



# **PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO**

## **PERFORACIÓN RADICULAR Y SU SELLADO EN DIENTE 1.5**

Trabajo de investigación  
Requisito para optar al título  
de Especialista en Endodoncia

Residente: Dra. Macarena Araya Costa

Docente guía: Prof. Dra. Alicia Caro Molina

Jefa de programa: Prof. Dra. Alicia Caro Molina  
Cátedra de Endodoncia

Valparaíso – Chile  
2023

## Índice

Introducción .....	4
Marco teórico .....	5
Accidentes operatorios en endodoncia.....	5
Perforaciones en Endodoncia .....	8
1. Clasificación de perforaciones radiculares y su pronóstico.....	8
2. Diagnóstico.....	16
3. Tratamiento de las perforaciones radiculares .....	17
4. Materiales utilizados para el tratamiento de las perforaciones radiculares	19
5. Medidas preventivas.....	25
Caso clínico .....	27
1. Presentación del caso.....	27
2. Desarrollo del caso clínico .....	29
2.1. 1º sesión: 19/04/2023 .....	29
2.2. 2º sesión: 26/04/2023 .....	31
2.3. 3º sesión: 03/05/2023 .....	33
3. Controles.....	35
3.1. 1º control: 17/05/2023.....	35
3.2. 2º control: 29/06/2023.....	35
.....	36
3.3. 3º control: 20/07/2023.....	36
3.4. 4º control: 17/08/2023.....	37
3.5. 5º control: 06/10/2023.....	38
3.6. 6º control: 10/11/2023 .....	38
3.7. 7º control: 01/12/2023.....	39
Conclusiones .....	40
Referencias bibliográficas .....	41

## Resumen

El tratamiento endodóntico está asociado a complicaciones infortunadas que tienen lugar durante cualquier etapa de la terapia, algunas de ellas por falta de atención del operador y otros por ser totalmente imprevisibles. Estos son conocidos como accidentes de procedimiento o accidentes operatorios.

Dentro de las complicaciones operatorias encontramos las perforaciones radiculares, las que pueden ser definidas como comunicaciones artificiales entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos periodontales.

Estas pueden ser clasificadas según su origen, localización, orientación, tamaño y antigüedad. Por otro lado, existen diversos métodos para diagnosticar un accidente de este tipo, así como distintas opciones de tratamiento. Además, se conocen una serie de medidas preventivas recomendadas que buscan evitar estos errores operatorios.

Se presenta un caso de perforación radicular iatrogénica, su diagnóstico, tratamiento y evolución.

**Palabras clave:** “endodontic complications”, “root perforation”, “perforation diagnosis”, “perforation repair”, “clinical case”.

## Introducción

La terapia endodóntica tiene como finalidad tratar la infección del sistema de conductos radiculares<sup>1</sup>. Consta de distintas etapas y su éxito dependerá de diversos factores, entre ellos una correcta preparación y desinfección quimiomecánica, la cual brinde un ambiente propicio para un adecuado sellado hermético de los conductos<sup>2</sup>.

Desafortunadamente no está exenta de complicaciones o accidentes de procedimiento, que pueden tener lugar en cualquiera de las fases del tratamiento<sup>3,4</sup>. Algunos de ellos probablemente no afecten significativamente el pronóstico, mientras que otros pueden ser perjudiciales para el tratamiento, causando incluso el fracaso de la terapia<sup>3,5,6</sup>.

Los errores de procedimiento que pueden suceder son múltiples y existen factores que predisponen a ellos, siendo sumamente importante que el endodoncista los comprenda, sepa cómo prevenirlos y cómo tratarlos<sup>6</sup>.

Dentro de los accidentes operativos encontramos las perforaciones radiculares, definidas como comunicaciones anormales entre el sistema de conductos radiculares y el periodonto<sup>7</sup>, que pueden producirse en diferentes condiciones clínicas y con diversa ubicación, magnitud y gravedad<sup>6</sup>.

El objetivo de este texto es presentar detalladamente el tratamiento de un caso clínico asociado a una perforación radicular, exponiendo los diferentes tipos de perforaciones, su clasificación, diagnóstico, tratamiento y prevención.

## Marco teórico

### Accidentes operatorios en endodoncia

El tratamiento de endodoncia está asociado con complicaciones indeseadas y comúnmente imprevistas, conocidas como accidentes de procedimiento<sup>3,4</sup>. Estos accidentes ocurridos durante el tratamiento endodóntico se definen como aquellos sucesos desafortunados que tienen lugar durante la terapia endodóntica, algunos de ellos por falta de atención y otros por ser totalmente imprevisibles<sup>8</sup>.

Las complicaciones pueden ser múltiples y producirse en cualquier etapa del tratamiento: diagnóstico, planificación, acceso, instrumentación propiamente tal, irrigación, obturación, e incluso durante el procedimiento restaurador posterior<sup>5</sup>.

Durante la preparación para llevar a cabo la endodoncia en sí, no estamos exentos de las complicaciones inherentes a cualquier otro tratamiento odontológico en relación al proceso de anestesia local, como son la ocurrencia hematomas, lesiones nerviosas y trismus en ciertas técnicas, además de las fracturas de aguja<sup>9</sup>. Asimismo, durante la colocación de aislamiento absoluto se puede ocasionar fracturas coronarias por clamps en dientes debilitados<sup>5</sup>.

En el transcurso de la terapia endodóntica propiamente tal se pueden originar perforaciones, tanto coronarias, como de piso cameral y radiculares, de diferentes extensiones y gravedad<sup>6</sup>. Por otro lado, se pueden provocar falsas vías durante la instrumentación, así como escalones, deformaciones apicales y transportaciones de los conductos<sup>6,10</sup>.

Otra complicación que puede tener lugar durante la instrumentación del sistema de conductos es la sobreinstrumentación, por no respetar la longitud de trabajo, pudiendo ocasionar una consecuyente sobreobtención radicular<sup>10,11</sup>.

Por otro lado, encontramos los accidentes con las soluciones irrigantes, comúnmente con Hipoclorito de Sodio. Estas pueden ocurrir por la extrusión del irrigante al terreno perirradicular, provocando signos y síntomas inmediatos, por la deglución de la solución y también debido a que esta entre en contacto con la piel, causando reacciones irritantes e inflamatorias, conformando el conocido “accidente de hipoclorito”<sup>10,12</sup>. Lamentablemente las secuelas pueden ser graves y en algunos casos permanentes<sup>12</sup>.

La extrusión de materiales de relleno endodóntico como la gutapercha y los cementos selladores es controversial, sin embargo, aunque generalmente es bien tolerada una porción menor de cemento sellador en el periápice, siempre la mejor opción será que el material quede confinado únicamente al sistema de conductos radiculares<sup>11</sup>. Una sobreextensión puede desencadenar daño a los tejidos perirradiculares, provocando infecciones y reacciones inflamatorias, perjudicando el proceso de cicatrización de los tejidos<sup>11</sup>. Estos accidentes pueden incluso tener consecuencias más graves como lesiones nerviosas, pudiendo causar hipoestesia, anestesia, disestesia e hiperestesia, afectando la calidad de vida del paciente<sup>13</sup>. Cabe destacar que la extravasación también puede tener lugar con pastas medicamentosas como el Hidróxido de Calcio<sup>10,13</sup>.

De igual forma, en el transcurso la etapa de obturación radicular se puede sufrir la fractura vertical coronaria y radicular del diente por excesiva presión durante la compactación<sup>14</sup>.

