

**RECONSTRUCCIÓN DE DIENTES ANTERIORES TRATADOS
ENDODÓNTICAMENTE CON DEFICIENTE REMANENTE CORONAL.**

**RECONSTRUCTION OF ENDODONTICALLY TREATED ANTERIOR TEETH
WITH DEFICIENT CORONAL REMANENT**

AUTORES

José Manuel Villada Urrea

OD, residente Posgrado Rehabilitación Oral CES

Villadau.jose@uces.edu.co

ASESORES TEMATICOS

Dr. Carlos Andrés Bustamante Vargas

OD, Rehabilitador Oral , Docente Posgrado Rehabilitación Oral CES

Cbustamantev@ces.edu.co

Dr. Sebastián Muñoz Zapata

OD, Protésista Periodontal, Director, Docente Posgrado Rehabilitación Oral CES

Smunoz@ces.edu.co

**Medellín
Universidad CES
Facultad Odontología
2023**

1. RESUMEN

Las propiedades biomecánicas de los dientes sometidos a tratamiento endodóntico difieren de los dientes vitales debido a la pérdida de tejido duro, la extensión de la caries dental y la preparación del conducto. La preservación del tejido es crucial en dientes no vitales. Por este motivo, es necesario evaluar el componente funcional considerando las fuerzas masticatorias y la conservación de la estructura dental para planificar la reconstrucción de dientes anteriores afectados. En este contexto, cobra importancia el "efecto férula", ya que refuerza la corona dental sobre la estructura remanente, mejorando así el comportamiento biomecánico de los dientes tratados endodónticamente. Además, el grosor y la altura de la férula son aspectos críticos para la resistencia a la fractura. Una férula parcial sigue siendo valiosa para proporcionar resistencia. Es relevante clasificar las estructuras dentales tratadas endodónticamente según factores como el grosor de la pared, la altura del pilar, la integridad circunferencial y aspectos radiculares, como el diámetro y la forma del conducto. El proceso adhesivo en dientes tratados endodónticamente se ve influenciado por el barrillo dentinario y los irrigantes utilizados. Por lo tanto, es fundamental eliminar adecuadamente el barrillo dentinario y neutralizar irrigantes como el NaCOI y el EDTA para lograr una adhesión fuerte. La colocación de postes en dientes anteriores tratados endodónticamente modifica su comportamiento biomecánico, y las reconstrucciones de pilar sin poste pueden ser preferibles debido a su menor concentración de estrés. Si bien el tratamiento endodóntico es esencial para preservar los dientes, es igualmente crucial realizar una restauración adecuada y lograr una fuerte adhesión a la dentina para garantizar la durabilidad y resistencia de estos dientes.

Palabras clave: Poste, no poste, reconstrucción de muñón, efecto férula, diente tratado endodónticamente, biomecánica.

SUMMARY

The biomechanical properties of teeth undergoing endodontic treatment differ from vital teeth due to hard tissue loss, dental caries extent, and canal preparation. Tissue preservation is crucial in non-vital teeth. For this reason, it is necessary to evaluate the functional component considering the masticatory forces and the conservation of the dental structure to plan the reconstruction of affected anterior teeth. In this context, the "ferrule effect" becomes important, since it reinforces the dental crown on the remaining structure, thus improving the biomechanical behavior of endodontically treated teeth. Furthermore, the thickness and height of the splint are critical aspects for fracture resistance, a partial splint is still valuable to provide resistance. It is relevant to classify endodontically treated dental structures according to factors such as wall thickness, abutment height, circumferential integrity, and root aspects such as canal diameter and shape. The adhesive process in endodontically treated teeth is influenced by the smear layer and the irrigants used. Therefore, it is essential to properly remove the smear layer and neutralize irrigants such as NaCOI and EDTA to achieve strong adhesion.

Placing posts in endodontically treated anterior teeth modifies their biomechanical behavior, and postless abutment reconstructions may be preferable due to their lower stress concentration. While endodontic treatment is essential to preserve teeth, it is equally crucial to perform an adequate restoration and achieve strong adhesion to the dentin to ensure the durability and strength of these teeth.

Key words: Post, Not post, abutment reconstruction, ferrule effect, endodontic treatment teeth, biomechanical.

2. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del tratamiento endodóntico es eliminar el tejido infectado y microorganismos que se encuentran en el conducto radicular, para controlar la respuesta inflamatoria periapical y las infecciones.(1) Esto se combina con la obturación eliminando espacios vacíos donde los microorganismos podrían alojarse. Es un tratamiento predecible, con una tasa de éxito de hasta el 97%.(2)

Las propiedades mecánicas de los dientes tratados endodónticamente difieren de los dientes vitales, principalmente debido a la pérdida de volumen de los tejidos duros, extensión de la caries dental, propagación de fracturas y preparación final de la cavidad.(3) La preparación del conducto y los irrigantes endodónticos también pueden afectar la biomecánica del diente debido a la cantidad de tejido eliminado y las posibles alteraciones químicas o estructurales. Por tanto, conservar la mayor cantidad de tejido es crucial en dientes no vitales.(4)

Los criterios de restauración para dientes tratados endodónticamente deben adaptarse según se trate de dientes anteriores o posteriores. Los anteriores, por su menor estructura y ubicación anatómica, responden de manera menos favorable biomecánicamente bajo fuerzas masticatorias en comparación con los posteriores.(5)

Para restablecer el rendimiento biomecánico después del tratamiento endodóntico, es importante considerar la pérdida de la estructura dental como el factor más crítico para el diente. También hay evidencia del impacto del efecto férula y, en combinación, del nivel de dificultad del tratamiento endodóntico, la estructura dental remanente y el estado dental del paciente.(6)

La literatura respalda la restauración directa con resina como un método restaurador eficaz, mediante una técnica adhesiva que cree un cuerpo único e integrado (monobloque) donde interactúen todos los materiales e interfaces.(1) A su vez, es la forma como se finaliza de manera eficiente un tratamiento de conducto.

Comparativamente, el retratamiento endodóntico puede generar más defectos que el tratamiento primario, dado que en este ya existe una disminución del volumen estructural del diente de hasta un 30%, pudiendo aumentar el riesgo de fracaso.(1) (7)

Se planteó como objetivo determinar un protocolo basado en la evidencia para la reconstrucción de dientes anteriores tratados endodónticamente con deficiente remanente coronal; la cementación adhesiva de postes de fibra de vidrio y la reconstrucción de muñones sin postes; y de esta forma evidenciar cuál de las opciones de tratamiento tiene mejor comportamiento biomecánicamente.

Pregunta PICO

P: Dientes anteriores tratados endodónticamente con pérdida extensa de la estructura coronal.

I: Protocolo de reconstrucción en diente anterior.

C: Postes en fibra de vidrio VS reconstrucción de muñón sin postes.

O: Tiene mejor comportamiento biomecánico realizar una reconstrucción de muñón que un elemento intraconducto.

¿Cómo es el comportamiento biomecánico de un diente anterior con pérdida extensa de la estructura coronal, al momento de realizar una reconstrucción de muñón con y sin postes en fibra de vidrio?

Y como pregunta complementaria: ¿Cuál es el protocolo de reconstrucción de estos dientes basado en las alternativas de cementación adhesiva de un poste de fibra de vidrio y la reconstrucción de muñón sin poste?

