

Apexificación en una Cita Utilizando Material Biocerámico como Tapón Apical

Apexification in Single Appointment Using Bioceramic Material as Apical Plug

Recibido 21/10/2022

Aceptado 31/12/2022

Uría MS, García GA, Labarta AB

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Odontología
Cátedra de Endodoncia
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

El objetivo fue realizar una técnica de apexificación en una cita, evaluando clínicamente y radiográficamente la formación de barrera dura apical, con seguimiento a nueve meses, al utilizar material biocerámico en dientes permanentes jóvenes. Se trataron 30 incisivos superiores permanentes con ápice abierto y antecedentes de trauma, en pacientes de ambos géneros y 18-40 años. Las piezas (n=30) se dividieron en dos grupos (n=15). Grupo experimental: tratamiento de apexificación con EndoSequence Root Repair Material (EERR), y grupo control: tratamiento con impresión apical. Se determinaron distribuciones de frecuencias y estadísticas descriptivas para cada variable, según escala de medición y distribución. Se realizaron IC 95%, test de Chi cuadrado con cálculo de residuos estandarizados ajustados y test de Fisher. Se fijó nivel de significación $p=0.05$. Las diferencias de manifestaciones preoperatorias y postoperatorias según grupo fueron no significativas (p Fisher = 0.9140) y (p Fisher = 0.992), respectivamente. No se hallaron diferencias entre proporciones de hallazgos radiológicos preoperatorios según grupo. Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con continuidad de cortical ósea y radiolucidez periapical postoperatoria según grupo, (p Fisher = 0.7780) y (p Fisher = 0.7909), respectivamente. Debido a la escasa cantidad de trabajos que reportan el uso de EERR para esta técnica, se requiere de nuevos ensayos clínicos con tamaños muestrales amplios, para compararlo con otros materiales y técnicas, y determinar si su tasa de éxito a largo plazo es mayor que la de los materiales y técnicas usadas actualmente.

Palabras clave: endodoncia, apexificación, impresión apical, biocerámicos.

ABSTRACT

To perform apexification technique in one appointment, clinically and radiographically evaluating the formation of apical hard barrier, with follow-up at nine months, when using bioceramic

material in young permanent teeth. Materials and methods: 30 permanent upper incisors with open apex and history of trauma were treated, in patients of both genders and 18-40 years of ages. The teeth (n=30) were divided into two groups (n=15). Experimental group: apexification treatment was performed with EndoSequence Root Repair Material (EERR), control group: treatment with apical impression. Frequency distributions and descriptive statistics were determined for each variable according to scale of measurement and distribution. 95% CI, Chi-square test with calculation of adjusted standardized residuals and Fisher's test were performed. The level of significance $p=0.05$ was set. The differences in preoperative and postoperative manifestations according to group were not statistically significant (Fisher's $p = 0.9140$) and (Fisher's $p = 0.992$), respectively. No differences were found between proportions of preoperative radiological findings according to group. Measured quarterly, there were no significant differences between proportions of teeth with bone cortical continuity and with postoperative periapical radiolucency according to group, (p Fisher = 0.7780) and (p Fisher = 0.7909), respectively. Due to the small number of works that report its use for this technique, is necessary to carry out new clinical trials with larger sample sizes, to compare it with other materials and techniques, and determine if its success rate in the long term is greater than that of currently used materials and techniques.

Keywords: endodontics, apexification, apical impression, bioceramics.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de piezas dentarias inmaduras con necrosis es un desafío endodóntico, debido a la dificultad para conseguir un adecuado sellado apical mediante el uso de métodos convencionales de tratamiento endodóntico (Albadri et al., 2013). El desarrollo discontinuo de las paredes dentinarias después de la necrosis pulpar conduce a una estructura débil de la raíz (Bartols et al., 2017). La apexificación con hidróxido de calcio fue una práctica habitual durante muchas décadas para este tipo de piezas dentarias (Botero et al., 2017). Su realización en múltiples citas induce la formación de una barrera apical de tejido duro. Este procedimiento puede emplearse en niños y adultos, pero requiere de múltiples citas y de la colaboración del paciente. El resultado de la formación de una barrera apical no siempre es predecible, puede haber problemas de contaminación y susceptibilidad a microfiltraciones (Juarez Broom y Benítez Cabrera, 2006).

Otra opción para alcanzar el cierre apical en estas piezas dentarias es realizar la técnica de impresión apical, reblandeciendo la porción terminal de un cono de gran calibre o varios conos enrollados, con disol-

ventes químicos como el xilol o eucaliptol, o físicos, como el calor (Dannenberg, 1967). Esta maniobra mejora la calidad del ajuste apical del cono de gutapercha a las paredes del conducto (Bücher et al., 2016). El cierre apical se produce por la formación de osteocemento o un tejido duro similar (Botero et al., 2017). Con la aparición de nuevos materiales, distintos autores proponen la técnica de apexificación en una cita, realizando un tapón apical con un material biocerámico en los últimos 5 mm del conducto (Camilleri, 2016; Çiçek et al., 2017).

