomendado la activación mecánica, sónica o ultrasónica del NaOCl, durante la limpieza y conformación.⁵⁶

Sin embargo, los microorganismos que se encuentran en las biopelículas son de 1000 a 1500 veces más resistentes a los antimicrobianos que las bacterias planctónicas. En cuanto a las bacterias resistentes, principalmente el biofilm compuesto de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), se reportó que la degradación del ácido lipoteicoico (ALT) de *E. faecalis* con NaOCl resultó en el deterioro de la actividad inmunoestimuladora, debido a la dilapidación de la estructura de la molécula de glicolípido. El NaOCl puede alterar la activación del receptor 2 de *E. faecalis* e inducir mediadores inflamatorios, además de dañar la estructura del ALT.

Los *biofilm* de dos especies o los envejecidos son más resistentes al NaOCl que los *biofilm* de una sola especie o los más jóvenes. Los estudios sostienen que el NaOCl de alta concentración es el único irrigante eficaz en la degradación de *biofilm* de múltiples especies. Por otro lado, el NaOCl no tiene la propiedad de disolver la materia inorgánica, y se indica la irrigación final con ácido etilendiamino tetracético (EDTA). Además de eliminar el barro dentinario, la irrigación con EDTA puede ser beneficiosa para alterar la biopelícula bacteriana. Cuando se usa EDTA como último irrigante, se reduce la cantidad de bacterias que per-

manecen adheridas a la superficie de los conductos radiculares.^{54,57}

En los últimos años se han introducido instrumentos de rotación continua simétrica y de rotación asimétrica, más conocidos como rotatorios y reciprocos, con conicidad variables, que permiten preparaciones apicales adecuadas.⁵⁸ El uso de un solo sistema de instrumentos para preparar conductos radiculares se propuso hace aproximadamente 10 años y, desde entonces, se han comercializado numerosos sistemas. Los estudios han demostrado que los sistemas de una sola lima pueden tener un rendimiento antibacteriano comparable a los sistemas con varios instrumentos.^{32,59} En el entorno clínico, la cantidad de NaOCl utilizada durante la preparación con una sola lima puede ser menor. Para que una técnica de un solo instrumento muestre resultados comparables a la preparación con múltiples sistemas de instrumentos, el profesional debe al menos considerar el uso de un volumen similar de irrigación.⁶⁰ Existe la posibilidad de que un aumento en la concentración de NaOCl pueda compensar el menor tiempo y volumen de riego, asociado con sistemas de un solo instrumento.⁶⁰ En condiciones de volumen similares, no se encontraron diferencias significativas.⁶¹

Una cuestión debatida es si el tratamiento endodóntico debe realizarse en una o más sesiones. Cada uno de estos protocolos tiene sus propias ventajas y desventajas. Los tratamientos de una sola visita toman menos tiempo, son rentables, evitan la contaminación del conducto y/o el recrecimiento bacteriano y son menos estresantes para el paciente en relación con la anestesia y la instrumentación durante el tratamiento. Otros problemas son la posible filtración entre visitas y la pérdida del sellado temporal.⁶² Por otro lado, cuando se instala dolor, la intensidad del dolor ha sido mayor en el grupo de sesión única.^{62,63}

Generalmente, los endodoncistas prefieren realizar el tratamiento de endodancia de dientes vitales en una sola visita. Sin embargo, existe controversia sobre la realización de tratamientos de sesión única o múltiple en casos de necrosis pulpar con o sin periodontitis apical. El motivo principal, en tales casos, es que las bacterias se diseminan en los túbulos dentinarios, canales laterales y deltas apicales, provocando dificultades en su eliminación mediante la preparación químico-mecánica. Muchos endodon-

cistas creen que, en tales casos, la medicación intracanal debe colocarse para disminuir o eliminar las bacterias, lo que resulta en una mejor reparación.⁶⁴

La efectividad del tratamiento endodóntico de una sola visita y de múltiples visitas no es sustancialmente diferente.^{65,66}

Se ha demostrado que el uso de un medicamento entre sesiones aumenta la eliminación bacteriana, ya que puede ayudar a compensar el dilema de las áreas de superficie no preparadas.^{52,67} Uno de los medicamentos intracanal más utilizados es el hidróxido de calcio (HC) porque tiene una amplia actividad antimicrobiana, dependiente de la liberación de iones hidroxilo, que elevan el pH impidiendo que los microorganismos sobrevivan. El pH elevado altera la integridad de la membrana bacteriana y los iones hidroxilo son altamente reactivos con biomoléculas (proteínas, lípidos, ácidos nucleicos). Sin embargo, se ha informado que el HC es ineficaz para prevenir la formación de biopelícula de *E. faecalis* en los conductos radiculares, aunque es eficaz para eliminar su biopelícula.

La adhesión a la dentina ha sido el factor principal para incrementar la resistencia de *E. faecalis* y *A. naeshundii* al HC.^{68,69} Se sabe que *E. faecalis* es resistente al HC, debido a su bomba de protones para mantener el pH interno y al efecto inhibitorio de la capacidad buffer dentinaria. Sin embargo, también se ha informado que el HC podría atenuar la capacidad no solo de *E. faecalis*, sino también del ALT, para estimular macrófagos, y podría reducir la producción de TNF- α y óxido nítrico.

La principal función biológica del TNF- α es reclutar neutrófilos y monocitos hacia el sitio de infección y activar estas células para erradicar microorganismos. El TNF- α también es un importante mediador de la respuesta inflamatoria a bacterias grampositivas y otros microorganismos, pudiendo modular su propia expresión, y la de otras citocinas, como IL-1 β . También hay evidencia de que el HC podría degradar el ALT de *E. faecalis*, lo que da como resultado una actividad inmunoestimuladora de ALT alterada, e inactiva el lipopolisacárido (LPS) en bacterias gramnegativas, a través de la hidrólisis de ácidos grasos en el lípido A.^{20,25,70}

La terapia endodóntica también tiene como objetivo sellar el espacio que antes ocupaba el tejido pulpar utilizando material inerte y biocompatible. La gutapercha es uno de los materiales de obtura-

ción más populares en la práctica de la endodoncia.⁷¹ Consta de 20 % de gutapercha, 66 % de óxido de zinc, 11 % de radiopacificante y 3 % de plastificante. Aunque la gutapercha tiene múltiples propiedades favorables, como la biocompatibilidad, la termoplasticidad y la facilidad de remoción, hay un elemento crítico que la gutapercha no tiene: la adhesión directa a la pared del canal. Por eso debe ir acompañado de un cemento sellador.⁷² Ambos materiales deben estar confinados dentro del canal dentinario, teniendo precaución de no extenderse al espacio foraminal.⁷³

5. Nuevas tecnologías de aplicación endodóntica

El desarrollo constante de nuevas tecnologías ha contribuido en la optimización del tratamiento endodóntico. Se realizará una breve reseña de las contribuciones más destacadas en el ámbito de la óptica, la informática, la medicina y la ingeniería.