3. HISTOLOGÍA DEL DIENTE TRATADO ENDODÓNTICAMENTE

Comparado con un diente vital, los dientes sometidos a tratamiento endodóntico muestran evidentes diferencias estructurales. Con el tiempo, experimentan deshidratación y alteraciones en la reticulación del colágeno en la dentina, lo que influye significativamente en sus propiedades mecánicas.(8) Aunque estos cambios influyen ligeramente en el módulo de Young y en el límite proporcional, la magnitud precisa de las modificaciones en las propiedades biomecánicas de la dentina aún no se ha validado completamente.(4)(6)

Estudios como el de Helfer et al. al investigar el contenido de humedad en dientes vitales y no vitales en perros, dividiendo el contenido total de agua de cada diente en agua libre y ligada.(9) Informaron que el contenido de agua en los dientes con obturación radicular era un 9% inferior comparado con los dientes con pulpa vital. Por otro lado, Papa et al.(10) mostraron que la microdureza de dientes con pulpa vital era solo un 3,5% mayor que la de los dientes con obturación radicular, y que solo había un 2,05% menos de agua libre presente en los dientes con obturación radicular que en dientes con pulpa vital. Además, Huang et al.(11) sugirieron que los cambios en el contenido de agua no afectan a las propiedades viscoelásticas de la dentina. A partir de estos datos, se puede concluir que las discrepancias en los resultados obtenidos en estos estudios de laboratorio se podrían explicar por diferencias metodológicas.(6)

4. RESTAURACIÓN DE DIENTES ANTERIORES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE.

Al remover una restauración antigua, se debe realizar un análisis detallado de la cantidad y calidad de estructura remanente para determinar si la futura restauración requerirá retención adicional.(8) Debido a la dificultad para cuantificar esta pérdida de estructura dental, se deben establecer pautas que facilitan esta evaluación.(12) El análisis de la carga oclusal antes de proceder con la restauración de un diente, desempeña un papel fundamental en la planificación del tratamiento para comprender si el paciente presenta una función oclusal aceptable o parafunción.(13)(12) En la región anterior del maxilar, los dientes están sometidos a fuerzas de cizallamiento durante la masticación, convirtiendo esta área en una de alto riesgo para posibles fallos.(7)(8)

Las conclusiones extraídas de la literatura en relación con las restauraciones de los dientes anteriores no deben ser automáticamente extrapoladas a los dientes posteriores y viceversa. La morfología, ubicación anatómica y angulación de los dientes anteriores hacen que tengan un comportamiento biomecánico menos favorable con la carga masticatoria oblicua, distribuyendo esta de manera no alineada con el eje axial, lo que influye directamente en el éxito de la restauración final del diente en particular.(13)

5. EFECTO DE FÉRULA

Según el glosario de términos prostodónticos, se define una férula como una "banda o anillo utilizado para rodear la raíz o la corona de un diente".(14) El concepto de "efecto férula" implica una estructura coronal que se extiende 1,5 – 2,0mm por encima de la unión cemento-esmalte proyectada de la férula, con un espesor mínimo de 1mm. Esta estructura estará rodeada por los 1,5 – 2,0mm apicales de la superficie del intaglio de la corona o del margen de la férula que rodea los 360° de la superficie del diente.(12)(15)(16)

Se reconoce que el "efecto férula" impide la flexión independiente de las estructuras del diente, mejora la distribución de tensiones en la dentina radicular y tiene un efecto beneficioso en el comportamiento biomecánico de los dientes tratados endodónticamente. Por lo tanto, lo que constituye este efecto no es simplemente la estructura dental remanente, sino el refuerzo de la corona sobre esta.(1)(12)(16)

5.a Altura de la férula

Un error común es evaluar la férula antes de decidir el tipo de preparación y el espacio para la cerámica, ya que la preparación del diente puede reducir la altura inicial de la férula. Es esencial contar con una altura suficiente de dentina para que la corona la abrace.(8) El máximo beneficio se logra con una estructura dental vertical de 1,5 – 2mm durante la preparación de la corona. Se sugiere que la corona debe extenderse al menos 2mm más allá de la unión con el núcleo del diente para garantizar un efecto de férula protectora, duplicando así la resistencia a la fractura.(12)

5.b Espesor de la férula

En la práctica clínica, generalmente se considera que las paredes son "demasiado delgadas" cuando tienen un grosor inferior a 1mm. Por lo tanto, la altura mínima de la férula es únicamente relevante si la dentina remanente tiene un grosor mínimo de 1mm. Los estudios sugieren que una dentina con un grosor >2mm aumenta la resistencia a la fractura, aunque aún no existen suficientes estudios para determinar si 1mm de espesor es suficiente.(12)

5.c Paredes remanentes

Una férula circunferencial o uniforme contribuye a una distribución óptima de la tensión en la dentina radicular y en la interfaz del poste. Sin embargo, la caries dental suele afectar principalmente las superficies proximales, dejando otras áreas intactas. La erosión y la abrasión, por otro lado, suelen afectar sólo las paredes vestibulares. En tales situaciones, es común que después de la preparación de la corona, quede una férula parcial.(1)(12) Este término hace referencia a que la altura y el espesor del remanente coronal no son continuos; algunas áreas presentan férula, mientras que otras no la tienen o la tienen en una altura menor.

La literatura sugiere que una férula no uniforme sigue siendo preferible a no tener férula en absoluto. En un estudio realizado por Al-Wahadni en 2002, se observó la presencia de una férula parcial en los dientes anteriores. Compararon la ausencia de férula con tener al menos 3mm de altura solo en la superficie vestibular. Concluyeron que los dientes con 3mm de altura de dentina vestibular, pero sin otras paredes de dentina remanente, presentaban una resistencia a la fractura significativamente mayor en comparación con el grupo de control.(17)

Ng et al. investigaron el concepto de férula parcial en caso de destrucción por caries dental, sugiriendo que la ubicación de la estructura dental sana es más crucial para resistir las fuerzas oclusales que tener 360° de dentina en la pared axial. Los resultados demostraron que tener una férula palatina sólida es tan efectivo como tener una férula completa, ya que esta estructura dental resiste las fuerzas aplicadas según la superficie palatina del incisivo maxilar.(12) Es esencial conservar la estructura dental de la férula que forma parte del cíngulo en estos dientes, ya que proporciona resistencia a las fuerzas de tracción. Para los dientes anteriores mandibulares sería la pared bucal.(16)

La evidencia respalda que una férula parcial, aunque no es ideal como una completa de 360° y 2mm, sigue siendo valiosa para brindar resistencia a la fractura. Sin embargo, entre más paredes con una férula óptima mejoran el comportamiento biomecánico, no es la cantidad de paredes lo que es crucial, sino su ubicación estratégica.(12)

6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL DIENTE TRATADO ENDODONTICAMENTE

6.a Clasificación estructural

En 1991, Kurer propuso una clasificación para dientes no vitales donde consideraba variables como la altura del pilar, la longitud y forma del poste, así como la presencia de fracturas radiculares intraóseas.(18) Sin embargo, no incluyó otras variables importantes, como el diámetro del conducto o el grosor de las paredes del pilar. Posteriormente, en 2005, Peroz et al.(19) propusieron un sistema que complementaba la propuesta de Kurer, considerando también las características de la estructura dental remanente.

Es recomendable realizar esta clasificación a partir de una radiografía periapical y los datos de la endodoncia.(13) Existe controversia sobre si la medición debe realizarse antes o después de la preparación del diente.(5) Aunque Creugers et al. (20) recomiendan medir antes de la preparación, pero con esta ya definida, para permitir ajustes en el plan y garantizar la preservación del grosor y la altura máxima de la estructura dental.

