

***TRABAJO DE FIN DE GRADO***

***Grado en Odontología***

**REHABILITACIÓN PROTÉSICA DEL DIENTE**

**ENDODONCIADO**

**Madrid, curso 2020/2021**

## RESUMEN

**Introducción:** La rehabilitación del diente endodonciado es un tratamiento clínico muy común que presenta numerosas complicaciones, entre ellas la posible fractura de estos dientes debido a la debilidad que muestran. Las lesiones cariosas, la pérdida de agua, los cambios en la estructura del colágeno o la iatrogenia producida en la endodoncia son algunas de las causas que contribuyen a esta debilidad. Es por ello que se deben tener en cuenta determinadas consideraciones a la hora de elegir el tratamiento.

**Objetivos:** Revisar las diferentes rehabilitaciones protésicas, sus indicaciones, ventajas e inconvenientes. Determinar cuales son las consideraciones a tener en cuenta a la hora de rehabilitar un diente endodonciado. Analizar las indicaciones de una restauración indirecta frente a una directa en un diente endodonciado.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas (Google Scholar, Pubmed) seleccionando los artículos más relevantes desde el año 2010, incluyendo finalmente 35 artículos y 3 libros.

**Discusión:** De acuerdo con la literatura revisada, las consideraciones que se deberían tener en cuenta a la hora de rehabilitar los dientes endodonciados son: las características propias del diente, sus requerimientos funcionales, la estructura dental remanente, la necesidad de recubrimiento cuspídeo, el uso o no de postes y el plan de tratamiento elegido. En caso de elegir un tratamiento indirecto frente a uno indirecto, se podría elegir entre incrustaciones, coronas de recubrimiento total y endocoronas.

**Conclusiones:** Las incrustaciones estarían indicadas en dientes posteriores con cavidades grandes con necesidad de recubrimiento cuspídeo, puntos de contacto

complicados o aumento de la dimensión vertical oclusal; las coronas de recubrimiento total están indicadas en dientes que han sufrido una gran destrucción coronal y por último, las endocoronas están indicadas en dientes anteriores o posteriores que emplean la cavidad pulpar para dar más retención a la restauración.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Endodontic tooth rehabilitation is a very common clinical treatment that presents numerous complications, including the possible fracture of these teeth due to the weakness they show. Carious lesions, loss of water, changes in the structure of collagen or iatrogenesis produced in endodontics are some of the causes that contribute to this weakness. Certain considerations should be taken into account when choosing the treatment.

**Objectives:** Review the different prosthetic rehabilitations, their indications, advantages and disadvantages. Determine what are the considerations to take into account when rehabilitating a root canal tooth. Analyze the indications for an indirect restoration versus a direct one on a root canal tooth.

**Methodology:** A bibliographic search was carried out in scientific databases (Google scholar, Pubmed) selecting the most relevant articles since 2010, finally including 35 articles and 3 books.

**Discussion:** According to the literature reviewed, the considerations that should be taken into account when rehabilitating endodontically treated teeth are: the characteristics of the tooth, its functional requirements, the remaining tooth structure, the need for cusp coating, the use or not of posts and the chosen treatment plan. In case of choosing an indirect treatment versus an indirect one, the options available are: inlays, full-coverage crowns and endocrowns.

**Conclusions:** Inlays would be indicated in posterior teeth with large cavities requiring cusp capping, complicated contact points; full-coverage crowns are indicated for teeth

that have suffered extensive coronal destruction; and endocrowns are indicated on anterior or posterior teeth that use the pulp cavity to give more retention to the restoration.

**ÍNDICE**

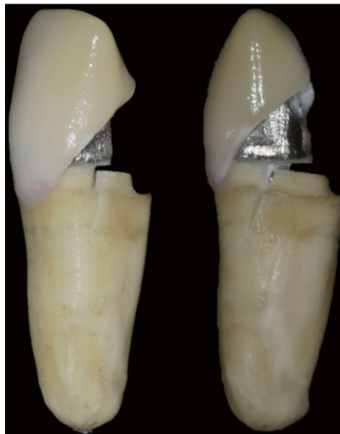
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Características de un diente endodonciado .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2. La rehabilitación coronal del diente endodonciado.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3. Rehabilitaciones protésicas. ....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Consideraciones al rehabilitar un diente endodonciado.....</b>	<b>20</b>
4.1.1. Características propias del diente .....	20
4.1.2. Requerimientos funcionales.....	21
4.1.3. Estructura dental remanente .....	22
4.1.4. Recubrimiento cuspeo.....	24
4.1.5. Uso o no de postes .....	27
4.1.6. Plan de tratamiento.....	31
<b>4.2. Rehabilitaciones protésicas.....</b>	<b>35</b>
4.2.1. Incrustaciones.....	35
4.2.2. Coronas de recubrimiento total .....	41
4.2.3. Endocrown.....	46
<b>4.3. Responsabilidad social.....</b>	<b>52</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Características de un diente endodonciado

El tratamiento de endodoncia es un procedimiento clínico común, generalmente realizado con el objetivo de mantener los dientes en los que la pulpa está inflamada de manera irreversible o necrótica. Los procedimientos de endodoncia incluyen la remoción del tejido pulpar y de la dentina muy infectada que rodea la pulpa. Estos tratamientos conllevan procedimientos mecánicos y químicos que pueden interferir con la distribución natural de la tensión-deformación en la estructura del diente, aumentando el riesgo de fractura. (1)

La fractura de los dientes tratados endodónticamente es un fracaso clínico frecuente (Fig 1)(2), que podría acabar derivando en la extracción de ese diente. Los datos clínicos existentes muestran que los motivos de extracción de estos dientes podrían deberse en un 12% a fracturas radiculares, en un 15% a fracturas de las cúspides y un 40% problemas periodontales. (3)

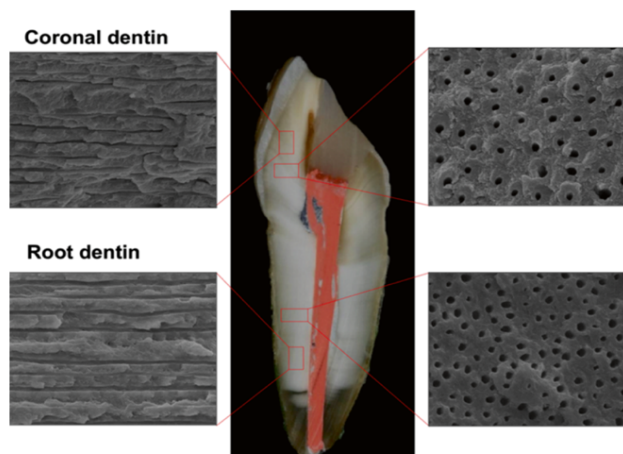


*Figura 1: Imagen que muestra la fractura de un diente endodonciado. (2)*

La estructura natural del diente está organizada para poder soportar y transferir el estrés generado por las cargas masticatorias esto es gracias al sinergismo entre el esmalte, la dentina coronal y la dentina radicular, integrado todo como un solo órgano.

(Fig 2)(1)

Se ha identificado que un factor que puede predisponer a que estos dientes se fracturen serían los cambios en las propiedades mecánicas de la dentina. El colágeno dentinario hace una contribución considerable a las propiedades mecánicas de la dentina. Los cambios en estos enlaces cruzados de fibrillas de colágeno pueden contribuir a la denominada fragilidad de los dientes sin pulpa. La presencia de más enlaces cruzados inmaduros y menos maduros en los dientes endodonciados podrían explicar una disminución en la resistencia a la tracción. La pérdida de vitalidad pulpar también influye en el contenido de humedad de la dentina. Además, los factores iatrogénicos asociados con varios procedimientos quirúrgicos pueden contribuir a la fractura de los dientes tratados endodónticamente. (1) (4).