Además, en el transcurso de todo el tratamiento existe el riesgo de complicaciones por separaciones de instrumentos, generalmente limas<sup>6,10,15</sup>, así como también de aspiración o deglución de instrumental, comúnmente cuando se trabaja en ausencia de una adecuada aislación absoluta<sup>10</sup>.

A lo largo de este trabajo se desarrollará una de las complicaciones de procedimiento endodóntico más frecuentes: las perforaciones del conducto radicular.

## **Perforaciones en Endodoncia**

Las perforaciones del conducto radicular son comunicaciones anormales entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa del diente a nivel radicular, generando una comunicación artificial entre el periodonto y la cavidad pulpar<sup>7</sup>.

Pueden ser patológicas o iatrogénicas. Las primeras se producen como consecuencia de caries o de reabsorciones radiculares tanto internas como externas, sin embargo, generalmente tienen un origen iatrogénico, que puede ocurrir durante o después del tratamiento de endodoncia<sup>6,10</sup>.

Las perforaciones radiculares ocurridas durante el tratamiento de endodoncia constituyen el 10% de los fracasos endodónticos, ya que la infección bacteriana originada en el conducto radicular o en los tejidos periodontales, o en ambos, evita la cicatrización y produce secuelas inflamatorias, especialmente porque se encuentran expuestos los tejidos de soporte<sup>16,17</sup>. Es así como puede ocasionarse dolor y supuración que tienen como consecuencia sensibilidad dentaria, abscesos y fístulas, incluyendo procesos de reabsorción ósea<sup>6,16</sup>.

Es por esto que, de no eliminarse la perforación, se produciría la aparición de una reacción inflamatoria crónica del ligamento periodontal y una destrucción ósea a largo plazo, con la pérdida eventual del diente<sup>5,6,16,18</sup>.

### **1. Clasificación de perforaciones radiculares y su pronóstico**

#### **1.1 Clasificación según su origen**

- Perforaciones de origen patológico:

Tienen lugar como consecuencia de un proceso de caries en caso de que esta invada el piso de la cámara pulpar y se extienda hacia la furca, o por el desarrollo de procesos de reabsorción radicular interna o externa<sup>6,10</sup>.

- Perforaciones de origen iatrogénico:

El no respetar la anatomía, o su falta de comprensión pueden llevar frecuentemente a realizar una perforación. Comúnmente (47% de las ocasiones) ocurren por accidentes durante la preparación del acceso endodóntico o la instrumentación del conducto radicular, por un uso incorrecto de fresas, limas u otro instrumental<sup>5,6,10</sup>.

Asimismo pueden ocurrir posterior al tratamiento endodóntico (53% de las ocasiones), usualmente cuando se prepara el conducto para recibir un perno o poste intraconducto para su rehabilitación<sup>6,10</sup>.

Generalmente son el resultado de falta de atención o desconocimiento de detalles de la anatomía interna del diente, o una falla en la consideración de variaciones anatómicas, debido a esto, es muy relevante el análisis de la radiografía de estudio<sup>6,10,19</sup>.

Las perforaciones de la cámara pulpar pueden llevarse a cabo cuando la cámara se encuentre total o parcialmente calcificada, o por un retiro inadecuado del techo de la cámara pulpar, mediante un direccionamiento erróneo de las fresas en la preparación de la cavidad de acceso. Esto también puede ocurrir por la malposición de un diente, en donde puede existir una confusión en la angulación de la fresa en relación al eje del diente, por lo que, se recomienda en estas situaciones, retrasar la colocación del aislamiento absoluto<sup>5,6,16,17</sup>.

El diámetro mesio-distal reducido en el cuello de premolares inferiores y la inclinación lingual de sus raíces aumenta la prevalencia de perforaciones coronales<sup>6</sup>.

## 1.2 Clasificación según su localización

La localización de la perforación es un factor decisivo en el pronóstico, posiblemente el de mayor importancia<sup>5,6,20,21</sup>.

Fuss y Trope establecieron niveles de perforación según la zona afectada<sup>20</sup>:

- Perforación coronal: Se encuentra sobre la cresta ósea y la inserción epitelial, produciendo un mínimo daño en los tejidos de soporte. Presenta un buen pronóstico<sup>6,16,21</sup>. (Ver Imagen 1).



**Imagen 1:** Radiografía de una perforación coronal<sup>22</sup>.

- Perforación crestal: Se produce a nivel de la inserción epitelial y cresta ósea. Su pronóstico es de dudoso a pobre<sup>5,6,16,17,21</sup>. (Ver imagen 2).



**Imagen 2:** Radiografía de una perforación crestal<sup>22</sup>.

- Perforación de furca: Su pronóstico es pobre, pues comúnmente se encuentran cercanas a la cresta ósea y al epitelio de unión<sup>5,6,16,17,21</sup>. (Ver imagen 3).



**Imagen 3:** Radiografía de una perforación de furca<sup>23</sup>.

- Perforación lateral: Pueden encontrarse tanto en coronal, como en apical. También pueden producirse por una acción excesiva con las limas endodónticas en la zona cervical de raíces muy curvas de molares. Presentan un buen pronóstico<sup>5,6,16,17,21</sup>. (Ver imagen 4).



**Imagen 4:** Radiografía de una perforación lateral<sup>19</sup>.

- Perforación apical: Situada apical al hueso crestal y a la inserción epitelial. Su pronóstico es bueno<sup>5,6,16,17,21</sup>. (Ver imagen 5).



**Imagen 5:** Radiografía de una perforación apical<sup>18</sup>.

Otro tipo de perforación son las conocidas como “stripping” o perforaciones en cinta. Estas pueden tener lugar como consecuencia del ensanchamiento excesivo del tercio coronal en conductos curvos estrechos, o bien por adelgazamiento excesivo de las paredes radiculares. Las limas intentan enderezarse por sí mismas dentro de estos conductos, causando escalones o perforaciones de la pared de la furca o en el tercio apical al existir una marcada curvatura<sup>5,16</sup>.

La furca es considerada una zona de peligro, debido a que existe menor cantidad de estructura dentaria en dicho sector, en comparación a la pared externa del conducto. Al remover en exceso la dentina de esta zona, se podría producir una perforación en cinta<sup>5,16</sup>, especialmente en preparaciones de acceso, que no son en línea recta. Generalmente suceden en la superficie distal de las raíces mesiovestibulares de molares superiores y en las raíces mesiales de molares inferiores<sup>20,21</sup>.

### 1.3 Clasificación según su situación en la superficie radicular

- Perforación en el tercio coronal:

Son las perforaciones más accesibles y simples de tratar, sin embargo, su mejor o peor pronóstico se verá influenciado por su relación o no con el surco gingival, ya que de existir una cercana proximidad entre la perforación y el surco, se desarrollará una contaminación de la zona de la perforación con bacterias de la cavidad oral, a través del surco gingival<sup>6,16,24</sup>.

Sumado a esto, si la perforación es de gran tamaño y no es tratada de manera inmediata, la proximidad a la unión epitelial es crítica, y la migración apical del epitelio hacia el la zona de la perforación ocasionará un defecto periodontal. Dentro de este grupo se encuentran las perforaciones de furca.  
<sup>6,16,21</sup>

- Perforación en el tercio medio:

Su acceso es más complejo, pero presentan un mejor pronóstico. Generalmente ocurren por la presencia de nódulos pulpares, corrección de escalones, al intentar sobrepasar instrumentos separados, o por una mala orientación al tratar de localizar un conducto, resultando en la creación de un falso conducto, especialmente en dientes con raíces curvas<sup>6,24</sup>.