6.b Factores estructurales coronales

Grosor de la pared

Se mide desde la superficie interna (conducto radicular) hasta la superficie externa de la estructura dental residual. Las paredes del pilar con un grosor inferior a 1mm se consideran ausentes en esta clasificación.(5)

Remanente coronal o altura del pilar

Uno de los factores más críticos que influyen en el éxito de una restauración es la cantidad de estructura dental remanente supragingival. La altura se define como la distancia desde el margen gingival hasta el punto más alto del pilar o la corona en dirección vertical, es paralela al eje axial del diente y puede evaluarse utilizando una sonda periodontal.(5)(13)

- *Tipo I:* Corona intacta con apertura cameral y paredes con un grosor superior a 1mm o restauraciones sin compromiso estructural. Estos dientes no requieren preparación adicional y pueden recibir cualquier restauración directa.(8)(13)
- *Tipo II:* Pilar con altura superior a 3mm. En estos casos, es posible aprovechar la anatomía de la cámara pulpar para aumentar la superficie adhesiva. Sin embargo, es fundamental evaluar las relaciones oclusales. El tratamiento en casos con una o dos superficies remanentes no siempre requiere la colocación de un poste.(8)(13)
- *Tipo III:* Pilar con altura entre 1,5mm y 3mm. Se recomienda la colocación de postes en dientes anteriores con estructura dental comprometida, es decir, aquellos con menos del 50% de estructura coronal remanente.(8)(13)
- *Tipo IV:* Pilar con altura inferior a 1,5mm. Los dientes sin férula pueden experimentar fracasos y fracturas radiculares. Si no es posible generar un efecto férula (ni periodontal ni ortodónticamente), un poste colado de oro

podría ser una alternativa viable o un poste de fibra anatómico revestido con resina compuesta podría ser adecuado para crear un monobloque, retrasando así un posible fallo catastrófico y manteniendo el diente en la cavidad oral.(8)(13)(21)

Integridad circunferencial y pilares irregulares

Cuando la altura no es uniforme en toda la periferia, se clasifican dentro del grupo de peor condición. Los dientes anteriores preparados para una corona completa en los que el pilar mantiene todas sus paredes tienen una integridad circunferencial del 100%. Sin embargo, la preparación del diente puede provocar una pérdida parcial de la integridad circunferencial. En estos casos, la clasificación se determina por la fracción del pilar que conserva una integridad circunferencial superior al 50% y dicta el grosor y la altura de la pared. En situaciones en las que pilares con dos paredes diferentes presentan proporciones circunferenciales similares (50%:50%), la clasificación se basa en la fracción que tiene la menor altura del pilar.(5)(13)

6.c Factores estructurales radiculares

Los factores radiculares deben considerarse cuando se necesita un poste para la retención de una corona.

Diámetro del conducto

Se refiere a la amplitud del conducto radicular en relación con el diámetro radicular tanto en la dimensión bucolingual como mesiodistal. El análisis del diámetro del conducto se realiza mediante una radiografía periapical, pero debe complementarse en el examen clínico.(5) Se mide en tercios en comparación con el diámetro de la raíz y define la amplitud del conducto después de la preparación para la inserción del poste:

- *A: Angosto:* $< 1/3$ del diámetro radicular total.
- *M: Mediano:* igual a $1/3$ del diámetro radicular total.
- *G: Grande:* $> 1/3$ del diámetro radicular total.

Profundidad del conducto

La profundidad del conducto se refiere a la longitud restante del conducto radicular después de la preparación para la cementación del poste. Se mide desde el nivel más apical del margen de preparación hasta el extremo apical del conducto.(5)(13) Esta medida se obtiene a través de una radiografía periapical con técnica paralela y se clasifica en tres categorías:

- *C: Corto:* $\leq 1/3$ de la longitud radicular total.
- *M: Mediano:* $\geq 1/3$ de la longitud radicular total.
- *L: Largo:* $\geq 2/3$ de la longitud radicular total.

Forma del conducto

La forma del conducto radicular se determina en gran medida por la técnica y los instrumentos utilizados en la preparación del poste. Básicamente, existen dos tipos de preparación del conducto: cónica y paralela.(5)

7. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RIEGO DE FALLA ESTRUCTURAL.

- Categoría A: Sin riesgo anticipado.

Paredes de dentina sanas remanentes alrededor del diente, con altura superior a 2 mm y un espesor mínimo de 1mm. No presentan un riesgo anticipado de falla estructural o mecánica.(12)

- Categoría B: Bajo riesgo.

El efecto férula está comprometido o ausente en alguna de las superficies proximales, o hay dos paredes proximales comprometidas en un diente que sufre cargas laterales ligeras. Bajo riesgo de experimentar fallas estructurales o mecánicas.(12)

- Categoría C: Riesgo medio.

Dos paredes proximales están comprometidas en un diente que soporta cargas laterales pesadas, o hay una pared bucal o lingual comprometida en un diente con cargas laterales ligeras. Riesgo medio de experimentar fallas estructurales o mecánicas.(12)

- Categoría D: Riesgo alto

Una pared bucal o lingual está comprometida en un diente que soporta cargas laterales fuertes, o hay una pared bucal y lingual comprometidas en cualquier diente, o un diente que tiene solo dos paredes adyacentes o solo una pared restante. Alto riesgo de experimentar fallas estructurales o mecánicas, y se deben considerar modalidades alternativas de tratamiento que puedan ser más apropiadas.(12)

- Categoría X

No se puede establecer un efecto férula, por lo que el diente no es restaurable; sugiere una falla estructural muy probable.(12)

Lo anterior solo hace parte de una de las clasificaciones mejores aceptadas. Sin embargo, no es un enfoque absoluto, incluso una categoría X podría considerarse salvable teniendo en cuenta otros factores como la posición y cargas oclusales que recibe el diente y no solo las paredes comprometidas.

8. FACTORES DETERMINANTES EN EL PROCESO ADHESIVO DE UN DIENTE TRATADO ENDODONTICAMENTE

8.a Barrillo dentinal

Cuando se emplean instrumentos rotatorios o manuales para cortar la superficie de la dentina, se genera un residuo compuesto por restos de dentina, esmalte y/o cemento. Este forma una capa amorfa conocida como "barrillo dentinal". Compuesta principalmente por hidroxapatita y colágeno desnaturalizado, también contiene microorganismos, saliva, fragmentos de instrumentos rotatorios y cementos provisionales. Las partículas en esta capa tienen un tamaño menor a

0,5 -15µm y pueden extenderse en los túbulos dentinarios hasta aproximadamente 40µm de profundidad.(21)(22)

El grosor del barrillo dentinal puede variar según el tipo y filo de los instrumentos de corte, así como si la dentina está seca o húmeda durante el proceso de corte. Se ha observado que la cantidad de barrillo producido durante la preparación con las fresas Gates-Glidden o las fresas para postes, es mayor en volumen que el producido por limas manuales.(21)

La preparación del espacio para el poste dentro del conducto genera lo que se conoce como "capa de barrillo dentinario secundaria", que es más gruesa que la capa de barrillo dentinario endodóntico. Está compuesta por residuos y restos de gutapercha, así como partículas de sellador, lo que dificulta su eliminación.(7) Estos residuos se plastifican debido al calor generado por la fricción de la fresa, lo que puede disminuir la penetración y la acción química de los agentes utilizados para unir los postes de fibra.(23)

El barrillo dentinario actúa como una barrera, obstruyendo y sellando parcialmente los túbulos dentinarios, reduciendo la permeabilidad de la dentina hasta en un 86%. Esto dificulta la infiltración de monómeros adhesivos entre las fibras de colágeno desmineralizadas en los túbulos dentinarios durante los procedimientos adhesivos. Esto se traduce en una capa híbrida de menor calidad.(22)

8.b Irrigantes durante la endodoncia

El objetivo principal de los irrigantes en el tratamiento endodóntico es eliminar tanto el componente orgánico, incluyendo restos de tejido pulpar y microorganismos, como el componente inorgánico, el "barrillo dentinal". Una solución de trabajo es utilizada para la limpieza del conducto, mientras que una solución de irrigación es esencial para la eliminación efectiva de los restos y barrillo dentinario. Dado que no existe una solución única capaz de disolver tanto tejidos orgánicos como desmineralizar el barrillo dentinario, se recomienda el uso secuencial de disolventes orgánicos e inorgánicos.(21) Sin embargo, es fundamental tener en cuenta que el uso prolongado o en concentraciones elevadas de los irrigantes puede alterar las propiedades físicas y mecánicas de la dentina, como su resistencia a la flexión y módulo elástico.(1)

Investigaciones han demostrado que tanto el ácido etilendiaminotetraacético como el hipoclorito de sodio pueden ser óptimos en términos de fuerza de adhesión entre los materiales restauradores y la dentina. Para obtener los mejores resultados, es crucial eliminar completamente los residuos de los irrigantes endodónticos después de la preparación del espacio radicular.(1)