5.1. Imagenología digital

En la etapa de diagnóstico endodóntico se destaca en el área imagenológica, el surgimiento de la **radiología digital periapical** y a posteriori de la **tomografía computarizada de haz cónico** (CBCT) y nuevos softwares que brindan una detección precisa de lesiones, fracturas, fisuras, así como una reducción significativa de artefactos.⁷⁴ Los avances tecnológicos desarrollados en esta área, han sido

fundamentales para poder establecer diagnósticos más precisos, así como pronósticos más predecibles. La posibilidad de adquirir imágenes que requieren menor tiempo de exposición, sin mediar técnicas con soluciones químicas de revelado y que permiten su archivo en forma digital, ha sido importante en la radioprotección así como en el tiempo empleado durante los tratamientos.⁷⁵ La tomografía computarizada de haz cónico surge en la década de los 1990, ofreciendo una reconstrucción tridimensional con una exposición que reduce la dosis de radiación en comparación con la tomografía computarizada convencional.⁷⁶ El diagnóstico de periodontitis apical con CBCT es aún más certero que con las técnicas de radiografías bidimensionales.⁷⁷ Pero la aplicación endodóntica de la CBCT no solo ha impactado en la etapa de diagnóstico, sino también a lo largo de todo el proceso terapéutico endodóntico. Permite medir curvaturas, diagnosticar y analizar reabsorciones radiculares externas e internas, localizar perforaciones, visualizar conductos y raíces extranumerarias, localizar conductos mineralizados, evaluar estructuras anatómicas anexas, localizar fracturas dentarias y óseas, planificar cirugías paraendodónticas, comparar evolución de lesiones, etc.⁷⁸

La **endodoncia guiada** surgió como un recurso para el abordaje de conductos parcial o totalmente obliterados, mineralizados en su interior como respuesta a diferentes estímulos.^{79,80} Las imágenes adquiridas por CBCT y el escaneo tridimensional permiten diseñar, en forma virtual, la trayectoria de acceso al sistema de conductos que luego será impresa en una guía operatoria^{81,82} (Fig. 8).

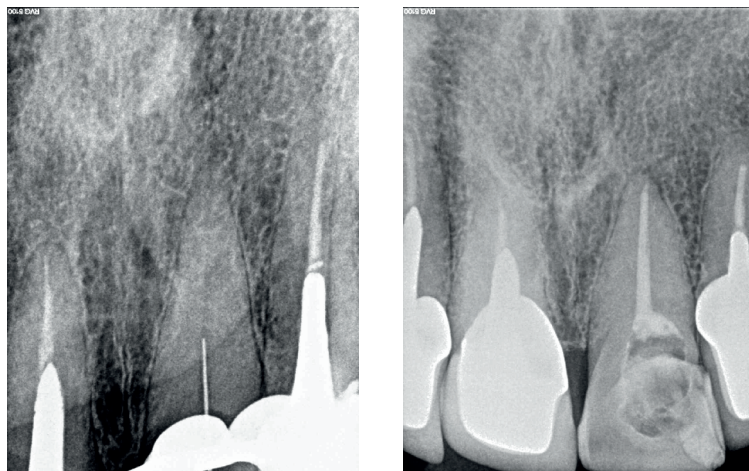


Fig. 8. Pieza 21 con conducto mineralizado, tratado con endodoncia guiada. (Nótese el desgaste coronario excesivo realizado previamente para localizar el conducto).

En los aspectos concernientes al conocimiento de la anatomía interna dentaria, los estudios realizados a través de análisis con **microtomografía computadorizada** han sido un aporte sustancial para la planificación terapéutica, especialmente en la etapa de limpieza y conformación.^{83,84}

La **realidad virtual** se ha utilizado como herramienta para el aprendizaje y entrenamiento en las prácticas preclínicas con simuladores.⁸⁵ Sin embargo esta tecnología es promisoría para su uso en situaciones clínicas, intraoperatorias, especialmente en las etapas de limpieza y conformación y en casos de cirugía paraendodóntica.

5.2. Oximetría de pulso y flujometría laser doppler

En esta etapa de diagnóstico del tratamiento endodóntico se ha intentado avanzar sobre los hallazgos aportados por la **oximetría de pulso** y la **flujometría láser doppler**, sin lograr ser comercializados masivamente hasta el momento. El dilema del diagnóstico del estatus pulpar con métodos no invasivos, no dependientes de la respuesta del paciente ni de la interpretación del operador, podría resolverse con estos test.⁸⁶ La termometría es un tercer test que podría incorporarse a los descritos anteriormente, para la evaluación del status de la vascularidad pulpar.⁸⁷

5.3. Magnificación

El abordaje al sistema de conductos se ha visto facilitado por los elementos de **magnificación** desarrollados, en especial con las lupas y los microscopios operatorios. Estos dispositivos no solo mejoran la visualización por la magnificación del campo operatorio sino también por la iluminación provista por ellos. Además, colaboran en una postura ergonómica de trabajo, lo que no redundaría en una reducción del tiempo operatorio pero sí lo hacen en la calidad final del tratamiento.⁸⁸ La magnificación puede dividirse en tres categorías: baja (3x-8x), media (8x-16x) y alta (16x-30x). La elección depende de la extensión y profundidad del campo de acción necesarias. La precisión lograda en los tratamientos es acompañada por la posibilidad de documentación mediante fotografía y/o video, lo que lo convierte en una herramienta auxiliar valiosa en múltiples situaciones,⁸⁹ por ejemplo para localizar conductos, para detectar

y evaluar fisuras y fracturas, para la localización y remoción de instrumentos separados y de postes, para el tratamiento de perforaciones, para la cirugía paraendodóntica, y varias situaciones clínicas desafiantes más.^{90,91}

5.4. Localizadores foraminales

En la conformación y limpieza del sistema de conductos ha sido fundamental, la aparición de los **localizadores foraminales** junto con los innumerables nuevos sistemas e instrumentos mecanizados. La determinación de la longitud de trabajo es un paso crítico, ya que regulará la medida en que se realizarán las maniobras de limpieza, conformación y obturación. La longitud puede lograrse por métodos radiográficos y por otros métodos como los que emplean dispositivos como los localizadores electrónicos. Éstos procuran determinar con precisión la localización del foramen apical,⁹² en cualquier situación clínica,⁹³ por eso a pesar de ser denominados «localizadores apicales», consideramos más adecuado el término «localizadores foraminales» o «dispositivos electrónicos para medir la longitud del conducto».^{94,95} La determinación de la correcta longitud de trabajo es un factor fundamental en la resolución exitosa del tratamiento.⁹⁶ Estos dispositivos superan las limitaciones que presentan las radiografías en la precisión de la lectura.^{93,97}

5.5. Aleaciones e instrumentos

En las últimas décadas se han desarrollado cientos de instrumentos de uso único o integrando una serie y con posibilidad de reuso, que intentaban superar las propiedades de sus antecesores en acero inoxidable, especialmente en la seguridad del abordaje de los conductos curvos.⁹⁸ La industria metalúrgica ha impulsado la generación de diferentes tipos de ligas metálicas para la producción de instrumentos con variados diseños y cinemáticas, acompañados de motores u otros dispositivos que le imprimen el movimiento específico necesario.⁹¹ La preparación químico-mecánica de los conductos ha sido transformada por la aparición de la aleación equiatómica «NiTiNOL» (acrónimo derivado de níquel-titanio desarrollado en el Naval Ordnance Laboratory, Silver Springs, EUA). Esta aleación está formada, en peso, con 55 % de níquel y 45 % de titanio, y revolucionó

la fabricación y diseño de los instrumentos endodónticos mecanizados.⁹⁹ Esta aleación se comporta como dos metales por su disposición cristalina, según predomine su fase austenítica o martensítica. Walia y cols. describieron la flexibilidad de estos instrumentos, siendo 3 veces mayor que la de los instrumentos de acero inoxidable. Las fuerzas externas transforman la estructura cristalina austenítica en una estructura martensítica, la cual puede acumular tensiones sin deformación. Es por ello que se describe como pseudoelasticidad a la capacidad de retornar a la forma inicial del instrumento, después de haber aplicado una fuerza que lo deforma.¹⁰⁰ El tratamiento térmico, mecánico y/o eléctrico de las últimas generaciones de instrumentos, procuran mejorar sus propiedades.^{101,102} Estas aleaciones permitieron accionar los instrumentos con motores eléctricos preseteados o con programas abiertos, imprimiéndoles diferentes movimientos tales como la rotación continua o la rotación asimétrica con diferentes ángulos de rotación horaria y anti horaria.¹⁰³⁻¹⁰⁵ La velocidad y torque a emplear son variables según la dinámica de cada instrumento, y se encuentran predeterminados en la mayoría de los motores endodónticos. Otras particularidades entre los instrumentos mecanizados es el diseño de la sección transversal, el grado de conicidad, las variaciones de pitch, el ángulo de corte así como el diseño de la punta del instrumento. La selección del instrumento a utilizar se basará en la situación clínica a resolver, lo que en muchas ocasiones requerirá de la hibridación de técnicas.