También puede producirse por el mal uso de instrumentos rotatorios durante la preparación para postes<sup>24</sup>.

- Perforación en tercio apical:

Su pronóstico es más favorable mientras más apical se encuentre. No obstante, su acceso y técnica terapéutica es más complicada, pues frecuentemente necesitará de una resolución mediante cirugía apical<sup>5</sup>.

Pueden producirse como consecuencia de una instrumentación más allá del foramen apical anatómico o por enderezamiento del instrumento por sí mismo en un conducto curvo, pudiendo provocar una perforación de tipo zipping<sup>5,24</sup>.

#### **1.4 Clasificación según su orientación**

- Perforaciones orientadas hacia vestibular, vestíbulo-mesial y vestíbulo-distal: Su acceso es relativamente simple y su reparación factible<sup>17</sup>.
- Perforaciones orientadas hacia mesial o distal: Su acceso es complejo, especialmente cuando la perforación se encuentra hacia palatino<sup>17</sup>.
- Perforaciones orientadas hacia palatino: Su acceso es complejo y presentan un mal pronóstico<sup>17</sup>.

#### **1.5 Clasificación según su tamaño**

El pronóstico de la perforación es proporcional a su tamaño, es decir, mientras más pequeña sea, mejor pronóstico tendrá, pues será más simple de sellar y se disminuye la posibilidad de extruir el material de obturación dentro de los tejidos de soporte<sup>5,6,16,17,21</sup>.

- Perforación de pequeño tamaño: Por lo general producen menor destrucción del tejido, menor inflamación y una cicatrización más predecible. Comúnmente son las producidas con instrumentos endodónticos como limas de calibre 15 o 20<sup>5,6,16,17,21</sup>.
- Perforación de mayor tamaño: Usualmente se presentan como consecuencia a la preparación del conducto radicular para un poste o perno radicular.

Producen un significativo daño a los tejidos, siendo más probable la contaminación a partir de la saliva y la filtración. Las perforaciones de más de 3 mm tienen un peor pronóstico<sup>5,6,16,17,21</sup>.

### **1.6 Clasificación según el tiempo transcurrido entre la perforación y su tratamiento**

- Perforación inmediata o reciente: Cuando el tiempo que transcurre entre la perforación y su sellado es mínimo, es decir, cuando se sella de manera inmediata, la cicatrización es más favorable. Esto ocurre debido a que se reduce la probabilidad de infección bacteriana, manteniendo un ambiente perirradicular óptimo alrededor de la perforación<sup>5,6,16,17,21</sup>.
- Perforación tardía: A medida que transcurre el tiempo luego de una perforación, aumenta la contaminación bacteriana y la destrucción del ligamento periodontal, originando lesiones endoperiodontales complejas de tratar. Suelen estar relacionadas con procedimientos operatorios accidentales sin previo tratamiento<sup>5,6,16,17,21</sup>.

## 2. Diagnóstico

Es fundamental un diagnóstico precoz y preciso para un adecuado tratamiento de la perforación. Mientras más temprano se diagnostique, más pronto será el tratamiento y superior el pronóstico<sup>17,25</sup>.

Se debe estar alerta a signos y síntomas asociados a este tipo de accidente, dentro de los cuales encontramos hemorragia y dolor durante la instrumentación, sin embargo, cabe destacar que en el caso de perforaciones de pequeña magnitud este sangrado anormal será solo detectable mediante conos de papel<sup>6,16,17,24,25</sup> o magnificación microscópica<sup>16,25</sup>.

Por otro lado, son relevantes los exámenes complementarios que pueden confirmar un diagnóstico de este tipo, como la radiografía, donde puede ser evidenciada utilizando instrumentos radiopacos y ser tomada con diferentes angulaciones. Sin embargo, hay veces en que la superposición de estructuras anatómicas o de materiales radiopacos pueden no permitir su correcta observación. Sumado a esto, las perforaciones vestibulares o linguales/palatinas de una raíz son muy complejas de observar en una radiografía<sup>6,16,17,24,25</sup>.

Actualmente se encuentra disponible otra excelente herramienta, que es la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico, la cual presenta una sensibilidad bastante mayor que la radiografía para ciertos tipos de perforaciones, como la de tipo stripping. Permite una mejor evaluación de las dimensiones, localización y gravedad de la perforación<sup>6,16,24,25</sup>.

Asimismo, es bastante útil el uso del localizador apical electrónico para el diagnóstico de una perforación, considerándose este más confiable que las radiografías. En el caso de existir una perforación, el localizador leerá una longitud más corta que la inicial, además de mostrar la localización de la esta<sup>6,16,24,25</sup>.

Es fundamental la utilización de microscopía para la detección de estos errores de procedimiento, permitiendo una evaluación visual de su magnitud, localización y gravedad<sup>6,16,25</sup>.

### **3. Tratamiento de las perforaciones radiculares**

El tratamiento de una perforación radicular corresponde al sellado de esta, teniendo como objetivo principal la prevención y/o eliminación de una infección perirradicular. Es por esto que son fundamentales las medidas para el control de la infección en el área del accidente mediante procedimientos desinfectantes, para luego llevar a cabo el sellado <sup>5,17</sup>.

Este sellado se puede realizar por dos vías: abordaje interno o abordaje externo. La decisión de tratamiento está influenciada por la localización y el tamaño de la perforación, las habilidades del operador y las características del material utilizado <sup>17, 24</sup>.

Su éxito depende de varios factores, entre ellos el diagnóstico oportuno y la elección del tratamiento más adecuado para el caso <sup>6,16,20,21,24,25</sup>.

#### **3.1. Sellado intraconducto:**

En esta elección de tratamiento se introduce un material a través del conducto radicular, es decir, es un abordaje interno. Es el tratamiento de elección, por ser menos invasivo, evitando destrucción de tejidos perirradiculares y, si se realiza de manera correcta, controlará adecuadamente la infección <sup>6,25</sup>.

Es necesaria la selección de un material biocompatible, con buena capacidad de sellado, que idealmente sea capaz de inducir y mantener la osteogénesis y cementogénesis, que sea radiopaco y bacteriostático o bactericida <sup>6,17,24</sup>.

Generalmente este tipo de sellado precede al abordaje quirúrgico <sup>6,17,24,25</sup>.

#### **3.2. Sellado extraconducto:**

Este tratamiento se realiza mediante un proceso quirúrgico, llamado cirugía correctiva, llevando a cabo así un abordaje externo, a través de los tejidos perirradiculares <sup>17,27</sup>.

Se opta por esta terapia cuando llevar a cabo el sellado por vía intraconducto implicaría un tiempo operatorio muy extenso, un aumento de costo para el paciente o cuando es de difícil acceso por un abordaje interno. También se indica cuando ha existido demora en la reparación de una perforación tratada vía intraconducto y podría suponerse el desarrollo de un defecto periodontal de gran magnitud <sup>17,24,27</sup>.

Asimismo se piensa en esta solución en el caso de perforaciones de grandes dimensiones, como las que son el resultado de reabsorciones radiculares o aquellas en las que igualmente se requerirá una intervención a nivel apical del periodonto. <sup>17,27</sup>.

