

Agregado trióxido mineral

Indicaciones y descripción de la aplicación clínica práctica por medio de ejemplos clínicos

Johannes Mente, OA Dr. med. dent.

Desde su introducción en el campo de la odontología como material reparador de los conductos radiculares, el agregado trióxido mineral (MTA) ha evolucionado hasta convertirse en un instrumento innovador para resolver situaciones endodónticas complejas. Entretanto, además de numerosos estudios in vitro, se han obtenido unos primeros resultados muy prometedores en diversos estudios clínicos. El artículo explica las indicaciones de la aplicación clínica de MTA y ofrece recomendaciones para el procedimiento práctico. Se describen en detalle aplicaciones del MTA (perforaciones, reabsorciones inflamatorias y reabsorciones internas) de especial interés para el odontólogo endodoncista. Incluso en situaciones iniciales complejas, la aplicación de MTA puede constituir una alternativa para conservar a largo plazo dientes catalogados como insalvables hasta hace pocos años.

(Quintessenz. 2009;60(8):921-32)

Introducción

El agregado trióxido mineral (MTA) fue desarrollado por la Universidad Loma Linda (California, EE. UU.) a principios de los años noventa. En 1998 se autorizó su comercialización en el mercado norteamericano con el nombre de ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa,

EE. UU.). En el mercado alemán el MTA se comercializa desde el año 2000 aproximadamente. Gran parte de este material se compone de partículas muy finas de cemento Portland modificado y calentado a elevadas temperaturas. Durante el proceso de fabricación se añaden además sulfato de calcio dihidratado (que influye en el comportamiento de fraguado) y trióxido de bismuto (para obtener un buen contraste radiográfico). Como resultado de la mezcla se obtiene un cemento hidrófilo de partículas muy finas. Dammaschke et al¹⁵ publicó en el año 2005 un análisis muy diferenciado de su composición. En el proceso de fraguado el MTA presenta inicialmente un pH de 10,2 que asciende a 12,5 dentro de las primeras horas⁴².

Según el fabricante, el MTA es un material biocompatible que además tiene la capacidad de fraguar eficazmente en presencia de fluidos corporales, incluida la sangre. Los primeros estudios que confirmaron estas características fueron elaborados por el grupo de trabajo dirigido por el Prof. Torabinejad, de la Universidad Loma Linda⁴¹, a los que pronto les siguieron numerosos estudios de otros grupos de investigación. Los investigadores tenían especial interés en estudiar la biocompatibilidad promulgada por el fabricante. Con dicho fin se llevaron a cabo numerosos estudios^{4,9,23,36,45,50,51} que confirmaron las citadas propiedades. El MTA mostró también una buena capacidad de sellado frente a la invasión bacteriana^{1,17,40,43}. La consecuencia lógica era la realización de estudios clínicos.

La biocompatibilidad del MTA y su capacidad de fraguar en presencia de líquido e incluso de sangre⁴¹ constituyen propiedades importantes que permiten augurar buenos resultados en el cierre de perforaciones radiculares. Actualmente se dispone de estudios con animales de experimentación^{21,34} y de informes de diversos casos y

Área de Endodoncia y de Traumatología Dental. Policlínica de Odontología conservadora. Clínica de Odontología, Medicina Oral y Maxilofacial del Hospital Universitario de Heidelberg. Heidelberg, Alemania.

Correspondencia: Johannes Mente.
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg, Alemania.



Figura 1. Agregado trióxido mineral (MTA; ProRoot MTA, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Izquierda: polvo blanco; derecha: polvo gris.



Figura 2. Pistola dispensadora MTA Gun de la casa Maillefer con puntas aplicadoras (diámetros: 0,9 y 1,1 mm).

series de casos que confirman la eficacia del MTA para el cierre de perforaciones^{10,19,28-30,33,44,49} y de los primeros estudios clínicos sobre esta aplicación del MTA^{28,48}.

Los estudios clínicos sobre otras indicaciones del MTA también valoran la aplicación del material de forma absolutamente positiva, por ejemplo, en la apicoformación de dientes con desarrollo radicular incompleto^{20,39}, en el tratamiento de dientes con exposición pulpar mediante recubrimiento directo³, o bien para la pulpotomía total^{2,31} o la pulpotomía parcial^{11,35}. La capacidad del MTA de fraguar en presencia de sangre sugiere la posibilidad de utilizarlo como material de obturación radicular retrógrada, una aplicación que también ha sido estudiada clínicamente¹³. No obstante, el número de casos de los estudios clínicos publicados hasta la fecha sigue siendo relativamente reducido y los periodos de seguimiento son en su mayoría a corto plazo. A pesar de ello se puede concluir que en este momento, con cada nuevo estudio realizado, crece la importancia del MTA como material de tratamiento en el campo de la endodoncia altamente innovador.