Los biocerámicos son materiales de reparación. En endodoncia se utilizan para diversos procedimientos como recubrimiento pulpar, apexificación, obturaciones retrógradas y reparación de perforaciones (Flanagan, 2014).

Son biocompatibles, radiopacos, antibacterianos, dimensionalmente estables, fáciles de manipular y no se alteran por la contaminación con sangre. Según los fabricantes proporcionan un buen sellado, fraguan en medio húmedo, poseen buena resistencia a la compresión, baja citotoxicidad, reducen el tiempo del tratamiento, evitan cambios en las propiedades mecánicas de la dentina, y estimulan su reparación (Simon et al., 2007). El primer biocerámico desarrollado fue el Mineral Trióxido Agregado (MTA), que se emplea desde 1993 (Camilleri, 2016), con resultados muy exitosos, porque demostró una tasa de éxito del 97% para los casos de apexificación (Çiçek et al., 2017).

Actualmente, surgieron en el mercado nuevos biocerámicos como el EndoSequence Root Repair (EERR), (Brasseler USA, Savannah, GA). Se presenta en forma de masilla premezclada o como una pasta en una jeringa precargada con puntas de dosificación intracconducto. Fue desarrollado para utilizarse como un sustituto del MTA, ya que posee muchas de sus propiedades, pero tiene la ventaja de que fragua más rápido y su manejo clínico es más sencillo (Mapara et al., 2020). Está compuesto por silicato tricálcico, silicato bicálcico, fosfato de calcio, óxido de tantalio y óxido de circonio (AlAnezi et al., 2010). La masilla biocerámica absorbe la humedad y el agua del medio ambiente, iniciando la hidratación del silicato tricálcico y silicato bicálcico, lo que produce silicato de calcio hidrogel e hidróxido de calcio, el cual reacciona con el fosfato de calcio precipitando como hidroxiapatita (Lin et al., 2017; Kahler et al., 2017).

Este material fragua en medio húmedo, no se contrae y tiene tiempo de trabajo mayor a 30 minutos, y tiempo de fraguado de alrededor de 4 horas en condiciones normales, pero el fraguado final puede tardar hasta 12 horas (Moinzadeh et al., 2016). Presenta unión mecánica a la dentina debido a que está compuesto por nanopartículas, lo que le permite su entrada en los túbulos dentinarios y la interacción con la humedad presente en la dentina (Duarte et al., 2018).

EndoSequence Root Repair Material posee estabi-

lidad dimensional ya que no se contrae durante el fraguado, es insoluble, hidrófilo, libre de aluminio, altamente radiopaco y posee un pH alto que puede llegar a 12,8 durante la colocación, para luego ir disminuyendo de forma constante durante un período de 7 días (Raghavendra et al., 2017). Con el surgimiento de los materiales a base de biocerámicos, es posible realizar este tipo de tratamiento en una sola cita y con resultados más predecibles.

Por esta razón se decidió analizar y evaluar el comportamiento de un material biocerámico en el tratamiento de apexificación, siendo colocado por vía ortógrada para estimular la formación de un tejido calcificado a nivel apical. La relevancia de este trabajo pone énfasis, fundamentalmente en época de pandemia, en realizar el tratamiento del diente con ápice abierto con un material biocerámico en cita única, para controlar la infección perirradicular e inducir el cierre apical sin exponer al paciente a citas múltiples. La transferencia de los resultados obtenidos se orientó a generar conocimiento y contribuir al desarrollo de saberes en el campo de la salud humana. El objetivo del presente trabajo fue realizar la técnica de apexificación en una sola cita y evaluar clínica y radiográficamente la formación de la barrera dura apical, con seguimiento a nueve meses, al utilizar material biocerámico en dientes permanentes jóvenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

CERTIFICADO DEL COMITÉ DE ÉTICA

Este ensayo clínico in vivo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires, CETICA FOUBA, con el número 007/2022.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Dado el tamaño de la muestra se realizó una prueba piloto. Se trataron treinta incisivos superiores permanentes con ápice abierto, pulpa necrótica, antecedentes de

traumatismo previo, e indicación de técnica de apexificación, pertenecientes a pacientes de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 18 y 40 años.

PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

Los pacientes fueron seleccionados en las Clínicas de Grado y Posgrado de la Cátedra de Endodoncia de la FOUBA. Las 30 piezas dentarias (n=30), se dividieron en dos grupos iguales de 15 piezas dentarias cada uno (n=15). En el grupo experimental, las 15 piezas dentarias recibieron tratamiento de apexificación con EndoSequence Root Repair Material, mientras que en el grupo control, las 15 piezas dentarias recibieron tratamiento con técnica de impresión apical y Sellador AH 26.

El criterio de inclusión requería que los pacientes fueran seleccionados después de realizar su evaluación radiográfica preoperatoria de acuerdo a los siguientes parámetros: edad entre 18 y 40 años, pertenecientes a ambos géneros, que tuvieran incisivos centrales y laterales superiores permanentes no vitales, con ápice abierto y lesión periapical radiográficamente evidente, y relataran antecedente de traumatismo previo. Fueron excluidos de la muestra los pacientes que presentaban patologías sistémicas, los que poseían enfermedad periodontal generalizada con movilidad grado II o III, las piezas dentarias no restaurables, las piezas con pulpa vital y las piezas dentarias con ápice cerrado.

