

REVISTA INTERNACIONAL DE

2023 VOLUMEN 25
NÚMEROS

1-2

PRÓ TE SIS

ESTOMATOLÓGICA

REVISTA OFICIAL

SEPESES

Sociedad Española de Prótesis
Estomatológica y Estética



QUINTESSENCE PUBLISHING
ESPAÑA

¿Qué factores debo tener en cuenta antes de restaurar un diente endodonciado?

Francisco Martínez Rus, M^a Paz Salido Rodríguez-Manzaneque, Guillermo Pradíes Ramiro

RESUMEN

El tratamiento del diente endodonciado termina cuando éste ha sido restaurado y su función es completa. En la actualidad, la restauración del diente endodonciado supone, en la mayoría de los casos, un reto importante, ya que el profesional dispone de una amplia gama de materiales y técnicas para dicho fin. La elección del tratamiento restaurador tras una endodoncia depende en gran medida de la cantidad y la configuración de la estructura coronal residual. En la práctica, nos podemos encontrar desde cavidades de acceso de clase I hasta dientes con grandes defectos coronales. A pesar de que la restauración del diente endodonciado es un tratamiento muy cotidiano en nuestras consultas, todavía a día de hoy, sigue habiendo una gran disparidad de criterios.

El objetivo de este artículo es intentar establecer unas directrices diagnósticas claras basadas en evidencias científicas y en la experiencia clínica. Para ello, analizaremos que podemos esperar de un diente endodonciado; revisaremos las alteraciones que el tratamiento de conductos produce en el diente y que efectos tienen en su comportamiento biomecánico; examinaremos los objetivos que cualquier restauración de un diente endodonciado debe cumplir; y por último, daremos un protocolo diagnóstico para abordar el tratamiento restaurador más adecuado en cada caso.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día sabemos que la microfiltración salival a través de la restauración reduce significativamente las posibilidades de éxito del tratamiento de conductos. Numerosos estudios concluyen que la restauración coronal es, al menos, tan importante para la salud periodontal apical como la calidad del propio tratamiento endodóntico.¹⁻⁴

El primer estudio que puso el foco sobre los procedimientos restauradores tras el tratamiento de conductos fue realizado por Ray y Trope en 1995, examinando radiográficamente más de mil dientes endodonciados.¹ Estos autores observaron que con una buena restauración y buena endodoncia había ausencia de inflamación periapical en el 91.4% de los casos, mientras que con una pobre restauración y una mala endodoncia, solamente había salud periapical en el 18.1% de los dientes examinados. Pero llamaba la atención que cuando una pobre endodoncia era seguida por una buena restauración, que radiográficamente sellaba, la tasa de éxito era del 67.6%, cifra muy superior a la obtenida cuando se hacía una buena endodoncia pero se restauraba de forma inadecuada, que alcanzaba ausencia de inflamación periapical solo en el 44.1% de los casos.

La importancia de la restauración post-endodoncia también se confirmó en un estudio epidemiológico que recogía los datos de supervivencia de un millón y medio de dientes endodonciados, proporcionados por una aseguradora en Estados Unidos.² De aproximadamente 42000 dientes extraídos durante el período de observación, el 85% no tenían corona de recubrimiento total. Lógicamente, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dientes con y sin corona. El número de dientes extraídos fue significativamente mayor cuando no tenían corona (6.2 veces más en molares, 5.8 en premolares y 4.8 en dientes anteriores). Estos hallazgos coinciden con los obtenidos por otras investigaciones retrospectivas.³

Un exhaustivo metanálisis publicado en 2011 concluyó que no había diferencias estadísticamente significativas en la resolución de una periodontitis apical entre una mala restauración coronal y un mal sellado endodóntico; es decir, tanto la microfiltración apical como la microfiltración coronal son factores claves para determinar el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico.⁴ La colocación de una restauración adecuada sobre un conducto radicular mal obturado, o viceversa, no proporciona el alto grado de éxito asociado a la realización de ambos procedimientos de forma apropiada. Por lo tanto, para que el tratamiento endodóntico sea exitoso a largo plazo, es indispensable no solo una precisa ejecución de la endodoncia, sino también de los procedimientos restauradores posteriores.