5.6. Ultrasonido

El perfeccionamiento de los equipamientos **sónicos y ultrasónicos** junto con los insertos específicos de aplicación endodóntica, han contribuido significativamente en las etapas de abordaje y de limpieza y conformación, así como también en la cirugía paraendodóntica. Los dispositivos sónicos y ultrasónicos transmiten energía mecánica a través de vibraciones. Ellos se basan en un sistema en el que se emplea el sonido como fuente de energía. Los dispositivos sónicos funcionan con frecuencias cuyo rango comprende la categoría de audibles, o sea por debajo de 20 kHz. Los instrumentos accionados por energía sónica tienen un patrón de onda longitudinal simple, que consiste en una gran amplitud en la

punta (antinodo) y una pequeña amplitud en el extremo accionado (nodo). La amplitud de la onda en el antinodo puede alcanzar hasta 1 mm, siendo mayor que el diámetro de gran parte del sistema de conductos.¹⁰⁶ Ello explicaría la reducción de la eficacia de estos dispositivos, dada la producción de repetidos contactos con la pared del conducto.¹⁰⁷ Los dispositivos que son accionados por ultrasonido operan con frecuencias más altas que las sónicas (20-200 kHz) y tienen amplitud de onda menores de 100 μm .¹⁰⁸ Los equipos ultrasónicos operan con un patrón de oscilación más complejo que los sónicos, de aproximadamente tres longitudes de onda.¹⁰⁹

La amplitud de onda de la punta de los instrumentos ultrasónicos actuales es del rango de 10 a 100 μm en la dirección de oscilación, además de una pequeña oscilación perpendicular a la dirección de oscilación principal.¹¹⁰ El contacto intermitente que puede existir, genera una oscilación secundaria a frecuencias audibles durante la cual el inserto sigue oscilando con frecuencia ultrasónica.¹¹¹ Una de las mayores ventajas de la energía ultrasónica es la limpieza que genera, coadyuvando la irrigación del sistema de conductos, favoreciendo el descombro de detritus y barro dentinario al que se adiciona el aumento de la temperatura que favorece la acción de la solución de hipoclorito de sodio.¹¹²⁻¹¹⁴ La activación ultrasónica conduce a un tipo especial de flujo llamado transmisión acústica, por ello la irrigación activada por energía ultrasónica promueve un flujo acústico y la cavitación, y a ello se debe los efectos biológicos y químicos generados.¹¹⁵ Estas fuerzas provocan la ruptura física de *biofilm* o agregaciones bacterianas menos organizadas.¹¹⁶ Los insertos diamantados accionados por ultrasonido son capaces de remover cálculos y otras barreras dentinarias que se interponen en la localización de la entrada de los conductos. Otro tipo de accesorios utilizan la misma tecnología para la remoción de pernos y de instrumentos separados.¹¹⁹

5.7. Láser

En la década del 1960 surge el primer láser cuyo medio activo era el rubí, puesto en funcionamiento por Theodore Maiman.¹¹⁸ Los equipos con tecnología **láser**, además de su aplicación en el diagnóstico pulpar, también han sido diseñados para complementar la terapéutica endodóntica a través del con-

trol de la inflamación y la promoción de analgesia y fotobiomodulación, además del control de la infección realizado por diferentes recursos de estos equipamientos. La palabra «láser» es el acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation* («amplificación de luz por emisión estimulada de radiación»). La luz es una radiación electromagnética cuyas ondas transportan una determinada cantidad de energía. Un dispositivo láser libera una cantidad elevada de energía en forma de radiación lumínica, en el espectro visible o invisible, generando la luz láser. En la actualidad se utilizan muchas longitudes de onda en endodoncia (ultravioleta, azul, rojo, infrarrojo, etc.), que son producidas por diferentes medios activos (diodo, erbio, neodimio, CO₂, argón, etc.).¹¹⁹

Las primeras aplicaciones endodónticas se basaban en el efecto térmico sobre la dentina, procurando su descontaminación y sellado mediante ablación. El desarrollo de los actuales dispositivos láser ha permitido el uso de menos energía a potencia subablativa, minimizando los efectos indeseables de las técnicas láser de décadas anteriores. Los beneficios del uso del láser han superado las limitaciones iniciales, siendo ahora un dispositivo de uso diario en la terapéutica endodóntica.^{120,121} En endodoncia se pueden emplear en forma directa, actuando sobre las paredes del sistema de conductos o actuando en forma indirecta sobre las sustancias irrigantes o actuando sobre sustancia fotosensibilizantes, o sobre los tejidos peridentarios estimulando la reparación, reduciendo el dolor y/o controlando los procesos inflamatorios. A ello se suma la posibilidad de acondicionar los tejidos periodontales (gingivectomía, remoción de pólipos, acondicionamiento de márgenes) durante la preparación coronaria, a efectos de recibir la aislación absoluta. Cuando la energía láser es aplicada en forma directa, se emplean fibras de diámetro compatible (200-300 µm) con el interior del conducto, procurando alcanzar la zona más próxima al foramen. La irradiación láser produce un efecto fototérmico directo sobre las paredes dentinarias del conducto y el interior de los túbulos dentinarios, así como los microorganismos alojados en estas áreas.¹²² Otra técnica empleada para el control de la infección del sistema de conductos y de los tejidos paraendodónticos, es la Terapia Foto Dinámica antibacteriana (Antimicrobial Photo Dynamic Therapy o PDTa). En ella se emplean sustancias

fotosensibilizadoras, cuya característica principal es la de presentar la capacidad de absorber energía de una fuente de luz y transferir esta energía a otra biomolécula.¹²³ Los fotosensibilizadores más utilizados son los derivados fenotiazínicos como el azul de metileno y el azul de toluidina. Estas sustancias son activadas selectivamente por una luz láser con una longitud de onda con aptitud por las mismas, es decir que coincidan con el espectro de activación (espectro de absorción electrónica) del fotosensibilizador.^{124,125}

Esta interacción tiene un efecto fotoquímico que estimula la formación de oxígeno singlete (un estado de oxígeno altamente reactivo y excitado electrónicamente) y radicales libres por transferencia de hidrógeno o electrones, con el consecuente efecto bactericida, virucida y fungicida.^{126,127} Estas moléculas provocan un estrés oxidativo que conduce al daño de la membrana y/o del ADN de las células diana en contacto con el fotosensibilizador, dando lugar a la muerte celular por oxidación de estos componentes celulares.¹²⁸ Otro tipo de efecto provocado por la PDT es el daño causado a la membrana citoplasmática de las bacterias, dando lugar a eventos como inactivación del sistema de transporte de membranas, inhibición de las actividades enzimáticas de la membrana plasmática, peroxidación de lípidos y otros.¹²⁷

Una de las técnicas disponibles para la activación de la solución irrigante, es la irrigación activada por láser (LAI), empleando la energía de la luz láser para agitar y activar el irrigante. Los equipos láseres que se utilizan para esta técnica son los láseres de erbio, como ErCrYSGG y Er:YAG.¹²⁹ Estas técnicas actúan por efectos fototérmicos y fotomecánicos-acústicos. La activación de irrigantes como el hipoclorito de sodio lleva a la producción de un gran número de burbujas, que colapsan contra las paredes del conducto favoreciendo la limpieza y descontaminación.¹³⁰⁻¹³² Los estudios más recientes, se han enfocado hacia la distribución de los fotosensibilizadores a través de micro y nanopartículas bioactivas, con afinidad por la membrana bacteriana y con mayor capacidad de penetrar los *biofilm* endodónticos, por ejemplo, empleando nanopartículas de plata e indocianina.¹³³