PROCEDIMIENTO DE APEXIFICACIÓN

Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado del procedimiento a realizar, detallado en la ficha de tratamiento que posee la Cátedra de Endodoncia, FOUBA. Antes de comenzar el mismo, se tomó una radiovisiografía digital RVG 5200 (Carestream), periapical intraoral preoperatoria (Figura 1 y Figura 5), y se registraron los hallazgos clínicos existentes (fístula, edema, dolor a la percusión).



FIGURA 1. Imagen radiográfica preoperatoria de pieza del grupo experimental



FIGURA 2. Imagen radiográfica del tapón apical realizado con EERR en pieza grupo experimental

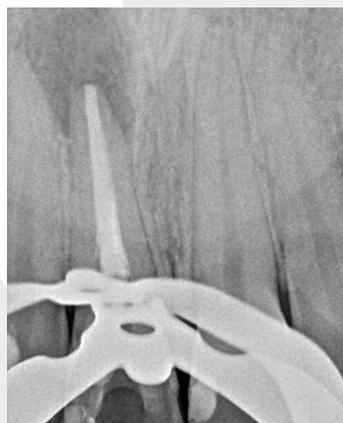


FIGURA 3. Imagen radiográfica postoperatoria de pieza obturada con tapón apical de EERR en pieza del grupo experimental

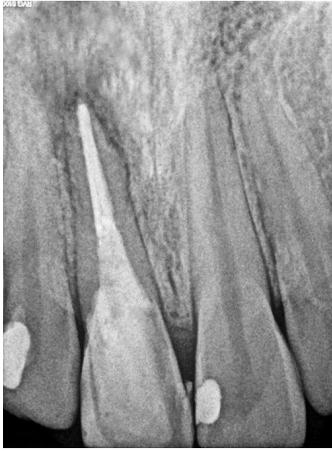


FIGURA 4. Control radiográfico a 9 meses en pieza del grupo experimental. Se observa reparación de la lesión periapical y continuidad de la cortical ósea alveolar



FIGURA 5. Imagen radiográfica preoperatoria de pieza del grupo control



FIGURA 6. Imagen radiográfica de la impresión apical en pieza del grupo control

Después de administrar la anestesia local y realizar el aislamiento absoluto con goma dique, se hizo la apertura con fresa redonda de carburo estéril número 6 (Komet, Germany), a alta velocidad y con abundante refrigeración. La rectificación de la entrada se realizó con fresa Endozeta (Dentsply Sirona).

Los conductos radiculares se irrigaron con hipoclorito de sodio (Clorox, Argentina) al 2,5%. La longitud de trabajo de las piezas dentarias se determinó con localizador electrónico de foramen Woodpex III Gold (Woodpecker, China), y se corroboró mediante conductometría digital tomada con radiovisiógrafo (RVG 5200 Carestream), con lima manual colocada en el interior del conducto. Dada la amplitud que poseían los conductos se utilizaron, en todos los casos, limas K (Dentsply Sirona), de segunda y tercera serie.

La preparación quirúrgica se realizó con sistema Protaper Gold (Dentsply Sirona), según las indicaciones del fabricante, hasta un instrumento F3, y se completó con instrumentos manuales hasta el calibre adecuado para cada caso. Se realizó preparación química utilizando 20 ml de NaOCl al 2,5%, activado con EndoActivator (Dentsply Sirona), para no debilitar en exceso las ya finas paredes de las piezas dentarias. Se realizó un anteúltimo lavaje con EDTAC al 17% para remover la capa de barro dentinario y mantener la permeabilidad de las paredes, activando nuevamente el irrigante, y el lavaje final se realizó con NaOCl al 2,5% para remover los precipitados que pudieran haberse formado, agitado por la lima XP Endo Finisher (FKG Dentarie, Swiss), durante un minuto.

Luego, los conductos se secaron con conos de papel estériles (Dentsply Sirona) y se procedió a realizar la obturación.

En el grupo experimental, se hizo un tapón apical con EndoSequence Root Repair Material (Brasseler, USA).

El material se introdujo en el interior del conducto con una jeringa porta MTA calibre 1.2 (Angelus, Brasil), hasta dos milímetros antes de la longitud de trabajo. Se realizaron tres descargas en cada conducto. Se compactó a las paredes del conducto en la porción apical con un cono de papel estéril de grueso calibre (#80), formando un tapón de 4 a 5 milímetros de longitud. El exceso se retiró con una torunda de algodón húmeda. La correcta ubicación dentro del conducto se observó mediante la toma de una radiovisiografía digital (Figura 2). Se esperó treinta minutos para que endureciera totalmente, y se procedió a realizar la obturación del tercio medio y coronario del conducto con gutapercha termoinyectada (Sistema Calamus Dual, Dentsply Sirona), utilizando la jeringa inyectora del sistema (Figura 3).