En este sentido, reseñar que en las últimas décadas el abordaje de la restauración del diente endodonciado ha cambiado radicalmente gracias a los avances en la técnica adhesiva, la mejora de los materiales y la innovación en los flujos de trabajo.⁵ Ahora bien, las numerosas opciones disponibles actualmente ofrecen grandes oportunidades, pero también crean una fuente potencial de confusión para los clínicos a la hora de decidir la técnica y el material más adecuado para restaurar cada caso.⁶

SUPERVIVENCIA DEL DIENTE ENDODONCIADO

Durante décadas, los clínicos han tenido la percepción de que el diente endodonciado no tenía la misma supervivencia clínica que el diente vital. Con el tiempo, esta percepción se ha convertido en evidencia científica a partir de estudios clínicos e *in-vitro*; y hoy en día, debe ser tomada en cuenta a la hora de tomar decisiones clínicas; ya que sabemos que los dientes sometidos a tratamiento de conductos son más susceptibles a fisuras y fracturas subgingivales desfavorables.⁷⁻⁹

Caplan y cols. en 2005 compararon la supervivencia de 202 dientes endodonciados con sus correspondientes contralaterales durante 6.7 años y concluyeron que los dientes endodonciados tenían tres veces más posibilidades de ser extraídos que los dientes vitales contralaterales. Un dato importante a reseñar es que los molares endodonciados fueron siete veces más susceptibles a exodoncia que los premolares y los dientes anteriores.⁹

Ahora bien, en la actualidad, sabemos que la presencia de una fisura en un diente endodonciado no es sinónimo de mal pronóstico. El estudio publicado por Davis y Shariff en 2019 demostró una supervivencia del 96%, durante un periodo de 2 a 4 años, en dientes endodonciados con grietas que se extendían radicalmente hasta 5 mm y restaurados de forma rápida mediante coronas.¹⁰ En esta misma línea apunta una revisión sistemática publicada en 2020 que recogía los datos de cuatro estudios retrospectivos y obtenía una tasa de supervivencia a los 5 años del 84% para los dientes endodonciados con grietas.¹¹

La supervivencia de los dientes endodonciados también se ha correlacionado con la ubicación y la presencia de puntos de contacto. Hoy en día sabemos que los dientes terminales y los que carecen de contactos proximales son más susceptibles de sufrir fracturas corono-radicales. En estudios retrospectivos se ha demostrado que los dientes endodonciados con dos puntos de contacto tienen tres veces mejor supervivencia que los dientes endodonciados con menos contactos interproximales.^{12,13} En este sentido, resaltar que los segundos molares endodonciados tienen mayor probabilidad de sufrir fallos catastróficos que obliguen a su extracción.¹⁴

Otro aspecto a tener en cuenta en la supervivencia del diente endodonciado es como afecta al pronóstico de las prótesis fijas. De Backer y cols. analizaron la supervivencia clínica de coronas y puentes durante un periodo de 16 a 20 años.¹⁵ Los resultados demostraron que, en coronas y puentes de tres piezas, la supervivencia clínica no variaba si los pilares estaban vitales o si alguno de los pilares estaba endodonciado. Sin embargo, en puentes de más de tres unidades o en cantilever había más fracasos si alguno de los pilares estaba desvitalizado.

A día de hoy, el impacto de la restauración en la supervivencia clínica del diente endodonciado todavía presenta lagunas importantes. Hasta que no se realicen más ensayos clínicos prospectivos bien diseñados, que arrojen un alto nivel de evidencia y que permitan la elaboración de guías de manejo clínico, seguirán existiendo controversias sobre los procedimientos de restauración más adecuados tras la finalización del tratamiento de conductos.⁶

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

Durante muchos años, la mayor susceptibilidad a fracturas de los dientes endodonciados fue atribuida a una mayor fragilidad dentinaria por la pérdida de humedad tras la desvitalización. Sin embargo, la literatura ha demostrado que el contenido acuoso de los dientes endodonciados no es menor que el de los dientes vitales, descartando la teoría de que la deshidratación tras el tratamiento de conductos debilita *per se* la estructura de la dentina en términos de resistencia a la compresión y a la tracción.^{16,17}

Del mismo modo, también hay que eliminar la idea de que el tratamiento endodóntico produce una reducción en la rigidez del diente. Desde hace décadas sabemos que la disminución en la rigidez está directamente asociada a la pérdida de estructura dentaria, independientemente de que el diente esté vital o endodonciado. En 1989, Reeh y cols.¹⁸ demostraron que una cavidad clase I realizada en un premolar superior producía una reducción en la rigidez de un 20%; una preparación clase II tipo mesio-oclusal disminuía la rigidez en un 40%; y una cavidad clase II tipo mesio-ocluso-distal reducía la rigidez en un 63%; sin embargo, el tratamiento de conductos disminuía la rigidez solo en un 5%. Estos resultados indican que los procedimientos endodónticos no debilitan los dientes con rebordes marginales intactos.