Por ejemplo, el hipoclorito de sodio (NaOCl) facilita el desbridamiento, lubricación, desinfección y deshidratación de la dentina, así como la eliminación de la capa de colágeno. Sin embargo, es importante evitar su uso como irrigación final, ya que puede erosionar permanentemente la dentina del conducto radicular y afectar

negativamente la fuerza de unión entre la dentina y los sistemas adhesivos por los radicales libres, lo que genera una terminación prematura de la cadena y una polimerización incompleta.(24) Neutralizar el NaOCl residual con agentes como ácido ascórbico es fundamental para minimizar esta disminución en la resistencia de adhesión.(25)(26)(27)

Por otro lado, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) se emplea como agente de irrigación prefinal, desmineralizando la dentina y mejorando la adhesión entre el material de obturación y las paredes dentinarias.(24)(25) Inhibe la actividad de la metaloproteínasa de la matriz de dentina endógena, lo que minimiza la degradación de la capa híbrida después de la adhesión. No obstante, su beneficio parece ser más prominente en sistemas autoadhesivos en comparación con sistemas adhesivos basados en grabado y lavado.(7)(28)

El digluconato de clorhexidina (CHX) es un irrigante químico reconocido por sus propiedades antimicrobianas y su baja toxicidad; demuestra una actividad antimicrobiana efectiva en el conducto radicular hasta por 12 semanas. Se emplea con frecuencia como irrigante final, ya que no puede disolver el contenido orgánico ni eliminar de manera efectiva la capa de barrillo dentinario como lo hacen el NaOCl y el EDTA. Para la desinfección antes de un procedimiento adhesivo, se puede utilizar CHX como solución desinfectante eficaz.(22)(24) Además de sus propiedades antimicrobianas, la CHX posee un efecto inhibitorio sobre las metaloproteinasas de amplio espectro, lo cual puede mejorar significativamente la estabilidad de la adhesión en la dentina descalcificada.(25) La absorción de clorhexidina por la dentina y su posterior liberación tienen una duración de entre 48 y 72 horas después de la instrumentación.(23)(29)

Morris et al. descubrieron que tanto el NaOCl como el EDTA reducían significativamente la fuerza de adhesión del material restaurador a la dentina radicular.(30) Perdigão et al. demostraron que esta reducción puede invertirse completamente mediante la aplicación de agentes reductores como ácido ascórbico al 10% o ascorbato sódico al 10% por 10 segundos.(26)(31)

9. ADHESIÓN A DENTINA RADICULAR EN DIENTE TRATADO ENDODÓNICAMENTE

La dentina es un tejido complejo que muestra variaciones según su ubicación en el diente (dentina superficial, profunda, coronal y radicular), lo que da lugar a diversas respuestas y reacciones ante agresiones o condiciones del entorno oral, como caries dentinarias, dentina terciaria, esclerótica y erosionada. Es un tejido vital, permeable, elástico y avascular. Protege el tejido blando que constituye la pulpa, contribuye a la absorción de las cargas que recibe el esmalte durante la función y tiene capacidad de síntesis y crecimiento a lo largo de toda la vida dental;(1) es una estructura orgánica (70% de material inorgánico, un 18% de matriz orgánica y un 12% de agua en peso) tiene una mayor resistencia a la flexión y una deformación inelástica más significativa que la dentina coronal.(22)

Estudios han indicado que la fuerza de adhesión a la dentina intrarradicular disminuye desde el tercio coronal hasta el tercio apical del conducto radicular. Se ha observado que el grosor de la capa híbrida y la densidad de los tag de resina también disminuyen en esta misma dirección, lo que resalta que la unión a la dentina radicular es menos fiable que la unión a la dentina coronal.(32)

Varios factores pueden afectar esta adhesión a las paredes del conducto, incluyendo la presencia de barrillo dentinario, el método de preparación del espacio para el poste, factores clínicos adversos, disolventes de gutapercha y el uso de soluciones desinfectantes como el NaOCl en concentraciones superiores al 2%, ya sea en combinación con EDTA o medicamentos intraconducto.(13)

Se han propuesto diversas estrategias para mejorar la adhesión a la dentina en dientes con obturación radicular. La utilización de sistemas de arenado con óxido de aluminio o vidrios bioactivos para preparar la dentina después del tratamiento endodóntico y previo a los procedimientos de restauración ayuda a eliminar los residuos de materiales utilizados en los procedimientos endodónticos y proporciona paredes de dentina más lisas con ángulos internos redondeados.(6) (33)

En la actualidad, los agentes adhesivos de tres pasos para dentina promoven una eliminación más eficaz del barrillo dentinario, estos agentes proporcionan un patrón de desmineralización más uniforme.(6)(22) Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas estrategias de adhesión son sensibles a la técnica; por ejemplo, tiempos de grabado prolongados pueden crear una zona desmineralizada demasiado profunda para una infiltración eficaz del adhesivo, lo que resulta en una unión más débil y una degradación acelerada. También, los clínicos a menudo tienden a secar en exceso la dentina, provocando la pérdida de las fibrillas de colágeno y la consiguiente falta de infiltración de resina en la capa híbrida.(6)(26) La polimerización adecuada del agente adhesivo es fundamental para lograr una adhesión sólida y duradera. Las consecuencias clínicas de la falta de infiltración incluyen la degradación de la capa híbrida y las microfiltraciones, que pueden progresar a caries dental secundarias y, potencialmente, reinfección de los dientes obturados radicularmente.(13)

Dado que la dentina peritubular está altamente mineralizada, el uso del agente de grabado abre los túbulos, canalizando sus orificios y eliminando todos los tapones de barrillo dentinario residuales. La dentina intertubular se desmineraliza solo a una profundidad de unas pocas micras, dependiendo de la concentración de ácido, la formulación del gel, el tiempo y la forma de aplicación. La unión establecida por los sistemas adhesivos de grabado y lavado se basa únicamente en la retención micromecánica entre la matriz dentinaria desmineralizada y el sistema adhesivo polimerizado. La penetración del adhesivo en los túbulos dentinarios crea los denominados "tags" de resina, que se extienden especialmente cuando el adhesivo se aplica en dientes tratados endodónticamente, ya que no hay presión pulpar adversa.(23)

10. RECONSTRUCCION DE DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

10.a Postes y núcleos

Los postes radiculares son una forma de asegurar la restauración de dientes debilitados, especialmente en los anteriores. Factores clave para determinar su necesidad incluyen la cantidad de estructura dental coronal restante y el tipo de diente. A pesar de controversias en estudios in vitro, se requiere evidencia clínica para respaldar su capacidad de fortalecimiento de la estructura dental.(6)(7)

Históricamente, los postes y muñones colados en oro se consideraban el estándar de oro. Sin embargo, se han desarrollado alternativas, como los postes de fibra, que tienen un módulo de elasticidad más cercano al de la dentina. Esto permite una mejor absorción y distribución de tensiones en la estructura radicular remanente comparado con postes metálicos y cerámicos.(4)(13)

Clasificación

Tipo de poste

Los postes reforzados con fibra han demostrado ventajas sobre los postes metálicos. A pesar de tener menor capacidad de carga, su rendimiento se considera positivo debido a su patrón de falla que protege la estructura dental remanente, evitando fracturas radiculares. Las fracturas con postes de fibra tienden a ocurrir más superficialmente, lo que permite restauraciones más efectivas en comparación con fracturas más profundas asociadas a pernos metálicos. En situaciones comprometidas sin una buena férula, se prefiere utilizar postes cementados en lugar de postes metálicos.(12)

Se recomienda revestir los postes de fibra de vidrio con resina compuesta para una adaptación óptima a conductos radiculares no uniformes o agrandados. Una mala adaptación puede resultar en un espesor desigual del cemento, aumentando el riesgo de inclusiones de huecos. Además, un espesor elevado del cemento de resina aumenta la concentración de tensiones en el cemento de resina y disminuye los valores de resistencia de adhesión. La resina compuesta, con un módulo elástico similar al de la dentina, proporciona una distribución homogénea de tensiones, emulando la estructura de un diente sano.(1)(6)