Mediante un colgajo se logra el acceso a la zona de la perforación, a través del tejido óseo, realizando la remoción del tejido de granulación y los tejidos infectados, con el objetivo de descontaminar la zona, para luego realizar el sellado con un material biocompatible que nos permita una completa aislación del sistema de conductos radiculares del medio externo. En el caso de perforaciones del tercio superior de la raíz una opción es realizar un alargamiento coronario <sup>17,24,27</sup>.

Esta cirugía debe ser realizada bajo microscopía, al igual que cualquier microcirugía endodóntica y, además de los factores ya mencionados, en su pronóstico influye el estado sistémico del paciente, su estado periodontal y su higiene oral <sup>6,17,27</sup>.

## 4. Materiales utilizados para el tratamiento de las perforaciones radiculares

A lo largo de la historia han sido utilizados diversos materiales para el tratamiento de las perforaciones radiculares, como amalgama, óxido de zinc eugenol, IRM, cementos ionómeros vítreos, resinas compuestas, super EBA, entre otros. Sin embargo, ninguno de estos ha cumplido con los requisitos de un material de reparación ideal <sup>17,24,25,26</sup>.

En la actualidad tenemos a nuestra disposición materiales biocerámicos, los cuales han logrado mejorar considerablemente el pronóstico de estos accidentes, siendo los materiales de elección para el sellado de las perforaciones radiculares. Los principales biocerámicos utilizados son el Agregado Trióxido Mineral y el Biodentine <sup>5,6</sup>.

### 4.1. Agregado Trióxido Mineral

El primer material biocerámico utilizado exitosamente en el área de la Endodoncia fue el agregado trióxido mineral (MTA), el cual fue introducido en 1993 por el Dr. Torabinejad <sup>28,29</sup> y aprobado por la FDA en 1998 <sup>30</sup>. Es así como en 1999 Dentsply lanza el producto denominado ProRoot MTA, de color gris, convirtiéndose en el primer Agregado Trióxido Mineral disponible comercialmente <sup>30</sup>. (Ver imagen 6).



Imagen 6: ProRoot MTA blanco <sup>25</sup>.

Más adelante, en el año 2004, la misma marca lanza al mercado el MTA blanco. Por otro lado, en 2001 la compañía brasileña Angelus lanzó al comercio el MTA de Angelus, primero de color gris y luego de color blanco, el cual recibió la aprobación de la FDA en 2011 <sup>30</sup>. (Ver imagen 7).



**Imagen 7:** MTA de Angelus blanco<sup>30</sup>.

El MTA es un cemento en base a elementos de calcio y silicato, cuya presentación es en polvo. Está compuesto específicamente por silicato tricálcico, siendo este su principal elemento, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminato férrico tetracálcico, óxido de bismuto, sulfato de calcio dihidratado y residuos insolubles <sup>6,30</sup>.

Los iones de hierro en forma de aluminato férrico presentes en el MTA gris fueron eliminados con el fin de obtener MTA blanco <sup>28,29,30</sup>. Mientras que el óxido de bismuto le otorga su propiedad de radiopacidad, convirtiéndolo en un material con radiopacidad mayor a la gutapercha convencional y a la dentina, haciéndolo fácilmente distinguible en los exámenes radiológicos, sin embargo, lamentablemente provoca tinciones en los tejidos dentarios <sup>28,29,30,33,34</sup>.

El MTA presenta una gran biocompatibilidad y se incorporó a la disciplina endodóntica para ser un material de sellado de perforaciones radiculares, obturación retrógrada y para apexificación. Otros usos clínicos incluyen el

recubrimiento pulpar, obturación radicular, endodoncia regenerativa y como material de tapones o “stop” apicales <sup>6,28,29</sup>.

El MTA consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad, por lo que cada sobre de polvo debe ser mezclado con una gota de agua destilada, buscando una consistencia de arenilla. Al hidratarlas con este líquido generan un gel coloidal que forma una estructura dura, la cual no muestra ningún signo de solubilidad en agua una vez estabilizada y puede ser utilizado en zonas con presencia de relativa humedad, sin perder sus propiedades <sup>32,33,34</sup>.

La reacción química del MTA consiste en la hidratación, obteniendo silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio que se libera en el tiempo. Su integración biológica ocurre debido a sus iones de calcio, los que forman hidroxiapatita al entrar en contacto con los iones de fosfato del órgano dentinopulpar, siendo capaz de formar puentes dentinarios al ser utilizado como material de recubrimiento pulpar<sup>28,29</sup>.

Presenta propiedades antibacterianas gracias a su pH alcalino que oscila entre 11.9 y 12.5, además de la formación de hidróxido de calcio al entrar en contacto con el tejido conectivo, liberando iones de calcio, mecanismo muy similar a la acción de las pastas de hidróxido de calcio <sup>6,28,29</sup>.

Las propiedades de este cemento han sido de gran interés como materia de estudio durante años, donde ha logrado demostrar ser un excelente material para el sellado de perforaciones radiculares y de furca, proporcionando un sellado biológico y evitando la contaminación bacteriana del sistema de conductos radiculares <sup>28,29,30,31,33,34</sup>.

Dentro de sus limitaciones encontramos el tipo de mezclado, que lo hace propenso a una mezcla no homogénea por su difícil manipulación, su alto costo y su largo tiempo de fraguado inicial, que va entre tres a cuatro horas, fraguando completamente a las 24 horas <sup>30,31,32</sup>.

Las investigaciones continuaron en búsqueda de desarrollar nuevos y mejorados cementos en base a silicato de calcio, proponiendo así nuevos biomateriales con una composición semejante, pero con propiedades complementarias, buscando una aplicación clínica mejorada, que incluye facilitar su manipulación, manejo y disminución del cambio de coloración en los tejidos blandos, surgiendo así nuevos biocerámicos como, por ejemplo, el Biodentine <sup>29</sup>.

#### **4.2. Biodentine**

El Biodentine fue desarrollado en el año 2009 y lanzado al mercado por Septodont para ser un material sustituyente de la dentina, buscando ser utilizado en el tratamiento de reabsorciones, perforaciones, recubrimientos pulpaes, apexificación, obturación retrógrada y reemplazo dentinario <sup>28</sup>. Tiene propiedades mecánicas muy semejantes a la dentina, lo que lo convierte en un material totalmente biocompatible <sup>35</sup>.

Está indicado como material de restauración permanente de la dentina, material de restauración temporal del esmalte, recubrimiento pulpar, sellador de perforaciones radiculares, en apexificación y como material de obturación a retro<sup>36,37,38</sup>.

Su presentación es en formato polvo-líquido. El polvo viene en una cápsula y está compuesto por silicato tricálcico y silicato dicálcico, siendo estos dos sus componentes principales, además de carbonato de calcio y óxido de zirconio, que sirve como radiopacificador. Mientras que el líquido se encuentra compuesto por agua, cloruro de calcio como acelerador, policarboxilato modificado, que sirve como agente reductor de agua<sup>36,37,38</sup>. (Ver imágenes 8 y 9).



**Imágenes 8 y 9:** Biodentine, Septodont.

Se considera un material bioactivo ya que fomenta la formación de dentina secundaria y de un puente dentinario, además de que aumenta la proliferación, migración y adhesión de las células pulpares madre al ser aplicado<sup>31,35</sup>. Promueve la diferenciación de odontoblastos y es capaz de liberar calcio al estar en solución. Es antibacteriano gracias a su alto pH que va desde 11.7 a 12.3<sup>31</sup>, hidrofílico, con grandes habilidades de sellado y una manipulación más simple<sup>6,32</sup>.