En este sentido, sabemos que el grado de flexión de las cúspides es una variable importante en la aparición de posibles fracturas. El estudio publicado por Panitvisai y Messer¹⁹ en 1995 analizó cómo se debilitan las cúspides de los molares por preparaciones restauradoras progresivamente mayores. En un molar intacto, al aplicar una carga, las cúspides vestibulares y linguales se separan 1 μm ; al realizar una cavidad mesio-oclusal, la deflexión aumenta a 2 μm ; al realizar una cavidad me-

sio-ocluso-distal, la deflexión cuspidéa sube a 3-5 μm ; al añadir un acceso endodóntico a una preparación mesio-oclusal, las cúspides se separan hasta 7-8 μm ; y al añadir un acceso endodóntico a una cavidad mesio-oclusal-distal, la deflexión asciende hasta los 12-17 μm . De estos datos se deduce que la mayor susceptibilidad a fracturas de los dientes endodonciados está directamente asociada a la pérdida de tejido dentario y no al tratamiento de conductos en si mismo.

Otra hipótesis del pasado que hay que rechazar es que la supuesta menor propiocepción de los dientes endodonciados contribuía a incrementar el riesgo de cracks y fracturas. La sensibilidad propioceptiva permite detectar fuerzas e interferencias oclusales de forma precoz y, como consecuencia de ello, se posibilita una adecuada modulación de los movimientos mandibulares para reducir el efecto de las mismas. Actualmente se ha demostrado que los niveles de propiocepción son similares en dientes vitales que en dientes endodonciados, no produciéndose una reducción de este reflejo protector tras el tratamiento de conductos.²⁰

Respecto a las soluciones irrigantes, sabemos que pueden tener un efecto negativo en las propiedades mecánicas de la dentina. Varios estudios han demostrado que el hipoclorito sódico tiene efectos colaterales en las propiedades físico-químicas de la dentina (resistencia a la flexión, modulo de elasticidad y microdureza).^{21,22} Para asegurar una rápida y completa desinfección, algunos clínicos alteran su concentración, volumen, velocidad de flujo y temperatura. Estas modificaciones agravan los daños colaterales en la dentina radicular, incrementando la posibilidad de daños. De forma similar al hipoclorito sódico, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) también es capaz de afectar a la dentina, disminuyendo su dureza.²³ Varios estudios han demostrado que cuando se usan juntos, EDTA e hipoclorito sódico, se crean defectos en la dentina que disminuyen las propiedades mecánicas debido a la remoción de las fases orgánicas e inorgánicas.^{24,25} Todas estas evidencias indican que el uso intensivo de soluciones irrigantes a altas concentraciones pueden afectar negativamente a las propiedades físico-químicas, lo que produce un debilitamiento del sustrato dentinario a nivel local.

PRINCIPIOS DE LA RESTAURACIÓN DEL DIENTE ENDODONCIADO

Para que un diente endodonciado funcione correctamente, la restauración, además de lograr un sellado eficaz para evitar la microfiltración, desde el punto de vista mecánico, debe resolver tres problemas fundamentales: la pérdida de estructura dentaria, la necesidad de proporcionar retención suficiente al material restaurador y la menor resistencia a la fractura. A continuación, analizaremos estos tres aspectos basándonos en la mejor evidencia científica disponible hoy en día.

Reemplazo de la estructura dentaria

La pérdida de estructura dentaria se puede resolver de dos formas posibles: o la reconstrucción constituye la anatomía definitiva del diente a través de una restauración directa; o bien, ésta constituye una preparación, sobre la que posteriormente se confecciona una restauración indirecta. Lógicamente, la elección dependerá de la cantidad de estructura remanente. Por lo tanto, para indicar la mejor opción, será necesaria una cuidadosa evaluación de cuánto diente queda.