Las piezas del grupo control fueron obturadas con técnica de impresión apical. En este caso, los conductos se mantuvieron húmedos, no se secaron. Se realizó la impresión apical fabricando un cono de gran tamaño al amasar cuatro conos juntos de calibre 80 (Dentsply, Maillefer), luego de entrelazados, los mismos fueron flameados a la llama para reblandecerlos, y en esta condición se introdujo dentro del conducto (Figura 7). Se tomó conometría digital para corroborar la correcta ubicación del cono en la impresión apical. Se esperó unos minutos para permitir el endurecimiento de la gutapercha: se retiró la impresión del conducto. Se secó el conducto con conos de papel estériles. Se colocó el cemento sellador AH 26 en el interior del conducto con lima K #35. Se reposicionó el cono individualizado a longitud de trabajo (Figura 6), se realizó el corte del cono a nivel coronal con un termocompactor previamente seleccionado (Sistema Calamus Dual, Dentsply Sirona), y se hizo la condensación vertical del mismo. Luego se volvió a intro-



FIGURA 7. Imagen clínica de la impresión apical con conos enrollados, en pieza del grupo control



FIGURA 8. Condensación vertical de la impresión con gutapercha en el tercio apical del conducto, en pieza del grupo control

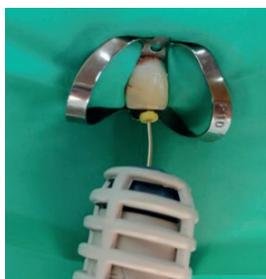


FIGURA 9. Inyección de gutapercha termoplastizada en tercio medio y coronario, en pieza del grupo control



FIGURA 10. Imagen radiográfica postoperatoria de la impresión apical en pieza del grupo control



FIGURA 11. Control radiográfico a 9 meses en pieza del grupo control. Se observa reparación de la lesión periapical y continuidad de la cortical ósea alveolar

ducir un termocompactor de menor calibre, y con otro condensador manual más delgado se realizó la condensación vertical en el tercio apical (Down pack) (Figura 8). Posteriormente, se obturaron los tercios medio y coronario con la pistola inyectora del mismo sistema (Back fill) (Figura 9). Se tomó radiovisiografía postoperatoria inmediata, para evaluar la calidad de la obturación del conducto radicular (Figura 10).

En ambos grupos, al finalizar la obturación endodóntica, se procedió a realizar la restauración coronaria con un composite nanohíbrido universal (Brilliant NG, Coltene), para impedir la filtración bacteriana por vía coronaria. Se registraron los hallazgos clínicos y radiográficos pre y postoperatorios.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron volcados en una base de datos, tipo Excel, por un solo operador, y luego se analizaron em-

pleando un microprocesador INTEL CORE DUO E8200 2.66 Ghz y el paquete estadístico Winpepi Versión 11.65. 2016 (Abramson JH, 2016).

Se determinaron las distribuciones de frecuencias y las estadísticas descriptivas, adecuadas para cada variable según su escala de medición y distribución. Se realizó estimación de intervalos de confianza del 95 % para porcentajes, test de Chi cuadrado y cálculo de residuos estandarizados ajustados, y Test de Fisher. Se fijó un nivel de significación de $p = 0.05$, para todas las pruebas de inferencia.

RESULTADOS

En este estudio clínico se trataron treinta piezas dentarias anteriores superiores, pertenecientes a la dentición permanente, con ápice inmaduro. La edad media en el grupo experimental fue de 18,4 años, mientras que en el grupo control fue de 20,6 años. El incisivo central superior fue la pieza más afectada con el 83% (25 piezas), mientras que los incisivos laterales superiores representaron sólo el 17% (5 piezas). El género más comprometido fue el masculino con el 67% (20 piezas), mientras que el femenino representó el 33% (10 piezas). La etiología de la afección pulpar fue en todos los casos un traumatismo. El 100% de las piezas tratadas habían sufrido algún trauma en el pasado.

Las diferencias entre proporciones de manifestaciones preoperatorias según grupo fueron estadísticamente no significativas (p Fisher = 0.9140) (Tabla 1). Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y la incidencia de manifestaciones preoperatorias. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales manifestaciones con una confianza del 95 % en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

En relación a los hallazgos clínicos postoperatorios observados en el control de seguimiento al mes, todos los pacientes respondieron con éxito a la intervención realizada, y mostraron curación de los tejidos blan-

dos en ambos grupos. Hubo total remisión del edema en fondo de surco y de la fístula mucosa, pero el dolor a la percusión vertical se mantuvo en un paciente del grupo experimental y en cinco pacientes del grupo control, lo que pone de manifiesto el compromiso inflamatorio del tejido periodontal (Tabla 2). En esta tabla, los casilleros con cero casos no se tomaron a los fines del análisis estadístico. Las diferencias entre proporciones de manifestaciones postoperatorias según grupo fueron estadísticamente no significativas (p Fisher = 0.992). Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y la incidencia de manifestaciones postoperatorias. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales manifestaciones, con una confianza del 95 % en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Con respecto a los hallazgos radiológicos preoperatorios, todas las piezas dentarias mostraron ápice abierto y borramiento de la cortical ósea alveolar a nivel api-

cal, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. La zona radiolúcida periapical estuvo presente en el 100% de las piezas dentarias de cada grupo (Tabla 3). No se hallaron diferencias entre proporciones de hallazgos radiológicos preoperatorios según grupo. En el caso de la continuidad cortical, el p valor calculado sería poco confiable. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos, con una confianza del 95% en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y los hallazgos radiológicos preoperatorios.