Preparación y aplicación del MTA

ProRoot MTA se comercializa esterilizado en sobres que contienen 1 g de producto. Incluye unas pipetas con agua destilada estéril (Aquadest) para la mezcla del material. Hasta el año 2003 el MTA era un polvo gris (fig. 1, derecha) y más tarde pasó a ser un material blanco comercializado con el mismo nombre (fig. 1, izquierda). Para obtener la proporción necesaria de tres partes de agua por una de cemento, el fabricante recomienda mezclar un sobre completo de cemento en polvo con la totalidad

del agua contenida en la pipeta que adjunta cada sobre. En determinadas situaciones puede ser conveniente modificar la proporción en función de las necesidades de cada caso. En presencia de una mayor cantidad de líquido debido a una hemorragia difusa leve, por ejemplo, puede ser razonable hacer una mezcla más consistente (añadiendo más cemento). Cuando es necesario modificar la consistencia del cemento, el autor prepara la mezcla añadiendo distintas cantidades de cemento a una gota del agua destilada que lo acompaña y mezclándolas hasta lograr una masa pastosa. Una vez adquirida cierta práctica, la consistencia permite identificar la proporción óptima para cada necesidad.

Para la aplicación del material, entre otros instrumentos, se puede utilizar la pistola dispensadora MTA Gun con puntas de 0,9 mm (marca amarilla) y de 1,1 mm de diámetro (marca roja) del propio fabricante de ProRoot MTA (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) (fig. 2). También existen otros sistemas de aplicación ofrecidos por diversos fabricantes. Los clínicos que no utilizan el MTA con frecuencia y sólo desean disponer de él en los casos excepcionales en los que se produce una perforación ya-trogénica pueden optar por adquirir la pistola dispensadora Mini Gun (KerrHawe, Bioggio, Suiza), que es más económica. En la figura 3 se puede observar la diferencia de diámetro de las puntas MTA Gun (amarilla y roja, primera y segunda de izquierda a derecha) en comparación con el lumen de una Mini Gun (tercera empezando por la izquierda) y un portamalgamas convencional (KerrHawe, la primera de derecha a izquierda).

El MTA aplicado se puede adaptar mediante condensación utilizando atacadores de distintos tamaños (fig. 4), pensados en un principio para la obturación de conduc-

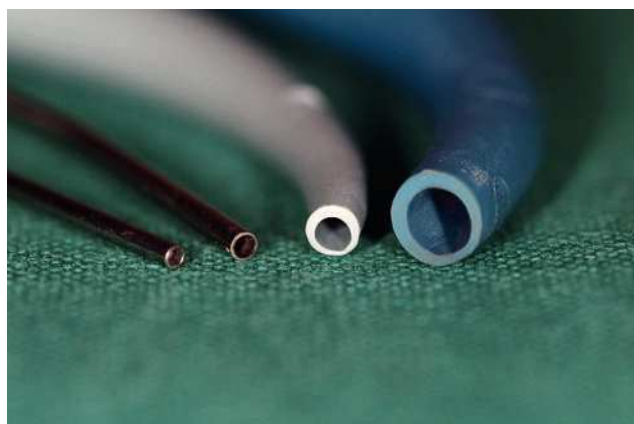


Figura 3. Puntas de distintos diámetros. De izquierda a derecha: puntas para MTA Gun amarilla (0,9 mm) y roja (1,1 mm), para Mini Gun y para portamalgameas.



Figura 4. Atacadores para condensación vertical (según Machtou): arriba: tamaños 3 y 4, centro: tamaños 1 y 2, abajo: tamaño 0 (NiTi).

tos con material termoplástico. En conductos radiculares curvados es muy recomendable utilizar atacadores flexibles de níquel-titanio (como el atacador con mango amarillo del n.º 0, de Dentsply Maillefer, que se muestra en la figura 4). En muchos casos se puede activar el atacador poniéndolo en contacto con una punta ultrasónica. Con este método el cemento MTA se condensa²⁷ y gracias a la activación penetra en los intersticios y espacios más pequeños.

La utilización de sistemas modernos para visualizar el campo de trabajo (como lupas o microscopios dentales) es muy útil para aplicar el cemento MTA de forma eficaz en casi todas las indicaciones, razón por la cual el autor recomienda su uso encarecidamente.

Indicaciones del MTA

Se puede utilizar MTA en los siguientes casos:

1. Reparación de perforaciones (en la furca y en la zona de los conductos).
2. Tratamiento de reabsorciones radiculares perforantes (internas o externas).
3. Obturación retrógrada (en apicectomías).
4. Mantenimiento de la vitalidad de la pulpa expuesta (recubrimiento directo, tratamiento de la herida pulpar tras una pulpotomía parcial o total).
5. Aplicaciones clínicas del MTA en el ápice radicular:
 - a) Reabsorciones en la zona de la constricción apical secundarias a periodontitis apical crónica.
 - b) Apicoformación con ayuda de MTA (por ejemplo en dientes desvitalizados cuya raíz no ha completado su desarrollo debido a un traumatismo dental).

c) Perforaciones apicales (causadas por un ensanchamiento yatrogénico de la constricción apical o por una perforación apical adyacente al foramen apical).

d) Véanse los puntos 2 y 3.

