

UBICACIÓN TRIDIMENSIONAL DE FIBRAS RIBBOND DENTRO DE UN NÚCLEO-MUÑÓN DE RESINA: REPORTE DE UN CASO CLÍNICO

Three-Dimensional Positioning of Ribbond Fibres within a Resin Core: Report of a Clinical Case

Jiménez - Vanegas Rubén Israel^{*1,2} ; Delgado - Gaete Bolívar Andrés^{1,3} 

¹ Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, C.P 010107, Cuenca, Ecuador.

² <https://orcid.org/0009-0004-7938-4955>

³ <https://orcid.org/0000-0001-5586-2829>

ruben.jimenez@ucacue.edu.ec

RESUMEN

Un muñón adhesivo de resina, reforzado con fibras como procedimiento sustitutivo de la técnica convencional que usa pernos intra-radicales promete ventajas relacionadas con el comportamiento biomecánico del complejo diente-restauración en dientes endodónticamente tratados. El objetivo del presente estudio fue presentar una técnica que permita optimizar tiempo y materiales durante la ejecución de un muñón adhesivo de resina, mediante el uso de una guía de silicona basado en el diseño final de la restauración. Se presenta a consulta un paciente con restos radiculares de los órganos dentales 1.1. y 1.2. con fracaso del sistema perno-corona (falta adhesiva), los remanentes dentales presentan caries y endodoncias contaminadas. El paciente fue remitido al área de endodoncia para los respectivos retratamientos, posteriormente (un mes de observación) el protocolo restaurador se basó en el uso de la guía de silicona confeccionada sobre un encerado que guio la elaboración del muñón que contenía fibras Ribbond, resina con fibras cortas (EverX Posterior) y resina convencional como última capa del muñón, sobre este muñón se colocó una corona de Disilicato de litio. El diseño final de la restauración en la guía de silicona nos permitió el posicionamiento correcto de cada uno de los materiales dentro del muñón, lo que redujo tiempo, costos económicos, evitó la disminución de la resistencia de los materiales y propició el espacio suficiente para el material del remplazo adamantino.

Palabras clave: Técnica de Perno Muñón, Resinas compuestas, Endodoncia, Restauración Dental Permanente.

ABSTRACT

The adhesive resin core reinforced with fibers, as a replacement procedure for the conventional technique using intra-radicular posts, promises advantages related to the biomechanical behavior of the tooth-restoration assembly in endodontically treated teeth. The aim of this study is to present a technique that allows optimizing time and materials during the execution of a resin adhesive core by using a silicone guide based on the final design of the restoration. A female patient presented with root remnants of dental organs 1.1. and 1.2. with failure of the post-crown system (adhesive failure). The dental remnants presented caries and contaminated endodontics. The patient was referred to the endodontic area for the respective retreatments. After that, (one month after the observation), the restorative protocol was based on the use of the silicone guide made on a wax-up that guided the preparation of the core containing Ribbond fibers, resin with short fibers (EverX Posterior), and conventional resin as the last layer of the core. Finally, a lithium disilicate crown was placed on this core. The final design of the restoration on the silicone guide allowed us to correctly position each of the materials within the core, which reduced time and economic costs. It prevented the decrease in the resistance of the materials. Furthermore, it provided enough space for the enamel replacement material.

Key words: Post and Core Technique, Composite Resins, Endodontics, Dental Restoration Repair.

INTRODUCCIÓN

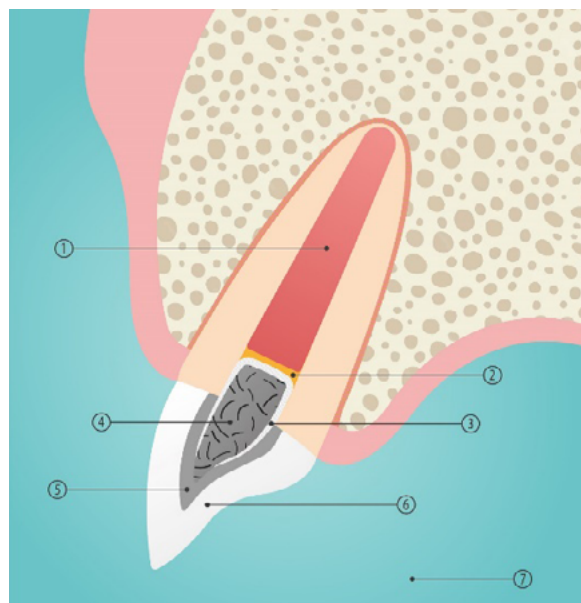
La restauración de dientes anteriores con daño estructural significativo representa un desafío clínico, especialmente en casos con caries extensas y endodoncias contaminadas.