*Figura 2: Imágenes captadas por Microscopio Electrónico de Barrido de un corte de los túbulos dentinarios de la raíz y de la corona, vista paralela y perpendicular. (1)*



En su artículo, M.Zarrow, A. Ramirez-Sebastià y cols. (5) al que denominaron “Un nuevo sistema de clasificación para la restauración del diente endodonciado” y el cual publicaron en la “International Endodontic Journal” explicaron también como el diente endodonciado era más vulnerable a sufrir la pérdida de tejido dentario respecto a dientes vitales debido a una serie de factores de riesgo:

- La colocación de un poste seguida del tratamiento de endodoncia.
- El debilitamiento de la estructura dental debido al uso de químicos usado en endodoncia, como serían el hidróxido de calcio, hipoclorito de sodio o el EDTA entre otros.
- Deshidratación de la dentina y transformación de la estructura de las fibras de colágeno.
- Reducción en el nivel de propiocepción del diente, lo que puede dar lugar a la aparición de fuerzas oclusales incontroladas.
- Otros factores adicionales individuales como el género, la oclusión propia del paciente, parafunciones, el material de la cara oclusal del antagonista o incluso la higiene oral y el flujo de saliva pueden influenciar en el pronóstico del diente.(5)

## **1.2. La rehabilitación coronal del diente endodonciado.**

Todavía existe un debate sobre qué técnica sería ideal para la restauración del diente endodonciado, ya que, tal y como se ha explicado anteriormente, se considera que esos dientes tienen un mayor riesgo de fractura que los dientes vitales. Desde una perspectiva biomimética, la preservación y conservación de la estructura del diente es fundamental para que se mantenga un equilibrio entre los parámetros biológicos, mecánicos, adhesivos, funcionales y estéticos. Es beneficioso preservar los tejidos coronales y evitar procedimientos endodónticos invasivos, porque estos alteran el equilibrio biomecánico y comprometen el rendimiento a largo plazo de los dientes que han sido restaurados. (6)

El enfoque restaurador con respecto al diente endodonciado ha cambiado en los últimos años. La disponibilidad de técnicas dentales adhesivas probadas y fiables ha ampliado las opciones de restauración para el odontólogo. Las restauraciones de amalgama y los postes colados se han reemplazado por restauraciones de composite y postes de fibra de vidrio, además, a menudo se eligen coronas de cerámica o composite debido a que ofrecen un resultado estético superior. (6)

La colocación de una restauración definitiva en el diente después del tratamiento de endodoncia es imprescindible para recuperar la funcionalidad del diente, para sellar los conductos radiculares y evitar la contaminación causada por el medio oral y la posible reinfección y ayuda a mantener la integridad de la oclusión del paciente.(7)

Restauraciones coronales que sean defectuosas y permitan el paso de las bacterias reducen en gran medida las posibilidades de éxito del tratamiento endodóntico. Numerosos estudios aportan evidencia suficiente para determinar que la restauración coronal es igual de importante para la salud del ápice como el propio tratamiento de endodoncia en sí. Ambos factores dependen el uno del otro y si se quiere que la rehabilitación de un diente endodonciado tenga éxito a largo plazo, este debe recibir tanto una restauración coronal como un tratamiento de conductos adecuados. (8)

En 2011, se publicó un artículo en el Journal of Prosthodontic Research en el que se indagaba en las características de estos dientes endodonciados así como algunos principios a tener en cuenta cuando se planificaban las restauraciones de estos dientes.(Fig 3 )(9)

Así se llegó a la conclusión de que antes de realizar el tratamiento debemos observar:

En primer lugar, las **características del diente endodonciado** con el que vamos a tratar. Como ya se ha mencionado anteriormente, los dientes endodonciados tienen mayor riesgo de sufrir fracturas. Se tienen en cuenta también otros factores que pueden predisponer a estas, como la dieta del paciente, o sus hábitos de masticación. El sexo, la edad y la localización del diente en la arcada dental también fueron considerados como factores que afectaban.(9)

El **requerimiento funcional** dependerá de la localización del diente en la arcada, y es otro elemento a tener en cuenta a la hora de seleccionar los materiales y las técnicas de

restauración, porque las fuerzas que reciben los dientes anteriores son laterales y de cizallamiento frente a las que reciben los posteriores que son verticales.(9)

Dependiendo de **la estructura dental remanente** se podrán plantear unos tratamientos u otros. La preservación del tejido coronal y radicular así como del tejido cervical para conseguir el denominado efecto ferrule se consideran cruciales para conseguir que el diente restaurado obtenga un comportamiento biomecánico óptimo así como mayor tasa de supervivencia. El ferrule hace alusión a la estructura dental remanente que está localizada sobre la línea de terminación de la preparación protésica. (10)

Es muy importante también a la hora de rehabilitar el diente considerar si necesita **recubrimiento cusπίdeo**. Las cúspides que se consideren frágiles deben ser protegidas para evitar las fracturas verticales, cuya única opción terapéutica suele ser la extracción del diente. La protección cusπίdea puede conseguirse de muchas maneras por ejemplo con restauraciones indirectas de recubrimiento total, restauraciones indirectas de recubrimiento parcial, onlays, inlays con alguna cúspide cubierta o restauraciones directas que incorporen el recubrimiento cusπίdeo.(11)

La **colocación o no de un poste** es una decisión que se debe tomar a la hora de rehabilitar la corona del diente. Sobre todo, en dientes que estén muy destruidos, ayudará a la retención de la restauración. Su empleo o no ha sido muy estudiado por los clínicos, y hoy en día todavía es un tema que causa controversia.(12) Dentro de las opciones a la hora de escoger un poste podemos elegir entre una gran variedad de materiales. Siendo en la actualidad los postes de fibra de vidrio los más utilizados.(13)

Por último, hablaremos de la **elección del plan de tratamiento** a llevar a cabo, el cual determina si se va a rehabilitar el diente de una manera directa o de una manera indirecta. El abordaje directo es el que se realiza a través de técnicas convencionales, en las que el profesional coloca un material de restauración como amalgama o composite, más actualmente, directamente en el diente.(14) Por otro lado estarían las rehabilitaciones indirectas. Estas son las rehabilitaciones que consideramos protésicas, y en las que nos centraremos en estudiar a lo largo de este trabajo. Se han considerado tres: las incrustaciones, las coronas de recubrimiento total y las endocoronas.



*Figura 3: Diagrama de los distintos condicionantes a la hora de elegir el tipo de restauración para un diente endodonciado. (Elaboración propia).*

### **1.3. Rehabilitaciones protésicas.**

Las técnicas directas estaban tradicionalmente indicadas para cavidades clase I pequeñas o medianas o restauraciones cervicales en el esmalte. La técnica directa permitía un abordaje más conservador con unos resultados predecibles y repetibles. Sin embargo, las limitaciones de estas restauraciones pronto se hicieron notables en la literatura a mediados de los 90, y se han revisado y discutido en numerosos estudios en los años 2000. Se vio que la utilización de técnicas directas en dientes que habían sufrido una gran pérdida de tejido presentaban un gran número de complicaciones clínicas como, por ejemplo, el desgaste, el control de las tensiones de contracción, la posible hipersensibilidad postoperatoria, la previsibilidad de la adhesión a la dentina, la dificultad de la restauración morfológica en especial la reconstrucción de las superficies oclusales, los puntos de contacto y el perfil de emergencia. En consecuencia, en cavidades grandes que necesiten de recubrimiento cuspeo es clínicamente más favorable y recomendable utilizar una restauración cementada como primera opción de tratamiento.(15)

Se podrían considerar las incrustaciones como una “restauración adhesiva indirecta” definiéndose como una restauración de corona parcial realizada en composite o cerámica, que se asienta en la preparación de manera pasiva y se cementa de manera adhesiva.(15)

Debido a este desarrollo de las nuevas técnicas adhesivas ha disminuido el uso de las coronas de recubrimiento total y se ha visto aumentado el de las restauraciones parciales, es decir las incrustaciones, que garantizan ese mismo recubrimiento pero a

partir de procedimientos menos invasivos. Es por ello que en la actualidad las coronas de recubrimiento total tienen menos indicaciones que en el pasado. Podrían resumirse en:

- Pérdida severa del tejido coronal debido a caries, fracturas o procedimientos realizados anteriormente en ese diente.
- Como componente de un puente, cuando los implantes estén contraindicados.
- Por motivos periodontales (16)

El desarrollo de los materiales empleados para fabricar coronas permite que hoy en día los profesionales tengan más opciones de tratamiento que en el pasado. Por un lado encontraríamos los materiales estéticos (coronas cerámicas con soporte de circonio, coronas monolíticas de circonio y coronas de disilicato de litio) los cuales ofrecen óptimas cualidades estéticas y funcionales a corto y medio plazo. Por otro lado, no se deben olvidar las coronas de metal-cerámica tradicionales las cuales se han demostrado científicamente que ofrecen fiabilidad a largo plazo y, por tanto, se representan como material de primera elección, especialmente en sectores posteriores y para pacientes con pocos requisitos estéticos. (16)

Sin embargo, para muchos profesionales, el uso de restauraciones completas como las coronas cerámicas para molares severamente dañados y tratados endodónticamente seguía siendo problemático. Es así como surgió en 1999 por Bindl y Mörmann la "endocrown", como una alternativa a la corona de recubrimiento total con soporte post-and-core.(17)

El objetivo principal era prescindir del metal y lograr una reconstrucción adherida totalmente cerámica que fuera mínimamente invasiva que no empleara los conductos radiculares para su anclaje.(17)

La endocorona se describe como una construcción de cerámica monolítica que invade la cámara pulpar, pero no los conductos radiculares y cubre las cúspides. Se conforma mediante técnicas asistidas por ordenador o por moldeando de materiales cerámicos a presión. Las nuevas generaciones de cerámicas y adhesivos hacen que se puedan considerar como una alternativa a las restauraciones convencionales. La preparación y unión específicas dan como resultado una reconstrucción especialmente favorable en términos de biomecánica.(17)



## 2. OBJETIVOS

- **Objetivo principal:**

Investigar acerca de las distintas opciones protéticas para la rehabilitación del diente endodonciado analizando sus indicaciones, ventajas e inconvenientes.