Se debe mezclar una cápsula de polvo con 5 gotas de líquido durante 30 segundos en un vibrador tipo amalgamador a una velocidad entre 4000 y 4200 revoluciones por minuto<sup>39</sup>. Su tiempo de fraguado inicial es mínimo, de entre 6 a 12 minutos, lo que lo posiciona como un producto único entre los cementos en base a silicato de calcio<sup>36,37</sup>. Se forma una estructura coloidal después de la hidratación y se convierte secuencialmente en una estructura dura<sup>6</sup>.

Luego de la reacción de fraguado, se forma cristales de carbonato de calcio, los que conforman un anclaje en la superficie de la dentina, debido a que las precipitaciones dentro de los túbulos dentinarios crean una proyección de minerales<sup>32</sup>, presentando un anclaje micromecánico natural, lo que le confiere excelentes propiedades selladoras<sup>37,38</sup>.

Además, se describe una unión directa de las resinas al biodentine. Por otro lado, es capaz de activar la dentinogénesis. Sin embargo, presenta una radiopacidad considerablemente menor en comparación al MTA, haciendo dificultosa su visualización en radiografías<sup>35,37,38</sup>.

## 5. Medidas preventivas

En cuanto a la prevención de las perforaciones iatrogénicas, se describen varias medidas tanto antes del acceso a los conductos radiculares, como después.

En primer lugar, se debe comprender en profundidad la anatomía interna de cada diente y realizar una cuidadosa interpretación radiográfica, considerando la profundidad de la cámara pulpar, la distancia entre su techo y su piso, y la presencia de calcificaciones <sup>16,17,21,25</sup>.

Se recomienda evaluar restauraciones previas, la alineación corona-raíz, teniendo especial precaución con dientes en malposición, logrando identificar el eje longitudinal del diente, sus inclinaciones radiculares, el número y grado de las curvaturas <sup>16,17,21,25</sup>.

Es sugerido solicitar, idealmente, radiografías con deslizamiento, y frente a dudas evaluar la necesidad de solicitar una tomografía computarizada de haz cónico<sup>16,17</sup>. Asimismo, es recomendable la utilización de magnificación con luz para, durante el acceso, lograr localizar y observar visualmente la entrada a los conductos <sup>16,17,21</sup>.

Con el fin de evitar perforaciones durante la preparación del sistema de conductos radiculares, se debe evitar la instrumentación excesiva y siempre trabajar con una abundante irrigación <sup>16,17,21</sup>.

Si nos remontamos a la literatura clásica, desde 1979 Moreinis entregó algunas recomendaciones para la prevención de las perforaciones iatrogénicas, que siguen siendo válidas en la actualidad. Dentro de ellas encontramos<sup>40</sup>:

- En dientes que se encuentren rotados o con escaso remanente coronario, se debe determinar previamente a iniciar el tratamiento la posición real del diente.
- En dientes que presenten malposiciones o que tengan un acceso dificultoso, considerar la posibilidad de iniciar el acceso cameral sin aislación absoluta hasta encontrarse ad portas de llegar a la cámara pulpar, buscando evitar perder las referencias anatómicas de las estructuras vecinas.
- Utilización de fresas de tallo largo, con el fin de evitar inclinar la turbina o contraángulo, lo que podría detonar en una pérdida de visibilidad y la eventual perforación.
- En casos clínicos dificultosos, frente a dudas, evaluar la toma de radiografías con distintos deslizamientos a medida que se progresa en la apertura coronaria.

Asimismo, en 1993 Lasala describió algunas sugerencias para prevenir este tipo de accidentes de procedimientos, las que siguen siendo válidas al día de hoy. Dentro de ellas encontramos<sup>41</sup>:

- Tener conocimiento de la anatomía interna del diente a tratar.
- Acertado acceso a la cámara pulpar.
- Contar con directrices en la utilización del diverso instrumental disponible.
- Contar con criterio posicional, tridimensional y una perfecta visualización.
- En conductos estrechos tener especial cuidado al pasar de instrumento endodóntico calibre #25 al calibre #30.

## **Caso clínico**

### **1. Presentación del caso**

Se recepcionó en la Especialidad de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso a una paciente de iniciales K.E.T.A., de género femenino y de 46 años de edad, que fue derivada desde la clínica de pregrado de la facultad para el retratamiento endodóntico del diente 1.5.

La paciente relata haber consultado en primera instancia en un hospital de la zona por la exodoncia del diente en cuestión, lugar en donde le recomendaron mantenerlo y rehabilitarlo, por lo que fue referida a la Escuela de Odontología de nuestra casa de estudios.

Una vez allí es evaluada en pregrado, en donde inicia un tratamiento integral y es derivada para el retratamiento endodóntico del diente 1.5, previo a su rehabilitación, por presentar la gutapercha expuesta al medio bucal durante 10 años, según refiere la paciente.

Al examen intraoral se observa inflamación gingival en algunas zonas, propias del diagnóstico periodontal de Periodontitis, por el cual ya estaba siendo tratada en la clínica de pregrado. Al examen dentario se observa dentición permanente con ausencia de dientes 2.4 y 2.5, múltiples restauraciones de amalgama, caries, recesiones en grupo V y un diastema entre los dientes 1.1 y 2.1.

Al análisis específico del diente 1.5 se observa un escaso remanente coronario, relleno endodóntico expuesto al medio bucal y caries. Cabe destacar que el diente no presenta movilidad y su profundidad de sondaje se encuentra dentro de rangos considerados como normales. No presenta alteraciones en los tejidos blandos, además de la inflamación gingival propia de su diagnóstico periodontal. (Ver imagen 10).



**Imagen 10:** Diente 1.5.

Es relevante mencionar que la paciente no presenta dolor ni recuerda alguna historia de dolor asociada. A las pruebas de palpación y percusión presenta una respuesta negativa.

Como examen complementario se cuenta con una radiografía de tipo periapical, donde se observa un escaso remanente coronario y caries. Dos raíces aparentemente rectas, tratadas endodónticamente con dos conductos aparentemente rectos con obturación radicular corta. En la zona periapical se observa una zona radiolúcida con límites definidos, de aproximadamente 7x7 mm. (Ver imagen 11).



**Imagen 11:** Radiografía inicial de diente 1.5.

Se llega a las siguientes hipótesis diagnósticas:

- Diagnóstico clínico: Escaso remanente coronario y caries.
- Diagnóstico pulpar: Diente previamente tratado.
- Diagnóstico periapical: Periodontitis apical asintomática.

El plan de tratamiento de elección es el retratamiento endodóntico del diente 1.5, cuyo pronóstico es reservado, debido al tamaño de la zona radiolúcida periapical y al historial de exposición de relleno radicular de 10 años, convirtiendo este caso en todo un desafío, por el estado microbiológico y el compromiso de los tejidos duros.

## **2. Desarrollo del caso clínico**

El caso se desarrolló en un total de tres sesiones de trabajo clínico, además de los controles posteriores.