El desafío de restaurar dientes en estado de raíz está relacionado con la pérdida de estructura dental, las características físicas alteradas, la deshidratación y el mecanismo de retroalimentación neurosensorial deteriorado del remanente dental.^{1,2} La práctica de una Odontología de mínima invasión adhesiva y la tendencia al uso de materiales con características físicas similares a la de las estructuras dentales que no provoquen fallas catastróficas en el remanente dental ha ido ganando relevancia. La utilización de materiales como las resinas compuestas está justificado por su módulo de elasticidad similar al de la dentina, si bien, la resistencia a la compresión de las resinas es adecuada, su tenacidad es menor a la deseada como sustituto dentinario. Con el afán de mejorar la tenacidad se ha propuesto el uso de fibras Ribbond combinadas con resina, lo cual le proveería esa tenacidad requerida en un sustituto de dentina.³⁻⁵

Cuando nos enfrentamos a un resto radicular, este, podría derivar de un tratamiento restaurador previo o ser la primera vez en restaurarse. La necesidad de un retratamiento de endodoncia debe evaluarse, antes de enviar al paciente al endodoncista, además se hace necesario un previo análisis estructural del remanente, evaluando la viabilidad del diente tanto de forma radiográfica y clínica. Hacer la eliminación de los tejidos dentales alterados y evaluar la altura del margen gingival son un paso preliminar, pues pueden llevar a indicar o contraindicar tratamientos complementarios como una elevación de margen profundo o una cirugía de alargamiento coronario, las cuales deben ser realizadas con anterioridad a la endodoncia para facilitar el aislamiento absoluto y para progresar en la intención de mantener en boca el resto radicular.

Este reporte de caso presenta una técnica innovadora que mejora la ubicación tridimensional de las fibras Ribbond y demás componentes dentro de los muñones de resina, optimizando tiempo y materiales.

El objetivo del presente estudio fue presentar una técnica que permita optimizar tiempo y materiales durante la ejecución de un muñón adhesivo de resina, mediante el uso de una guía de silicona basado en el diseño final de la restauración.



ORIENTACIÓN TRIDIMENSIONAL DE UN MUÑÓN DE FIBRAS

| | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1. Gutapercha | 4. EvereX posterior | 7. Matriz de Silicona |
| 2. Ionómero de vidrio | 5. Resina Híbrida | |
| 3. Fibras Ribbond | 6. Corona Cerámica | |

Figura 1. Esquema de la guía de silicona guiando la colocación de las diferentes capas de material.

MATERIALES Y MÉTODOS

La organización del artículo se basó en el Consensus-based Clinical Case Report Guideline (CARE). El paciente dio su consentimiento informado para la atención y divulgación científica de su caso.

Reporte del caso

Paciente de sexo femenino de 50 años de edad acude a consulta refiriendo que “se rompieron los dientes”. No presenta antecedentes personales ni familiares, con signos vitales estables, presenta Presión arterial 110/70 mmHg (milímetros de mercurio), frecuencia cardíaca de 60 latidos por minuto, temperatura 36,5 grados centígrados, peso de 45 kilogramos, talla un metro con 49 centímetros.

Al examen clínico se observa edentulismo parcial clase III de Kennedy superior (ausencia del diente 2.6), restauraciones presentes en los órganos dentales (OD) 1.7, 1.6, 1.5, 1.4, 2.4, 2.5, 2.7. En la arcada inferior, mantiene una clase III de Kennedy con ausencia del OD 3.6, mesialización del OD 3.7, restauraciones en los OD 3.7, 3.5, 3.4, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7. La curva de Spee se encuentra alterada guía anterior ausente OD 1.1 y 1.2 en estado de raíz con antecedentes de endodoncias, y sistema perno-corona decementado. (Figura 2)



Figura 2. Fotografías intraorales iniciales. A: Oclusal superior inicial. B: Máxima intercuspidación habitual (MIH). C: Oclusal inferior inicial D: Fotografía intraoral lateral derecha. E: Frontal boca entreabierta. F: Fotografía intraoral lateral izquierda.

Radiográficamente se observa endodoncias deficientes con periodontitis periapical crónica. Los OD 1.6, 2.7, 4.6, 1.1, 1.2 presentan tratamientos endodónticos, sin fractu-

ras aparentes, con lesiones periapicales. Los restos radiculares presentan caries y evidencia de contaminación de la obturación endodóntica. (Figura 3)



Figura 3. Radiografía panorámica inicial

Diagnóstico

En el diagnóstico intraoral se pudo observar pérdida de dientes (K081). Y por lo tanto un edentulismo parcial Clase de Kennedy III en el maxilar superior e inferior. El paciente presenta tercios faciales proporcionados, sonrisa media, línea bipupilar coincidente con la línea Inter comisural. Al examen radiográfico mostro radiolucides coincidente con un diagnóstico de lesiones periapicales en los OD 1.1, 1.2, 4.6, 1.6, 2.7 los cuales poseen tratamientos endodónticos deficientes.

En los OD 1.1 y 1.2 radiográficamente se puede observar raíces con suficiente soporte óseo, Clínicamente se observa contaminación de la endodoncia, respuesta negativa a la percusión, ausencia de dolor espontaneo o estimulado, en la entrada a los conductos se puede observar caries dentinaria. Desde la perspectiva funcional oclusal al ser un paciente con overjet y overbite disminuido, con ausencia de guía anterior, se debe controlar estos facto-

res al finalizar el tratamiento guiando al paciente hacia una Máxima Intercuspidación Habitual (MIH) con contactos fuertes de caninos hacia atrás y evitar el frémto anterior que pueden llevar al fracaso de las restauraciones por sobrecarga no funcional.