- **Objetivos secundarios:**

- Revisar las indicaciones de la restauración indirecta del diente endodonciado frente a la directa.
- Determinar las consideraciones a tener en cuenta al rehabilitar el diente endodonciado.
- Analizar cuáles son las ventajas y los inconvenientes de las diferentes rehabilitaciones protéticas de un diente endodonciado.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución de la presente revisión bibliográfica se ha realizado una búsqueda de artículos científicos en las bases de datos digitales: PubMed, Google Scholar, Medline Complete y la biblioteca de la universidad CRAI Dulce Chacón.

Google Scholar fue creado en 2004 y en el solo encontramos artículos con validez científica y académica. Tiene una amplia selección de artículos publicados en revistas indexadas, libros, tesis...

Pubmed es otra base de datos que fue diseñada por el "National Center for Biotechnology Information" y permite acceder a las citas de las revistas biomédicas más destacadas. Las referencias proceden principalmente de MEDLINE.

La biblioteca de nuestra universidad, CRAI Dulce Chacón también es una base de datos muy útil para sus estudiantes. Esta además es accesible tanto dentro como fuera del campus durante las 24 horas del día. Gracias a la biblioteca podemos tener acceso a ciertos artículos que en otras bases de datos son de pago.

Por otro lado, se consultaron tres libros de Odontología: *"Restoration of root-canal treated tooth"*, *"Rehabilitación postendodóntica base racional y consideraciones estéticas"* y *"Principles of operative dentistry"*.

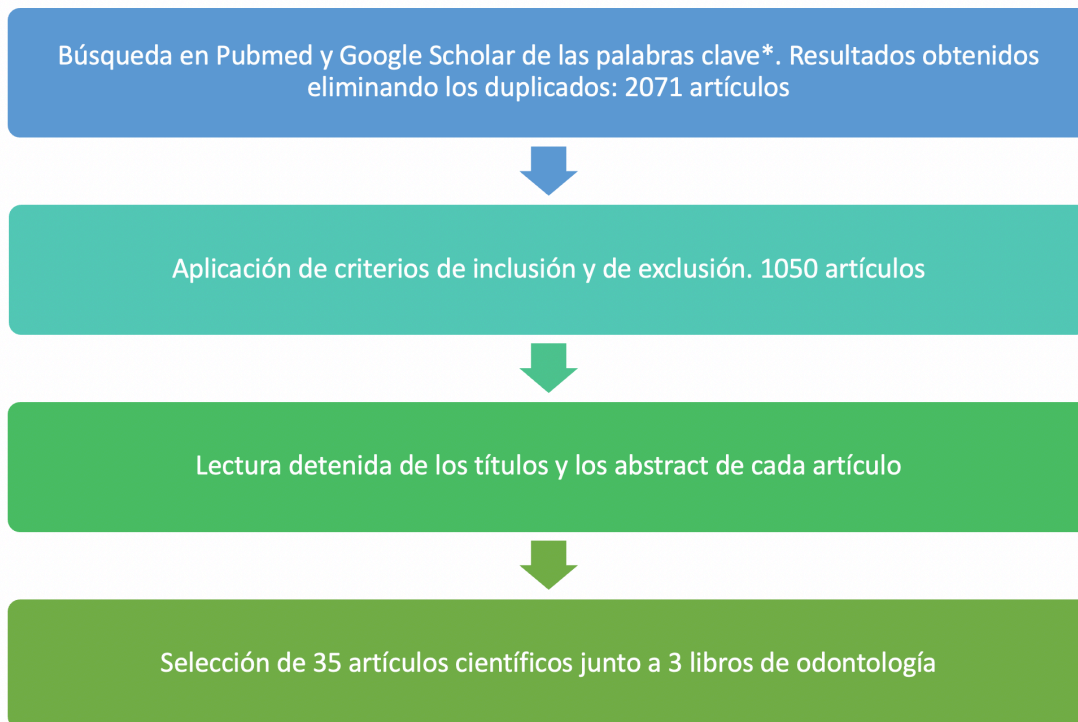
Las palabras claves que se utilizaron para realizar la búsqueda bibliográfica fueron: *"endodontics"*, *"root-canal"*, *"restoration"*, *"crown"*, *"inlay"*, *"onlay"*. Los artículos se seleccionaron conforme a los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados a partir de 2010
- Artículos publicados en revistas de impacto científico
- Artículos cuyo idioma de publicación fuera el inglés o el español

Criterios de exclusión:

- Artículos que en su estudio no incluyeran alguna de las siguientes restauraciones: restauración directa, poste, endocorona, inlay, onlay, corona.
- Artículos realizados en dentición temporal.



\*Palabras clave: “endodontics”, “root-canal”, “restoration”, “crown”, “inlay”, “onlay”

*Figura 4: Representación del proceso de selección de la bibliografía*

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1. Consideraciones al rehabilitar un diente endodonciado

Como ya se ha mencionado en la introducción existen una serie de consideraciones a tener en cuenta a la hora de rehabilitar un diente al que se le ha realizado un tratamiento de endodoncia. A continuación discutiremos cada una de ellas, como afectan al diente a la hora de elegir un tratamiento u otro así como sus implicaciones clínicas (Tabla 1).

#### 4.1.1. *Características propias del diente*

Se tienen en cuenta en este apartado factores propios del diente que pueden predisponer a la aparición de fracturas, como la dieta del paciente, o sus hábitos de masticación. El sexo, la edad y la localización del diente en la arcada dental, sus necesidades estéticas o la salud periodontal también fueron considerados como factores que afectaban. La pérdida de agua, la pérdida de estructura dental por la entrada a la cavidad o por las caries, así como las microfiltraciones bacterianas que se producen sobre todo cuando no se restaura el diente inmediatamente después de realizar la endodoncia, son más circunstancias que afectan al fracaso.(9)

Isaac Prat y cols (18) investigaron este fenómeno, es decir, el efecto que tiene el momento de la colocación de la restauración, en este caso, una corona de recubrimiento total, después del tratamiento de conductos sobre la tasa de supervivencia del diente. El tiempo medio de colocación de la corona fue de 8,2 meses después de la endodoncia.

Los dientes se dividieron en 2 grupos, los que recibieron una corona dentro de los 4 meses posteriores al tratamiento de conductos y los que recibieron una corona después de 4 meses. No hubo diferencia significativa entre los 2 grupos con respecto al tipo de dentición antagonista, arco dentario, sexo, edad y tipo de diente. Se demostró que los dientes que recibieron una corona más de 4 meses después de ser endodonciados, se extrajeron una tasa 3 veces mayor que los dientes que recibieron una corona dentro de los 4 meses posteriores a la endodoncia. (18)

#### **4.1.2. Requerimientos funcionales**

Tal y como se mencionó en la introducción, el requerimiento funcional dependerá de la localización del diente en la arcada. Los dientes anteriores reciben fuerzas laterales y de cizallamiento frente a las que reciben los posteriores que son verticales. Algunos autores relataron que la incidencia de fracturas fue más de 2 veces mayor en los primeros molares mandibulares respecto a los primeros molares, primeros premolares y segundos premolares superiores y segundos molares mandibulares y atribuyeron este hecho a la fuerza masticatoria más fuerte y a la anatomía más delgada o más plana de las raíces.(9) Otro ejemplo sería el del canino, que es un diente muy importante en términos de oclusión. Su posición en la arcada dental hace que sea el diente encargado de dictar la guía anterior. Esto hace que aumente su carga funcional, dando como consecuencia mayor probabilidad de sufrir fracturas.(19)