En este punto, es esencial analizar el efecto *ferrule*. El término *ferrule*, comúnmente, se emplea como sinónimo de la cantidad de diente sano situado por encima del margen gingival. El *ferrule* está considerado como el factor crucial en la estabilidad de la restauración de los dientes endodonciados y, por ende, de su pronóstico.²⁶ Tener suficiente altura y anchura de tejido sano es fundamental para conseguir un sistema restaurador estable. A lo largo de los años se han dado diferentes cifras. En la actualidad, está aceptado que 2 mm de estructura dentaria tanto en sentido vertical como horizontal es el mínimo para garantizar un comportamiento adecuado a largo plazo.²⁶⁻²⁸

Pero no solo es importante la altura y la anchura, sino también la situación de ese tejido. Varios estudios han demostrado que un *ferrule* circunferencial tiene un comportamiento superior al de un *ferrule* heterogéneo.²⁹⁻³¹ Sin embargo, en la mayoría de los casos, resulta imposible tener un *ferrule* uniforme. En este sentido, debemos saber que no todas las paredes axiales tienen la misma importancia. Tener 2 mm de altura y de anchura, como mínimo, en las paredes vestibular y lingual o palatina de los dientes posteriores resulta esencial para reducir la deflexión cuspidéa y, en consecuencia, en el pronóstico de la restauración. Esto implica comprobar detenidamente con un calibre que dichas paredes coronales no están socavadas y, por ende, debilitadas (**fig. 1**).



Fig. 1. Análisis del grosor de la pared vestibular en un segundo premolar superior derecho.

Para categorizar el riesgo existente en cada una de las situaciones clínicas que nos podemos encontrar después de una endodoncia, deberíamos fijarnos en tres criterios: por un lado, en el número de paredes residuales; por otro, en la ubicación de esas paredes; y por último, en la oclusión. En la **tabla 1**, podemos observar que las situaciones más favorables son aquellas en las que solo tenemos el acceso a la cavidad pulpar o se ha perdido exclusivamente la cresta marginal mesial o distal. Sin embargo, en dientes en los que se ha perdido una cresta marginal pero la pared adyacente (vestibular o lingual) también está socavada (< 2 mm de grosor); en dientes en los que se han perdido ambas crestas marginales, que intervienen en la disclusión o existen hábitos parafuncionales; o cuando solo queda una pared residual, el riesgo restaurador aumenta significativamente.

T1 Evaluación del riesgo restaurador en dientes tratados endodónticamente.

Nº PAREDES RESIDUALES (> 2 mm en altura y anchura)	UBICACIÓN PÉRDIDA TEJIDO DENTARIO	FACTORES OCLUSALES	RIESGO
4	Solo cavidad de acceso	.....	Nulo
3	Ausente pared mesial o distal	.....	Bajo
2	Ausente pared mesial o distal con pared vestibular o lingual socavada	No interviene en disclusión	Medio
2	Ausente pared mesial o distal con pared vestibular o lingual socavada	Interviene en disclusión o presencia de parafunción	Alto
2	Ausentes paredes mesial y distal	No interviene en disclusión	Bajo
2	Ausentes paredes mesial y distal	Interviene en disclusión o presencia de parafunción	Medio
1	Ausentes paredes mesial y distal con pared vestibular o lingual muy socavada	.....	Alto
1	Ausente pared mesial o distal con paredes vestibular y lingual muy socavadas	.....	Alto
0	No paredes remanentes	.....	No Restaurable

En los casos en los que no hay suficiente estructura remanente para lograr un *ferrule* adecuado, se puede considerar el alargamiento coronario o la tracción ortodóncica para conseguir esos dos milímetros de altura necesarios para restaurar el diente. A pesar del tiempo y del coste adicional que supone, la tracción ortodóncica es una alternativa más adecuada que el alargamiento coronario, cuando su realización supone un defecto estético (por la pérdida de las papilas), de furca o una reducción importante del soporte periodontal. No obstante, para realizar una tracción ortodóncica, también necesitamos una raíz con una longitud suficiente para no comprometer posteriormente la proporción corona-radicular.³² Por lo tanto, cuando hay ausencia de *ferrule*, el alargamiento coronario está contraindicado y existe una raíz corta que impide la extrusión ortodóncica, será más prudente extraer el diente y rehabilitarlo mediante una corona implanto-soportada.