Ejecución del tratamiento

Llenado de historia clínica y control biológico mediante curetaje, profilaxis y educación en control de placa. En una segunda cita se realizó impresiones digitales para obtener los modelos de estudio, además de fotografías intraorales. Se analizó el caso de los OD 1.1 y 1.2, se procedió con el diagnóstico exploratorio en donde se eliminó la caries y fue necesario una elevación de margen profundo en palatino de la OD 1.1, una vez estabilizados los sustratos, se informó al paciente acerca de las diferentes opciones de tratamiento y, de manera conjunta, se decidió realizar el retratamiento endodóntico. (Figura 4)



Figura 4. Estado inicial de los OD 1.1. A: Fotografía inicial. B: Fotografía inicial sin las coronas.

Se usó los modelos de estudio digitales para confeccionar una guía de silicona. En la elaboración de la guía se recomienda silicona de condensación de una dureza de 80 Shore A y dejar un espesor mayor a dos centímetros en todas las caras para evitar la deformación de la silicona durante su uso. Una vez completada la polimerización de

cinco minutos del material, se retiró la guía del modelo para luego con un bisturí número 12 realizar un corte en sentido sagital en el centro de la corona clínica siguiendo el eje largo del diente, dividiendo la guía en una porción mesial y otra distal de cada uno de los órganos dentales (Figura 5).

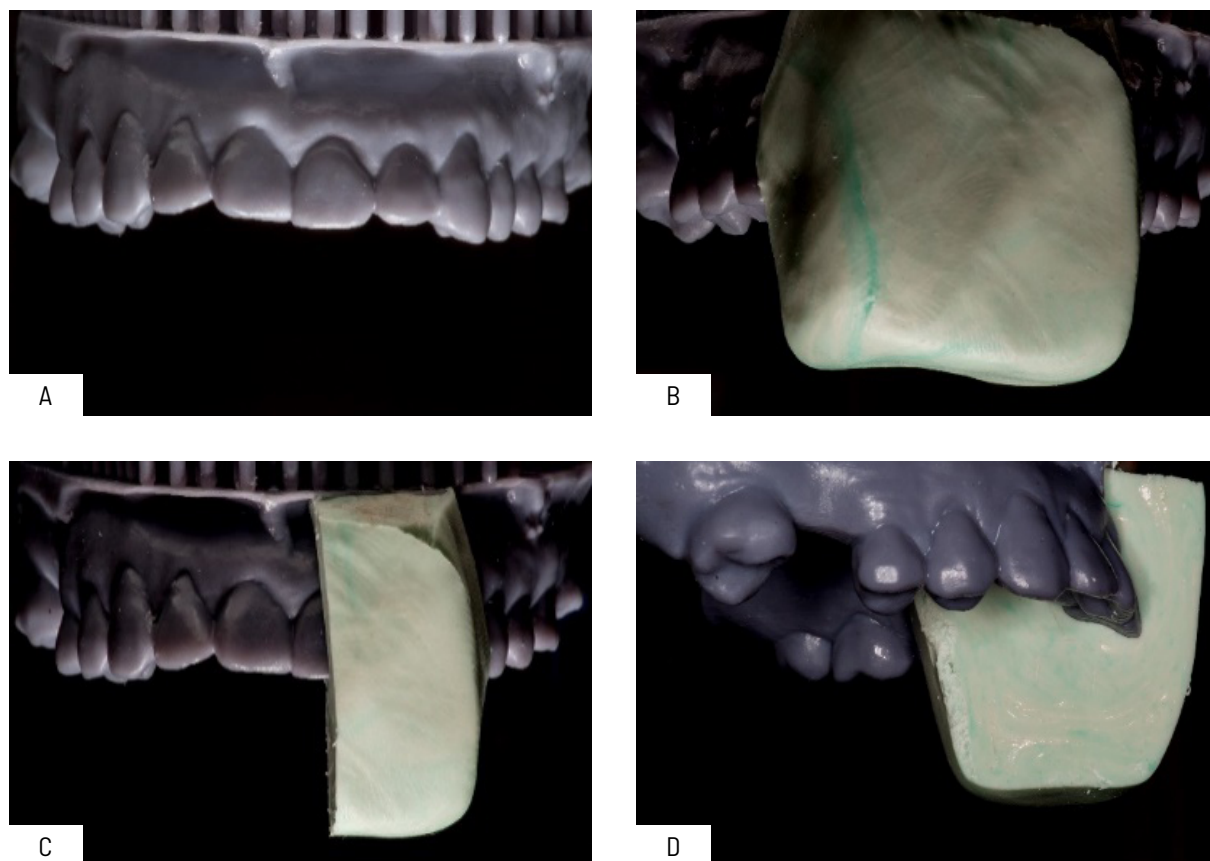


Figura 5. Elaboración de la guía de silicona. A: Modelo de estudio. B: Silicona sobre modelo. C: Vista frontal del corte sagital de la silicona para la obtención de la guía. D: Vista sagital de la guía de silicona.

Terminado el tratamiento de endodoncia, se inició la fase restauradora. Se anestesió y aisló al paciente con dique de goma grueso, eliminamos la caries de dentina con una fresa esférica de carburo multilaminar a 2000 revoluciones por minuto (rpm). Se retiró la gutapercha de la parte cervical del conducto en una altura de 4mm a 2000 rpm en contramarcha. Se limpió la preparación con cepillo profiláctico modificado, con piedra pómez y agua. Se colocó Ionómero de Vidrio de autocurado para cubrir la gutapercha. A continuación, se midió los espacios con una sonda milimetrada y esta dimensión se trasladó al papel de prueba contenido en el empaque de las fibras Ribbond lo que nos va a permitir calibrar el ancho y largo apropiado al conducto preparado, evitando cortar las fibras de un tamaño incorrecto.