En los dientes anteriores, la cantidad de estructura dental que se elimina para acceder a la cámara pulpar no es demasiado grande y no tiene un gran efecto sobre la resistencia

a la fractura del diente. Por lo tanto, para la mayoría de los dientes anteriores, la única necesidad de restauración es proporcionar un sellado coronal y devolver la funcionalidad. En muchos casos, esto se puede lograr simplemente restaurando la cavidad de acceso con composite.(20)

Cuando la pérdida existente de estructura dental es extensa, se debe prestar más atención a la retención de la restauración y se debe colocar una restauración indirecta, como una corona de recubrimiento total.(20)

La restauración de los dientes posteriores tratados con endodoncia se complica debido a las fuerzas axiales que inciden sobre cualquier restauración colocada distal a los caninos. La preparación de la cavidad de acceso y la remoción del techo cameral aumentan las tensiones en la base de las cúspides durante la función y predisponen a estas cúspides a fracturarse. Además, en la mayoría de los dientes posteriores endodonciados, la remoción de la caries y de las restauraciones defectuosas habrían provocado la rotura del reborde marginal, lo que debilita aún más al diente.(20)

#### ***4.1.3. Estructura dental remanente***

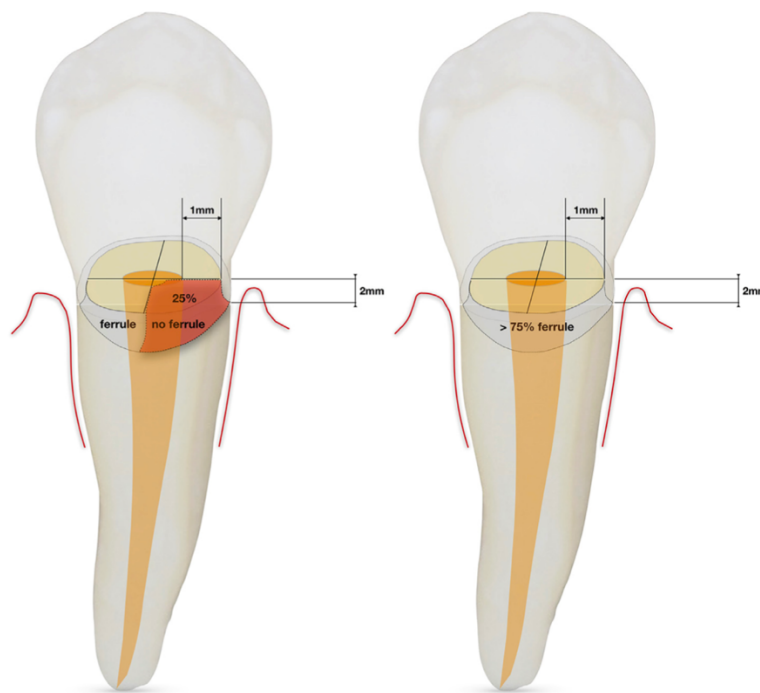
Hay una relación directa entre la cantidad de diente remanente y el riesgo de sufrir fracturas. Costa y cols. relacionan las fracturas de las cúspides de los premolares superiores tratados con endodoncia con el ancho de la preparación del diente. Los autores argumentaron que un mayor ancho de la preparación MOD (mesi-ocluso-distal) disminuyó la resistencia a la fractura de estos dientes, pero una preparación onlay con recubrimiento cuspidéico aumentó la resistencia a la fractura. Steele y Johnson evaluaron

la resistencia a la fractura de premolares maxilares tratados endodónticamente que presentaban diferentes preparaciones de diseño y materiales de restauración en un estudio de laboratorio, y observaron que los dientes cuya única pérdida de tejido era el acceso endo eran más resistentes a la fractura que los que habían recibido una preparación MOD. (9)

El efecto ferrule se considera necesario para un buen pronóstico de los dientes endodonciados, sin embargo, en dientes sin estructura coronal se conseguiría este efecto a costa de más pérdida adicional de tejido dental. Por tanto aunque un efecto ferrule es deseable, no se debería obtener a expensas del tejido coronal remanente o el radicular. Los pronósticos más exitosos se obtendrían cuando la dentina sana se extiende por toda la circunferencia del diente, entre 1.5 mm a 2mm coronal al margen de la corona. Además incluir este ferrule en la preparación da lugar a patrones de fractura que son más favorables para poder restaurarlas. Si la situación clínica no permite que esta circunferencia sea completa debido a lesiones cariosas, restauraciones previas o fracturas, un ferrule incompleto se sigue considerando mejor opción que una completa ausencia de ferrule. (21) (10)

La mayor supervivencia que mostraban los dientes que presentaban efecto ferrule frente a los que no lo presentaban fue demostrada por Naumman y cols. (Fig 5)(22) En su trabajo publicado en 2017, concluyeron que, tras un seguimiento de 5 años, los dientes restaurados con efecto ferrule presentaron una supervivencia del 98% frente al 93% que presentaron los que no lo tenían.(22)

Otra de las ventajas del efecto ferrule en restauraciones de recubrimiento completo estaría la capacidad de ofrecer un sellado más eficaz de los conductos radiculares frente a la contaminación del medio oral, una mayor retención de la restauración y una mejor protección de la estructura dental remanente que podría haberse visto comprometida durante los procedimientos clínicos de la endodoncia. (7)



*Figura 5: Representación gráfica de un diente con ferrule incompleto junto a un diente que presenta ferrule completo. (22)*

#### **4.1.4. Recubrimiento cuspeo**

Al restaurar dientes posteriores tratados endodónticamente, se debe tener en cuenta el alto riesgo de fractura de las cúspides. A pesar de que se puede conseguir cierta protección de las cúspides debilitadas mediante la restauración directa con composite, en cualquier diente en el que la restauración existente y la cavidad de acceso



combinadas involucren más que la superficie oclusal, se requiere alguna forma de protección cuspea.(20) Cuanto más desfavorable sea la situación del diente, más se recomienda cortar las cúspides y cubrirlas para evitar fracturas coronales. Generalmente, en dientes vitales, si el grosor de las cúspides es menos de 2mm se recomienda realizar recubrimiento cuspeo, en dientes no vitales posteriores, consideraríamos realizar este recubrimiento a partir de los 3mm (Fig 6 )(23). (23)



*Figura 6: Medición del grosor de las cúspides en un diente no vital. (23)*

Aunque la cobertura de las cúspides se puede proporcionar con una restauración directa, el resultado será mejor si se proporciona una restauración indirecta que cubra las cúspides que tengan riesgo de fractura. Por lo tanto, la mayoría de los dientes posteriores tratados con endodoncia requieren una restauración con un núcleo adecuado, seguida de una restauración indirecta, como una corona o una incrustación. (20).

La elección de la restauración del muñón depende principalmente de la cantidad de dentina coronal remanente para ayudar en la retención o, más exactamente, una

evaluación de la cantidad de dentina coronal sana que quedará después de la preparación posterior para la restauración indirecta. (20)

Según ciertos autores, a pesar de que otras formas de cobertura coronal, como los onlays de oro, cerámica o resina compuesta podrían proporcionar protección contra fracturas, no hay informes en la literatura que apoyen el uso de estos onlays para restaurar dientes posteriores. Algunos autores realizaron consideraciones sobre el uso de coronas en dientes tratados endodónticamente restaurados con postes de fibra de vidrio y composites que no relataron ventajas en el uso de coronas metal-cerámicas. Se argumentó así que las tasas de éxito clínico de los premolares tratados endodónticamente, que presentaban lesiones cariosas de clase II y preservación cuspídea, restaurados con postes de fibra de vidrio y restauraciones directas de composite, eran equivalentes a un tratamiento similar de cobertura total con coronas de metal-cerámica transcurridos 3 años desde el tratamiento. Otro estudio que comparó el tipo de material utilizado en las coronas argumentó que la tasa de éxito de las restauraciones se ve afectada por este exponiendo unos resultados supervivencia del tratamiento del 91,7% en las restauraciones coladas, del 86,5% en las restauraciones de amalgama y del 83% en las restauraciones de composite. (9)

Por lo tanto se llegó a la conclusión de que la decisión sobre el uso de recubrimiento cuspídeo dependerá del requisito funcional del diente y de la estructura dental remanente, ya que los dientes que preservaban sus cúspides no presentaban necesariamente una baja resistencia a la fractura.(9)

#### **4.1.5. Uso o no de postes**

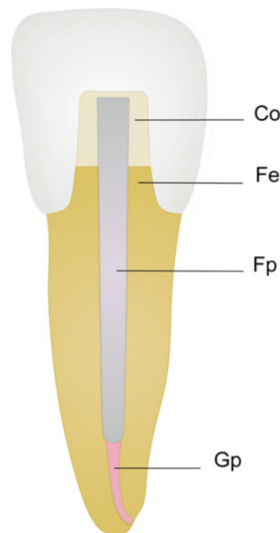
A pesar de que algunos investigadores creían en el pasado que los postes podían mejorar la resistencia frente a las fracturas de los dientes endodonciados, en la actualidad se sabe que las preparaciones realizadas con un poste tienen también como inconveniente el riesgo de provocar fracturas radiculares. Es por tanto que los postes solo deberían ser colocados en los casos en los que otras maneras de sostener la restauración no fueran posibles. (9)

Otros investigadores argumentaron que la decisión de colocar postes o no debería estar condicionado con la cantidad de tejido coronal remanente, así como de las características funcionales de diente a rehabilitar.