Además de las aplicaciones ya descritas, los láseres de baja potencia o terapéuticos, pueden estimular la reparación o regeneración de los tejidos altera-

dos o dañados, a través de la fotobiomodulación.¹³⁴ La fotobiomodulación puede actuar por medio de la fotoestimulación o fotoinhibición celular o tisular. Los fotorreceptores celulares absorben la luz láser y la transfieren a las mitocondrias, afectando la actividad de la citocromo c-oxidasa y el ciclo de Krebs, aumentando la producción adenosina trifosfato (ATP). La mayor producción de ATP conduce a una mayor actividad celular, acelerando los procesos de reparación mucosa, ósea, pulpar, etc.^{135,136}

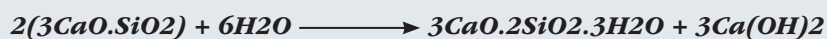
5.8. Biomateriales

La búsqueda del material ideal para el sellado permanente del sistema de conductos ha ocupado gran parte de la historia de los materiales dentales de aplicación endodóntica. Desde la década del 1990 se han desarrollados materiales, especialmente en la familia de las cerámicas bioactivas, de amplia difusión en la terapéutica endodóntica.¹³⁷ Los materiales biocerámicos son cerámicos biocompatibles aptos para su uso en humanos.¹³⁸ Las potenciales ventajas de los materiales biocerámicos en endodoncia están relacionadas con sus propiedades físico-químicas y biológicas, ya que son biocompatibles, hidrófilos, además presentan estabilidad química y dimensional.^{139,140} Camilleri propone denominarlos «cementos hidráulicos», ya que su fraguado se realiza por reacción con el agua (reacción de hidratación).¹⁴¹

Estos cementos tienen la capacidad de fraguar y ser estables en ambientes húmedos, es decir en presencia de sangre, líquido tisular, dentina, hueso, soluciones de irrigación o materiales de restauración. Debe tenerse especial cuidado en estas circunstancias por la posibilidad de alteración química, principalmente en la superficie.¹⁴² Torabinejad patentó los primeros materiales de uso odontológico como Mineral Trióxido Agregado (MTA).¹⁴² Se propone distinguir entre silicatos en general y los silicatos de calcio.¹⁴¹ Los silicatos tri y di cálcicos al reaccionar con el agua, producen hidróxido de calcio (ecuaciones A y B), lo que hace que estos cementos presenten múltiples aplicaciones: protección pulpar directa e indirecta, sellado de perforaciones, tratamiento de reabsorciones, matrices apicales, sellados cervicales en endodoncia regenerativa, sellado retrógrado en cirugía paraendodóntica, selladores de obturación endodóntica, etc.

Estos cementos hidráulicos actualmente presentan tiempo de fraguado final adecuado, buenas propiedades mecánicas, pH alcalino, buena radiopacidad, excelente biocompatibilidad, son inductores de biomineralización¹⁴³ y de diferenciación de células pulpares.¹⁴⁴

Todos estos avances tecnológicos han permitido la hibridación de técnicas (Fig. 9) para la resolución de casos complejos, que otrora hubieran sido indicados como piezas con pronóstico desfavorable.



Ecuación A

tricalcium silicate water calcium silicate hydrate calcium hydroxide



Ecuación B

dicalcium silicate water calcium silicate hydrate calcium hydroxide

(Extraído de Camilleri, 2020).¹⁴¹

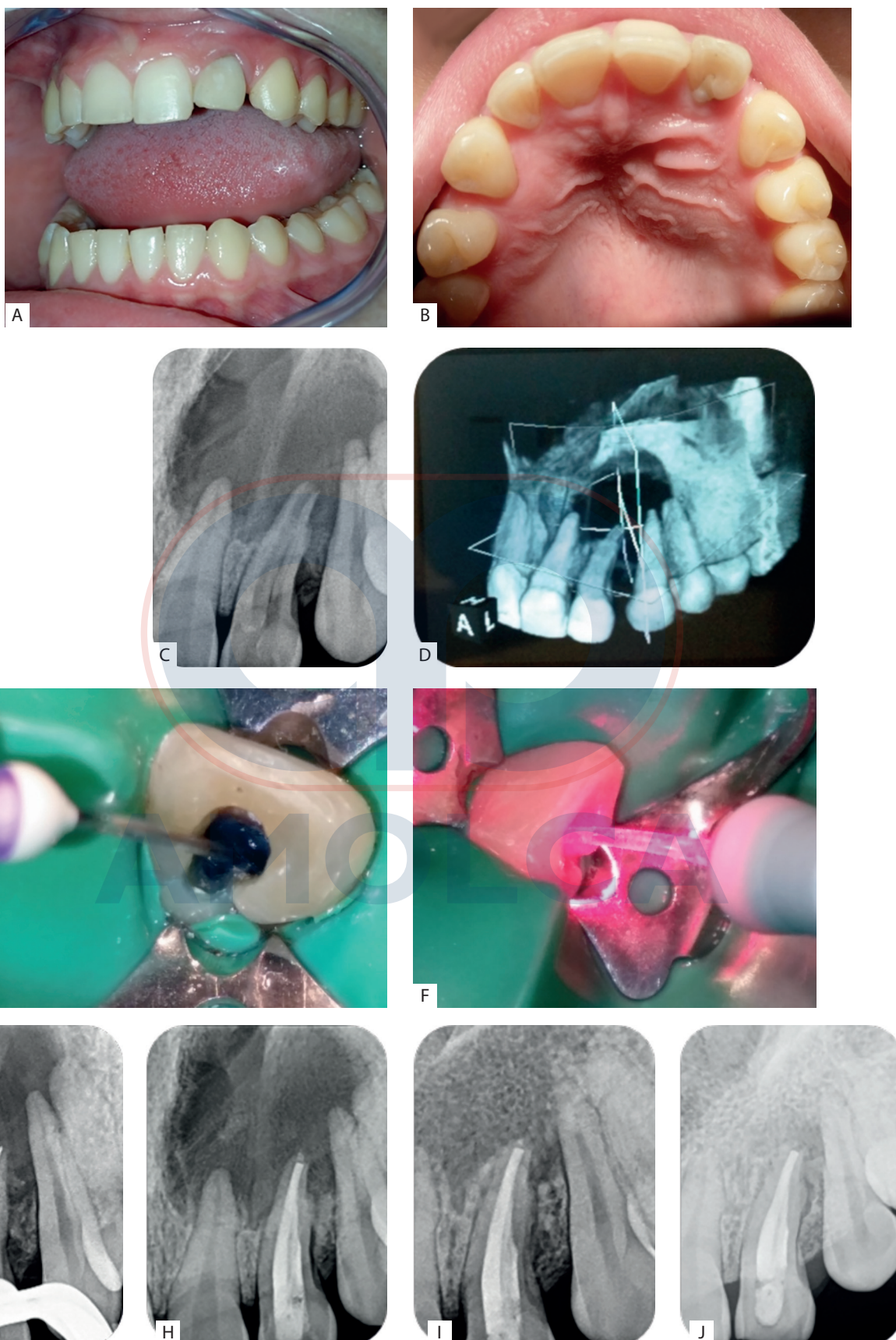


Fig. 9. Hibridación de técnicas en la resolución de pieza 22 con antecedentes de traumatismo y surco palatino a-b) y c) situación inicial; d) estudio tomográfico; e-f) PDT; g-h) rx intraoperatorias; i) control al año; j) control a los 5 años.

6. Pronóstico y factores asociados

Uno de los principales objetivos de la odontología moderna es preservar y restaurar la dentición natural. Uno de los pilares para lograr este objetivo ha sido el porcentaje de éxito del tratamiento endodóntico.¹⁴⁵

El término «éxito» es controvertido, con autores que prefieren denominarlo como «nivel de tolerancia biológica»¹⁴⁶ o sobrevida, supervivencia o mantenimiento de un diente tratado endodónticamente.¹⁴⁷ En Odontología, el término supervivencia tiene diferentes significados según la especialidad a la que se aplica. Esto llevó a confundir la supervivencia del tratamiento con la permanencia del diente en la boca del individuo.