A continuación, se procedió con el protocolo adhesivo, se ejecutó el grabado ácido por diez segundos, se lavó la preparación durante 40 segundos y secamos la superficie cuidando de no desecar la dentina. Luego se aplicó activamente "Primer" durante 20 segundos, aireamos durante 20 segundos, a continuación, se colocó pasivamente el "Bond" asegurándonos de cubrir toda la superficie grabada, se eliminó excesos, se fotopolimerizó durante 60 segundos. Durante 5 minutos se dejó madurar la capa híbrida.

Entre tanto, se procede a recortar la Fibra Ribbond, se la humecta, eliminamos el exceso de BisGMA, se coloca resina fluida de alta carga en las paredes del conducto en donde se va adherir la fibra y finalmente se lleva el material hacia el diente preparado, cuidando de que tenga un completo asentamiento de Ribbond a las paredes y piso

del conducto. Se ubica la matriz de silicona para observar la dirección incisal de la fibra y vamos corrigiendo su posición, observando dejar espacio de 1mm para la resina de recubrimiento y 1mm para la corona cerámica. Una vez las fibras se encuentren tridimensionalmente correctas

fotopolimerizamos durante 60 segundos (Figura 6). Se empieza a rellenar la luz del conducto con resina EverX posterior en capas horizontales no mayores a un mm y se fotopolimeriza capa por capa hasta alcanzar la altura deseada y guiada por la matriz de silicona.

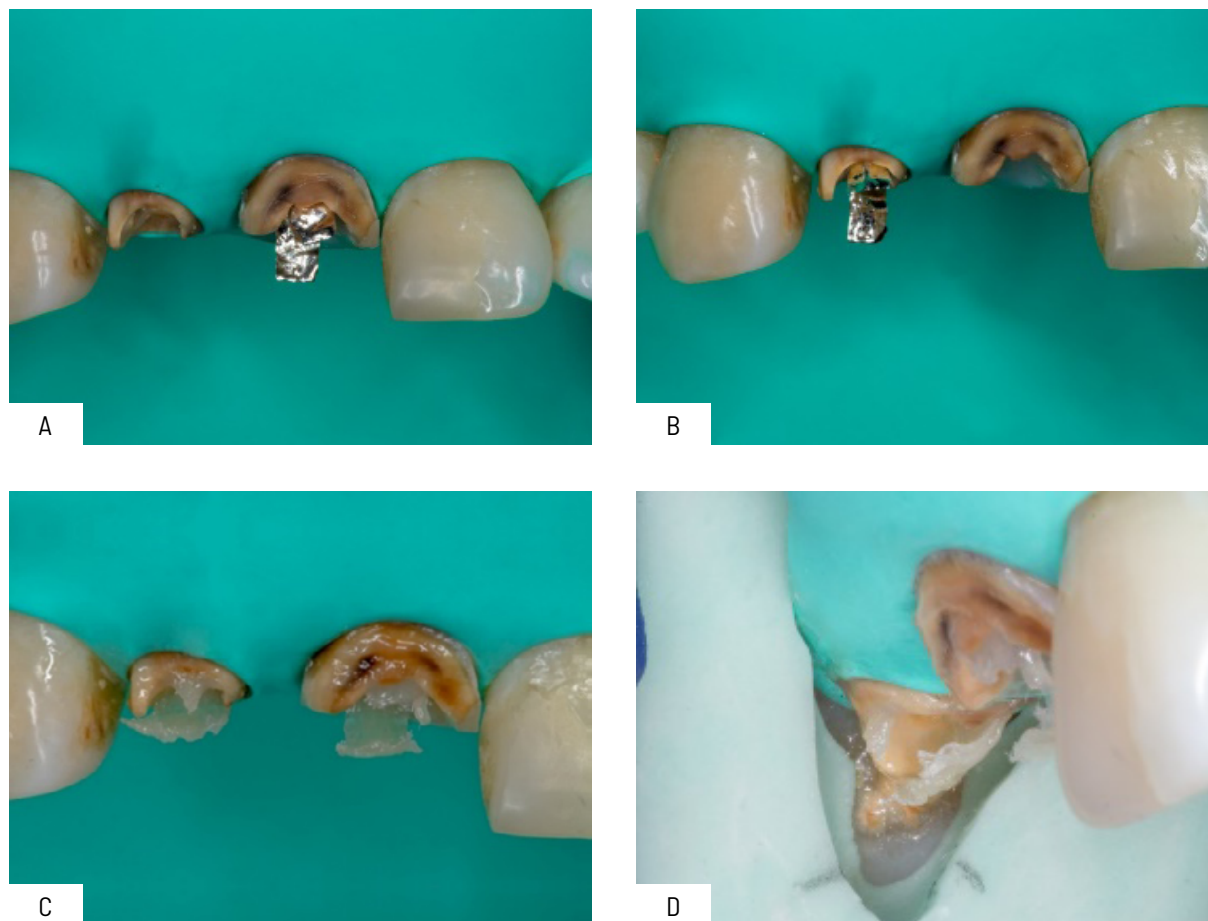


Figura 6. Sondeo de tamaño de la fibra previo a su recorte A: Prueba de tamaño con papel contenido en el empaque de las Fibras Ribbon O.D 11. B: Prueba de tamaño con el papel contenido en el empaque de las fibras Ribbon O.D. 12. C: Fotografía frontal de las fibras Ribbon luego de la fotopolimerización. D: Guía de silicona usada para visualizar la correcta ubicación de las fibras Ribbon previa a la fotopolimerización.