Materiales

Los postes reforzados con fibra presentan la principal ventaja al tener un módulo elástico similar al de la dentina, permitiendo una distribución más uniforme de las cargas oclusales a través de la raíz y un patrón de fracaso más favorable, lo que facilita su reparación.(3)(1) Estos fueron diseñados para abordar preocupaciones estéticas asociadas con los postes de fibra de carbono. Los postes flexibles, como los de fibra de carbono, introducidos hace casi 30 años, emplean resina epoxi reforzada con fibras de carbono unidireccionales, mejorando la adhesión mecánica y resistencia a la fatiga en comparación con los postes colados. Estos postes se vuelven radiopacos mediante la adición de sulfato de bario y/o silicato.(7)(34)(35)

Además, los postes de resina epoxi reforzados con fibra de vidrio, fabricados con vidrio o fibras de sílice, mejoran la estética de restauraciones totalmente cerámicas al ser translúcidos o blancos. Han demostrado alta resistencia a la fatiga y a la tracción, con un módulo de elasticidad más cercano al de la dentina en comparación con los postes de fibra de carbono. Sin embargo, pueden presentar radiopacidad moderada, dificultando su visualización en radiografías cuando están cementados en la dentina.(34)

Protocolo de preparación y cementación de postes en fibra de vidrio

En el proceso de tratamiento en el conducto radicular para la colocación del poste, se consideran varios aspectos clave:

Profundidad de la preparación: Se busca lograr estabilidad intrarradicular, generalmente preparando de 2/3 a 3/4 de la longitud radicular embebida en hueso o igual a la longitud de la corona clínica (relación 1:1). Sin embargo, debe respetarse un selle apical de endodoncia de 4mm, lo que puede generar cierta contradicción en casos específicos.(13)(36)

Forma de la preparación intrarradicular: Se presentan dos alternativas principales; forma cónica, se considera natural y conservadora, especialmente en dientes anteriores. Preserva la anatomía radicular, pero puede causar un efecto de cuña, lo cual es desfavorable biomecánicamente. Forma Paralela, mejora la retención y genera menos esfuerzo, aunque requiere más remoción de dentina, lo que puede aumentar la fragilidad de la raíz en la zona del poste.(5)(13) Se debe tener en cuenta la eliminación de la dentina superficial alterada por irrigantes, medicamentos o rellenos del conducto, pero la preparación debe ser mínima para maximizar la conservación de la dentina.(6)(24)

Selección y diseño del poste: Se debe considerar tanto el tipo de material como las dimensiones adecuadas; según el tipo de material, los postes de metal colado presentan un alto módulo elástico, pero se asocian con una mayor incidencia de fracturas radiculares. En contraste, los postes de fibra de vidrio y cuarzo tienen resistencia a la flexión y módulos de flexión similares, siendo una opción menos riesgosa en términos de falla catastrófica. Además, los postes de fibra de vidrio pueden tener superficies lisas o dentadas, siendo los dentados menos rígidos que los lisos.(1)

La longitud del poste debe ser igual a la longitud de la corona o 2/3 de la longitud radicular embebida en hueso. Este principio, creado para postes metálicos, garantiza la retención por fricción. Aunque a veces se ve limitada por curvaturas u obstrucciones radiculares, es esencial para una buena retención del poste de fibra de vidrio, al aumentar la superficie de adhesión.(8)

Es importante considerar que a mayor diámetro del poste, mayor tensión en la raíz, sin aumentar la retención. Además, incrementar el diámetro implica eliminar

estructura dental, disminuyendo la resistencia a la fractura. Se recomienda que el diámetro del poste no exceda un tercio del diámetro radicular, manteniendo una proporción adecuada con las dimensiones medias de la raíz.(4)(36)

Estos aspectos son fundamentales para una preparación precisa y efectiva en el conducto radicular, se optimiza la selección y diseño asegurando una retención adecuada del poste y, en última instancia, una restauración postendodóntica exitosa.

Proceso en el poste: En el proceso de preparación del poste de fibra, se busca mejorar la rugosidad de su superficie para una mejor adhesión del cemento de resina. Para lograrlo, se han propuesto métodos como:

El ácido fuerte (ácido Fluorhídrico); aunque se propuso inicialmente debido a la similitud química con materiales cerámicos, su uso no es recomendado, ya que puede dañar las fibras de vidrio, afectando la integridad del poste. Por otro lado, una cuidadosa abrasión con partículas de alúmina mejora la rugosidad y el área superficial, permitiendo el enclavamiento mecánico con el cemento de resina. Posteriormente, la limpieza con etanol mejora la unión entre el cemento de resina y el poste, al exponer más fibras de vidrio y proporcionar retención micromecánica adicional para los composites de resina.(24)(29)

Los agentes de acoplamiento de silano, Aunque algunos fabricantes recomiendan su uso para aumentar la humectabilidad de la superficie del poste, estudios indican que la capacidad de adhesión no mejora significativamente debido a la incompatibilidad del silano con las resinas epoxi presentes en la matriz de los postes de fibra.(22)(29)

Proceso de cementación adhesiva o retención y resistencia

Debido a la irregularidad morfológica de la dentina del conducto radicular y la limitada visibilidad, las técnicas adhesivas representan un desafío. Sin embargo, la aplicación de un sistema de cementación adhesiva puede proporcionar una mayor retención, reducir la microfiltración y aumentar la resistencia a la fractura radicular. (7)

El factor de configuración (Factor C) se utiliza para cuantificar la geometría de la preparación de la cavidad para la adhesión. Una mayor proporción de superficies no adheridas puede reducir la tensión ejercida sobre las superficies adheridas debido a la contracción de la polimerización.(26)(37)

Es esencial lograr superficies dentinarias limpias después de la preparación mecánica del espacio del poste para garantizar una óptima retención y adhesión del mismo. Los monómeros ácidos presentes en los adhesivos dentinarios autograbantes o en los cementos de resina autograbantes son menos predecibles para modificar la gruesa capa de barrillo dentinario y para formar la capa híbrida a lo largo de las paredes del espacio del poste.(24)

Se plantea la fricción como un medio de retención para los postes cementados en el conducto radicular. La resistencia al desprendimiento parece relacionarse con la fricción en lugar de la adhesión.(38)

Se han sugerido varias estrategias adhesivas para los postes de cementación, que van desde la aplicación separada de adhesivo (adhesivos de grabado y lavado con ácido fosfórico o adhesivos de autograbado) y cemento de resina, hasta el uso de cementos de resina autoadhesivos.(7) El grabado ácido de la dentina radicular con ácido fosfórico seguido de un enjuague abundante con agua es útil para eliminar la capa de barrillo dentinario creada tras la preparación del espacio del poste. No obstante, la eficacia del grabado ácido en la zona apical plantea interrogantes debido a que los conductos, que son intrincados, estrechos y profundos, no pueden ser completamente limpiados y liberados de la capa de barrillo dentinario.(24)

Se recomienda emplear sistemas de polimerización dual para asegurar una polimerización adecuada de los materiales. Un metaanálisis basado en datos in vitro resumió que el uso de cementos de resina autoadhesivos parece beneficiar la retención de postes de fibra; estos resultados pueden estar relacionados con que los protocolos para el uso de estos cementos son menos sensibles a la técnica.(7) (29)

No se aconseja utilizar materiales fotopolimerizables debido a que la luz no puede penetrar a lo largo del poste, lo que puede llevar a una baja conversión de los monómeros de resina a medida que se acerca a las zonas apicales, comprometiendo la integridad de la interfaz adhesiva. Los materiales de polimerización dual ofrecen un mayor tiempo de trabajo con beneficios favorables en cuanto a la adaptación del poste en el conducto. Por su parte la autopolimerización, o química, provee un tiempo de trabajo más rápido; permiten un mejor control de la adaptación del poste y son una opción más fiable para conseguir una buena polimerización del cemento a lo largo del poste.(22)(39) Otra alternativa, es el material 2 en 1 utilizado para cementar el poste y reconstruir el muñón con el mismo material polimerizado dual. La “interfaz de unión monobloque” entre la dentina, el poste y la corona podría resultar en una restauración con supervivencia a largo plazo y alta resistencia.(40)