No es por tanto extraño que diferentes autores llegaran a la deducción de que no existían estudios que fueran concluyentes que rechazaran o apoyaran el uso de postes. Por el contrario, otros autores consideran que el poste no ofrece suficientes efectos positivos para el diente, frente a todas las complicaciones que se pueden presentar tras su colocación. Las complicaciones que estos autores mencionaron fueron las siguientes:

- Desadaptación del poste
- Pérdida de la retención de las restauraciones indirectas
- Desajuste marginal
- Fracturas parciales de las restauraciones
- Fallos en la interfaz adhesiva

Es importante tener en cuenta que estas circunstancias se atribuirían a factores como: la cantidad de tejido dental remanente, el esquema oclusal de paciente, el estado periodontal, posición del diente en la arcada dental y su relación con el antagonista y presencia o ausencia de efecto ferrule.(fig 7) (1)(24)



*Figura 7: Diagrama descriptivo de un diente anterior endodonciado restaurado con un poste de fibra de vidrio y una corona de recubrimiento total. Co: muñón, Fe: efecto ferrule, Gp: gutapercha residual, Ff: poste de fibra de vidrio. (1)*

La posición del diente en la arcada es un factor importante a la hora de planificar el tratamiento, como ya hemos mencionado anteriormente. En 2009 Zarrow y cols. y en 2012 Ferreri y cols llegaron a la conclusión de que los postes de fibra de vidrio en dientes posteriores debía ser utilizados únicamente con fines adhesivos, lo cual coincide con los autores del inicio del apartado. (5) Existe por tanto un consenso en la literatura que dicta que los postes no se emplean con el fin de reforzar al diente endodonciado, pero si se consideran esenciales para la retención de la restauración, sobre todo en dientes muy

destruidos. Aun así, gran parte de la controversia que podemos encontrar puede atribuirse a las diferentes condiciones que se dan en cada estudio, entre ellas los diferentes tipos de material restaurador o los métodos en los que aplican las fuerzas de fractura. (12)

En los casos en los que se planificaba la colocación de una corona de recubrimiento total, los molares y premolares que tenían suficiente tejido dental remanente, se podían restaurar sin la utilización de postes. La utilización de los postes podía ser de utilidad sobre todo en premolares en los que no hubiera protección cuspídea. En casos en los que haya una gran pérdida de tejido periodontal, la colocación de un poste de mayor longitud se consideró esencial. Hay que tener en cuenta que una gran pérdida de tejido periodontal aumenta la cantidad de diente expuesto por encima del hueso, aumentando así el riesgo de fracturas, aumentar el diámetro del poste aumentaría la resistencia ante estas fracturas. El diámetro del poste es biomecánicamente incluso más importante que su longitud, esto se debe a que contribuye en la resistencia a las fuerzas de torsión.(5)

Para dientes anteriores la situación es completamente diferente. Mientras que los dientes posteriores se enfrentan a fuerzas compresivas, en los que una buena elasticidad es la característica más importante que deben presentar, los dientes anteriores se enfrentan a fuerzas de flexión y deben tener suficiente rigidez para resistirlas. En los dientes anteriores los postes se suelen colocar con fines funcionales en lugar de adhesivos para poder aumentar esa rigidez. (5)

El material del que se realiza el poste también ha dado pie a numerosos estudios entre ellos la revisión sistemática de Sorrentino en 2016. En décadas anteriores se empleaban postes de metal colado o prefabricados, que tenían altos módulos de elasticidad. Entre los metales empleados se encontraba el oro, el acero inoxidable o el titanio, los cuales se consideraban resistentes y clínicamente efectivos. En la actualidad, estas preferencias han cambiado, y los postes de fibra de vidrio (fig 8)(8) son los más empleados. (13)



*Figura 8: Colocación de un poste de fibra de vidrio en sector anterior. (8)*

Varios estudios afirmaron que las fracturas ocurrían con mayor frecuencia en los postes metálicos que en los de fibra de vidrio. La razón principal por la que explicaban este suceso era la diferencia entre los módulos de elasticidad del metal (220 GPa) y de la dentina (42 GPa). Por el contrario, el módulo de elasticidad que presentan los postes de fibra de vidrio (25-57 GPa) es muy similar al de la dentina, lo cual se considera favorable desde un punto de vista biomecánico y disminuye la aparición de fracturas a largo plazo. Sin embargo, también existen otros metanálisis que abogan por una incidencia similar de fracturas entre los postes metálicos y los de fibra de vidrio. (13)(25)

La complicación más común que presentan los postes de fibra de vidrio es el descementado y está influenciado por numerosos factores como la cantidad de tejido sano residual del diente, el esquema oclusal del paciente y el número de dientes antagonistas, el estado periodontal, parafunciones, presencia o ausencia de ferrule y la calidad de la adhesión. El bajo módulo de elasticidad que se consideraba un ventaja, podría dar lugar a complicaciones al estar asociado con un estrés excesivo que sufre la restauración y puede dar lugar finalmente también al descementado de esta.(13)

#### **4.1.6. Plan de tratamiento**

Las obturaciones convencionales suelen necesitar una única cita clínica, generalmente son más sencillos de lograr que el método indirecto y tienen buenas características de supervivencia. (14) Además tienen buenos resultados estéticos y un bajo coste. (26) Sin embargo, se debe tener en cuenta que las restauraciones directas de composite son más sensibles a la técnica y tienen riesgo que sufrir contracción al polimerizar, con desajustes marginales, microfiltraciones bacterianas, ausencia de puntos de contacto deseable y caries secundarias.(26)

Las restauraciones indirectas como las coronas, las incrustaciones o las endocoronas, se fabrican con materiales como metal colado o cerámica (porcelana), entre otros. Según su indicación clásica, las coronas unitarias pueden restaurar cantidades proporcionalmente mayores de dentina y esmalte ausentes que otros tratamientos. Sin embargo, la necesidad de impresiones y el trabajo de laboratorio asociado para

completar la restauración final pueden aumentar considerablemente los costes generales. (14)

La restauración de dientes endodonciados mediante restauraciones indirectas como las coronas puede mejorar su capacidad para resistir las fuerzas de masticación y, por lo tanto, aumentar su supervivencia. Sin embargo, estas restauraciones exigen la eliminación de una gran cantidad de estructura en dientes ya comprometidos y debilitados. Las obturaciones convencionales pueden ser clínicamente aceptables cuando hay suficiente estructura dental para retener el material de restauración, o en situaciones donde se utilizan preparaciones menos traumáticas junto con restauraciones adhesivas.(14)

En 2018 se publica en el *Journal of adhesive dentistry* una revisión sistemática y metanálisis cuyo objetivo principal era comparar la rehabilitación directa frente a la indirecta en los dientes endodonciados para poder proporcionar recomendaciones a la hora de elegir el plan de tratamiento. El estudio partía con la idea que las restauraciones directas podían ser utilizadas en situaciones clínicas en las que se había realizado una apertura cameral conservadora para el tratamiento de conductos. Las restauraciones indirectas cerámicas presentaban el principal problema de que al fracasar lo hacían fracturando al diente. (26)

Las conclusiones fueron que las restauraciones indirectas, que consistían sobre todo en coronas de recubrimiento total en este estudio, eran menos recomendadas como opción de tratamiento en dientes que tuvieran una gran cantidad de tejido remanente.