En los controles radiográficos de seguimiento a los 3, 6 y 9 meses, la mayoría de las piezas de ambos grupos (experimental 94%, control 80%), mostraron la presencia de una cortical ósea alveolar normal a los nueve meses (Figura 4 y Figura 11). Una pieza del grupo experimental y tres piezas del grupo control no alcanzaron la formación de una lámina calcificada

Signos y Síntomas	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Dolor a la percusión (%; IC 95%)	3 (20%; 5.3 - 49.8)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Presencia de fístula (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	5 (33.3%; 13 - 63)
Dolor a la percusión y presencia de fístula (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Edema en fondo de surco (%; IC 95%)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)
Dolor a la percusión y edema en fondo de surco (%; IC 95%)	3 (20%; 5.3 - 49.8)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)

Nota. Test exacto de Fisher: $P = 0.9140$

TABLA 1. Manifestaciones clínicas preoperatorias

Signos y Síntomas	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Dolor a la percusión (%; IC 95%)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)	5 (33.3%; 13 - 63)
Presencia de fístula (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Edema en fondo de surco (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Salud de tejidos blandos y periodontales (%; IC 95%)	14 (93.3%; 66 - 106.2)	10 (66.7%; 38.7- 90.3)

Nota. Test de Fisher: One tailed $P = 0.992$

TABLA 2. Manifestaciones clínicas postoperatorias

a nivel apical (Tabla 4). Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con continuidad de la cortical ósea según grupo (p Fisher = 0.7780). Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos con una confianza del 95 %, en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada. Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y el tiempo postoperatorio transcurrido para evidenciar la formación de la cortical ósea. Se detectó una imagen radiolúcida de menor tamaño en el 100% de las piezas del grupo experimental, y en el 94% de las piezas dentarias del grupo control, a los

nueve meses (Tabla 5). Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con zona radiolúcida periapical postoperatoria según grupo (p Fisher = 0.7909). Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos, con una confianza del 95 %, en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y el tiempo postoperatorio transcurrido en la desaparición de la lesión radiolúcida periapical.

Signo radiológico	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Continuidad de cortical ósea alveolar (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Radiolucidez periapical (%; IC 95%)	15 (100%; 74.7 - 100.0)	15 (100%; 74.7-100.0)

TABLA 3. Hallazgos radiológicos preoperatorios

Tiempo de control	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Tres meses (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	2 (13.3%; 2.3 - 42.5)
Seis meses (%; IC 95%)	6 (40%; 17.5 - 69)	6 (40%; 17.5 - 69)
Nueve meses (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56)	4 (26.7%; 8.9 - 56)

Nota. Test exacto de Fisher: $P = 0,7780$ Mid – $P: 0.7278$

TABLA 4. Continuidad de la cortical ósea alveolar en controles postoperatorios

Tiempo de control	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Tres meses (%; IC 95%)	6 (40%; 17.5 - 69)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Seis meses (%; IC 95%)	7 (46.7%; 22.3 - 74.8)	7 (46.7%; 22.3 - 74.8)
Nueve meses (%; IC 95%)	2 (13.3%; 2.3 - 42.5)	3 (20%; 5.3 - 49.8)

Nota. Test exacto de Fisher: $P = 0,7909$ Mid – $P: 0.7445$

TABLA 5. Disminución de la radiolucidez periapical en controles postoperatorios

DISCUSIÓN

La apexificación es un procedimiento para tratar y preservar piezas dentarias permanentes jóvenes que han perdido su vitalidad pulpar. Contrasta con la apexogénesis porque, en sus resultados, la maduración apical y el grosor normal de la raíz no se pueden alcanzar (Huang, 2009). El éxito del tratamiento de un diente con ápice abierto se evalúa desde tres aspectos: clínico, radiográfico e histológico. Los dos primeros son posibles de analizar cuando los pacientes asisten a las citas de control; pero, para el control histológico se recurre a los resultados mostrados en trabajos de investigación (Felippe et al., 2006), que reportan que en conductos necróticos con lesión periapical de dientes de perros, la aplicación de MTA o Ca(OH)₂ con MTA, como tapón apical presentó reparación de los tejidos periapicales, con formación de tejido mineralizado, cerrando biológicamente los conductos radiculares; incluso en piezas dentarias donde se presentó extravasación del material, éste apareció rodeando la sobreobtención, lo que indicó la biocompatibilidad del biomaterial de primera generación en casos de apexificación (Jung et al. 2008).