Para mejorar el grado de conversión de los cementos de resina de curado dual, se debe aumentar el tiempo de fotopolimerización de los cementos de resina a través de postes de fibra para lograr un grado de polimerización adecuado en los tercios cervicales y medios del espacio de los postes. La retención del poste aumenta significativamente de 15 minutos a 24 horas después de la cementación; estos cementos no se fijan completamente justo después de la cementación, incluso si se utiliza fotopolimerización. Por ello, se debe esperar 24 a 48 horas para la preparación final.(24)

La descementación se ha descrito como uno de los fallos más comunes en dientes restaurados con postes endodónticos cementados adhesivamente y puede estar directamente asociada a problemas de unión adhesiva dentro del conducto radicular (por ejemplo: polimerización insuficiente, aplicación inadecuada de adhesivo, selección inapropiada del material de cementación y evaporación insuficiente de disolventes).(7)

Núcleos

En cuanto a las restauraciones de muñones, las resinas compuestas son comunes debido a su simplicidad de uso y resultados mecánicamente homogéneos. Las resinas compuestas *bulk fill* se han introducido para facilitar su aplicación en espesores de 4 a 5mm sin técnica incremental, polimerizando en un solo paso, mejorando así la resistencia a las fuerzas masticatorias y el rendimiento de las coronas.(40)(35)

10.b NO POSTE

El enfoque de no poste consiste en aprovechar la cámara pulpar y/o la porción coronal del conducto radicular como superficie adhesiva para la restauración. Esta técnica implica una simplificación notable al considerar tanto la corona como el muñón como una unidad única. Esta estrategia parece emular de manera más cercana la estructura y el comportamiento biomecánico de un diente natural en comparación con el uso de un poste.(3)(41)

En el caso de los dientes anteriores con una férula, este enfoque se vincula con resultados de falla más favorables que los enfoques con poste, ya que estos últimos se relacionan con fallas radicales en la raíz.(3)

Materiales

Bulkfill: Es un material que tiene como objetivo aplicar incrementos más sustanciales, pero no superiores a 4 a 5mm. Los fabricantes han empleado estrategias para aumentar la profundidad de curado. Estas incluyen la reducción del contenido de relleno, el incremento del tamaño de las partículas y la adición de fotoiniciadores. Asimismo, se ha minimizado la contracción al incorporar moduladores del estrés de contracción en su formulación.(6)

Tener en cuenta que la intensidad de la luz de polimerización disminuirá con la distancia. Por esta razón, cuando la base de una cavidad endodóntica se encuentre a varios milímetros de la fuente de luz, puede ser prudente considerar incrementos iniciales más pequeños para compensar el aumento de la distancia de polimerización.(6)

Fibras de polietileno: introducidas en 1992, es un material de refuerzo en forma de cinta compuesto por una fibra tejida de polietileno preimpregnada, silanizada, tratada con plasma y tejida con gasa de vuelta. La estructura abierta y en forma de encaje de la cinta permite un ajuste preciso a los contornos de los dientes,

creando una estructura tridimensional compuesta por numerosas intersecciones nodales.(34)(42)

Estas características posibilitan un enclavamiento mecánico de la resina y la resina compuesta en diferentes planos, permitiendo así una amplia ventana de procesamiento. Cuando se inserta una cinta fibrosa en la resina compuesta, las fibras actúan como tapones de grietas y agentes endurecedores, proporcionando una red de interfaces que limitan el rápido crecimiento de las grietas. En la práctica clínica, la fibra de polietileno se utiliza en combinación con resina fluida, incrementando el módulo elástico a 23,6 GPa.(42)

Resinas reforzadas con fibras: La incorporación de fibras ha mejorado las propiedades mecánicas de los materiales a base de resina. Estudios recientes han revelado resultados prometedores, mostrando que estas resinas tienen el potencial de frenar la propagación de grietas y actuar como barrera de carga ante fuerzas oclusales elevadas. Estas resinas reforzadas con fibras pueden mejorar la resistencia a la flexión, la tenacidad y la rigidez de los compuestos de resina dentales.(43)

Las resinas reforzadas con fibras soportan eficazmente la tensión de tracción, y las fibras de tejidos continuos tienen el potencial de proporcionar propiedades más consistentes que las fibras unidireccionales debido a la estructura tridimensional resultante del tejido de gasa de vuelta o trenzado triaxial.(42)

Protocolo adhesivo de reconstrucción

Tras aislar el diente, la gutapercha debe retirarse del conducto radicular con instrumentos rotatorios y con instrumentos calentados de ser necesario.(44)

Selección de la fibra y determinación de la longitud

La elección de la fibra depende del diámetro del conducto radicular. Para determinar la longitud adecuada, se mide el espacio con una sonda periodontal y esta medida se duplica. Luego, se añade la longitud estimada del núcleo y se decide la longitud necesaria de la fibra. Posteriormente, se recubren con un adhesivo de curado dual y se almacenan en un recipiente protegido de la luz.(42) (44)

Preparación de la superficie radicular

La superficie interna del conducto radicular se trata con un adhesivo de curado dual para controlar la polimerización en las partes más profundas del conducto. (42)

Preparación de la fibra recubierta de resina y creación muñón

Después de recubrir los trozos de fibra con el agente adhesivo y eliminar el exceso, se envuelve una pieza de fibra de refuerzo recubierta de adhesivo en forma de V. Luego, se condensa firmemente en el espacio del conducto, la primera pieza de fibra en el espacio del poste en orientación vestibular – lingual. A

continuación, se coloca una segunda V de cinta de fibra en la primera V, en ángulo recto se recubre el interior de las V con resina entre las orejas de la fibra, sobresaliendo de la raíz. Finalmente, se le da forma de poste y se polimeriza completamente con luz.(45)(42)

Proceso adhesivo

A nivel de la cámara pulpar, el recubrimiento con resina en las aperturas coronales es un paso crucial para lograr una obturación radicular exitosa a largo plazo. Este proceso reduce de manera significativa la incidencia de filtraciones coronales en los dientes tratados endodóticamente.(46)(47)

Investigaciones realizadas por Lopes et al. han demostrado que la adhesión a la dentina de la cámara pulpar es más confiable que a la dentina del conducto radicular. Esto podría explicarse por las diferencias en la estructura de reticulación del colágeno en distintas ubicaciones de la dentina.(46)

Durante el acceso endodóntico, los instrumentos de corte generalmente no entran en contacto con la cámara pulpar, lo que significa que esta debería estar libre de barrillo dentinario. Por lo tanto, el uso de un ácido fosfórico fuerte puede eliminar el material inorgánico de manera más efectiva que la imprimación ácida. Esto da lugar a diferentes características en las superficies de dentina acondicionadas, lo que puede afectar a las fuerzas de adhesión de los sistemas adhesivos y provocar una capa híbrida débil, sobregabado y colapso de la red de colágeno.(48)

Estudios han demostrado que el proceso de adhesión a la dentina de la cámara pulpar, medido mediante la prueba de resistencia de adhesión a la microtracción, resultó inferior en comparación con la adhesión a la dentina coronal, tanto con un sistema de imprimación y adhesión (15,6 frente a 29,9 MPa) como con un adhesivo de autograbado de 2 pasos (22,5 frente a 36,0 MPa).(32)

Los sistemas de imprimación de autograbado de dos pasos actúan sobre la dentina mediante una acción desmineralizante menos agresiva. Con un grabado suave, proporcionan una adhesión más fiable a la dentina de la cámara pulpar. Además, junto con el recubrimiento de resina, mejora la resistencia de adhesión a la microtracción de los muñones de resina indirecta a la dentina de la cámara pulpar.(46)(49)

11. COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO POSTE VS NO POSTE

Cuando se adhiere un poste al conducto radicular de un diente estructuralmente comprometido, se desencadena un cambio significativo en su comportamiento biomecánico. La relación entre estrés y deformación es directamente proporcional. Un estudio conducido por Saupe en 1996 no reveló diferencias en la resistencia a la fractura entre dientes con postes cementados con o sin férula.(24)(12)

En un incisivo central maxilar vital sin elemento intraconducto, las áreas críticas de concentración de estrés se ubican en la zona cervical externa del diente, bajo la

corona clínica y en el tercio medio del conducto radicular durante la oclusión. Al cementar un poste en el conducto radicular, se observa una concentración de tensión aumentada en la pared vestibular interna de la raíz donde el poste contacta al diente.(24)

Comparativamente, los postes de fibra de carbono y fibra de vidrio generan la menor cantidad de estrés en la porción vestibular de la raíz y en la interfase poste-raíz, en comparación con otros materiales como acero inoxidable y circonio. Esta concentración de estrés alrededor del poste incrementa el estrés en la interfase adhesiva, poniendo en riesgo la unión y disminuyendo la tasa de supervivencia del complejo restaurador. Se ha sugerido que la presencia de una férula puede mejorar la resistencia a la fractura al contrarrestar y distribuir las tensiones generadas por el poste. Es importante tener en cuenta que la interfase poste-dentina es el área crítica para la concentración del estrés. Cualquier intervención dental que resulte en una eliminación excesiva de la estructura del diente sano puede aumentar el riesgo de fractura de la raíz dental.(24)(15)

Los postes de fibra personalizados, así como el uso de haces de fibras, pueden facilitar la adaptación de los postes a la anatomía del conducto radicular. Estos postes han demostrado tener una mayor resistencia a la fractura que los postes de fibra sólida prefabricados en estudios in vitro. Sin embargo, los datos clínicos sobre la eficacia de los postes personalizados no son concluyentes, y se requiere más investigación para evaluar su rendimiento a largo plazo en situaciones clínicas.(6)

Los dientes restaurados con postes de fibra muestran tasas de supervivencia comparables a los restaurados con postes metálicos directos o indirectos. Se recomienda el uso de técnicas adhesivas para la colocación de postes, permitiendo conservar la máxima cantidad de dentina. Con los postes y muñones colados, una adaptación precisa aumenta la resistencia a la fractura, pero al mismo tiempo aumenta la gravedad del daño radicular, lo que puede provocar la extracción del diente.(7)(4)

Al evaluar el comportamiento biomecánico de diferentes tipos de postes (fibra de vidrio y titanio) en la reconstrucción de muñones dentales, considerando la presencia o ausencia de un efecto férula, se encontró que la presencia de una férula aumentó significativamente la supervivencia de las restauraciones. Además, se observó que los grupos con postes de fibra de vidrio y reconstrucciones de resina compuesta bulk tenían una mayor resistencia a la fatiga en comparación con los grupos que utilizaron postes de titanio. Sin embargo, todos los grupos mostraron modos de falla catastróficos después de las pruebas de fatiga. Se señaló que la flexión cíclica entre la corona y la reconstrucción del muñón, causada por el comportamiento elástico de los postes, podría inducir microfisuras y eventualmente llevar al fracaso de la restauración. La presencia de un efecto férula también se consideró crucial para prevenir la infiltración bacteriana, garantizar la durabilidad, la integridad de las restauraciones dentales y la posible

formación de caries dental secundarias. Esto puede indicar que la combinación de postes de fibra de vidrio y reconstrucciones de resina compuesta bulk podría mejorar la resistencia a la fatiga en comparación con el uso de postes de titanio. (40)

Al analizar el comportamiento biomecánico de diversas restauraciones dentales en incisivos, se llevaron a cabo comparaciones entre grupos con y sin postes, utilizando distintos materiales de reconstrucción. Los resultados destacan que la primera forma de falla, manifestada como apertura en el margen lingual, ocurrió exclusivamente en los grupos con postes, implicando que la presencia de postes tiene un impacto negativo en la resistencia a la fatiga en contraste con las restauraciones sin postes. Al emplear resina compuesta reforzada con fibras, se observó una mayor supervivencia en comparación con un poste de fibra de vidrio combinado con una reconstrucción de resina compuesta. Esto indica que la utilización de postes de fibra en conjunto con resina compuesta no necesariamente mejora la resistencia a la fatiga en comparación con las restauraciones sin postes. Asimismo, se demostró que la resina compuesta reforzada con fibras exhibió una mayor supervivencia en términos de resistencia a la fatiga. (43)

En un estudio que evaluó el comportamiento biomecánico de la reconstrucción de muñones dentales con y sin la presencia de férula, se encontró que los dientes con postes de fibra de vidrio mostraron fallos catastróficos en un 100% de los casos en ensayos clínicos, mientras que los dientes sin poste presentaron un 47% de fallos no catastróficos. Las férulas incrementaron la resistencia a la fatiga de la estructura dental. Por lo tanto, se sugiere que la presencia de una férula es crucial para aumentar la resistencia de la restauración. El uso de postes de fibra de vidrio por sí solo no pudo compensar la ausencia de la férula, ya que la ausencia de una férula asociada a un poste provocó un fenómeno de fallo inicial repentino en la adhesión del margen lingual, indicando que evitar la colocación de un poste de fibra podría ser beneficioso en términos de procedimientos clínicos y longevidad de la restauración, siempre y cuando se elijan los materiales adecuados y haya al menos 2mm de férula presente para una restauración adherida con resina compuesta. (50)

Eskitascioglu et al. evaluaron la relación entre la rigidez de los sistemas de muñones y la distribución de tensiones. Se registraron valores mínimos de tensión en el sistema de postes de fibra de polietileno en comparación con el sistema de postes colados. El sistema de postes de fibra de polietileno transfirió la tensión al tercio cervical del diente y a la estructura ósea de soporte, mientras que la acumulación de tensión dentro del sistema de postes colados se produjo en el tercio apical de la raíz y dentro del poste. La fibra tejida de polietileno y la resina compuesta sin poste prefabricado dieron lugar a un número significativamente menor de fracturas radiculares verticales en comparación con los sistemas convencionales de poste y muñón. (45)

12. CONCLUSIONES

- El rendimiento de los dientes tratados endodónticamente está estrechamente ligado a los eventos biomecánicos que ocurren en todas las etapas del tratamiento endodóntico, incluyendo el procedimiento de restauración.
- La evidencia respalda que el uso de una férula es un factor principal para aumentar la resistencia a la fractura en los dientes tratados endodónticamente. Es fundamental destacar que la ausencia de estructura coronal se asocia con una menor tasa de supervivencia en estos dientes.
- El enfoque sin poste evidencia un comportamiento biomecánico más óptimo en lo que respecta a la distribución de la concentración de estrés, en comparación con el enfoque con poste. Esto se debe a que la concentración de estrés se encuentra en la zona cervical de manera similar a un diente intacto.
- Las fallas en la reconstrucción de dientes comprometidos estructuralmente son menos catastróficas en el enfoque de reconstrucción de pilar sin elemento intraconducto.
- Optar por preservar la estructura dental sana en lugar de recurrir a un poste de fibra adicional protege a los dientes tratados endodónticamente contra posibles fracasos catastróficos.

13. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer principalmente a mis padres y familia, quienes estuvieron presente en todo mi proceso de formación académica y que en ningún momento dejaron de ser un apoyo fundamental, gracias por ayudarme y alentarme en cada paso de este viaje académico; toda la confianza en mí ha sido mi motor para perseguir mis metas y alcanzar este logro. También agradezco a mis compañeros de posgrado y amigos, el entusiasmo e interés en mi trabajo han significado mucho para mí; todas las discusiones y perspectivas enriquecedoras han ayudado a dar forma a este proceso y a hacerlo más completo. Por último, agradecer a mis docentes por su guía experta y sus consejos sabios a lo largo de este proceso, esa dedicación a la enseñanza y apoyo constante han sido esenciales para mi crecimiento académico y personal.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Soares CJ, Rodrigues MDP, Faria-e-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, et al. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? Braz Oral Res [Internet]. 18 de octubre de 2018 [citado 19 de septiembre de 2023];32(suppl 1). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-832420180005000611&lng=en&tlng=en
2. Estrela C, Pécora JD, Estrela CRA, Guedes OA, Silva BSF, Soares CJ, et al. Common Operative Procedural Errors and Clinical Factors Associated with Root Canal Treatment. Braz Dent J. abril de

2017;28(2):179-90.