Retención del material restaurador

El uso de postes en los dientes endodonciados ha sido un tema muy discutido y controvertido. Durante muchos años, se ha creído que un perno servía para aumentar la resistencia de la raíz y/o compensar la ausencia de *ferrule*. Sin embargo, hoy en día, sabemos que el único objetivo de un poste es facilitar la retención del material restaurador.³³

Con las técnicas adhesivas actuales, cada vez son menos los dientes que requieren espigas. Ahora bien, hay situaciones en las que el diente está severamente afectado y el uso exclusivo de una restauración adhesiva no es suficiente. Así por ejemplo, se ha demostrado que los dientes antero-superiores, que tienen un mayor riesgo de fracaso estructural debido a las fuerzas de cizallamiento a los que están sometidos, se benefician de la colocación de pernos.^{34,35} Del mismo modo, los premolares, al tener menor volumen de estructura coronaria, también pueden requerir la utilización de postes cuando han perdido dos o más paredes



Fig. 2. En premolares severamente afectados puede ser necesario la colocación adhesiva de un poste de fibra de vidrio, reconstrucción del muñón y posterior restauración indirecta mediante corona.

axiales (**fig. 2**).^{36,37} En cambio, en los molares no se recomienda la colocación de pernos cuando hay cantidades significativas de tejido residual y se planifica la protección cuspídea, quedando limitado su uso para grandes destrucciones coronales.

Respecto al material, sabemos que los pernos muñones colados a base de aleación de oro o cromo-cobalto han demostrado tasas de éxito entre el 84 y el 94% después de 10 años.³⁸ A pesar de ello, cada vez se emplean menos debido a la eliminación adicional de dentina peri-cervical que se requiere para su preparación y al potencial riesgo de microfiltración que existe hasta su colocación definitiva (**fig. 3**).

La tendencia actual es utilizar postes de fibra, colocados de forma pasiva, en combinación con composites de polimerización dual para la reconstrucción de muñones. Este enfoque conservador facilita una distribución más uniforme de la tensión en comparación con los materiales de mayor rigidez, que supuestamente predisponen a la fractura radicular. No obstante y aunque resulte paradójico, basándonos en la evidencia científica disponible en la actualidad, podemos afirmar que la elección del material de los postes no es una variable que afecte a la supervivencia de los dientes endodonciados.⁶ Por otro lado, tampoco está claro hasta qué punto los postes de fibra son beneficiosos en situaciones en las que no se realiza protección cuspídea.³⁹

En el artículo titulado “Postes: ¿cuándo hay que utilizarlos? ¿qué tipos? ¿cuál es el manejo adecuado en clínica?” (pág. 82), analizamos exhaustivamente este tema.



Fig. 3. El perno muñón colado a base de aleación de oro es un recurso válido cuando hay pérdidas severas de estructura dentaria.



Fig. 4. Protección cuspídea en un primer molar inferior a través de un overlay adhesivo.

Refuerzo de la estructura dentaria remanente

El refuerzo de la estructura dentaria remanente debe plantearse desde el momento mismo del inicio del tratamiento de conductos. Eliminar sólo la cantidad de tejido dentario imprescindible para conseguir una apertura, acceso y preparación de conductos correctos, será la mejor manera de reforzar el diente desvitalizado. Sin embargo, existen situaciones en las que la eliminación de esmalte y/o dentina está indicada precisamente para proteger la estructura remanente. Hoy en día, sabemos que la protección cuspídea reduce el riesgo de fracaso biomecánico (**fig. 4**). Los resultados de estudios epidemiológicos y retrospectivos muestran tasas de supervivencia superiores para los dientes restaurados con cobertura cuspídea.^{14,40-42} Ahora bien, esta afirmación hoy en día se cuestiona porque los escasos estudios prospectivos controlados que comparan restauraciones directas e indirectas en dientes endodonciados, encuentran que las tasas de éxito clínico de ambos enfoques son equivalentes.^{43,44} Por lo tanto, para obtener conclusiones significativas a este respecto será necesario realizar ensayos clínicos aleatorizados, bien diseñados, que nos permitan comparar de forma objetiva las técnicas de restauración directas e indirectas actuales.