Consejos para la aplicación práctica del MTA según situaciones clínicas concretas

A continuación se describe paso a paso la aplicación práctica del MTA. De acuerdo con los resultados de diversos estudios clínicos (véase el apartado «Introducción»), es recomendable utilizar MTA para el recubrimiento directo y para la obturación retrógrada. Sin embargo, los odontólogos con una dilatada experiencia clínica no precisan una descripción detallada de la aplicación concreta en estas indicaciones, dado que en ellas sólo cambia el material y el procedimiento práctico varía muy poco cuando se utilizan materiales alternativos.

Entendemos que para el clínico resulta más interesante la descripción de situaciones clínicas en las que la aplicación del MTA posibilita tratamientos endodónticos asociados a un pronóstico más que incierto antes de la introducción de este material. Entre las indicaciones en las que la utilización correcta de MTA puede mejorar el pronóstico se encuentran la reparación de perforaciones radiculares y de reabsorciones perforantes progresivas. A continuación se describe el procedimiento para aplicar MTA en tales situaciones en base a casos clínicos reales. Para los tratamientos se utilizó siempre el reparador endodóntico ProRoot MTA (cemento en polvo gris).

Dado que la finalidad del presente artículo es incidir más en las aplicaciones de MTA que en la problemática de los casos descritos a modo de ejemplo, se han omiti-

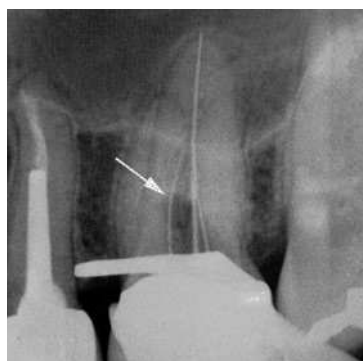


Figura 5. Conductometría del diente 26 afectado por una perforación realizada en otro centro. La flecha muestra la extensión de la perforación en el hueso por encima de la furca.



Figura 6. Situación tras la remoción de la obturación provisional: hemorragia procedente de la perforación.

do intencionadamente algunos de los hallazgos clínicos en aras de la brevedad.

Caso 1: Perforación en la zona de la trifurcación

Anamnesis odontológica

La paciente, de 28 años de edad, acudió a la consulta después de haber sido sometida en otro centro a una apertura cameral para el tratamiento del dolor unos 10 meses antes (!). Dado que después de la apertura cameral el dolor había desaparecido y en aquel momento tenía mucha carga de trabajo, decidió posponer el tratamiento endodóntico. Acudió a la consulta a los diez meses para reanudar el tratamiento debido a que había reaparecido un dolor sordo originado en el diente 26.

Resultados de la exploración y diagnóstico del diente 26

La radiografía realizada por el clínico anterior evidenciaba una perforación extensa en la zona de la trifurcación de un molar superior (fig. 5). Se había realizado una apertura cameral del diente 26 a través de la corona de metal cerámica y se había provisto de un cierre provisional que había sufrido un leve desgaste, pero que conservaba un buen sellado marginal. La prueba de sensibilidad con CO₂ arrojó los siguientes resultados: Diente 23: positiva, diente 24: positiva, diente 25: negativa (endodonciado), diente 26: negativa (con apertura cameral) y diente 27: positiva. En el segundo cuadrante sólo el diente 26 mostró una sensibilidad leve a la percusión. La palpación periapical no arrojó ningún dato reseñable. No se observaron tumefacciones ni formación de fístulas en ningún diente. En el segundo cuadrante se constataron profundidades de sondaje de entre 2 y 4 mm y una pérdida de inserción de entre 1 y 2 mm. No se observó en ningún diente pérdida de hueso interradicular

por afectación de furca, lo que en principio favorecía el pronóstico de la reparación de una perforación en la zona de la furca.

Problemática del caso

En este caso había que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La paciente presentaba una perforación extensa que abarcaba la práctica totalidad del suelo pulpar.
- La visibilidad se vería dificultada por una hemorragia procedente de la zona de la perforación (fig. 6).
- Probablemente el clínico que la había tratado sólo había identificado la entrada del conducto palatino.
- La paciente tardó 10 meses en volver al dentista después de la apertura cameral, puesto que durante ese tiempo no había sentido dolor. Este aspecto se consideró negativo en relación con el pronóstico^{26,38}.
- El hecho de que no existiera ninguna vía de comunicación entre la zona de la perforación y la zona del surco del diente se consideró favorable en relación con el pronóstico^{18,25}, dado que disminuía el riesgo de contaminación de la zona de la perforación por microorganismos procedentes de la cavidad oral.

Tratamiento

En primer lugar se aisló el diente mediante dique de goma y se intentó localizar los puntos de entrada de los conductos con un microscopio dental, lo que se acompañó de irrigaciones frecuentes con una solución de clorhexidina (GlaxoSmithKline, Bühl), para lograr la hemostasia y la desinfección de la zona. Sólo se expusieron tres puntos de entrada de los conductos (mesiovestibular, distovestibular y palatino). Después de la preparación de los conductos con limas K de los tamaños ISO 006 a 010, se procedió a la instrumentación de los conductos con



Figura 7. Conductometría del diente 26 antes de reparar la perforación.