La técnica de impresión apical está indicada en conductos cortos y amplios, para realizar el sellado de los mismos. Se utiliza en todas las piezas del sector anterior, en conductos palatinos de molares superiores, y en conductos distales de molares inferiores, cuando presenten conductos amplios, con ápice abierto y en los que pueda lograrse el ajuste apical con un instrumento manual de calibre 70 a 140 (Dannenberg, 1967). Radiográficamente, el proceso de reparación de estas piezas se caracteriza por la aparición de una imagen radiopaca en la abertura apical, posterior a la aposición de tejido mineralizado (Restrepo-Restrepo et al., 2019).

El cuadro morfológico del proceso de reparación en la región apical de las piezas con ápice abierto mantiene relación estrecha con factores como, el estadio del desarrollo radicular, las condiciones de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares en el momento de la intervención, y el material utilizado en el tratamiento (Lopes et al., 1999).

Existen dos corrientes filosóficas que explican el proceso de reparación biológica de estas piezas dentarias con necrosis pulpar. La primera afirma que no es la colocación de una medicación intraconducto lo que estimula la memoria genética de las células y provoca el cierre biológico apical, sino que el proceso de reparación ocurre después de remover los restos necróticos y las bacterias del interior del conducto radicular. La segunda filosofía parte del principio que, independientemente de que el sellado biológico sea un proceso natural, las células del periápice deben ser estimuladas por un activador biológico, con el objetivo de favorecer la reparación, como son el Ca(OH)₂ (Lopes et al., 1999) o los biomateriales, los cuales poseen ca-

pacidad osteogénica y cementogénica (Saidon et al., 2003), porque ejercen una acción favorable en virtud de su pH alcalino, o porque los iones de calcio pueden disminuir la permeabilidad capilar, favoreciendo la reparación. No obstante, la vaina epitelial de Hertwig es de suma importancia en el cierre apical, y ella reinicia su función una vez eliminada la infección en el interior del conducto radicular (Lopes et al., 1999). Una serie de casos en los que se realizó apexificación en una sola cita utilizando distintos materiales biocerámicos como el ERRM, MTA y Biodentine, y en la que todos los pacientes fueron controlados después de 1 mes (Duraivel et al., 2017), mostró que el ERRM se puede utilizar como alternativa al MTA. Aunque el ERRM se considera como sustituto del MTA, sólo unos pocos artículos lo compararon para la técnica de apexificación de dientes permanentes inmaduros no vitales. Por esta razón, se decidió realizar esta prueba piloto, en la que pudo observarse una tasa de éxito del 93%, en un seguimiento a 9 meses. No obstante, es necesario realizar más ensayos clínicos para compararlo con otros materiales y otras técnicas, y analizar su tasa de éxito en seguimiento a plazos mayores.

Los resultados clínicos y radiográficos obtenidos luego de los tratamientos de apexogénesis realizados en esta investigación, indican que los protocolos de desinfección e instrumentación aplicados consiguieron eliminar el tejido necrótico y las bacterias del sistema de conductos, al igual que es posible observar mediante el control radiográfico, la actividad biológica del material elegido por la formación de una barrera mineralizada, coincidiendo en este caso con la filosofía de reparación de Lopes et al., (1999) y Saidon et al., (2003).

Remover los restos necróticos del tejido pulpar y los microorganismos, alcanzando la desinfección del conducto, es el requisito primario para conseguir el éxito de la apexificación (Duraivel et al., 2017).

Dada la naturaleza de la periodontitis apical, lograr la mayor eliminación de bacterias es esencial. Sin embargo, el efecto antibacteriano de la limpieza biomecánica es menor en piezas permanentes con raíces inmaduras, si se las compara con las piezas dentarias maduras. Por eso, distintos autores (Cvek, 1992; Felippe et al., 2006), afirman que es necesario colocar medicación intraconducto para reforzar la eliminación de bacterias resistentes a la irrigación e instrumentación.

El contacto directo entre el EndoSequence Root Repair Material y los tejidos periapicales es importante para una exitosa acción inductiva en la apexificación. La falta de contacto puede ser una razón que impida conseguir la formación de la barrera mineralizada y la reparación apical (Mapara et al., 2020).

El éxito de la apexificación tanto con materiales biocerámicos como con impresión apical está relacionada con la presencia o ausencia de lesiones periapicales

(Mente et al., 2013), y hay autores que establecen que también influye el tamaño de las mismas (Nicoloso et al., 2017). Si bien en este trabajo no se utilizó medicación intraconducto, en el procedimiento de irrigación se activaron las soluciones irrigantes y se utilizó el sistema XP EndoFinisher para maximizar la desinfección de la pared dentinaria. Dado que las lesiones periapicales que presentaron las piezas dentarias tratadas, eran de un tamaño mediano a grande, podemos diferir con lo reportado por los autores mencionados en el párrafo anterior, ya que se alcanzó el cierre biológico en el 93% de los casos tratados con EndoSequence Root Repair Material, en un lapso de nueve meses.