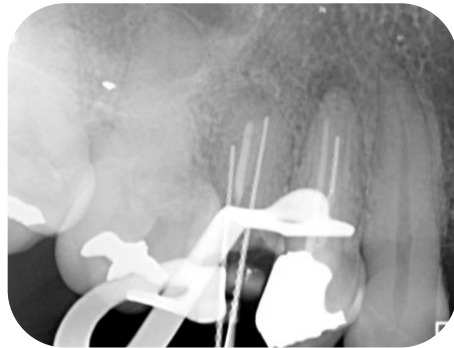
### **2.1. 1° sesión: 19/04/2023**

Bajo anestesia local con técnica infiltrativa, específicamente 1 ½ tubo de lidocaína al 2%, y aislación absoluta unitaria se realiza la eliminación total de caries. Una vez eliminada la caries se procede a consultar con un docente de la disciplina de Rehabilitación Oral la posibilidad de rehabilitar el diente posterior a la endodoncia, considerando el sustrato remanente. Al obtener una respuesta positiva, se continúa con el procedimiento.

Se inicia la desobturación radicular con una lima mecanizada, específicamente sistema R-motion de calibre #25, para luego continuar manualmente con una lima H de calibre #25. Este procedimiento se realizó con solvente eucaliptol y apoyándose con localizador apical electrónico en todo momento, con el fin de tener una referencia objetiva de cómo se iba a avanzando a lo largo de los conductos.

Durante el procedimiento, nos percatamos de que la lima presenta una angulación extraña dentro del conducto vestibular, lo que nos hace sospechar de

estar realizando una falsa vía, sin embargo, la paciente no presentaba dolor alguno, ni sangrado y el localizador apical indicaba encontrarnos dentro del sistema de conductos radiculares. Igualmente se decide tomar una radiografía con la lima dentro del conducto, la que nos permite confirmar la realización de una falsa vía con una aparente perforación radicular vestibulo-distal. (Ver imágenes 12 y 13)



**Imagen 12:** Radiografía con instrumento radiopaco dentro del conducto, que muestra la realización de una falsa vía.



**Imagen 13:** Fotografía que muestra la realización de una falsa vía en el conducto vestibular.

Se continúa la desobturación manual con lima H de calibre #25 y se utiliza como solución irrigante suero fisiológico. Una vez terminado el procedimiento se toma una radiografía de control de desobturación, para asegurarnos de tener conductos libres de gutapercha. (Ver imagen 14).



**Imagen 14:** Radiografía de control de desobturación.

Finalmente, se deja una medicación con  $\text{Ca(OH)}_2$  en el sistema de conductos radiculares hasta la siguiente sesión y se temporiza con doble sellado, específicamente Fermín y sobre este cemento ionómero vítreo. Además, se receta un AINES en caso de sintomatología.

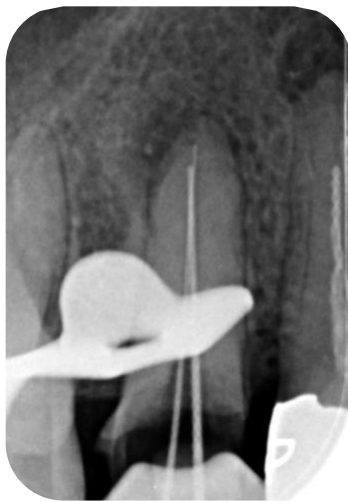
## **2.2. 2° sesión: 26/04/2023**

Una semana después la paciente refirió encontrarse completamente asintomática y relata que no requirió consumir el analgésico recetado. Los tejidos blandos se encontraban sin alteraciones y al sondaje periodontal no se encontró medidas fuera de los rangos normales, además el diente presentaba respuesta negativa frente a la percusión vertical, lateral y palpación.

Bajo microscopía se realizó un análisis visual de la ubicación, dimensiones y gravedad de la perforación. Se decidió realizar un sellado intraconducto como

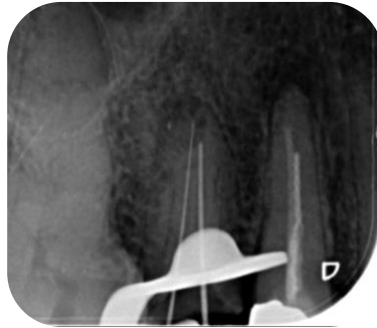
primera opción de tratamiento. El sellado de la perforación también se llevó a cabo bajo microscopía óptica y fue realizado con Biodentine mezclado de manera manual.

Luego de esperar el tiempo de fraguado inicial de este material, se tomó una radiografía de control de sellado, donde lamentablemente no se puede apreciar de manera óptima debido a la sobreposición del clamps. (Ver imagen 15).



**Imagen 15:** Radiografía tomada posterior al sellado de la perforación.

Se continuó con la endodoncia propiamente tal. Se realizó el control de longitud con localizador apical electrónico, dando como longitud de trabajo en el conducto vestibular 15 mm, con referencia en la zona vestibular más alta del diente, y en el conducto palatino 12 mm, con referencia en la zona palatina más alta. Se realizó una corroboración de las medidas con radiografía periapical y con deslizamiento. (Ver imagen 16).



**Imagen 16:** Radiografía de control de longitud.

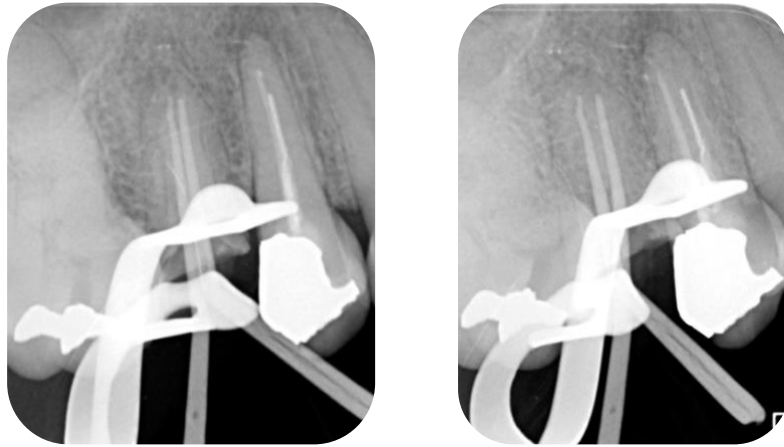
Se procedió a realizar la preparación biomecánica con sistema mecanizado Protaper Gold hasta calibre F3 en ambos conductos, sin embargo, en el caso del conducto palatino esta se tuvo que extender manualmente hasta NiTi #60, debido a su amplitud. La irrigación se realizó con suero fisiológico e Hipoclorito de Sodio 5%.

Se realizó una nueva medicación de los conductos con  $\text{Ca(OH)}_2$  y se realizó la temporización con doble sellado.

### **2.3. 3° sesión: 03/05/2023**

Una semana después la paciente volvió completamente asintomática. Al test de percusión en el diente, tanto vertical como horizontal, presentaba respuesta negativa y las profundidades de sondaje se encontraban dentro de rangos normales, además no había alteraciones en los tejidos blandos, por lo que se procedió a la etapa de obturación radicular.

Luego del retiro de la medicación, se corroboró la longitud de trabajo con localizador apical electrónico y se repasó la preparación biomecánica. Posteriormente se procedió a la selección de los conos maestros de gutapercha y a la toma de radiografía de preobtención. (Ver imágenes 17 y 18).