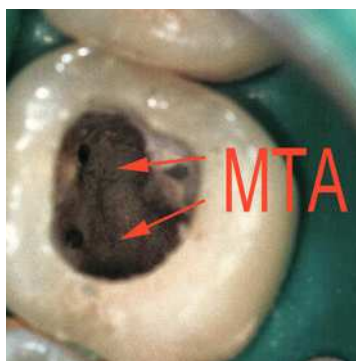


Figura 8. Se ha aplicado el MTA; los orificios de entrada de los conductos se han mantenido despejados con ayuda de espaciadores.



Figura 9. Radiografía intraoral del diente 26 (control a los 5 años). No se aprecian signos patológicos ni en la zona periapical ni en la región de la perforación reparada (áreas radiolúcidas por osteólisis).

instrumentos de tamaños ISO 20 y 40 (palatino) y se realizó una conductometría (fig. 7).

Una vez establecida la longitud de trabajo se procedió a la instrumentación mecánica de los conductos con limas FlexMaster (VDW, Múnich) bajo irrigación constante (hipoclorito sódico y solución de clorhexidina). Después de secar los conductos con puntas de papel estériles (VDW) se cerró la perforación con MTA protegiendo los orificios de entrada de los conductos con ayuda de espaciadores. Dada la extensión de la perforación fue necesario cubrir en su totalidad el suelo de la cámara pulpar con MTA (fig. 8). Por esa razón en la cita siguiente la capa del cemento MTA se recubrió con composite (Herculite, KerrHawe) para proporcionar un sellado a prueba de bacterias y crear un nuevo suelo de la cámara. La obturación definitiva de los conductos radiculares se realizó mediante condensa-

ción lateral en frío de gutapercha y un sellador (AH plus, Dentsply DeTrey, Constanza).

Revisiones

La paciente acudió a la primera visita de revisión a los seis meses de la reparación en el diente 26 y, posteriormente, a revisiones anuales. Indicó que no había sentido molestias en ningún momento durante todo el periodo de seguimiento. En ninguna de las visitas de revisión se observó sensibilidad a la percusión, profundidades de sondaje anormales ni movilidad dentaria no fisiológica. El cierre con composite de la apertura cameral del diente 26 seguía siendo suficiente incluso después de más de cinco años. La paciente no deseaba la restauración de dicho diente con una corona. La radiografía del diente 26 realizada a los cinco años de la reparación de la perforación (fig. 9) no mostró signos reseñables y el espacio periodontal presentaba una anchura fisiológica en toda su trayectoria. En la región de la perforación reparada no se constataron signos radiográficos de una inflamación (osteólisis) ni de reacción a cuerpo extraño.

Conclusiones y pronóstico

Puesto que el diente 26 de la paciente ha permanecido asintomático clínica y radiográficamente desde hace cinco años, se puede clasificar dentro de la categoría «Curación completa» según los estrictos criterios de la Sociedad Alemana de Odontología (DGZMK) para valorar el éxito del tratamiento, definidos en el año 2001 de acuerdo con las directrices de la Sociedad Europea de Endodoncia¹⁶ (ESE).

Consejos prácticos para aplicar MTA en la reparación de perforaciones

- Si una hemorragia en la zona de la perforación dificulta la visibilidad incluso después de la irrigación, es

muy útil utilizar una medicación intraconducto (mezcla de polvo de hidróxido de calcio y de solución de clorhexidina) durante algunos días para, en una cita posterior, buscar los puntos de entrada de los conductos y reparar la perforación más cómodamente (sin hemorragia).

- Debido a la extensión de la perforación puede resultar difícil evitar la obstrucción de las entradas de los conductos con el cemento de MTA. En estos casos se pueden utilizar espaciadores digitales (como los que se usan habitualmente en la condensación lateral de gutapercha) para mantener abierta la entrada de los conductos. Si sólo es necesario «proteger» un conducto, el espaciador puede permanecer en el conducto durante la aplicación del MTA. En presencia de varios conductos se asegurará siempre la entrada en un conducto cada vez con el fin de no dificultar la aplicación del MTA (para reparar la perforación) por la existencia de demasiados espaciadores.

- Si la perforación se localiza en la zona epigingival o supragingival se debería optar por materiales alternativos para la reparación de la perforación, dado que el MTA no tiene la resistencia a la abrasión del composite ni se puede pulir. En el tratamiento de perforaciones crestaes o supracrestales, la capa de cemento de MTA orientada hacia la cavidad oral (que comunica con la zona del surco) se debe recubrir con un material más resistente al desgaste (composite).

Caso 2: Tratamiento de un diente anterior con reabsorción inflamatoria progresiva de la raíz varios años después de haber sufrido una avulsión por traumatismo

Anamnesis odontológica

La paciente había sufrido una avulsión del diente 11 hacía 6 años. El diente le fue reimplantado en otro centro después de haber permanecido más de una hora en un lugar no fisiológico (en la mano de la paciente). En el momento del accidente la paciente tenía 18 años de edad. En aquella ocasión el odontólogo anterior no le practicó una endodoncia.