El siguiente paso será el recubrimiento de la superficie de todo el muñón con una resina híbrida de alta opacidad, calibrando el espacio necesario para la cerámica para lo cual nuevamente usamos la guía de silicona. Una vez terminado, se colocó una capa de glicerina y realizamos la fotopolimerización final de 20 segundos por superficie. Se realizó restauraciones provisionales usando acrílico, ajustamos la oclusión y se le observa al día

siguiente para el acabado, pulido y nuevo control oclusal de los provisionales. Luego de 6 meses que el paciente se ausento, realizamos el tallado final del muñón usando la misma guía de silicona como referencia. Se continuo con la impresión digital. Finalmente, tras la recepción del laboratorio de las coronas, se las cemento y ajustó la oclusión. (Figura 7)

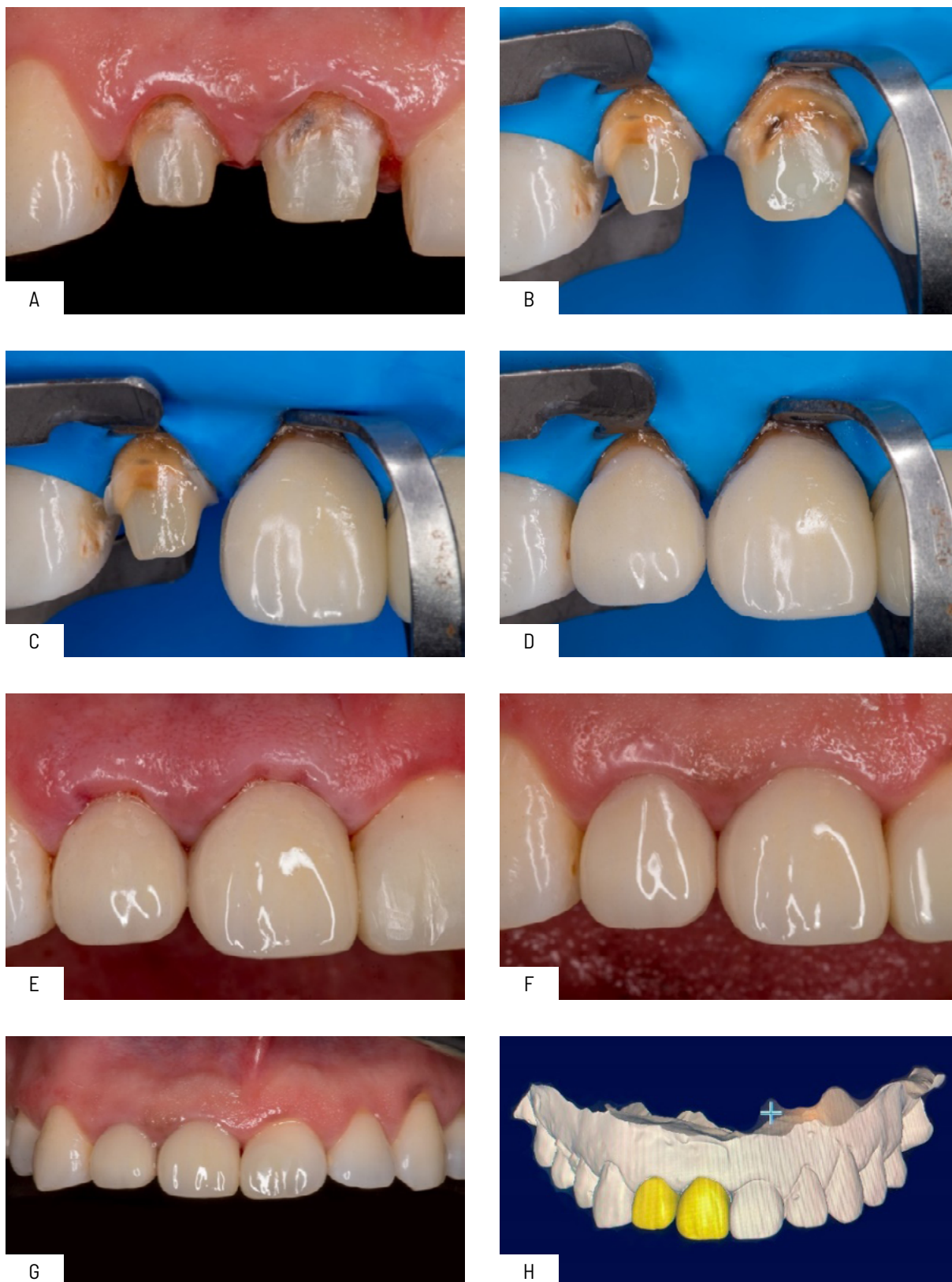


Figura 7. Unión adhesiva de las coronas A: Muñones finalizados. B: Muñones luego del protocolo adhesivo. C: Corona cerámica cementada en el O.D. 11. D: D: Corona cerámicas cementadas en O.D. 11 y 12. E. Posoperatorio inmediato. F. Posoperatorio luego de 15 días, se observa la recuperación de los tejidos blandos circundantes a los O.D. tratados. G. Fotografía final en donde se observan la restauración biológica y estética lograda con las coronas. H: Digitalización del proceso restaurador.