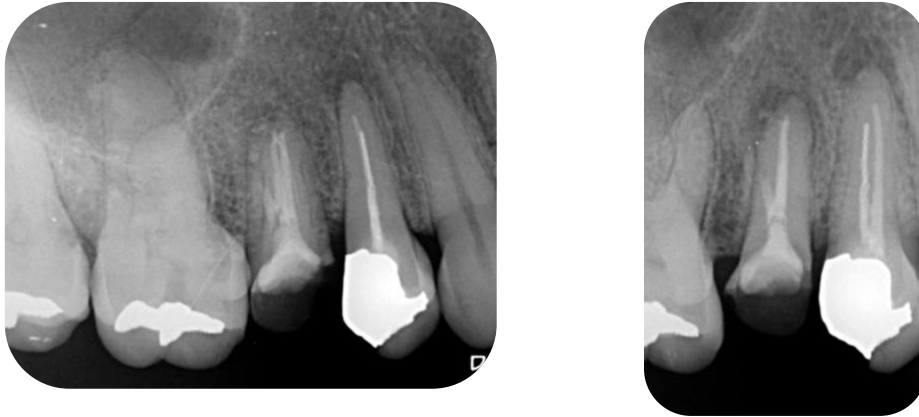
**Imágenes 17 y 18:** Radiografías de preobtención.

Se realizó el protocolo de irrigación final de la facultad de odontología de la Universidad de Valparaíso y se realizó una activación mediante ultrasonido. Lamentablemente durante esta etapa se desalojó el sellado de la perforación.

En este momento se tuvo que decidir entre realizar un nuevo sellado para luego llevar a cabo la obturación radicular o bien realizar la obturación radicular y a continuación un nuevo sellado de la perforación. Se optó por la segunda opción.

La misma sesión se realizó la obturación de los conductos radiculares con técnica de cono único y biocerámico BioRoot, luego del secado de los conductos con conos de papel estériles.

Finalmente se procedió a realizar un nuevo sellado de la zona de la perforación con Biodentine, esta vez mezclando en amalgamador, según las indicaciones del fabricante. Por último, se tomaron las radiografías de control, donde se observa un correcto sellado de la zona perforada y una óptima obturación radicular. (Ver imágenes 19 y 20).



**Imágenes 19 y 20:** Radiografías de control de obturación y sellado de perforación.

### **3. Controles**

#### **3.1. 1° control: 17/05/2023**

Dos semanas después se realizó un control clínico a la paciente, quien refirió estar completamente asintomática. No se observaron alteraciones en los tejidos blandos, se realizaron pruebas de percusión vertical y horizontal, además de palpación, todos obteniendo como resultado una respuesta negativa. Las medidas al sondaje periodontal se encontraban dentro de rangos normales.

Se da el alta endodóntica y se realiza la derivación para la rehabilitación definitiva del diente. Se le dan indicaciones a la paciente de continuar en estrictos controles para observar la evolución.

#### **3.2. 2° control: 29/06/2023**

Se efectuó un segundo control clínico y radiográfico, donde la paciente manifestaba continuar totalmente asintomática.

No se aprecian alteraciones en los tejidos blandos, se realizó pruebas de percusión vertical y horizontal, además de palpación, todas teniendo una respuesta

negativa. Las medidas resultantes del sondaje periodontal se encontraban dentro de los rangos compatibles con la normalidad.

A la radiografía periapical no se observa aumento del área radiolúcida periapical. (Ver imagen 21).



**Imagen 21:** Radiografía de control.

### **3.3. 3° control: 20/07/2023**

Se llevó a cabo un tercer control clínico y radiográfico, donde la paciente manifestaba mantenerse completamente asintomática.

Además, relató encontrarse ya en proceso de la rehabilitación definitiva del diente. A la evaluación clínica se observa un muñón de resina compuesta. No se aprecian alteraciones en los tejidos blandos, se realizó pruebas de percusión vertical y horizontal, además de palpación, todas teniendo una respuesta negativa. Al sondaje periodontal se encontraban medidas dentro de rangos normales.

En la radiografía podemos observar el conducto vestibular desobturado y un poste de fibra cementado en dicho conducto. (Ver imagen 22).



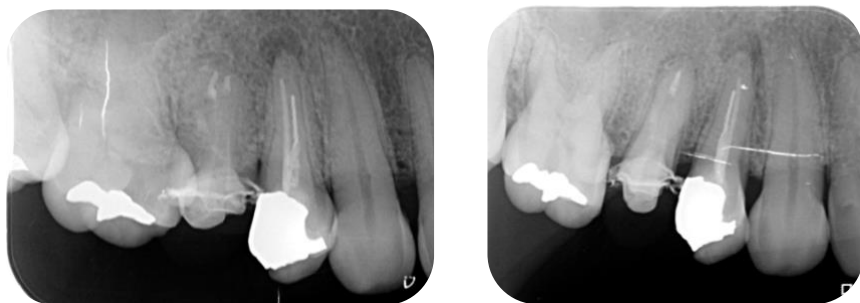
**Imagen 22:** Radiografía de control.

#### **3.4. 4° control: 17/08/2023**

Se realizó un cuarto control. Al examen clínico del diente observamos un provisorio de acrílico. La paciente relató mantenerse asintomática.

No se observan alteraciones en los tejidos blandos, la paciente presenta respuesta negativa a las pruebas de percusión vertical, horizontal y a la palpación. Al sondaje periodontal se encontraban medidas compatibles con salud de los tejidos blandos.

Al control radiográfico apreciamos ambos conductos desobturados y un nuevo poste de fibra en el conducto palatino, además de un muñón reconstruido. Cabe destacar que no se observa aumento del área radiolúcida apical. (Ver imágenes 23 y 24).



**Imágenes 23 y 24:** Radiografías de control.

### **3.5. 5° control: 06/10/2023**

Durante el quinto control la paciente refiere mantenerse totalmente asintomática. Al examen clínico se observa el diente aún con provisorio de acrílico.

No se aprecian alteraciones en los tejidos blandos, la paciente continúa presentando respuestas negativas frente a las pruebas de percusión vertical, horizontal y palpación.

Al examen radiográfico no se observa aumento del área radiolúcida apical. (Ver imagen 25).



**Imagen 25:** Radiografía de control.

### **3.6. 6° control: 10/11/2023**

Durante el sexto control la paciente refiere mantenerse totalmente asintomática. Al examen clínico se observa el diente aún con provisorio de acrílico.

No se aprecian alteraciones en los tejidos blandos, la paciente continúa presentando respuestas negativas frente a las pruebas de percusión vertical, horizontal y palpación.

En la radiografía no se observa aumento del área radiolúcida apical. (Ver imagen 26).



**Imagen 26:** Radiografía de control.

### **3.7. 7° control: 01/12/2023**

Se realizó un séptimo control clínico y radiográfico. La paciente manifiesta encontrarse completamente asintomática.

A la evaluación clínica se observa el diente ya rehabilitado, con una PFU cementada. No se observan alteraciones en los tejidos blandos, se realizaron test de percusión vertical y horizontal, además de palpación, todos con respuesta negativa. Al sondaje periodontal se encontraban medidas dentro de rangos normales.

Al control radiográfico se observa una disminución del área radiolúcida apical, en comparación a la radiografía inicial, indicando una evolución favorable del caso. (Ver imágenes 27 y 28).



**Imágenes 27 y 28:** Radiografías de control.

## **Conclusiones**

El tratamiento endodóntico está asociado a complicaciones desafortunadas y es muy relevante para el especialista en Endodoncia tener conocimiento detallado de los diversos accidentes que pueden tener lugar a lo largo de cualquiera de las etapas de la terapia, cómo evitarlos y cómo tratarlos.