Resultados de la exploración y diagnóstico del diente 11

En la primera visita la paciente indicó sentir molestias en la zona del diente 11 que en los días anteriores habían aparecido a intervalos cada vez más cortos. La prueba de sensibilidad con CO₂ en el diente 11 de la paciente fue negativa y mostró una sensibilidad algo más elevada que los dientes adyacentes en la prueba de percusión. Las pro-



Figura 10. Reabsorción inflamatoria avanzada en la raíz del diente 11. El diente 12 había sido restaurado previamente en otro centro con una carilla de composite.

fundidades de sondaje se situaron entre 1 mm y 2 mm en todo el sector anterosuperior. La radiografía periapical mostraba una reabsorción inflamatoria avanzada en la raíz del diente 11 (fig. 10).

Problemática del caso

En este caso había que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Después de la conservación extraoral en seco de un diente avulsionado durante más de una hora se puede presuponer que las células del ligamento periodontal no han sobrevivido⁷.

- Andreasen y Hjorting-Hansen⁸ demostraron que más del 90% de los dientes avulsionados y reimplantados después de haberse conservado en seco durante más de 90 min sufren una reabsorción radicular, mientras que si el tiempo de conservación en seco no supera los 30 min, la tasa media de reabsorciones se reduce al 10%.

- Se debe distinguir entre las reabsorciones de reemplazo, de evolución lenta (que también pueden aparecer en ausencia de infección bacteriana después de un traumatismo de un diente anterior) y las reabsorciones inflamatorias, de evolución rápida^{12,14} (con infección, a menudo potenciada por tejido pulpar necrótico cercano del sistema de conductos del diente reimplantado).

- Si un diente anterior permanente con una raíz completamente formada se encuentra fuera del alvéolo dentario durante más de una hora, está indicado el tratamiento endodóntico inmediato del diente. Puesto que el

diente 11 no recibió dicho tratamiento, se favoreció la aparición tardía de una reabsorción inflamatoria en la raíz de ese diente.

- Los signos de reabsorción perforante avanzada llevaron a descartar casi por completo una obturación del conducto radicular a prueba de bacterias en el diente 11 de la paciente utilizando una técnica convencional.

- El material de obturación de elección fue el cemento MTA^{4,9,23,36,45,50,51}, dado que por un lado permite conseguir una obturación hermética del conducto radicular y, por el otro, puede entrar en contacto con el tejido óseo gracias a su biocompatibilidad^{4,51}.

- Para controlar la evolución de la reabsorción en una raíz dentaria resulta útil realizar radiografías con una técnica convencional.

Tratamiento

Se realizó la apertura cameral del diente 11 de la paciente después de crear un aislamiento absoluto mediante dique de goma. Se observó un exudado procedente del conducto radicular. Se procedió a la instrumentación manual del conducto radicular hasta la zona de la reabsorción con irrigación continua y visualizando el campo con ayuda de un microscopio dental. La conductometría eléctrica (Tri-Auto-ZX, Morita, Dietzenbach) mostró que en el diente 11 existía una abertura lateral (perforación) en el tejido circundante a partir de los 15 mm de longitud de trabajo (longitud total del diente: 21 mm) debida sin duda a la reabsorción. En la misma cita se aplicó una medicación intraconducto basada en una suspensión acuosa de hidróxido de calcio (Hypocal, Ellman, Nueva York, EE. UU.) y se realizó un sellado provisional resistente a las bacterias con un cemento de óxido de zinc-eugenol reforzado (IRM, Dentsply DeTrey).

El diente dejó de causar dolor al poco tiempo, de modo que fue posible proceder a su obturación definitiva. Para ello se rellenó con MTA el tercio inferior del conducto de la raíz reabsorbida del diente 11. La porción restante del sistema de conductos radiculares situada por encima del cemento MTA se obturó con un composite híbrido fotopolimerizable (Herculite, color A2) con la intención de obtener una buena estabilización²⁷ (protección frente a fracturas).

Revisiones

Se llevaron a cabo revisiones con radiografías convencionales de control a los seis meses del tratamiento endodóntico y una vez al año a lo largo de cinco años de seguimiento. La paciente indicó que no había sentido



Figura 11. Radiografía de control del diente 11 a los 8 años de la obturación y la aplicación de MTA.

molestias en ningún momento durante todo el periodo de seguimiento. En ninguna de las exploraciones de control se observó sensibilidad a la percusión, profundidades de sondaje anormales ni movilidad dentaria no fisiológica.

La última cita de revisión tuvo lugar después de más de ocho años del tratamiento con MTA. En la radiografía realizada durante la última exploración de control no se observan signos de la progresión de la reabsorción en la raíz del diente 11 ni se aprecia una radiolucidez que delate una osteólisis de causa inflamatoria (fig. 11). Después de ese tiempo tampoco se observaron tinciones anormales ni otros problemas estéticos (recesiones, etc.) en la región del diente 11 (fig. 12).

Conclusiones y pronóstico

Después del tratamiento endodóntico del diente 11 utilizando el cemento MTA fue posible detener la progresión de la reabsorción de dicho diente. A pesar del mal pronóstico inicial del diente, fue posible conservarlo sin limitaciones estéticas ni funcionales durante un periodo de seguimiento de más de ocho años. Por consiguiente, el procedimiento descrito puede considerarse como una alternativa al tratamiento con implantes ante situaciones iniciales similares.