Fig. 5. Fracaso de *onlay* cerámico en un primer molar superior derecho endodonciado. A pesar de la ausencia de síntomas clínicos indicativos de fallo endodóntico, se decide realizar el retratamiento de conductos (realizado por el Dr. Eugenio Grano de Oro) antes de proceder a su restauración mediante la colocación adhesiva de un poste de fibra de vidrio, reconstrucción del muñón y posterior restauración indirecta mediante corona.

Guía clínica de la restauración del diente endodonciado

En el año 2015 se publicó una revisión Cochrane sobre la restauración del diente endodonciado con unos objetivos muy ambiciosos pero que arrojó la siguiente conclusión: *“No hay suficiente evidencia para evaluar la efectividad de las coronas en comparación con las obturaciones para la restauración de los dientes endodonciados. Hasta que se disponga de más evidencia, los profesionales deben basar las decisiones en su propia experiencia, teniendo en cuenta las circunstancias individuales y preferencias de los pacientes”*.⁴⁵ Esta declaración no solo muestra la complejidad del tema, sino también que existe una realidad multifactorial en la restauración del diente endodonciado. No hay ningún concepto superior que abarque todos los aspectos. Por ello, es esencial disponer de un protocolo diagnóstico para abordar el tratamiento restaurador más adecuado en cada caso.

Lo primero será comprobar que el tratamiento de conductos es adecuado. Cuando se observen deficiencias en la obturación, como obturación incompleta del conducto radicular, conductos mal condensados o instrumentados, obturaciones de pasta, puntas de

plata con adaptación deficiente, así como conductos no tratados, aún ante la ausencia de signos y síntomas clínicos indicativos de fallo, se deberán corregir antes de los procedimientos restauradores. Asimismo, como ya se ha señalado, al evaluar un tratamiento de conductos también deberá prestarse atención al sellado coronal previo (**fig. 5**).

El estado de soporte periodontal del diente endodonciado es otro de los factores más importante a tener en cuenta en su restauración. El fallo periodontal del diente endodonciado es el segundo tipo de fracaso más frecuente después de las fracturas. De hecho, de todos los factores preoperatorios existentes, el estado periodontal es el único factor significativo en el pronóstico de molares endodonciados.⁴⁶⁻⁴⁸

Tras analizar el tratamiento de conductos y la situación periodontal del diente, se evaluarán los siguientes factores:

- Tipo de diente y ubicación en la arcada: Las diferencias anatómicas entre dientes anteriores, premolares y molares, así como sus implicaciones funcionales y estéticas, resultan esenciales a la hora de seleccionar el tipo de restauración.
- Cantidad de estructura sana remanente: A este respecto, señalar que el escaneado digital ofrece hoy en día una forma precisa y objetiva de analizar esta variable, convirtiéndose en una herramienta válida para aplicar en futuros estudios clínicos prospectivos (**fig. 6**).
- Factores oclusales: Analizar los contactos que se establecen en los movimientos de lateralidad (disclusión mediante guía canina o función de grupo) y la presencia de hábitos parafuncionales, es obligatorio antes de decidir el abordaje restaurador más indicado.

Cómo se explicarán en los sucesivos artículos de este número monográfico, estas variables determinarán el nivel de riesgo y las claves para decidir qué materiales y técnicas emplearemos para devolver al diente su forma y función.