Seguimiento y resultados

Luego de la cementación definitiva de las coronas cerámicas sobre los muñones de resina, se realizó una cita al siguiente día para retocar el pulido de los márgenes de la restauración y asegurarnos de que la oclusión lograda no sobrecargue las restauraciones, se usó papel de articular de 40µm., observando que se deslice mas no se retenga. Se controla a la semana la salud gingival y la oclusión. Al control mensual se evalúa el confort del paciente, la salud gingival y la oclusión observando normalidad. Se recomienda al paciente controles cada 4 a 6 meses.

1. DISCUSIÓN

Una vez finalizada la terapia endodóntica con éxito, planificaremos el camino a seguir en la restauración. El concepto de férula cobra aquí relevancia. La mayoría de estudios in vitro, simulaciones en computadora y ensayos clínicos coincide que un remanente coronario de 1,5 a 2mm aseguran un comportamiento mecánico adecuado, coinciden en que la presencia de una férula es el factor más importante y aumenta la resistencia del diente⁶⁻⁸ restando importancia incluso el tipo de sistema de poste-muñón, agentes de cementación y restauración final que se use.⁷ Un remanente menor a 1,5 mm ha demostrado un comportamiento más pobre. En estos casos el protocolo y materiales usados para la retención y reconstrucción del muñón-corona cobran relevancia.

Podemos decir que históricamente se han mencionado dos tipos de efecto ferrule posibles:

- 1) Efecto férula mecánico externo en donde la férula está formada por paredes paralelas de dentina que se extienden coronalmente al hombro de la preparación, que después de estar rodeado por una corona artificial produce un efecto protector, llamado efecto férula, al reducir las tensiones dentro de un diente.⁹⁻¹¹
- 2) Efecto férula adhesivo Interno, funciona bien con más de 2 mm de remanente, en casos en donde no contamos con tejido dental para lograr un efecto férula externo las opciones serian de tipo quirúrgica (cirugía de alargamiento coronario) o no quirúrgica (Efecto férula adhesivo interno). El efecto férula interno es una solución que ha demostrado buenos,¹² hace referencia a usar el anillo de dentina del tercio coronal de la raíz para estabilizar el remanente evitando fracturas, mediante mecanismos adhesivos que permitan un funcionamiento mecánico armónico entre la raíz y la restauración. Esta técnica al prescindir de los pernos

usa 3 a 4mm de la entrada al conducto para adherir un muñón de resina. El entendimiento de la biomecánica de los órganos dentales ha llevado a proponer en lugar de los pernos técnicas adhesivas combinadas con materiales de propiedades físicas con modulo elástico y tenacidad similar a la dentina que harían la función de refuerzo estructural del sustrato dental residual y retención del complejo muñón - corona.^{6,7,10,13-15}

Usando principios de maximización y longevidad adhesiva, cumpliremos a la par con el objetivo de sellar el tratamiento de endodoncia de forma eficaz, pues, su éxito depende más del sellado coronal proporcionado por la restauración, que, del sellado apical proporcionado por la terapia.¹ Cuando pensamos en adhesión, debemos considerar que el canal radicular endodonciado muestra una dentina con características histológicas diferentes a la dentina coronal, además, esta se encuentra contaminada con restos de biomateriales y sustancias irrigantes que afectaron su microestructura y que son obstáculos para la formación de una capa híbrida fuerte.¹⁶⁻²⁰

Para la conformación del núcleo y muñón el mantenimiento de la dentina es relevante por sus características de resistencia a la fatiga.²¹⁻²⁶ El núcleo - muñón de resina que se realiza como monobloque tiene por objetivo sustituir el techo de la cámara pulpar, reducir el espacio para la corona permitiendo el paso de la luz para la fotopolimerización del cemento y eliminar la retención de la preparación endodóntica.⁷ Se necesita un Bio-material que resista la carga de fractura, contribuya a una distribución ideal de las fuerzas masticatorias hacia la raíz, no predisponga el remanente a fallas catastróficas,²⁷ imiten más de cerca la estructura y el comportamiento biomecánico de un diente natural.^{1,7}

Se han descrito dos materiales interesantes en la literatura como son las fibras de polietileno de ultra alto peso molecular tejidas en Leno Wave (Ribbond)^{3,28} y las resinas con fibras cortas (EverX posterior). Ventajas de Ribbond, protege la capa híbrida⁴ y reduce la microfiltración²⁹, refuerza las paredes fatigadas,⁵ reconecta paredes, aumenta la resistencia a la fractura de la resina²⁸, evita la propagación de grietas, son traslucidos, pasivos y disminuye los efectos del factor C.^{28,30} Ventajas de EverX posterior, ha permitido mejorar las propiedades mecánicas, detener la propagación de grietas y actuar como una barrera de carga bajo altas fuerzas oclusales, aumentan la resistencia a la fatiga de los dientes endodónticamente tratados y proporcionan modos de falla más favorables. En las restauraciones adhesivas directas refuerzan el diente debilitado.