Las perforaciones radiculares son un error de procedimiento relativamente común, donde se hace sumamente importante tanto un diagnóstico como un tratamiento precoces para obtener un buen pronóstico. El tratamiento de elección será el abordaje intraconducto, por ser la opción menos invasiva, en los casos que sea posible.

La buena visibilidad, el tiempo transcurrido entre la perforación y su sellado, el material elegido para el tratamiento y las habilidades del operador son determinantes del éxito clínico.

Es fundamental contar con una metodología de trabajo cuidadosa y poseer un profundo conocimiento de la anatomía interna de cada diente y sus variaciones, así como una meticulosa interpretación radiográfica, en búsqueda de minimizar la ocurrencia de estos errores.

No obstante, estos accidentes deben ser aceptados como una posible complicación del tratamiento endodóntico y, en caso de ocurrir, el especialista debe ser capaz de detectarlas y tratarlas de manera correcta.

## Referencias bibliográficas

1. Wu M.K., Shemesh H., Wesselink P.R. Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic treatment. *Int Endod J.* 2009;42:656-66.
2. Ruksakiet K., Hanák L., Farkas N., Hegyi., Wuttapon S. et al. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and sodium hypochlorite in root canal disinfection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Endod.* 2020 Aug;46(8):1032-1041.
3. Amza O., Dimitriu B., Suciu I., Bartok. And Chirila M. Etiology and prevention of an endodontic iatrogenic event: instrument fracture. *J Med Life.* 2020 Jul-Sep;13(3):378-381.
4. Walton RE. and Torabinejad M. Endodoncia principios y práctica: accidentes de procedimiento. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México. 2° edición, 1997: 329-336.
5. Bhuvra B. and Ikram O. Complications in Endodontics. *Prim Dent J.* 2020 Dec;9(4)52.58.
6. Estrela C., de Almeida D., Rossi-Fedele G., Almeida J., Aguirre O et al. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz. Oral. Res.* 32 (suppl 1). 2018.
7. Asociación Americana de Endodoncistas. Glosario de términos endodónticos. 9a ed. Chicago: Asociación Americana de Endodoncistas; 2016
8. Ingle J. and Bakland L. Endodoncia; Percances endodónticos: su detección, corrección y prevención. 5° edición; Editorial: McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. 2004: 856-868.
9. Malamed S. Manual de anestesia local. Elsevier. 7° edición. 2020.
10. Alrahabi M., Sohail M. and Adanir N. Aspects of clinical malpractice in Endodontics. *Eur J Dent.* 2019 Jul;13(3): 450-458.
11. Aminoshariae A. and Kulid J. The impact of sealer extrusion on endodontic outcome: a systematic review with meta-analysis. *Aust Endod J.* 2020 Apr;46(1):123-129.

12. Guivarc'h M., Ordioni U., Ahmed H., Cohen S., Catherine J. et al. Sodium hypochlorite accident: a systematic review. *J Endod.* 2017 Jan;43(1):16-24.
13. Bianchi B., Ferri A., Varazzani A., Bergonzani M. and Sesenna E. Microsurgical decompression of inferior alveolar nerve after endodontic treatment complications. *J Craniofac Surg.* 2017. Jul;28(5):1365-1368.
14. Patel S., Bhuvra B. and Bose R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth. *Int Endod J.* 2022. May;55 Suppl 3 (Suppl 3):804-826.
15. Madarati A., Hunter M. and Dummer P. Management of intracanal separated instruments. *J Endod.* 2013. May;39(5):569-81.
16. Mansour S. Root Canal Perforation: a quick review. *J Oral Dent Health.* 2018. Jun(2).
17. De Lima M. Endodoncia: Ciencia y tecnología. 3° ed. China: Amolca, Actualidades Médicas. 2016. Tomo 3.
18. Palacios A., Rosas R. y Guizar J. Desviación de conducto radicular localizada con CBCT. Reporte de un caso. *Revista ADM* 2018;75(1):41-49.
19. Soares IJ, Cantarini C, Miraglia Cantarini JP, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones radiculares de origen iatrogénico. *Rev Asoc Odontol Argent* 2018;106:127-135.
20. Fuus Z. and Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognosis factors. *Endod Dent Traumatol.* 1996 Dec;12(6):255-64.
21. Guttman J. y Lovdahl P. Solución de problemas en endodoncia. Elsevier. España 2021. 5° ed.
22. Radiografía de paciente de la especialidad de Endodoncia versión 2022-2023, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.
23. Espinosa A. and Elias D. Sellado de perforación de la furca en molar inferior, presentación de un caso con control a 63 meses. *Canal Abierto* 2021;43:32-37.
24. Saed S., Ashley M. and Darcey J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. The hole truth. *Br Dent J.* 2016. Feb 26;220(4):171-80.

25. Clauder T. Present status and future directions – Managing perforations. *Int Endod J.* 2022 Oct;55 Suppl 4:872-891.
26. Torabinejad M. Aplicaciones clínicas del MTA (Mineral Trioxide Aggregate). *J Endod.* 1999. Mar;25(3).
27. Setzer FC. And Kratchman SI. Present status and future directions: surgical endodontics. *Int Endod J.* 2022 Oct;55 Suppl 4:1020-1058.
28. Jitaru S., Hodisan I., Timis L., Lucian A. and Bud M. The use of bioceramics in endodontics – literature review. *Clujul Med.* 2016;89(4):470-473.
29. Estrela C., Tavares L., Duarte M., Rossi-Fedele G., Gavini G. et al. Mechanism of action of Bioactive endodontic materials. *Braz Dent J.* 2023 Jan-Feb;34(1):1-11.
30. Tawil P., Duggan D. and Galicia J. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015 Apr;36(4):247-52.
31. Elizondo M., Martínez F. and Santoy A. MTA vs. Biodentine. *Rev mex estomatol.* 2016. Dic;3(2).
32. Cárdenas T. and Barzuna M. Use of bioceramics (biodentine) in apicectomy retrodentary obturation. Clinical case report. *Odont. Vital.* 2014;20:69-74.
33. Dastorani D., Shourvarzi B., Nojourni F. and Ajami M. Comparison of bacterial microleakage of Endoseal MTA Sealer and Pro-Root MTA in root perforation. *J Dent (Shiraz).* 2021 Jun;22(2):96-101.
34. Gorni F., Ionescu A., Ambrogi F., Brambilla E. and Gagliani M. Prognostic factors and primary healing on root perforation repaired with MTA: a 14-year longitudinal study. *J Endod.* 2022 Sep;48(9):1092-1099.
35. Malkondu O., Kazandag M. and Kazazoglu E. A review of Biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951.
36. Al-Nazhan S., Mansy I., Al-Nazhan N., Rowais N. and Al-Awad G. Outcomes of furcal perforation management using mineral trioxide aggregate and biodentine: a systematic review. *J Appl Oral Sci.* 2022 Dec 2:30:e20220330.

37. Zafar K., Jamal S. and Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. J Pak Med Assoc. 2020 Mar;70(3):497-504.
38. Dong X. and Xu X. Bioceramics in Endodontics: updates and future perspectives. Bioengineering (Basel). 2023 Mar 13;10(3):354.
39. Instrucciones del fabricante de Biodentine, Septodont.
40. Moreinis SA. Avoiding perforation during endodontic Access. J Am Dent Assoc. 1979;98:707-12.
41. Lasala A. Endodoncia. 4° ed. Salvat, México. 1993.