3. Carvalho MAD, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res* [Internet]. 18 de octubre de 2018 [citado 19 de septiembre de 2023];32(suppl 1). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242018000500609&lng=en&tlng=en

4. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. octubre de 2007;38(9):733-43.

5. Murgueitio R, Avila-Ortiz G. A novel diagnostic and prognostic classification for the clinical management of endodontically treated single anterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent*. diciembre de 2012;32(6):713-20.

6. Mannocci F, Bitter K, Sauro S, Ferrari P, Austin R, Bhuvra B. Present status and future directions: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J*. octubre de 2022;55(S4):1059-84.

7. Bhuvra B, Giovarruscio M, Rahim N, Bitter K, Mannocci F. The restoration of root filled teeth: a review of the clinical literature. *Int Endod J*. abril de 2021;54(4):509-35.

8. Clavijo E, Clavijo V. Restoration of Endodontically Treated Teeth: Classification of Remaining Dental Structure for Adhesive Restorative Procedures. *QDT*. 2022 de 2021;44:194-219.

9. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. octubre de 1972;34(4):661-70.

10. Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Dent Traumatol*. abril de 1994;10(2):91-3.

11. Huang TJG, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod*. mayo de 1992;18(5):209-15.

12. Jotkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule – a new approach to an old dilemma. *Br Dent J*. julio de 2010;209(1):25-33.

13. Murgueitio R. Propuesta de una clasificación para medir los defectos de extensión de dientes anteriores con tratamiento de conducto. 14 de octubre de 2011; Disponible en: <https://hdl.handle.net/10893/2341>

14. The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent*. mayo de 2017;117(5):C1-e105.

15. Pereira JR, Valle ALD, Shiratori FK, Ghizoni JS, Melo MPD. Influence of intraradicular post and crown ferrule on the fracture strength of endodontically treated teeth. *Braz Dent J*. 2009;20(4):297-302.

16. Mamoun JS. On the ferrule effect and the biomechanical stability of teeth restored with cores, posts, and crowns. *Eur J Dent*. abril de 2014;08(02):281-6.

17. Al-Wahadni A, Gutteridge DL. An in vitro investigation into the effects

of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. *Int Endod J.* noviembre de 2002;35(11):913-8.

18. Kurer HG. The classification of single-rooted, pulpless teeth. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. diciembre de 1991;22(12):939-43.

19. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. octubre de 2005;36(9):737-46.

20. Creugers NHJ, Mentink AGM, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont.* 2005;18(1):34-9.

21. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics – a review: Smear layer in endodontics. *Int Endod J.* enero de 2010;43(1):2-15.

22. Özcan M, Volpato CAM. Current perspectives on dental adhesion: (3) Adhesion to intraradicular dentin: Concepts and applications. *Jpn Dent Sci Rev.* noviembre de 2020;56(1):216-23.

23. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to Intraradicular Dentin: A Review. *J Adhes Sci Technol.* enero de 2009;23(7-8):1053-83.

24. Phark JH, Sartori N, Oliveira L, Duarte J Sillas. A Comprehensive Guide for Post and Core Restorations. 21. 2012;35:44-64.

25. Mohammadi Z, Yaripour S, Shalavi S, Palazzi F, Asgary S. Root Canal Irrigants and Dentin Bonding: An Update. *Iran Endod J.* 2017;12(2):131-6.

26. Schwartz R. Adhesive Dentistry and Endodontics. Part 2: Bonding in the Root Canal System—The Promise and the Problems: A Review. *J Endod.* diciembre de 2006;32(12):1125-34.

27. Abuhaimed TS, Abou Neel EA. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *BioMed Res Int.* 2017;2017:1-8.

28. Silva A, Alencar Cm, Jassé Fa, Pedrinha V, Zaniboni J, Dantas A, et al. Effect of post-space irrigation with acid solutions on bond strength and dentin penetrability using a self-adhesive cementation system. *J Clin Exp Dent.* 2021;e564-71.

29. Skupien JA, Sarkis-Onofre R, Cenci MS, Moraes RRD, Pereira-Cenci T. A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. *Braz Oral Res.* 16 de junio de 2015;29(1):1-8.

30. Morris M, Lee K, Agee K, Bouillaguet S, Pashley D. Effects of Sodium Hypochlorite and RC-Prep on Bond Strengths of Resin Cement to Endodontic Surfaces. *J Endod.* diciembre de 2001;27(12):753-7.

31. Perdigão J, Eiriksson S, Rosa BT, Lopes M, Gomes G. Effect of calcium removal on dentin bond strengths. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. febrero de 2001;32(2):142-6.

32. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int Berl Ger* 1985. febrero de 2008;39(2):117-29.

33. Schwartz R, Fransman R. Adhesive Dentistry and Endodontics: Materials, Clinical Strategies and Procedures for Restoration of Access Cavities: A Review. *J Endod.* marzo de 2005;31(3):151-65.
34. Shetty N. Types of Post and Core Systems. 2016;8(12):1136-9.
35. Zarow M, Dominiak M, Szczeklik K, Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, et al. Effect of Composite Core Materials on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. *Polymers.* 9 de julio de 2021;13(14):2251.
36. Baba NZ. Contemporary restoration of endodontically treated teeth: evidence-based diagnosis and treatment planning. Hanover Park, IL: Quintessence Pub.; 2013.
37. Belli S, Dönmez N, Eskitaşcioğlu G. The effect of c-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent.* agosto de 2006;8(4):247-53.
38. Carvalho RM, Tjäderhane L, Manso AP, Carrilho MR, Carvalho CAR. Dentin as a bonding substrate: Dentin bonding. *Endod Top.* septiembre de 2009;21(1):62-88.
39. Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Paolone G, De Ribot Porta J, Mora J, Espona J, et al. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* marzo de 2018;51(3):318-34.
40. Lazari PC, De Carvalho MA, Del Bel Cury AA, Magne P. Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. *J Prosthet Dent.* mayo de 2018;119(5):769-76.
41. de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Del Bel Cury AA, Magne P. Accelerated fatigue resistance of endodontically treated incisors without ferrule restored with CAD/CAM endocrowns. *Int J Esthet Dent.* 29 de octubre de 2021;16(4):534-52.
42. Belli S, Eskitascioglu G. Biomechanical properties and clinical use of a polyethylene fiber post-core material. 1 de enero de 2006;8(3).
43. De Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Del Bel Cury AA, Magne P. Fatigue and failure analysis of restored endodontically treated maxillary incisors without a dowel or ferrule. *J Prosthet Dent.* junio de 2022;S0022391321004005.
44. Eskitaşcioğlu G, Belli S. Use of a bondable reinforcement fiber for post-and-core buildup in an endodontically treated tooth: a case report. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 2002;33(7):549-51.
45. Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of Two Post Core Systems Using Two Different Methods (Fracture Strength Test and a Finite Elemental Stress Analysis). *J Endod.* septiembre de 2002;28(9):629-33.
46. Ariyoshi M, Nikaido T, M. Foxton R, Tagami J. Microtensile Bond Strengths of Composite Cores to Pulpal Floor Dentin with Resin Coating. *Dent Mater J.* 2008;27(3):400-7.
47. Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent.* septiembre de 2007;98(3):166-74.

48. Kijssamanmith K, Timpawat S, Harnirattisai C, Messer HH. Microtensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. *Int Endod J.* octubre de 2002;35(10):833-9.
49. Lopes GC, Cardoso P de C, Vieira LCC, Baratieri LN. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. *J Adhes Dent.* 2004;6(2):129-33.
50. 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.* 1 de julio de 2017;42(4):396-406.