Se informó mejor adaptación interfacial de las restauraciones de base EverX posterior sin perno.^{5,12} EverX Flow tiene mayor estrés de contracción de polimerización³¹ funcionan mejor en situaciones de alto estrés.³² La combinación de estos dos materiales sumado a un adhesivo estructural^{12,33-35} podría potencializar sus propiedades, brindando al profesional odontólogo una herramienta para devolver al diente las propiedades perdidas.

Elevar el muñón con fibras Ribbond y EverX requiere ubicación espacial pues la parte más incisal del muñón podría terminar fuera de sitio, lo que en el momento de la preparación dental repercute en su tallado con lo que se cortan las fibras de polietileno y se elimina resina con fibras cortas, es importante que las fibras no se dañen ni se expongan a la cavidad bucal por ajustes³⁰, tanto las fibras cortas y largas requieren estar cubiertas por 1mm de resina convencional y no expuestas al medio oral, pues estas no se pueden pulir.

Es un error común colocar el muñón con sus fibras fuera de lugar, luego tallar (para corregir la posición), arenar, usar sistema adhesivo y cubrir con nuevamente con resina las fibras expuestas accidentalmente. Para evitar exponer o cortar las fibras durante el tallado, terminado y pulido del muñón de resina proponemos el uso de una guía de silicona basada en el diseño final de la restauración que nos permita ubicar tridimensionalmente las fibras dentro del muñón. Si bien ubicar las fibras de polietileno en sentido mesio-distal es relativamente sencillo, hacerlo en el sentido vestibulo palatino complica su ubicación pues se depende de visión indirecta y la presencia de los dientes contiguos limita el acceso a estas zonas, sumado a la anatomía de la concavidad palatina de los incisivos marcan dificultades en delimitar los espacios para cada material.

La guía de silicona personalizada permite optimizar la ubicación tridimensional de fibras dentro de muñones de resina en dientes endodónticamente tratados, contribuyó además a evitar el desperdicio de materiales y tiempos operatorios extras debido a la necesidad de cubrir nuevamente las fibras expuestas de forma accidental durante el tallado y pulido final del muñón de resina. Esta guía fue útil para calibrar el espacio necesario para el material de remplazo adamantino (corona cerámica) y guio en el tallado, los ajustes oclusales fueron mínimos ya que partimos del diseño final de la restauración para la confección de todos los elementos internos. Futuras investigaciones deberían explorar su aplicación en otras áreas clínicas y evaluar su impacto a largo plazo en la supervivencia de las restauraciones.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias Bibliográficas

1. Zarow M, Dominiak M, Szczeklik K, Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez C. Effect of composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Polymers*. 2021 Jul 9;13(14):1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13142251>
2. Kharouf N, Arntz Y, Eid A, Zghal J, Sauro S, Haikel Y. Physicochemical and antibacterial properties of novel, premixed calcium silicate-based sealer compared to powder-liquid bioceramic sealer. *J Clin Med*. 2020 Sep 25;9(10):1-17. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9103096>
3. Eskitaşcıoğlu G, Belli S. Use of a bondable reinforcement fiber for post-and-core buildup in an endodontically treated tooth: a case report. *Quintessence Int*. 2002;33(7). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12165992/>
4. Sadr A, Bakhtiari B, Hayashi J, Luong M, Chen Y, Chyz. Effects of fiber reinforcement on adaptation and bond strength of a bulk-fill composite in deep preparations. *Dent Mater*. 2020 Apr 1;36(4):527-534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.007>
5. Sáry T, Garoushi S, Braunitzer G, Alleman D, Volom A, Fráter M. Fracture behaviour of MOD restorations reinforced by various fibre-reinforced techniques - An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2019 Oct;(98):348-356. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbm.2019.07.006>
6. Magne P, Lazari P, Carvalho M, Johnson T, Del Bel Cury A. Ferrule-effect dominates over use of a fiber post when restoring endodontically treated incisors: an in vitro study. *Oper Dent*. 2017 Jul 1;42(4):396-406. DOI: <https://doi.org/10.2341/16-243-L>
7. Carvalho M de, Lazari P, Gresnigt M, Del Bel Cury A, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 18;32. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0074>