Consejos prácticos para realizar obturaciones apicales ortógradas con MTA

- Es necesario que el «tapón de MTA» aplicado por vía ortógrada tenga un grosor mínimo de 4 mm⁴⁶.
- En presencia de conductos más estrechos que el del presente caso el autor aboga por un tamaño de instru-



Figura 12. Imagen clínica a los 8 años del tratamiento endodóntico del diente 11 con reabsorción inflamatoria (se corresponde con la radiografía de la imagen 11).



Figura 13. Control radiográfico después de aplicar «tapones de MTA» en un molar inferior con reabsorción en la zona de la constricción apical debida a una periodontitis apical crónica.

mentación apical mínimo de .04/40 antes de aplicar el «tapón de MTA» por vía ortógrada.

- El tapón de MTA debe tener siempre un diámetro notablemente menor que el del segmento del conducto en cuyo interior se debe introducir y condensar el cemento de MTA.

- Para la obtención de un «tapón de MTA» apical es necesario introducir el MTA en porciones en el conducto radicular. Es recomendable que las primeras porciones de MTA sean muy pequeñas con el fin de evitar obstrucciones en el conducto radicular (utilizando por ejemplo la punta aplicadora amarilla de la pistola MTA-Gun, figs. 2 y 3).

- La activación ultrasónica de las primeras dos porciones de MTA debe realizarse con precaución, puesto que en presencia de una abertura apical extensa, el cemento de MTA puede extrusionarse hacia una posible lesión apical. En muchas situaciones la extrusión de MTA no causa ningún perjuicio gracias a la biocompatibilidad de este material, pero no por ello debe provocarse.

- El cemento de MTA adherido a la pared del conducto radicular debe condensarse siempre hacia apical antes de introducir la siguiente porción de cemento. Esto evita que penetre aire en el interior del «tapón de MTA».

- También se pueden insertar «tapones de MTA» para la obturación apical hermética del conducto radicular en dientes con reabsorciones en la zona de la constricción apical debidas por ejemplo a una periodontitis apical crónica (fig. 13). La obturación de la porción restante

del conducto se puede completar con gutapercha y un sellador.

Caso 3: Tratamiento de un diente con una reabsorción radicular perforante interna

Anamnesis odontológica

El paciente, de 63 años de edad, acudió a la Policlínica de Odontología conservadora de Heidelberg por recomendación de su odontólogo. Indicó que sufría fuertes trastornos de la sensibilidad en el diente 41 desde hacía tiempo. También aportó una radiografía intraoral del diente 41 (fig. 14) con el fin de que los facultativos del Hospital Universitario de Heidelberg valoraran los hallazgos de su odontólogo.

Resultados de la exploración y diagnóstico(s) del diente 41

La radiografía intraoral realizada por el odontólogo del paciente mostraba una radiolucidez subcrestal clara en el centro del tercio medio de la raíz. La prueba de sensibilidad (CO_2) fue positiva en todo el segmento anteroinferior, si bien el diente 41 mostró una reacción diferida. La prueba de percusión fue negativa en todos los dientes anteroinferiores. No se observaron tumefacciones, formación de fístulas ni sensibilidad a la masticación. Los dientes del sector anteroinferior presentaban unas pro-



Figura 14. Diente 41 con una reabsorción interna que tiene su origen en el conducto radicular lingual.

fundidades de sondaje situadas entre los 2 mm y los 3 mm y una pérdida de inserción de hasta 3 mm.

El diagnóstico de sospecha en relación con la situación endodóntica fue el de reabsorción interna en el tercio medio de la raíz. Puesto que la periodontitis crónica moderada generalizada que se diagnosticó simultáneamente no forma parte del ámbito de interés de este artículo, no se entrará a describir las medidas adoptadas para su tratamiento.

Problemática del caso

En este caso había que tener presente los siguientes aspectos:

- La progresión de las reabsorciones internas (también: granuloma interno) está asociada a la presencia de tejido vital inflamatorio crónico en el sistema de conductos radiculares^{24,32,47}. Por consiguiente, una prueba de sensibilidad positiva no constituye una contraindicación para el tratamiento endodóntico.

- Una vez diagnosticada una reabsorción interna suele estar indicada una endodoncia inmediata.

- Como posibles factores etiológicos se han indicado principalmente traumatismos dentales e infecciones en la zona de la pulpa^{5,6,47}.

- En las reabsorciones internas localizadas más hacia coronal puede aparecer una tinción rojiza («pink spot») en la corona del diente afectado.

- Para distinguir entre una reabsorción interna y una reabsorción externa puede ser útil realizar una radiografía excéntrica. Las reabsorciones externas varían su posición en la radiografía respecto al conducto radicular cuando

se toman imágenes desde varios ángulos, mientras que las reabsorciones internas siempre aparecen centradas en la zona del conducto también en radiografías excéntricas.

Plan de tratamiento

El plan de tratamiento endodóntico del diente 41 incluyó las siguientes medidas:

- Tratamiento endodóntico del diente 41 y estudio mediante inspección (microscopio dental) y radiografías excéntricas para determinar si la reabsorción perforaba o no el periodonto y si se trataba de una reabsorción interna o externa.