Las restauraciones indirectas tenían un nivel más alto de supervivencia a medio plazo (5 años) y a largo plazo (10 años), que las restauraciones directas de composite o amalgama. Sin embargo, a corto plazo (5 años o menos) los autores no encontraron diferencias significativas entre ambas. Los altos niveles de supervivencia a largo plazo de los dientes tratados con restauraciones indirectas pueden deberse a que los motivos de extracción suelen producirse en gran parte por caries que no son restaurables, problemas endodónticos o fracturas radiculares. Las coronas de recubrimiento total previenen la posterior contaminación bacteriana ya que aportan un mejor sellado coronal en comparación a la de los dientes tratados con una restauración directa. (26)

Otra revisión sistemática y metanálisis publicado en 2020 en *Eurasian Journal of BioScience* también comparó los resultados obtenidos tras la colocación de restauraciones directas e indirectas en dientes endodonciados, llegando a la conclusión de que los dientes tratados con una restauración directa tuvieron una tasa de supervivencia más alta a los 5 y 10 años de seguimiento, en comparación con las restauraciones indirectas. También el metanálisis mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de restauración indirecta y el grupo de restauración directa en cuanto al éxito de la restauración y el éxito de la endodoncia.(4)

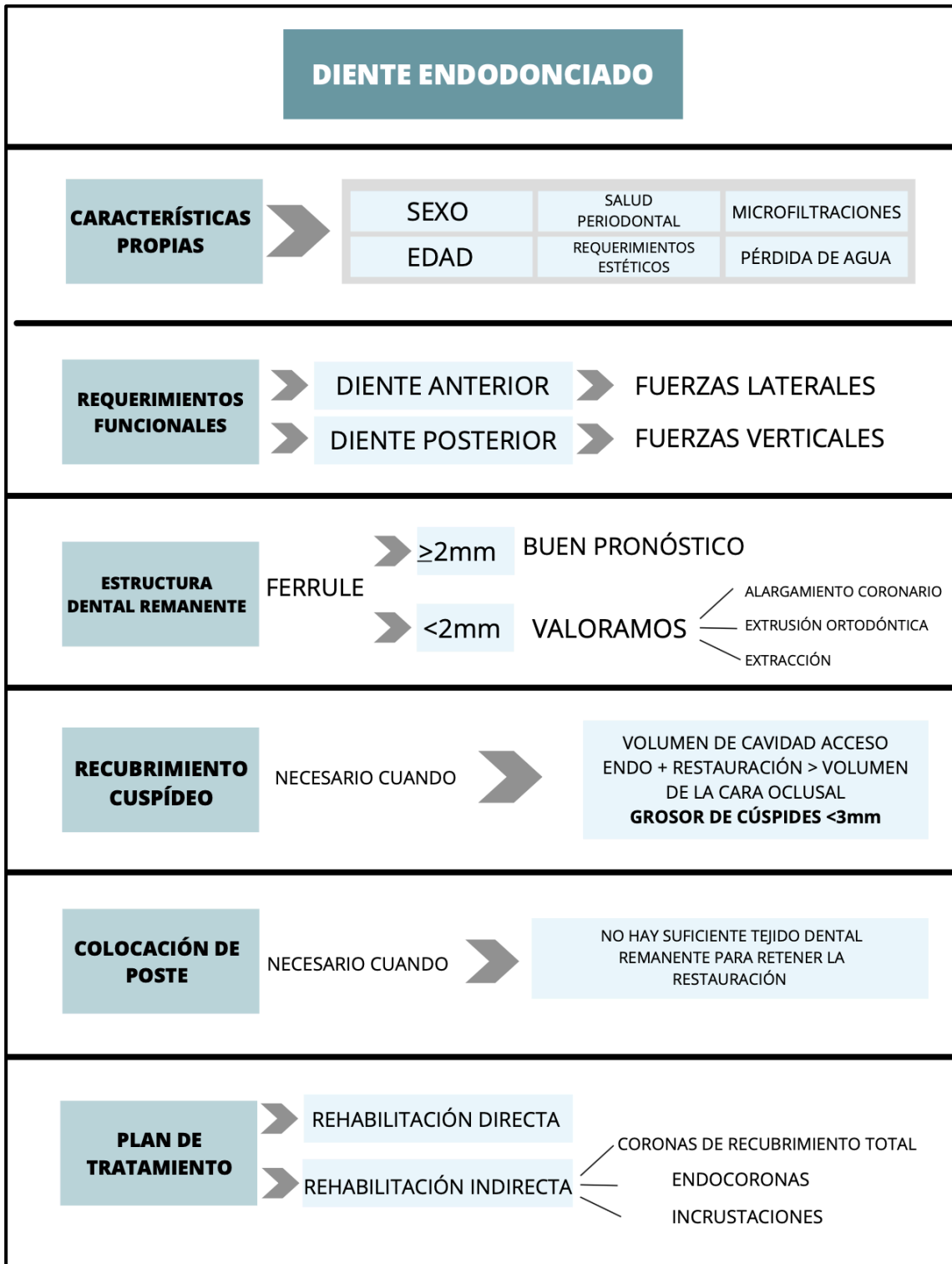


Tabla 1: Resumen acerca de las consideraciones a tener en cuenta a la hora de rehabilitar un diente endodonciado. (Elaboración propia).

## **4.2. Rehabilitaciones protéticas**

Como ya hemos comentado en numerosas ocasiones, una vez que un diente se ha sometido a un tratamiento de endodoncia, es necesario restaurarlo para:

- Proporcionar un sellado coronal (esto tendrá un efecto significativo en el resultado del tratamiento de endodoncia).
- Devolver la funcionalidad del diente.
- Proteger al diente remanente ante la fractura.

Tras la decisión de rehabilitar el diente con una restauración protésica en lugar de una restauración directa convencional, se debe elegir que tipo de restauración elegiremos, si una incrustación, una corona de recubrimiento total o una endocorona. A continuación se discutirán las indicaciones, ventajas e inconvenientes que presenta cada una de ellas, así como algunos de los distintos materiales disponibles en el mercado para su realización.

### **4.2.1. Incrustaciones**

Las incrustaciones estaban indicadas en dientes que habían sufrido una gran pérdida de tejido en los que la utilización de técnicas directas presentaban un gran número de complicaciones clínicas como, por ejemplo, el desgaste, el control de tensiones de contracción, la posible hipersensibilidad postoperatoria, la previsibilidad de la adhesión a la dentina, la dificultad de la restauración morfológica en especial la reconstrucción de las superficies oclusales, los puntos de contacto y el perfil de emergencia. En

consecuencia, en cavidades grandes que necesiten de recubrimiento cuspeo es clínicamente más favorable y recomendable utilizar una restauración cementada como primera opción de tratamiento. (15)

Podríamos considerar las incrustaciones como una “restauración adhesiva indirecta” definiéndose como una restauración de corona parcial realizada en composite o cerámica, que se asienta en la preparación de manera pasiva y se cementa de manera adhesiva (Fig 9)(23). (15)

En cuanto al material de que están realizadas, no hay evidencia clara que favorezca las incrustaciones de resina compuesta o cerámica, pero las incrustaciones de resina compuesta son, en general, menos costosas y más fáciles de preparar y reparar.(16)



*Figura 9: overlay de composite antes del cementado. (23)*

Las indicaciones actuales para estas restauraciones podrían resumirse en (tabla 2):

- Cavidades donde el recubrimiento de una o más cúspides es recomendable para mejorar el pronóstico del complejo a restaurar.
- Cavidades medianas o grandes con una o más cúspides ausentes.

- Restauración de gran superficie oclusal comprometida por desgaste o biocorrosión.

Estas indicaciones se ven reforzadas por otros factores condicionantes, entre ellos la presencia de esmalte cervical en poca cantidad (<1 mm de altura, 0,5 mm de ancho), o incluso su ausencia; la concavidad cervical; la necesidad de realizar múltiples restauraciones en varios cuadrantes con la modificación de toda la oclusión; y la necesidad de restablecer o aumentar la DVO (dimensión vertical oclusal) del paciente.