8. Tan P, Aquilino S, Gratton D, Stanford C, Tan S, Johnson W. In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. *J Prosthet Dent*. 2005 Apr;93(4):331-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.01.013>
9. Sorensen J, Engelman M. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1990 May 1;63(5):529-536. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(90\)90070-S](https://doi.org/10.1016/0022-3913(90)90070-S)
10. Juloski J, Apicella D, Ferrari M. The effect of ferrule height on stress distribution within a tooth restored with fibre posts and ceramic crown: a finite element analysis. *Dent Mater*. 2014 Dec 1;30(12):1304-1315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.09.004>
11. Stankiewicz N, Wilson P. The ferrule effect. *Dent Update*. 2008 May 2;35(4):222-228. DOI: <https://doi.org/10.12968/denu.2008.35.4.222>
12. Magne P, Mori-Ubaldini A. Thermal and bioactive optimization of a unidose 3-step etch-and-rinse dentin adhesive. *J Prosthet Dent*. 2020 Oct;124(4):1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.03.011>
13. Magne P, Goldberg J, Edelhoff D, Güth J. Composite resin core buildups with and without post for the restoration of endodontically treated molars without ferrule. *Oper Dent*. 2016;41(1):64-75. DOI: <https://doi.org/10.2341/14-258-L>
14. Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, Krastl G. Ferrule comes first, post is second! Fake news and alternative facts? A systematic review. *J Endod*. 2018 Feb;44(2):212-219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.020>
15. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, Nasser M, Alrowaili E. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Sep 25;(9):1-25. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009109.pub3>
16. Aksornmuang J, Nakajima M, Senawongse P, Tagami J. Effects of C-factor and resin volume on the bonding to root canal with and without fibre post insertion. *J Dent*. 2011 Jun;39(6):422-429. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.03.007>
17. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha J, Krejci I, Meyer J, Pashley D. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*. 2003 May;19(3):199-205. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(02\)00030-1](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(02)00030-1)
18. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano-Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: a review. *J Adhes Sci Technol*. 2009 Jan;23(7-8):1053-1083. DOI: <https://doi.org/10.1163/156856109X440957>
19. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004 Mar;97(3):381-387. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2003.10.004>
20. Tay F, Loushine R, Lambrechts P, Weller R, Pashley D. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005 Aug;31(8):584-589. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.don.0000168891.23486.de>
21. Arola D, Reprogel R. Tubule orientation and the fatigue strength of human dentin. *Biomaterials*. 2006 Mar;27(9):2131-2140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.10.005>
22. El Mowafy O, Watts D. Fracture toughness of human dentin. *J Dent Res*. 1986 May;65(5):677-681. DOI: <https://doi.org/10.1177/00220345860650050901>
23. Ivancik J, Arola D. The importance of microstructural variations on the fracture toughness of human dentin. *Biomaterials*. 2013 Jan;34(4):864-874. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.10.032>
24. Shinno Y, Ishimoto T, Saito M, Uemura R, Arino M, Marumo K. Comprehensive analyses of how tubule occlusion and advanced glycation end-products diminish strength of aged dentin. *Sci Rep*. 2016 Jan 22;6(1):19849. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep19849>
25. Zhang Y, Du W, Zhou X, Yu H. Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *Int J Oral Sci*. 2014 Jun;6(2):61-69. DOI: <https://doi.org/10.1038/ijos.2014.21>
26. Soares C, Rodrigues M, Faria-e-Silva A, Santos-Filho P, Verissimo C, Kim H. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? *Braz Oral Res*. 2018 Oct 18;(32). DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0076>

27. Carvalho M, Lazari-Carvalho P, Del Bel Cury A, Magne P. Fatigue and failure analysis of restored endodontically treated maxillary incisors without a dowel or ferrule. *J Prosthet Dent*. 2022 Jun;131(2):241-250.. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.07.007>
28. Belli S, Eskitascioglu G. Biomechanical properties and clinical use of a polyethylene fibre post-core material. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2001 [citado 28 de septiembre de 2023];28(9):911-917. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237797197_Bio-mechanical_properties_and_clinical_use_of_a_polyethylene_fiber_post-core_material
29. Erkut S, Gulsahi K, Caglar A, Imirzalioglu P, Karbhari V, Ozmen I. Microleakage in overflared root canals restored with different fiber reinforced dowels. *Oper Dent*. 2008 Jan;33(1):96-105. DOI: <https://doi.org/10.2341/07-47>
30. Deliperi S, Alleman D, Rudo D. Stress-reduced direct composites for the restoration of structurally compromised teeth: fiber design according to the "wall-papering" technique. *Oper Dent*. 2017 May;42(3):233-243. DOI: <https://doi.org/10.2341/15-289-T>
31. Lassila L, Keulemans F, Vallittu P, Garoushi S. Characterization of restorative short-fiber reinforced dental composites. *Dent Mater J*. 2020 Nov 27;39(6):992-999. DOI: <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-088>
32. Tsujimoto A, Barkmeier W, Takamizawa T, Latta M, Miyazaki M. Mechanical properties, volumetric shrinkage and depth of cure of short fiber-reinforced resin composite. *Dent Mater J*. 2016;35(3):418-424. DOI: <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-280>
33. van den Breemer C, Cune M, Özcan M, Naves L, Kerdijk W, Gresnigt M. Randomized clinical trial on the survival of lithium disilicate posterior partial restorations bonded using immediate or delayed dentin sealing after 3 years of function. *J Dent*. 2019 Jun 1;85:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.02.001>
34. Carvalho M, Lazari-Carvalho P, Polonial I, Souza J, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(1):88-98. DOI: <https://doi.org/10.1111/jerd.12700>
35. Gresnigt M, Cune M, Jansen K, Van der Made S, Özcan M. Randomized clinical trial on indirect resin composite and ceramic laminate veneers: up to 10-year findings. *J Dent*. 2019 Jul;86:102-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.06.001>

Recibido: 27 de marzo 2025.

Aceptado: 30 de octubre 2025.

Publicado: 12 de noviembre 2025