- En caso de que la reabsorción se hubiera extendido al periodonto adyacente: obturación del conducto radicular con obturación simultánea del área de la reabsorción por medio de MTA.

- En caso de que la reabsorción interna no se hubiera extendido al periodonto adyacente: obturación termoplástica del sistema de conductos radiculares completo del diente 41.

- Revisión de control a los seis meses y reevaluación de la situación para determinar si es necesario tomar otras medidas terapéuticas.

Tratamiento del diente 41

Después de aplicar anestesia local al paciente se procedió a la apertura cameral del diente 41. Una vez aislado el diente mediante dique de goma se realizó la remoción de las porciones de tejido necrótico y todavía vital bajo irrigación con hipoclorito sódico al 3% y activación ultrasónica. Se constató que el conducto lingual desembocaba a una distancia de 12 mm en la zona de la reabsorción. Dado que existía la sospecha de que se trataba de una reabsorción perforante, se realizó una radiografía excéntrica que sirvió al mismo tiempo para la conductometría del conducto radicular vestibular. Dicha imagen radiográfica confirmó la sospecha de que la reabsorción se había extendido al periodonto (fig. 15).

Después de la instrumentación de los dos conductos radiculares se invirtió mucho tiempo en realizar irrigaciones con activación ultrasónica (hipoclorito sódico al 3% y después EDTA) con el fin de eliminar todo el tejido de la laguna de reabsorción y evitar de ese modo la progresión de ésta. Después de secar los conductos radiculares con puntas de papel estériles, se aplicó una suspensión de hidróxido de calcio (Hypocal) en el sistema de conductos y se procedió al sellado provisional a prueba de bacterias del diente. Al cabo de un mes se realizó



Figura 15. La conductometría excéntrica del diente 41 confirma que la reabsorción se ha extendido al periodonto.



Figura 16. Radiografía intraoral del diente 41 (control a los 3 años) correspondiente a las figuras 14 y 15.

la obturación de los conductos radiculares del diente 41. La sesión se inició irrigando de nuevo con activación ultrasónica. Bajo inspección visual con el microscopio se rellenó el sistema de conductos completo con MTA hasta la parte superior de la laguna de reabsorción.

Después de tomar la radiografía de control final se realizó la obturación definitiva del diente con composite utilizando la técnica adhesiva.

Revisiones

Se realizó un control los seis meses de la endodoncia del diente 41 y posteriormente se llevaron a cabo revisiones de control una vez al año. El paciente indicó que hasta la fecha no había sentido molestias en ningún momento durante todo el periodo de seguimiento (tres años). En ninguna de las exploraciones de control se observó sensibilidad a la percusión ni otras molestias. En cuanto a la situación periodontal, se puede decir que se ha estabilizado la periodontitis crónica moderada generalizada. En cada visita de revisión se llevó a cabo una limpieza dental profesional y se motivó e instruyó al paciente en la realización de una higiene oral eficaz. En todo el periodo de seguimiento (tres años hasta el momento) no se han observado signos radiográficos «sospechosos» (radiolucidez, progresión de la reabsorción) ni en el tejido periapical ni en la zona de la reabsorción perforante tratada (fig. 16).

Conclusiones y pronóstico

En la bibliografía existen numerosas presentaciones de casos que informan de resultados positivos del tratamiento de reabsorciones internas perforantes con MTA^{22,29,37}.

Aunque el procedimiento utilizado difiere entre los distintos autores, los resultados obtenidos se han mantenido estables durante varios años. En el caso presentado se puede afirmar que el pronóstico del diente 41 es favorable después de un seguimiento de tres años.

Consejos prácticos para aplicar MTA en el tratamiento de reabsorciones internas perforantes

- Un factor importante para la remoción eficaz de tejido inflamatorio de la región de la reabsorción interna es la irrigación a conciencia (si es posible, con activación ultrasónica) de la zona de reabsorción con hipoclorito sódico. La disolución del tejido en dicha zona se refuerza con la aplicación posterior de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.
- Una vez eliminado por completo el tejido de la zona de reabsorción se puede proceder al llenado de la totalidad de la laguna de reabsorción interna y del sistema de conductos apical con cemento de MTA (fig. 17). Para la estabilización del diente se puede obturar a continuación la porción coronal del sistema de conductos con composite (véase figura 17, área en verde).
- La activación ultrasónica de los atacadores con los que se introduce el MTA en pequeñas cantidades y se condensa resulta muy útil. Este procedimiento permite rellenar con MTA la laguna de reabsorción de forma homogénea con relativa seguridad.

Conclusión

La utilización correcta de sistemas modernos para visualizar el campo de trabajo (como lupas o microscopios



Figura 17. Diente 11 con reabsorción interna perforante después de la aplicación de MTA con activación ultrasónica en la laguna de reabsorción. La zona en verde debía rellenarse por completo con composite (en su caso reforzado con fibra de vidrio) para lograr una buena estabilización.

dentales) y la aplicación de materiales biocompatibles que favorecen la regeneración del tejido (como el MTA) permiten dominar situaciones clínicas que hasta hace pocos años se consideraban «irremediables». Los casos clínicos descritos demuestran que las perforaciones extensas y las reabsorciones perforantes (internas y externas) se pueden tratar con ayuda del MTA con muy buenos resultados.