(15)(23)

Las ventajas de las incrustaciones frente a la utilización de una técnica directa consistirían principalmente en que permiten crear una anatomía ideal de las superficies oclusales, con un excelente control de los puntos de contacto y de los perfiles de emergencia y la posibilidad de realizar una evaluación de la oclusión con un articulador. Asimismo, esta técnica disminuye fuertemente la contracción de curado que se produce fuera de la cavidad, mejorando el sellado marginal. La única contracción de curado restante está en la capa delgada de cemento de resina. Además, el tratamiento fototérmico (130 ° C durante 7 min) mejora el grado de conversión del composite y las propiedades fisicoquímicas de la restauración. Un beneficio adicional es el posible uso de materiales cerámicos como las cerámicas vítreas reforzadas con disilicato de litio.(15)

Los nuevos materiales, instrumentación y técnicas han mejorado el rendimiento de las restauraciones posteriores de composite así como de las restauraciones indirectas adhesivas. Sin embargo, hay que tener en cuenta en estas restauraciones que la habilidad del clínico determina en gran parte la calidad del tratamiento. La aplicación

óptima de los protocolos clínicos, la atención a muchos detalles finos y, sobre todo, el uso del dique de goma, son los puntos clave para el éxito clínico a largo plazo. La colocación del dique de goma es un paso esencial para la acumulación de resina compuesta y la fijación de inlays, onlays. (Fig 10) Es importante el tamaño de los orificios, la distancia correcta entre ellos y la forma, que debe ser redonda y bien definida, para evitar cualquier filtración de saliva, humedad intraoral, sangre y líquido crevicular. La contaminación del esmalte y la dentina puede reducir la fuerza de unión y la adhesión al diente, comprometiendo la longevidad de las restauraciones adhesivas. Un aislamiento de un campo grande que incluye uno o más dientes mesial y distalmente al diente interesado, simplifica las fases de la restauración y de la cementación. Se recomienda la elección de diques de goma gruesos o extra gruesos para proporcionar retracción de los tejidos gingivales con el fin de mejorar la visibilidad de los márgenes profundos y simplificar la eliminación de todos los residuos de adhesivo y cemento.(16)



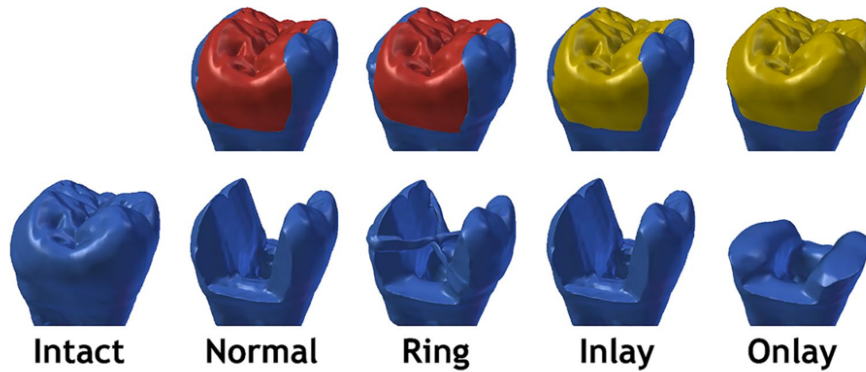
*Figura 10: Correcto aislamiento realizado para la posterior adhesión de un onlay. Con los dientes contralaterales protegidos con teflón. (16)*

Desde un punto de vista práctico, la elección entre una restauración de resina compuesta directa y una incrustación con recubrimiento cuspídeo, marca una diferencia

significativa tanto para el paciente como para el dentista en términos de tiempo, costo y complejidad del tratamiento. Además de requerir la participación de un técnico de laboratorio dental y múltiples sesiones de tratamiento o un sistema CAD / CAM en el gabinete, estaría el problema de que las restauraciones indirectas de recubrimiento cuspeo pueden considerarse más invasivas ya que los tejidos dentales sanos a menudo se eliminan en el proceso de preparación. (27)

Daher R. y cols. observaron en su estudio las diferencias en cuanto a la fuerza que podían soportar antes de que fracturasen los dientes endodonciados a los que les colocaban una incrustación mediante diferentes técnicas. Los resultados fueron los siguientes: 3217 N (752) los dientes que estaban intactos, 2783 N (488) los que recibían una preparación inlay, 2470 N (569) los onlay, 2431 N (413) los que recibían una preparación que ellos denominan en anillo "Ring" (preparación realizada colocando fibra de vidrio alrededor de las paredes bucal y lingual y después una restauración directa de composite) y 2185 N (391) para los tratados con restauración normal. A pesar de las posibles limitaciones, la carga de fractura del grupo Ring (2386 N) fue mayor que el grupo Normal (2211 N) y no mucho menor que el grupo Onlay (2470 N) que se considera el tratamiento de elección en los casos de cavidades MOD en dientes tratados endodónticamente. Las cargas de fractura del grupo de Inlay (2713 N) fueron más altas que las del grupo de Onlay (2470 N), lo que está de acuerdo con otros estudios que mostraron una mayor resistencia a las fracturas de los inlay en comparación con los onlays en premolares y molares. Esto podría estar directamente relacionado con el hecho de que las preparaciones que hay que realizar en los dientes al colocar un inlay

son menos invasivas, y por tanto queda más tejido dental del propio paciente (fig 11).(27)



*Figura 11: Representación gráfica de los diferentes tipos de diseños realizados en el estudio.(27)*

El modo en el que se producen las fracturas de los dientes podría ser incluso un factor más importante que debería considerarse también a la hora de realizar una técnica restauradora u otra. Los autores del artículo examinan lo que denominan fracturas catastróficas, es decir la que como única solución tiene la extracción del diente. De esta manera el grupo de la restauración que denominaron ring fue el grupo que menos fracturas catastróficas presentó, frente al grupo de incrustaciones, tanto las inlay como las onlay que presentaron un porcentaje de fracturas catastróficas muy elevado, el 91,67% y el 100% respectivamente.(27) Otro artículo publicado en 2018 también demostró que la colocación de fibras de vidrio dentro del composite, aunque no mejoraba la resistencia a la fractura, si daba lugar a fracturas más favorables.(28)

Las restauraciones indirectas adhesivas, como las incrustaciones, son más conservadoras que las coronas de recubrimiento total y deben ser preferidas cuando sea posible, profundizaremos más sobre ello en el siguiente apartado.(16)



INCRUSTACIONES		
INDICACIONES	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Cavidades con necesidad de recubrimiento cuspídeo	Excelente anatomía y puntos de contacto	Más tiempo de trabajo y secuencia clínica frente a restauraciones directas
Cavidades medianas o grandes con una o más cúspides ausentes	Permiten evaluación de la oclusión en articulador	Mayor costo que las restauraciones tradicionales de composite
Restauración de una gran superficie oclusal comprometida por desgaste o bicorrosión (aumento de DVO)	Mejor sellado marginal y disminución de los procesos de contracción frente a restauraciones directas	Fracaso en dientes con gran destrucción y ausencia de ferrule

*Tabla 2: resumen de las distintas indicaciones, ventajas e inconvenientes de las incrustaciones. (Elaboración propia).*

#### **4.2.2. Coronas de recubrimiento total**

Las coronas de recubrimiento total son consideradas el *gold standart* por la literatura (16) (18), con un fracaso anual del 1.9% en dientes endodonciados, un valor muy similar al que presentarían dientes vitales tratados con distintos tipos de restauraciones indirectas adhesivas, cuyo fracaso estaría entre un 1.4% y un 1.9% (8). Pero en cavidades de tamaño mediano, las restauraciones indirectas adheridas (onlay y overlay) permiten retrasar la colocación de una corona de recubrimiento total, con el consiguiente sacrificio de tejido dental sano que supondría su colocación. Además la colocación de una corona muchas veces conlleva la realización de una preparación subgingival, por lo que nos encontraríamos con unos márgenes menos higiénicos. (8)

El recubrimiento cuspídeo mejora el pronóstico a largo plazo de los dientes endodonciados. El desarrollo de las nuevas técnicas adhesivas ha hecho que disminuya el uso de las coronas de recubrimiento total y que aumente el de las restauraciones

parciales que garantizan ese mismo recubrimiento pero a partir de procedimientos menos invasivos. Las restauraciones adhesivas indirectas preservan la estructura coronal del diente, evitan la contaminación de los conductos radiculares, refuerzan los tejidos dentales residuales, garantizan una forma, función y estética óptimas y ofrecen ventajas clínicas ergonómicas y económicas indudables.(16)

Numerosos estudios se han llevado a cabo para valorar las tasas de supervivencia de las restauraciones directas frente a las de una corona de recubrimiento total como por ejemplo el de Suksaphar y cols en 2017 (29) que demostró tasas de éxito del 94-100% para las coronas de recubrimiento total y de 91,9-100% para las rehabilitaciones directas de composite en dientes con pérdida de estructura de mínima a moderada. Concluyendo que las tasas de éxito no eran significativamente mayores en el grupo de las coronas. (29) Es por ello que hoy en día, la realización de un tallado dental para colocar una corona de recubrimiento total en estos dientes con poca pérdida de tejido, ya no se considera un tratamiento adecuado en la práctica diaria, que está mas enfocada al uso de técnicas adhesivas. (6)