Otro trabajo comparó el uso de biocerámicos de reparación con la técnica de impresión apical para el tratamiento de piezas permanentes jóvenes con periodontitis crónica y los controló durante 12 meses (El-Meligy y Avery, 2006). Ninguno de los casos tratados con biocerámico mostró signos clínicos o radiográficos de fracaso, mientras que 2 de las 15 piezas en las que se utilizó impresión apical tuvieron sensibilidad a la percusión y persistencia de inflamación periapical.

Una investigación clínica retrospectiva con pacientes que presentaban dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos que fueron tratados con material biocerámico como tapón apical, demostró que no hubo diferencia significativa entre el éxito del tratamiento realizado en una o dos sesiones (Agrafioti et al., 2017). Este autor respalda la terapia de apexificación en una sola sesión, avalando el protocolo empleado en el presente trabajo.

Desde el punto de vista clínico, es difícil colocar los cementos biocerámicos de reparación a nivel apical sin provocar sobreobturación. Barakat y Fethi (2020), afirman que cuando este material se extravasa en la región apical no es reabsorbido por acción de los macrófagos, ocasionando una respuesta inflamatoria; en cambio, Bramante et al. (2004) afirman que, si existe extravasación, se reabsorberá con el paso del tiempo.

Vidal et al., (2016), sugieren la colocación de una matriz colágena (esponja o membrana de colágeno reabsorbible) antes de llevar el material biocerámico a la porción apical para evitar la extravasación del material, pero Agrafioti et al., (2017), difieren con este procedimiento en virtud de que existen alternativas más viables, económicas y al alcance de todos los profesionales, como el colocar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ antes de la colocación del material biocerámico. Una vez que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se reabsorbe, los tejidos periapicales se encontrarán en contacto directo con el material biocerámico de reparación, creando las condiciones ideales para estimular la neoformación de tejido mineralizado.

CONCLUSIÓN

La apexificación, como se refleja en este trabajo, es un tratamiento oportuno y exitoso si se cumplen los protocolos adecuados.

EndoSequence Root Repair Material puede considerarse como una alternativa adecuada frente a otras técnicas utilizadas para este procedimiento.

Dada la escasa cantidad de trabajos que reportan su uso para esta técnica, y el bajo tamaño muestral que los artículos poseen, se requiere la realización de nuevos ensayos clínicos con tamaños muestrales más amplios, para compararlo con otros materiales y otras técnicas, y poder determinar si su tasa de éxito a largo plazo es mayor que la de los materiales y técnicas usadas en la actualidad.

REFERENCIAS

Abramson J. H. (2004). WINPEPI (PEPI-for-Windows): computer programs for epidemiologists. *Epidemiologic Perspectives & Innovations*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.1186/1742-5573-1-6>

Agrafioti, A., Giannakoulas, D. G., Filippatos, C. G. y Kontakiotis, E. G. (2017). Analysis of clinical studies related to apexification techniques. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18(4), 273–284. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2017.18.04.03>

AlAnezi, A. Z., Jiang, J., Safavi, K. E., Spangberg, L. S. y Zhu, Q. (2010). Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 109(3), e122–e125. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.11.028>

Albadri, S., Chau, Y. S. y Jarad, F. (2013). The use of mineral trioxide aggregate to achieve root end closure: three case reports. *Dental Traumatology*, 29(6), 469–473. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01128.x>

Barakat, I. F. y Fethi, A. (2020). Clinical and radiographical evaluation of bioceramic root canal sealer and MTA in apexification of immature permanent teeth. *Egyptian Dental Journal*, 66(4), 2057–2063. <https://doi.org/10.21608/EDJ.2020.41085.1241>

Bartols, A., Roussa, E., Walther, W. y Dörfer, C. E. (2017). First evidence for regeneration of the periodontium to mineral trioxide aggregate in human teeth. *Journal of Endodontics*, 43(5), 715–722. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.027>