Bibliografía

1. Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999;32:197-203.
2. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. *Int Endod J* 2007;40:261-267.
3. Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbari M, Saffar AS. Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *Int Endod J* 2003;36:225-231.
4. Al-Rabeah E, Perinpanayagam H, MacFarland D. Human alveolar bone cells interact with ProRoot and tooth-colored MTA. *J Endod* 2006;32:872-875.
5. Andreasen JO, Andreasen FM. Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88 (Suppl 1):95-114.
6. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L. *Traumatic injuries to the teeth*. 4. ed. Copenhagen: Blackwell Munksgaard, 2007.
7. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:76-89.
8. Andreasen JO, Hjørtting-Hansen E. Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* 1966;24:263-286.
9. Balto HA. Attachment and morphological behavior of human periodontal ligament fibroblasts to mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2004;30:25-29.
10. Bargholz C. Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept. *Int Endod J* 2005;38:59-69.
11. Barrieshi-Nusair KM, Qudeimat MA. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate for partial pulpotomy in cariously exposed permanent teeth. *J Endod* 2006;32:731-735.
12. Barthel CR, Pettiette MT. Resorptionen – Erscheinungsbild und Therapie. *Endodontie* 1996;5:143-156.
13. Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J* 2003;36:520-526.
14. Cvek M. Endodontic management and the use of calcium hydroxide in traumatized permanent teeth. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (eds). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4. ed. Copenhagen: Blackwell Munksgaard, 2007:598-657.
15. Dammaschke T, Gerth HU, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white Pro-Root MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 2005;21:731-738.
16. Endodontology ESE. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39:921-930.
17. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998;24:176-179.
18. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:255-264.
19. Ghoddsu J, Sanaan A, Shahrami F. Clinical and radiographic evaluation of root perforation repair using MTA. *N Y State Dent J* 2007;73:46-49.
20. Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *J Endod* 2008;34:812-817.
21. Holland R, Filho JA, de Souza V, Nery MJ, Bernabe PF, Junior ED. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod* 2001;27:281-284.
22. Hsien HC, Cheng YA, Lee YL, Lan WH, Lin CP. Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod* 2003;29:538-539.
23. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* 2000;26:288-291.
24. Koçkapan C, Rodekirchen H. Das interne Granulom – Eine Übersicht. *Endodontie* 2006;15:345-365.
25. Kvinnsland I, Oswald RJ, Halse A, Gronningsaeter AG. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J* 1989;22:75-84.
26. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth. A histologic study. *Odontol Tidskr* 1967;75:209-237.
27. Lawley GR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod* 2004;30:167-172.
28. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod* 2004;30:80-83.
29. Meire M, de Moor R. Mineral trioxide aggregate repair of a perforating internal resorption in a mandibular molar. *J Endod* 2008;34:220-223.
30. Mente J. Behandlung fortgeschrittener Wurzelresorptionen mit Mineral Trioxide Aggregate. *Endodontie* 2003;12:53-65.
31. Naik S, Hegde AM. Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2005;23:13-16.
32. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int* 1999;30:9-25.
33. Pace R, Giuliani V, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate as repair material for furcal perforation: case series. *J Endod* 2008;34:1130-1133.

34. Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:756-763.
35. Qudeimat MA, Barrieshi-Nusair KM, Owais AI. Calcium hydroxide vs mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy permanent molars with deep caries. *Eur Arch Paediatr Dent* 2007;8:99-104.
36. Ribeiro DA, Sugui MM, Matsumoto MA, Duarte MA, Marques ME, Salvadori DM. Genotoxicity and cytotoxicity of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements on Chinese hamster ovary (CHO) cells in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:258-261.
37. Sari S, Sonmez D. Internal resorption treated with mineral trioxide aggregate in a primary molar tooth: 18-month follow-up. *J Endod* 2006;32:69-71.
38. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970;49:332-339.
39. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J* 2007;40: 186-197.
40. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002; 28:5-7.
41. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994;20:159-163.
42. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-353.
43. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21:109-112.
44. Tsai YL, Lan WH, Jeng JH. Treatment of pulp floor and stripping perforation by mineral trioxide aggregate. *J Formos Med Assoc* 2006;105:522-526.
45. Vajrabhaya LO, Korsuwannawong S, Jantararat J, Korre S. Biocompatibility of furcal perforation repair material using cell culture technique: Ketac Molar versus ProRoot MTA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:e48-50.
46. Valois CR, Costa ED Jr. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:108-111.
47. Wedenberg C, Lindskog S. Experimental internal resorption in monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:221-227.
48. Xu Q, Wang AD, Zhou YZ, Ling JQ. [Clinical management of lateral canal perforation with MTA]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2007;16:454-457.
49. Yildirim G, Dalci K. Treatment of lateral root perforation with mineral trioxide aggregate: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 102:e55-58.
50. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. In vitro comparison of the biocompatibility of mineral trioxide aggregate, 4META/MMA-TBB resin, and intermediate restorative material as root-end-filling materials. *J Endod* 2007; 33:1066-1069.
51. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LS. Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod* 2000;26:404-406.