La supervivencia del diente tratado endodónticamente implica la comprensión de eventos biológicos y mecánicos, como resultado de la naturaleza multifactorial durante la vida del individuo y se basa en la interacción de tres niveles de factores: el nivel relacionado con las características del individuo, factores vinculados al órgano dental y los determinantes relacionados con los factores inherentes al profesional.⁴³

Sin embargo, no existe consenso en la literatura sobre una definición consistente de los criterios de «éxito» y «fracaso» del tratamiento endodóntico. El «fracaso» se ha definido en algunos estudios como la recurrencia de los síntomas clínicos con la presencia de radiolucidez periapical.¹⁴⁸ Los resultados de los tratamientos de endodoncia generalmente se evalúan utilizando criterios que incluyen la función, signos o síntomas clínicos, así como juzgando la curación radiográfica de las lesiones periapicales.¹⁴⁹

Tabassum y Khan afirmaron que los factores habituales que se pueden atribuir al fracaso endodóntico son:

- Persistencia de la infección (intra- y extraconducto)
- Obturación inadecuada del conducto
- Sellado coronario inadecuado
- Conductos sin tratar (principales y accesorios)
- Accidentes durante la conformación (desvíos, transportaciones, perforaciones o instrumentos separados)¹⁵⁰

El aumento de la esperanza de vida de la población, la cobertura de salud odontológica y la tecno-

logía permiten avanzar en la búsqueda de la simplificación y optimización del tratamiento endodóntico, aumentando su demanda.

Los dientes con afectación endodóntica e incluso periodontal tienen una tasa de supervivencia que puede superar la media de los implantes.¹⁵¹ La supervivencia de los dientes con tratamiento de conducto radicular se puede proporcionar con base en las tasas de éxito estimadas entre el 78 % y el 90 %, dependiendo de las condiciones clínicas preexistentes.¹⁵²⁻¹⁵⁴ Factores preoperatorios (condiciones sistémicas, respuesta inmune disminuida, fracturas radiculares, irregularidades anatómicas, enfermedades periodontales, etc.),¹⁵⁵ factores intraoperatorios (terapia inicial inadecuada, control aséptico incompleto, instrumentación u obturación inadecuada) y factores posoperatorios (fracturas de la corona o sellado coronario inadecuado) determinan el pronóstico de los tratamientos endodónticos.¹⁵⁶

Ng, Mann y Gulabivala reportan que la probabilidad de supervivencia dental, en un intervalo de 2 a 10 años después del tratamiento endodóntico, se encuentra entre el 86 % y el 93 %. Los mismos autores, en el siguiente estudio, informaron los factores favorables a la supervivencia del tratamiento endodóntico.¹⁵⁷

En orden decreciente se encuentran: a) dientes restaurados con coronas, b) dientes con contactos proximales, c) dientes que no funcionan como pilares y d) dientes que no son molares.¹³⁹

Otros autores se refieren a condiciones como la presencia de reabsorción por periodontitis apical y límite de obturación apical¹⁵³ o ser tratamiento primario o retratamiento.¹⁵⁸

Cuando no es posible mantener los dientes por problemas periodontales o restauradores, o incluso en pacientes desdentados, los implantes dentales osteointegrados ofrecen una mejora significativa en la rehabilitación oral. Las tendencias actuales en odontología parecen indicar una preferencia más favorable por la colocación de implantes, como tratamiento estándar, en lugar de tratar dientes que necesitan tratamiento o revisión del tratamiento endodóntico.

A menudo se expresan argumentos sobre que un tratamiento es más predecible que el otro; sin embargo, hacer una comparación objetiva es un desafío. Incluso si un diente tratado con endodoncia es asintomático y completamente funcional en el mo-

mento de la reevaluación, es posible que el resultado no se considere un éxito si se detecta una cicatrización apical incompleta radiográficamente. Por otro lado, para los implantes, el término fracaso se usa solo cuando el implante ya no está presente en boca o necesita ser removido.¹⁴⁵

El pronóstico de los dientes tratados endodónticamente depende no solo de las características del tratamiento endodóntico realizado, sino también de la cantidad de tejido dental remanente y de la restauración final.¹⁵⁹ El sellado marginal coronal es un factor influyente en el mantenimiento o en la generación de periodontitis apical.²

Se observó una fuerte asociación entre la colocación de rehabilitación protésica y la supervivencia saludable de los dientes tratados endodónticamente.^{154,160,161} Sin embargo, Craveiro et al. reportaron que la mala calidad de la obturación del conducto radicular es un factor determinante para el pronóstico desfavorable del tratamiento endodóntico; mientras que la calidad de la restauración coronaria tiene menos impacto en el resultado del tratamiento.¹⁶²

En la población analizada por De Moor et al. se encontró que la rehabilitación indirecta de dientes tratados endodónticamente se asocia con más patología periapical que los dientes restaurados con materiales directos.¹⁶³ Eckerbom, Magnusson y Martinsson no encontraron que la rehabilitación influya en

el estado periapical, en contraste con la rehabilitación con postes o pernos intrarradiculares.¹⁶⁴ Los postes pueden afectar negativamente la supervivencia del diente a largo plazo. Se encontró que la presencia de postes en dientes con reconstrucciones inadecuadas aumenta el riesgo de patologías postratamiento.¹⁶⁵

El pronóstico de los dientes con coronas fisuradas depende de la ubicación y extensión de la fisura. Estas fisuras son hallazgos frecuentes en los segundos molares inferiores. El tratamiento endodóntico es una terapia confiable para dientes con estas características, con una supervivencia de 2 años en el 90 % de los casos.¹⁶⁶ La extensión de las fisuras en el suelo de la cámara puede ser un factor determinante que indicaría la extracción del diente. Sim y cols. encontraron que el 95,2 % de los dientes con fisuras coronarias sobrevivieron 5 años, en comparación con el 81,8 % de los dientes con fisuras radiculares¹⁶⁷ (Fig. 10).

El control periódico a largo plazo es uno de los mejores recursos para evaluar los dientes tratados con periodontitis apical asintomática.¹⁶⁸ El primer estudio exhaustivo de seguimiento de casos fue publicado por Strindberg en 1956.^{153,169} Actualmente, el éxito del tratamiento de endodoncia es de interés no solo para los profesionales y los pacientes, sino también para las compañías de seguros que financian los tratamientos.¹⁵⁴

Las bacterias presentes en el área perirradicular frecuentemente son inaccesibles a los procedimientos de desinfección directa. Es más probable que el tratamiento fracase en estos dientes con rarefacciones periradiculares antes del tratamiento, que en aquellos sin estos cambios radiográficos.¹⁷⁰ Además del desbridamiento y saneamiento inadecuados del conducto, un sellado apical con filtración también es un factor que contribuye al fracaso endodóntico, por persistencia microbiana. Es probable que se produzca filtración de fluidos si el sellado apical no se establece correctamente, perpetuando la inflamación perirradicular.

Las posibilidades de un resultado favorable son significativamente mayores cuando se realiza una limpieza eficaz del conducto, además de un sellado adecuado.¹⁷¹

Una de las causas más frecuentes de consulta y principal queja es el dolor. La inflamación periapical aguda es la causa más común de dolor postrata-



Fig. 10. Pieza 47 con fisura distal coronaria incompleta, visualizada con azul de metileno.

miento. Se desarrolla como secuela de una pulpitis irreversible y también puede desarrollarse en el postoperatorio endodóntico, como resultado de agresiones mecánicas, químicas y/o microbianas.¹⁷² Parece razonable suponer que la presencia de dolor influye fuertemente en la decisión de extraer un diente con tratamiento endodóntico.

Un estudio prospectivo del dolor antes y después del tratamiento de endodoncia, encontró que el 10 % de los pacientes todavía sentía dolor, seis meses después del tratamiento endodóntico.¹⁷³ En un estudio retrospectivo, el 45 % de los pacientes tuvieron episodios dolorosos de un diente endodonciado y lesión endodóntica persistente, hasta 20 años después del tratamiento.¹⁷⁴ Sin embargo, el dolor persistente después del tratamiento puede ser de origen odontogénico y no odontogénico.

En los relevamientos epidemiológicos, las lesiones perirradiculares se observan en aproximadamente un tercio de los dientes obturados, y generalmente se asume que los dientes con endodoncia rara vez causarían dolor, independientemente de las lesiones restantes o no. La sensibilidad a la percusión fue el hallazgo más fuertemente asociado con el dolor o la molestia de un diente con tratamiento de endodoncia.¹⁷⁵

Si bien un diente sensible es una característica bien conocida de la periodontitis apical, el valor diagnóstico diferencial de la sensibilidad a la percusión, en comparación con otras condiciones de dolor odontogénico, es bajo. La sensibilidad a la palpación apical también se asoció con el dolor de piezas con tratamiento endodóntico y se consideró de valor diagnóstico diferencial, en relación con otras condiciones de dolor, más específicamente, indicando la presencia de periodontitis apical.¹⁷⁶

La periodontitis apical persistente es un indicador de fracaso del tratamiento del conducto radicular y los eventos posteriores incluyen la revisión del tratamiento endodóntico, cirugía apical o extracción. En un análisis de más de 100 000 casos de tratamientos endodónticos, hubo una incidencia global de 6,4 % de eventos indeseados, 3,6 % de los cuales fueron extracciones, 1,9 % de retratamiento del conducto y 1 % de cirugía perirradicular.¹⁷⁷

Otro estudio realizado en Taiwán encontró secuelas postratamiento en el 9,7 % de los tratamientos de endodoncia después de 5 años de seguimiento, siendo el evento más común la extracción denta-

ria (71,1 %), seguido de la revisión del tratamiento del conducto radicular (24,1 %) y cirugía perirradicular (4,8 %).¹⁷⁸

El porcentaje de mantenimiento de dientes con tratamiento endodóntico es un indicador que permite evaluar el resultado. La pérdida de dientes después del tratamiento del conducto radicular se correlaciona con el número de contactos proximales, la edad, el historial de traumatismos, el número de dientes perdidos y el estado periodontal.¹⁷⁹ Las extracciones posteriores al tratamiento endodóntico pueden deberse a causas rehabilitadoras (59 %), periodontales (32 %) y endodónticas (9 %).¹⁸⁰

6.1. Estado general del paciente

En el análisis de supervivencia de dientes con tratamiento endodóntico, se debe considerar el estado de salud general del paciente, ya que algunas enfermedades sistémicas pueden influir en los resultados. La infección endodóntica periapical y ciertos marcadores moleculares de inflamación sistémica pueden estar estrechamente relacionados.¹⁸¹ Las condiciones generales más analizadas son la diabetes mellitus^{155,182} y la hipertensión arterial.¹⁸³ Sin embargo, existen trastornos sistémicos que pueden influir en el resultado de la reparación en dientes tratados endodónticamente y no solo actuar como factor etiológico en las infecciones endodónticas. Algunas de estas afecciones reportadas incluyen enfermedades cardiovasculares, el virus de la inmunodeficiencia humana y la osteonecrosis asociada con el uso de bifosfonatos¹⁸⁴. El hábito de fumar también puede tener un efecto adverso sobre la inmunidad. La destrucción de tejidos se produce por la acción del tabaquismo, sobre los neutrófilos y los mediadores inflamatorios.¹⁸⁵

En el estudio de Dhanuthai et al. de un total de 58 317 pacientes odontológicos, 7167 pacientes (12,2 %) presentaban deterioro sistémico. Las cinco condiciones más prevalentes en orden decreciente fueron: alergia, hipertensión, diabetes mellitus, enfermedades cardíacas y enfermedades tiroideas.¹⁸⁶

La posible relación entre periodontitis apical y enfermedades sistémicas no es un tópico reciente. A principios del siglo XX, las teorías de la infección focal describían una asociación entre las complicaciones inflamatorias sistémicas y las bacterias que se encuentran en las infecciones dentales. Segura-Egea

et al. describieron cómo la Medicina Endodóntica está tratando de responder si las enfermedades sistémicas influyen en la salud periapical o en el resultado del tratamiento endodóntico, y viceversa, si el proceso inflamatorio periapical o el tratamiento del conducto radicular comprometen la salud general.³⁵

Las infecciones crónicas son un riesgo importante para muchas enfermedades sistémicas, como diabetes mellitus (DM), enfermedad cardiovascular (ECV), osteoporosis, enfermedad hepática crónica y trastornos sanguíneos. Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la segunda causa más frecuente de muerte relacionada con enfermedades en todo el mundo. Entre las infecciones orales, la periodontitis crónica y la asociación con ECV han recibido un interés considerable. La periodontitis crónica y la periodontitis apical tienen muchas similitudes, incluido un aumento en los niveles séricos de marcadores inflamatorios y microorganismos anaerobios gramnegativos comunes. Estos hallazgos sugieren que la periodontitis contribuye a la inflamación sistémica y no se limita a una lesión localizada apicalmente, que puede conducir a un mayor riesgo de ECV.^{187,188}

Ambos tejidos enfermos, periapical y periodontal, son de origen conjuntivo, experimentando un proceso de vasodilatación, aumento del metabolismo celular, descarga de mediadores celulares, afluencia celular y extravasamiento de fluidos, con pérdida de tejido como consecuencia del proceso inflamatorio. Además, existe una superposición considerable en los agentes moleculares implicados en la patogénesis tanto de la periodontitis apical como de la ECV. La expresión de citocinas proinflamatorias, particularmente IL-1 y TNF- α , se encuentra aumentada notablemente en áreas de destrucción de tejido y reabsorción ósea. También se encuentra aumentada la expresión de TNF- α , IL-1b, prostaglandina E2, IL-1b, IL-8, inmunoglobulina A e inmunoglobulina G.¹⁸¹ Gomes y cols. reportaron que el número de dientes con periodontitis apical en la mediana edad era un predictor de eventos cardiovasculares.¹⁸⁹

Además, se encontró una asociación significativa entre la presencia de patologías endodónticas e hipertensión.²¹ Estos análisis revelaron una tendencia hacia una asociación genética de periodontitis apical con polimorfismos asociados a hipertensión, en el gen KCNK3. El KCNK3 es un gen que codifica una

proteína que codifica un miembro de la superfamilia de proteínas del canal de potasio, que contiene 2 dominios P formadores de poros.⁹

Khalighinejad et al. demostraron que existe evidencia de que la periodontitis apical en mujeres embarazadas puede ser un fuerte predictor independiente de preeclampsia.¹⁹⁰

La diabetes mellitus se considera la tercera condición más prevalente en pacientes odontológicos con compromiso sistémico. Es un trastorno metabólico, debido a la disfunción de las células β pancreáticas, con una deficiencia en la secreción de insulina y/o resistencia a la insulina periférica, dando lugar a hiperglucemia, como característica principal. La función de los leucocitos se altera en la diabetes, con una mayor liberación de citocinas proinflamatorias y una menor secreción de factores de crecimiento de macrófagos, lo que facilita el desarrollo de procesos inflamatorios crónicos y reduce la capacidad de reparación tisular. Además, los niveles de productos finales de glicación avanzada son altos en pacientes diabéticos, lo que aumenta el estrés oxidativo del tejido y la respuesta inflamatoria.¹⁹¹

Un estudio reciente demostró una asociación significativa entre la diabetes y la frecuencia de dientes con tratamiento endodóntico, con signos radiológicos de periodontitis apical persistente, según estudios que muestran una reparación periapical tardía en pacientes diabéticos.³⁵ En consecuencia, en los pacientes diabéticos se esperaría un aumento en la falla de dientes con tratamiento endodóntico, con una mayor probabilidad de pérdida de dientes endodonciados.

Si bien no se conocen bien los mecanismos biológicos por los que la diabetes mellitus conduce a una mayor pérdida de piezas dentarias, pueden estar relacionados con:

- una enfermedad inflamatoria crónica predisponente,
- capacidad reducida de reparación de tejidos,
- aumento de la respuesta a la susceptibilidad a infecciones resultantes de la diabetes y
- cambios en los mecanismos de renovación ósea y reparación apical.¹⁹²

Por lo tanto, la diabetes mellitus puede comprometer la respuesta inmune, aumentando la inflamación periapical y deteriorando la renovación ósea y la cicatrización de heridas en los tejidos periapicales, lo que lleva a una enfermedad endodóntica pos-

tratamiento y un aumento en la prevalencia de extracción dentaria.¹⁵⁵

Existe una mayor prevalencia de periodontitis apical en pacientes con DM que en el grupo de no diabéticos, con un aumento en la prevalencia de periodontitis crónica persistente. Además, los estudios que utilizan modelos animales han demostrado que la periodontitis apical, en combinación con la enfermedad periodontal, puede potenciar los efectos sistémicos de la diabetes.¹⁹¹ Estos efectos consisten en un aumento de los niveles de triglicéridos, niveles séricos de HbA1c, niveles de citocina proinflamatoria IL-17, células inflamatorias en sangre y plaquetas. El tratamiento y manejo de la periodontitis apical puede mejorar la condición oxidativa sistémica, inducida por la diabetes. La diabetes actúa como un modificador de la periodontitis apical, en el sentido de que las personas con diabetes pueden tener más probabilidades de desarrollar enfermedades primarias.¹⁷¹

Otro posible mecanismo por el cual la diabetes podría reducir la supervivencia de los dientes con tratamiento endodóntico sería un deterioro en su estado periodontal. La diabetes mellitus debe considerarse como un importante factor pronóstico preoperatorio en el tratamiento del conducto radicular.¹⁸⁰

También se ha descrito que el tabaquismo afecta la cicatrización y también se considera un factor de riesgo de periodontitis marginal.¹⁹³ Los efectos sistémicos relacionados con el tabaquismo incluyen disminución de la consolidación ósea por estimulación de los osteoclastos, reducción de la expresión de factores de crecimiento y capacidad de angiogénesis. La inmunidad adaptativa se ve afectada por cambios en la producción y actividad de los linfocitos.¹⁹⁴ Balto y cols. evaluaron, mediante tomografía computarizada, la detección de periodontitis apical en pacientes fumadores y los resultados indicaron que no hubo diferencia en la prevalencia y tamaño de las lesiones periapicales, entre fumadores y no fumadores.¹⁸⁵

Por lo tanto, algunas afecciones y trastornos sistémicos pueden considerarse factores moduladores que afectan la progresión de la infección endodóntica.¹⁸⁷

6.2. Reintervención endodóntica

Se ha optado por el uso del término «reintervención» en lugar de la habitual denominación «retratamiento».

Este es definido dentro de los Medical Subjects Headings. MeSH, como «la terapia de la misma enfermedad en un paciente, con el mismo agente o procedimiento repetido después del tratamiento inicial, o con una medida o seguimiento adicional o alternativo» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=retreatment>). Sin embargo, en Endodoncia, no siempre se actúa sobre la misma enfermedad o agente inicial, ni se aplica la misma terapéutica que en el tratamiento primario.

Como se ha descrito previamente, la causa más frecuente de reintervención endodóntica es por razones de origen infeccioso, de localización intra- y/o extrarradicular, mediadas generalmente por un *biofilm*. La infección endodóntica postratamiento puede deberse a una reinfección (por ejemplo, por filtración marginal coronaria) o a la persistencia de una infección preexistente (por la remoción incompleta de la microbiota patógena). Algunos estudios transversales señalan una prevalencia mayor del 30 % de periodontitis apical en piezas endodonciadas.^{195,196}

La reintervención conlleva varios procedimientos de relativa complejidad, relacionados a la remoción del o los materiales que ocupan el sistema de conductos. Ellos pueden incluir materiales restauradores alojados en la cámara pulpar, núcleos de gutapercha, selladores endodónticos y/o postes radiculares con su sistema de cementación.

Las evaluaciones primarias abordan el terreno endodóntico y el periodontal. Se analiza el nivel de sondaje, lesiones endoperiodontales, la movilidad de la pieza y posible compromiso furcal en multirradiculares.¹⁹⁷ En cuanto a los aspectos endodónticos se considera la posibilidad de acceder al sistema de conductos hasta la zona foraminal, posibles curvaturas no abordadas, la extensión de la lesión perirradicular, accidentes operatorios preexistentes o el riesgo de que ocurran, grado de desarrollo radicular, alteraciones anatómicas, etc.¹⁹⁸

Existen conclusiones contrapuestas sobre la tasa de éxito entre la revisión del tratamiento vía ortógrada y la vía quirúrgica o retrógrada.¹⁶⁵ En ocasiones se complementan ambas opciones. Uno de los elementos analizados frecuentemente es la presencia o no de poste radicular y la posibilidad de su remoción. Cualquiera sea la técnica escogida, se impone el uso de magnificación para su ejecución.

Cuando se escoge la opción de desobturar el material alojado en el interior del sistema de conductos,

es necesario planificar la técnica de remoción a emplear. Básicamente existen dos grupos de técnicas para la remoción del material obturador endodóntico, las técnicas físicas y las técnicas químicas, que pueden utilizarse solas o combinadas.

Las técnicas físicas son preconizadas frente a las químicas. Luego de la desobturación se debe limpiar y reconformar el conducto hasta alcanzar la zona foraminal, antes de recibir una nueva obturación. El empleo de un producto solvente de la gutapercha interfiere con este objetivo. El reblandecimiento de la gutapercha no permite la remoción de su totalidad, ya que permanecen restos remanentes contra las paredes del conducto que impiden la penetración de irrigantes y medicaciones de demora. Se sugiere su uso solo en una etapa inicial para facilitar la penetración de los instrumentos.¹⁹⁹ La desobturación por medios físicos puede realizarse con fresas de conducto de punta inactiva, con limas manuales o mecanizadas o con láser,¹⁹⁸⁻²⁰⁰ en todos los casos es primordial complementar con el uso de técnicas que optimicen la acción de los irrigantes. Esta etapa debe hacerse mediante un uso racional de los recursos, evitando la transportación del conducto, perforaciones o el debilitamiento de las paredes por un desgaste dentinario excesivo.

Otro aspecto por considerar es la remoción del sellador endodóntico. La remoción de selladores a base de resina y los selladores hidráulicos conllevan más tiempo operatorio, que los selladores a base de óxido de zinc y eugenol. Se recomienda el uso de instrumentos mecanizados adecuados a la curvatura del conducto a desobturar.²⁰¹

En caso de requerir la remoción de un poste, es necesario realizar la evaluación preoperatoria, considerando el material, volumen, diseño y extensión de este. En el caso de postes metálicos colados o roscados, se pueden utilizar elementos de desgaste como fresas, dispositivos de tracción e insumos de vibración ultrasónica. Estos recursos también pueden ser necesarios para la remoción del agente cementante del poste.²⁰²

En el caso de los postes reforzados con fibra de vidrio o con resina o cerámica, la técnica de remoción puede resultar más minuciosa y requerir de más tiempo operatorio. Se pueden emplear los recursos ya descritos, a los que puede agregarse el uso de láser²⁰³ y el empleo de técnicas de endodancia guiada²⁰⁴ para minimizar el riesgo de desvío y des-

gaste dentinario innecesario. Algunas presentaciones comerciales acompañan el kit de los postes con una fresa específica de baja velocidad de rotación, para la eventual necesidad de remoción de estos.

En ocasiones es necesario emplear técnicas quirúrgicas como único tratamiento de revisión o como complementarias de la revisión ortógrada. Los tratamientos quirúrgicos pueden incluir la resección, sellado y descontaminación de la zona apical radicular (apicectomía mediante microcirugía apical) y perirradicular o incluso la hemisección radicular. En estos casos también se ven optimizados los resultados a través del empleo de elementos de magnificación. En situaciones donde las condiciones dentarias y peridentarias indican la conservación de la pieza y la remoción del poste conlleva un riesgo significativo de fractura, o en casos donde la terapéutica endodóntica fue realizada con parámetros aceptables y persiste la infección, se opta por la microcirugía apical^{195,205}. Estas técnicas han sido modificadas en los últimos años, elevando los índices de éxito terapéutico²⁰⁵. Además de la incorporación del microscopio operatorio, se han incluido técnicas mínimamente traumáticas, complementadas con dispositivos e insertos ultrasónicos, equipos láser y materiales biocerámicos. El objetivo del tratamiento endodóntico quirúrgico es la remoción de la zona infectada dentaria y peridentaria, así como de cuerpos extraños, acompañado de la exéresis de las lesiones de tejidos blandos.¹⁹⁵

7. El diente endodónticamente tratado

Como ya se ha analizado y se continuará considerando en los capítulos siguientes, la terapéutica endodóntica finaliza cuando la pieza es restaurada y luego se impone el control periódico. La comprensión de esta secuencia es de suma importancia para el éxito terapéutico. Ello determina analizar el comportamiento del diente endodonciado, las diferencias estructurales con las piezas coexistentes vitales, la biomecánica dentaria modificada luego de la endodancia, así como las posibilidades de discromía coronaria.

La dentina es un tejido mineralizado hidratado que compone la mayor parte del diente. Está constituida por una porción orgánica (30 % del peso), una

porción inorgánica (60 % del peso) y agua (10 % del peso).¹⁰⁶ La pieza depulpada sufre una disminución de su índice de humedad debido a la pérdida del agua libre (no así del agua unida a los componentes orgánicos e inorgánicos)²⁰⁷ aunque ello no parece afectar los valores de resistencia tensional y compresiva.²⁰⁸ El agua libre incide en el comportamiento viscoelástico, el diente endodonciado pierde el agua libre de los túbulos dentinarios y del espacio pulpar dando lugar a una dentina con mayor rigidez y baja plasticidad.²⁰⁸⁻²¹⁰

Las soluciones de irrigación frecuentes como el hipoclorito de sodio, los quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y las medicaciones de demora como el hidróxido de calcio, interactúan con los componentes mineral y orgánico de la dentina, reduciendo la elasticidad, la resistencia flexural y la microdureza. La solución de hipoclorito de sodio tiene actividad proteolítica por hidrólisis del colágeno, siendo su efecto dependiente de la concentración, volumen, temperatura y tiempo empleados. Los quelantes se unen a los iones calcio, afectando las proteínas no colágenas. Estas reacciones modifican la micro y macroestructura dentinaria.²¹¹

A estas modificaciones se suman otros factores como son: la pérdida de estructura dentaria producida por posibles lesiones cariosas previas y/o fracturas, por la pérdida del techo cameral, por el tallado de la cavidad de acceso y restauraciones anteriores y por la conformación del sistema de conductos, resultando una estructura con menor resistencia a la fractura. El principal motivo de fractura se atribuye a la flexión cuspidéa. La posición del diente en la arcada determina la cantidad y dirección de las cargas funcionales y parafuncionales. Ello determina el diferente comportamiento de las piezas anteriores en comparación con las posteriores. La pérdida de una o ambas crestas marginales compromete aún más el riesgo de fractura (disminuyen la rigidez en 63 %).²¹² La pérdida de estructura dentaria es lo que más influye en las fracturas y no el tratamiento endodóntico per sé. La disparidad en la respuesta biomecánica a las fuerzas oclusales así como la ausencia de los mecanorreceptores pulpares, determinan la falta de control sobre las fuerzas excesivas durante la masticación, pudiendo aumentar el riesgo de fisuras y fracturas.^{211,213}

La importancia de la conservación de la dentina pericervical ha delineado la geometría de las cavida-

des de acceso más conservadoras²¹⁴ así como la reducción de la conicidad de los instrumentos mecanizados más recientes. La preservación de la mayor cantidad de estructura dental coronaria y radicular y el mantenimiento del tejido cervical para crear un efecto *ferrule* son fundamentales para optimizar el comportamiento biomecánico del diente restaurado.²¹⁵ Por el contrario, la falta del efecto *ferrule* disminuye la resistencia a la fractura.²¹⁶

En ocasiones luego de algunos tratamientos endodónticos puede percibirse una alteración estética, básicamente en la alteración del brillo y color de la pieza tratada. Los cambios dentinarios explicados anteriormente, hacen que la luz refracte de forma diferente. Sin embargo, las discromías generalmente responden a factores extrínsecos pre-, intra- o postoperatorios. Las lesiones cariosas, los traumatismos, la ingesta de alimentos y bebidas con alto tenor de pigmentos pueden alterar el color coronario. Si el control de la hemorragia post extirpación es deficiente, o si se colocan sustancias que contengan por ejemplo compuestos yodados o antibióticos como la minociclina,²¹⁷ podrá generarse una alteración del color de la corona (Fig. 11). Lo mismo sucede si en la irrigación del conducto, coexisten la solución de hipoclorito de sodio con la solución de gluconato de clorhexidina, dando lugar a un precipitado llamado paracloroanilina, de color amarronado.²¹⁸ La colocación de restauraciones metálicas, la filtración



Fig. 11. Discromía de pieza 31 endodonciada.

coronaria, remanentes de gutapercha o sellador endodóntico en cámara, el uso de mineral trióxido agregado u otros silicatos de calcio, también son causantes de discromía del diente endodónticamente tratado.²¹⁹ El tratamiento de estas alteraciones será analizado en capítulos posteriores.

8. Reflexiones finales

La evolución científico-tecnológica ha llevado a la Endodoncia a convertirse en una especialidad cada vez más compleja desde el punto de vista filosófico. Se ha impuesto un enfoque más conservador de las estructuras dentarias, sumado al aumento de la vida media de una población, que busca mantener sus órganos dentarios presentes en boca. Un tema de frecuente consulta por parte de los pacientes es la elección entre mantener un diente, mediante tratamiento endodóntico y rehabilitación, o reemplazarlo por otros medios terapéuticos.¹⁴⁵ El profesional debe proporcionar información sólida para poder responder a tales preguntas.

Una cuestión fundamental es cómo establecer adecuadamente cuál es el éxito o el fracaso de un

tratamiento de endodoncia, y este se puede analizar desde diferentes aspectos. No todas las especialidades dentales tienen parámetros similares para evaluar el éxito/fracaso. Iqbal y Kim coinciden en que los criterios de resultado aplicados a la evaluación del tratamiento endodóntico son mucho más rigurosos,²²⁰ mientras que Zitzmann et al. observaron criterios menos estrictos en los estudios de implantes (por lo general, supervivencia simple).²²¹ Esta discrepancia en la valoración de recursos terapéuticos puede conducir a tasas de éxito, en apariencia, más altas. Algunos estudios evaluaron el fracaso mediante parámetros sintomáticos y radiográficos,²²² mientras que otros estudios, además de estos aspectos, tuvieron en cuenta la funcionalidad del diente.²²³

Este capítulo ha procurado brindar información al clínico, como herramienta para determinar el tratamiento más apropiado y así auxiliar en la toma de decisiones más predecibles con respecto al pronóstico a largo plazo de los dientes endodonciados.

Referencias

Vea una lista completa de referencias en <https://www.amolca.com/>

AMOLCA