- Botero, T. M., Tang, X., Gardner, R., Hu, J. C. C., Boynton, J. R. y Holland, G. R. (2017). Clinical evidence for regenerative endodontic procedures: immediate versus delayed induction?. *Journal of Endodontics*, 43(9S), S75–S81. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.009>
- Bramante, C. M., Bortoluzzi, E. A. y Juarez Broon, N. (2004). Agregado trióxido mineral (MTA) como plug para la obturación de conductos radiculares: descripción de la técnica y caso clínico. *Endodoncia*, 22(3), 155–161.
- Bücher, K., Meier, F., Diegritz, C., Kaaden, C., Hickel, R. y Kühnisch, J. (2016). Long-term outcome of MTA apexification in teeth with open apices. *Quintessence International*, 47(6), 473–482. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a35702>
- Camilleri, J. (2016). Is mineral trioxide aggregate a bioceramic?. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 18(1), 13–17. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=68106>
- Çiçek, E., Yılmaz, N., Koçak, M. M., Sağlam, B. C., Koçak, S. y Bilgin, B. (2017). Effect of mineral trioxide aggregate apical plug thickness on fracture resistance of immature teeth. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1697–1700. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.05.007>
- Cvek M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endodontics & Dental Traumatology*, 8(2), 45–55. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x>
- Dannenberg J. L. (1967). The apical impression technic of root canal filling. *The Journal of the New Jersey State Dental Society*, 39(3), 118–119.
- Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R. R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G. y Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Brazilian Oral Research*, 32(supl 1), e70. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0070>
- Duraivel, D., Fayeez, A., Poorni, S., Diana, D. y Srinivasan, M. R. (2017). Management of non vital teeth with open apex using endosequence root repair material, mineral trioxide aggregate and biodentin - A case series. *International Journal of Current Research and Review*, 9 (22), 26–30. <https://doi.org/10.7324/IJCRR.2017.9226>
- El-Meligy, O. A. y Avery, D. R. (2006). Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatric Dentistry*, 28(3), 248–253. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/aapd/pd/2006/00000028/00000003/art00005>
- Felippe, W. T., Felipe, M. C. y Rocha, M. J. (2006). The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *International Endodontic Journal*, 39(1), 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01037.x>
- Flanagan T. A. (2014). What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth. *Australian Endodontic Journal*, 40(3), 95–100. <https://doi.org/10.1111/aej.12087>
- Huang G. T. (2009). Apexification: the beginning of its end. *International Endodontic Journal*, 42(10), 855–866. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01577.x>
- Juarez Broon, N. y Benítez Cabrera, J. G. (2006). Apicogénesis, apicoformación y maturogénesis: conceptos y técnica. *Medicina Oral*, 8(3), 129–138. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=39046>
- Jung, I. Y., Lee, S. J. y Hargreaves, K. M. (2008). Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: a case series. *Journal of Endodontics*, 34(7), 876–887. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.023>
- Kahler, B., Rossi-Fedele, G., Chugal, N. y Lin, L. M. (2017). An evidence-based review of the efficacy of treatment approaches for immature permanent teeth with pulp necrosis. *Journal of Endodontics*, 43(7), 1052–1057. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.003>
- Lin, J., Zeng, Q., Wei, X., Zhao, W., Cui, M., Gu, J., Lu, J., Yang, M. y Ling, J. (2017). Regenerative endodontics versus apexification in immature permanent teeth with apical periodontitis: a prospective randomized controlled study. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1821–1827. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.023>
- Lopes, H. P., Siqueira, J. F. y Estrela, C. (1999). Tratamiento endodóntico em dentes con rixogene incompleta. En HP Lopes y JF Siqueira (Eds.), *Endodontia: biologia e técnica*. Medsi, pp. 485–496.

Mapara, P. N., Shashikiran, N. D., Gugawad, S., Gaonkar, N., Hadakar, S., Taur, S. y Khade, D. (2020). Comparative evaluation of calcium release of the apical plugs formed by mineral trioxide aggregate, Biodentine, and EndoSequence root repair material with and without 2% triple antibiotic powder: an in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 38(2), 132–137. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_74_20

Mente, J., Leo, M., Panagidis, D., Ohle, M., Schneider, S., Lorenzo Bermejo, J. y Pfefferle, T. (2013). Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *Journal of Endodontics*, 39(1), 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.10.007>

Moinzadeh, A. T., Aznar Portoles, C., Schembri Wismayer, P. y Camilleri, J. (2016). Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM Putty. *Journal of Endodontics*, 42(4), 615–621. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.004>

Nicoloso, G. F., Pötter, I. G., Rocha, R. O., Montagner, F. y Casagrande, L. (2017). A comparative evaluation of endodontic treatments for immature necrotic permanent teeth based on clinical and radiographic outcomes: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 27(3), 217–227. <https://doi.org/10.1111/ipd.12261>

Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M. y Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics - a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S128–S137. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5750835/>

Restrepo-Restrepo, F. A., Cañas-Jiménez, S. J., Romero-Albarracín, R. D., Villa-Machado, P. A., Pérez-Cano, M. I. y Tobón-Arroyave, S. I. (2019). Prognosis of root canal treatment in teeth with preoperative apical periodontitis: a study with cone-beam computed tomography and digital periapical radiography. *International Endodontic Journal*, 52(11), 1533–1546. <https://doi.org/10.1111/iej.13168>

Saidon, J., He, J., Zhu, Q., Safavi, K. y Spångberg, L. S. (2003). Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 95(4), 483–489. <https://doi.org/10.1067/moe.2003.20>

Simon, S., Rilliard, F., Berdal, A. y Machtou, P. (2007). The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *International Endodontic Journal*, 40(3), 186–197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01214.x>

Vidal, K., Martín, G., Lozano, O., Salas, M., Trigueros, J. y Aguilar, G. (2016). Apical closure in apexification: a review and case report of apexification treatment of an immature permanent tooth with Biodentine. *Journal of Endodontics*, 42(5), 730–734. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.02.007>

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Dirección para correspondencia

Cátedra de Endodoncia
Facultad de Odontología
Universidad de Buenos Aires
Marcelo T de Alvear 2142, 4° A
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122 AAH
doclabarta@hotmail.com

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina