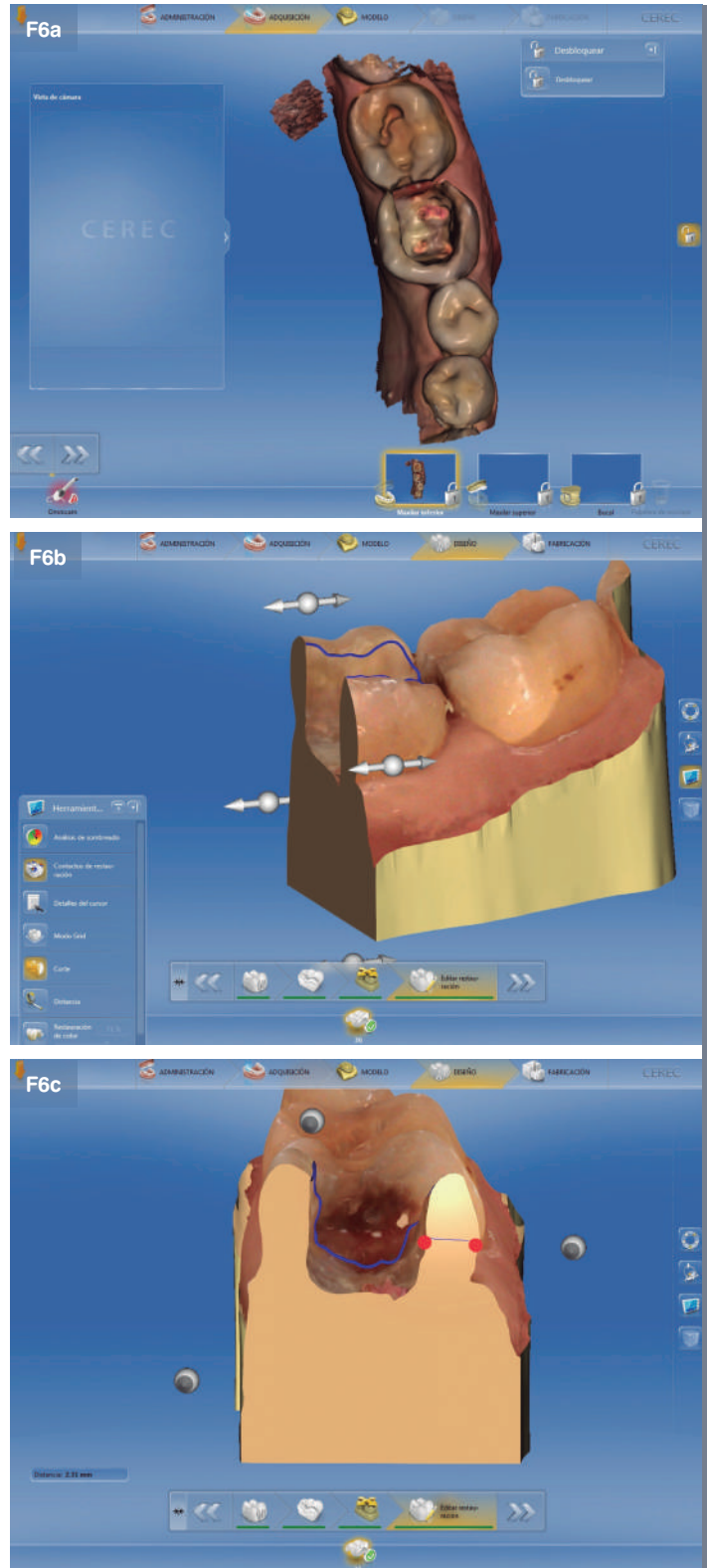


Fig. 6. Uso de escáner intraoral para analizar la cantidad de estructura sana remanente en un primer molar inferior izquierdo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28: 12-8.
- Salehbrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod* 2004; 30: 846-50.
- Lynch CD, Burke FM, Ni Ríordáin R, Hannigan A. The influence of coronal restoration type on the survival of endodontically treated teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2004; 12: 171-6.
- Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of RC fillings on success of RCT: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2011; 37: 895-902.
- Alves de Carvalho IF, Santos Marques TM, Araújo FM, Azevedo LF, Donato H, Correia A. Clinical Performance of CAD/CAM Tooth-Supported Ceramic Restorations: A Systematic Review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2018; 38: e68-e78.
- European Society of Endodontology developed by: Mannocci F, Bhuva B, Roig M, Zarow M, Bitter K. European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2021; 54: 1974-81.
- Chan CP, Lin CP, Tseng SC, Jeng JH. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth: a survey of 315 cases in Chinese patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 87: 504-7.
- Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters FJ, Creugers NH, Burgersdijk RC. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 559-63.
- Caplan DJ, Cai J, Yin G, White BA. Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* 2005; 65: 90-6.
- Davis MC, Shariff SS. Success and Survival of Endodontically Treated Cracked Teeth with Radicular Extensions: A 2- to 4-year Prospective Cohort. *J Endod* 2019; 45: 848-55.
- Leong DJX, de Souza NN, Sultana R, Yap AU. Outcomes of endodontically treated cracked teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2020; 24: 465-73.
- Caplan DJ, Kolker J, Rivera EM, Walton RE. Relationship between number of proximal contacts and survival of root canal treated teeth. *Int Endod J* 2002; 35: 193-9.
- Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J* 2011; 44: 610-25.
- Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 256-63.
- De Backer H, Van Maele G, Decock V, Van den Bergh L. Long-term survival of complete crowns, fixed dental prostheses, and cantilever fixed dental prostheses with posts and cores on root canal-treated teeth. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 229-34.
- Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992; 18: 209-15.
- Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10: 91-3.
- Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989; 15: 512-6.
- Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1995; 21: 57-61.
- Schneider BJ, Freitag-Wolf S, Kern M. Tactile sensitivity of vital and endodontically treated teeth. *J Dent* 2014; 42: 1422-7.
- Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001; 34: 120-32.
- Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *J Endod* 2004; 30: 880-2.
- Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pécora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod* 2011; 37: 358-62.
- Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 2002; 35: 934-9.
- Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod* 2007; 33: 1325-8.
- Jotzkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule--a new approach to an old dilemma. *Br Dent J* 2010; 209: 25-33.
- Nagasiri R, Chitmongkolsuk S. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 164-70.
- Cloet E, Debels E, Naert I. Controlled clinical trial on the outcome of glass fiber composite cores versus wrought posts and cast cores for the restoration of endodontically treated teeth: a 5-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 71-9.
- Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NH. Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent* 2007; 35: 778-86.
- Signore A, Kaitsas V, Ravera G, Angiero F, Benedicenti S. Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. *Int J Prosthodont* 2011; 24: 255-63.
- Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, Cagidiaco MC, Tay FR, Breschi L, et al. A randomized controlled trial of endodontically treated and restored premolars. *J Dent Res* 2012; 91(7 Suppl):72S-78S.
- Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod* 2012; 38: 11-9.
- Naumann M, Schmitter M, Krastl G. Postendodontic Restoration: Endodontic Post-and-Core or No Post At All? *J Adhes Dent* 2018; 20: 19-24.
- Naumann M, Reich S, Nothdurft FP, Beuer F, Schirmer JF, Dietrich T. Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *Am J Dent* 2008; 21: 267-72.
- Schmitter M, Hamadi K, Rammelsberg P. Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial. *Quintessence Int* 2011; 42: 843-50.
- Acquaviva PA, Madini L, Krokidis A, Gagliani M, Mangani F, Cerutti A. Adhesive restoration of endodontically treated premolars: influence of posts on cuspal deflection. *J Adhes Dent* 2011; 13: 279-86.
- Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Paolone G, de Ribot Porta J, Mora J, Espóna J, et al. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2018; 51: 318-34.
- Ellner S, Bergendal T, Bergman B. Four post-and-core combinations as abutments for fixed single crowns: a prospective up to 10-year study. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 249-54.
- Atlas A, Grandini S, Martignoni M. Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal, post vs no post, and indirect vs direct restoration. *Quintessence Int* 2019; 50: 772-81.
- Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 780-4.
- Landys Borén D, Jonasson P, Kvist T. Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. *J Endod* 2015; 41: 176-81.
- Pratt I, Aminoshariae A, Montagnese TA, Williams KA, Khalighinejad N, Mickel A. Eight-Year Retrospective Study of the Critical Time Lapse between Root Canal Completion and Crown Placement: Its Influence on the Survival of Endodontically Treated Teeth. *J Endod* 2016; 42: 1598-1603.
- Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 297-301.
- Skupien JA, Cenci MS, Opdam NJ, Kreulen CM, Huysmans MC, Pereira-Cenci T. Crown vs. composite for post-retained restorations: A randomized clinical trial. *J Dent* 2016; 48: 34-9.

45. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, Nasser M, Alrowaili EF. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 9: CD009109.
46. Vire DE. Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J Endod* 1991; 17: 338-42.
47. Fonzar F, Fonzar A, Buttolo P, Worthington HV, Esposito M. The prognosis of root canal therapy: a 10-year retrospective cohort study on 411 patients with 1175 endodontically treated teeth. *Eur J Oral Implantol* 2009; 2: 201-8.
48. Setzer FC, Boyer KR, Jeppson JR, Karabucak B, Kim S. Long-term prognosis of endodontically treated teeth: a retrospective analysis of preoperative factors in molars. *J Endod* 2011; 37:21-5.