No obstante, las coronas de recubrimiento total siguen teniendo indicaciones en la actualidad, las cuales mencionábamos ya en la introducción: pérdida severa del tejido coronal debido a caries, fracturas o procedimientos realizados anteriormente en ese diente; como componente de un puente cuando los implantes estén contraindicados; motivos periodontales. (Tabla 3) (16)

#### **4.2.2.1. Coronas metal-cerámica**

Las coronas de metal-cerámica se utilizaban comúnmente en dientes anteriores tratados endodónticamente y representan la principal restauración no adhesiva de la dentición anterior. Es necesaria una reducción de la superficie vestibular de aproximadamente 1,8 a 2 mm. Esta reducción puede comprometer la resistencia del tejido dental remanente. Lejos de preservar la estructura residual del diente, en realidad puede promover su pérdida. Es bastante sensato considerar la cobertura total de metal en palatino para minimizar la reducción del tejido en esta superficie, pero debido a su inconveniente estético, muchos pacientes no se inclinan por esta opción. En general, la colocación de una corona de recubrimiento total en dientes anteriores está indicada si la cantidad de estructura dentaria remanente no es suficiente para una restauración directa y por razones estéticas. (30)

Las coronas de metal-cerámica son la restauración de recubrimiento total que se coloca con más frecuencia en la dentición posterior. Las coronas de metal-cerámica también se pueden utilizar como pilares de puentes. Desafortunadamente, el enfoque convencional para la preparación de coronas de cerámica sobre metal requiere una gran reducción del diente para crear suficiente espacio para la restauración. Para superar algunos de estos problemas, se podría considerar un ajuste a esta preparación. Las zonas no estéticas de la corona se podrían terminar en metal esto permitiría una preparación más conservadora en estas áreas y, como consecuencia, la preservación de más estructura dental. (30)

#### 4.2.2.2. Coronas totalmente cerámicas

Las coronas totalmente cerámicas en dientes anteriores (fig 12)(8) ofrecen un resultado estético superior con a menudo una preparación dental reducida en comparación con una corona de cerámica sobre metal. Algunas coronas totalmente cerámicas pueden permitir una preparación vestibular de 1-1,5 mm como, por ejemplo, las coronas IPS eMax. La preparación de los dientes debe ser muy precisa con ángulos internos redondeados para no concentrar la tensión debajo de la corona, lo que podría conducir a la formación de microgrietas y la propagación de fracturas. Estas coronas pueden cementarse de forma adhesiva. (30)



*Figura 12: Preparación dentaria para la posterior colocación de una corona de recubrimiento total completamente cerámica en sector anterior. (8)*

Las coronas de cerámica sin metal no siempre se recomiendan en dientes posteriores debido al riesgo de fractura, aunque, en ocasiones, se utilizan en premolares por motivos estéticos. (30)

No obstante, con el aumento de la demanda estética por parte de los pacientes ha hecho que las coronas completamente cerámicas se hayan vuelto más populares incluso en sectores posteriores, debido a su gran parecido con los dientes reales, durabilidad y compatibilidad. Sin embargo, sus inconvenientes incluyen la susceptibilidad a las fracturas, un ajuste marginal inadecuado y un desgaste abrasivo de los dientes antagonistas naturales. Por lo tanto, se han introducido cada vez más los sistemas de diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora (CAD / CAM) para minimizar estos problemas ya que los materiales cerámicos CAD / CAM se fabrican en condiciones óptimas. (31)

Entre los materiales utilizados para las restauraciones CAD/CAM el disilicato de litio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) no solo exhibe una translucidez y una variedad de colores favorables, sino que también tiene una mayor resistencia a la flexión que la de otros bloques cerámicos monolíticos utilizados para las restauraciones CAD / CAM. Se ha informado que las coronas CAD / CAM de disilicato de litio monolítico pueden mantener su integridad estructural durante un período de hasta dos años y demuestran una fiabilidad significativamente mayor que las coronas de circonio Y-TZP con capas de porcelana. A pesar de estos resultados clínicos prometedores, el rendimiento mecánico de las restauraciones completamente cerámicas de disilicato de litio monolítico puede verse afectado por varios factores, incluido el estado del pilar, los diseños de la preparación y el método de cementación utilizado además del tratamiento endodóntico en sí y el cemento usado en la cementación (31)(30)

CORONAS DE RECUBRIMIENTO TOTAL		
INDICACIONES	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Pérdida severa del tejido coronal por caries, fracturas o procedimientos previos	Mayores tasas de éxito del tratamiento en dientes con poco tejido dental remanente	Eliminación de más tejido dental sano que en otros tipos de rehabilitaciones indirectas
Como componente de un puente	Consideradas <i>gold standard</i> por la literatura	Más tasas de fracturas catastróficas que otros procedimientos indirectos
Por motivos periodontales	Gran cantidad de materiales disponibles para su realización	Posible contaminación en casos de tallado subgingival

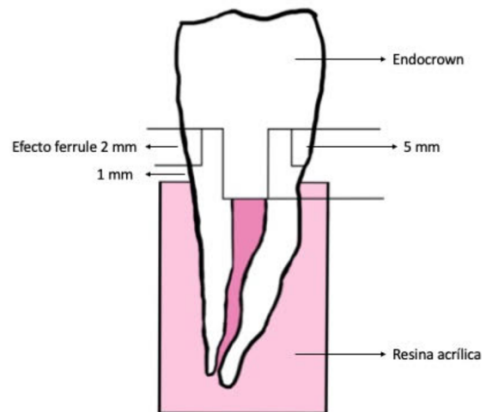
*Tabla 3: Resumen de las distintas indicaciones, ventajas e inconvenientes de las coronas de recubrimiento total. (Elaboración propia).*

#### **4.2.3. Endocrown**

Las ventajas de las endocoronas se basan en la utilización de una técnica conservadora, eliminación de pasos técnicos durante la fabricación, lo que disminuye el tiempo de trabajo y el precio final del tratamiento. Las endocoronas están indicadas en casos de dientes con raíces cortas, obliteradas, dilaceradas o frágiles, pérdida excesiva de tejido coronal y espacio interoclusal limitado (Tabla 4).(32)

Un gran número de estudios han concluido que la resistencia a la fractura que ofrecían las endocoronas era comparable con la que ofrecían las coronas de recubrimiento total. Además se ha visto que las endocoronas ofrecen una recuperación de la función y la estética muy adecuadas, por lo que se ha empezado a estudiar su uso en sectores anteriores (fig 13). En concreto un reciente estudio *in vitro* mostró resultados muy favorecedores para el grupo de dientes rehabilitados con endocoronas de disilicato de litio que presentaron la resistencia mas alta a la fractura junto con las restauradas con

postes de fibra de vidrio y corona de resina nano cerámica. El resto grupos con los que se compararon fueron: poste de circonia con corona de resina nanocerámica, poste de fibra de vidrio con corona de resina nanocerámica, poste de fibra de vidrio con corona de disilicato de litio, endocoronas de resina nanocerámica.(32)



*Figura 13: Diseño de una endocorona para sector anterior (Elaboración propia).*

En 2013 Ramírez- Sebastià y cols publicaron un artículo en el que comparaban la utilización de restauraciones adhesivas directas frente a las endocoronas en dientes anteriores endodonciados. En concreto en dientes anteriores que estaban restaurados con coronas de composite o cerámica y retenidos sin el uso de un poste (endocoronas) o con postes de 5 mm (cortos) y 10 mm de longitud (largos). Los resultados de este estudio indicaron que las restauraciones podían realizarse mediante el uso de endocoronas sin la necesidad de usar un poste siempre y cuando hubiese un efecto ferrule de al menos 2mm. Esto es una ventaja debido a que se conserva más tejido dental sano y se simplifica el procedimiento, por otro lado también demostraron que las rehabilitaciones realizadas con postes cortos se relacionaban con fracturas reparables, mientras que los restaurados con postes largos se relacionaban con fracturas catastróficas.(33)

Liang Lin Seow realizó su estudio en premolares, cuyo objetivo era investigar la recuperación de la rigidez de las cúspides y la resistencia a la fractura de esos premolares maxilares que habían sido tratados previamente con un tratamiento de endodoncia y rehabilitarlos cementando una restauración indirecta. Entre los tipos de restauraciones que compararon estaban: inlay mesio-ocluso-distal (MOD), inlay MOD con recubrimiento cuspldeo, MOD onlay, MOD inlay con extensión en la cámara pulpar, MOD inlay con recubrimiento de la cúspide palatina y extensión en la cámara pulpar, MOD onlay con extensión hacia la cámara pulpar. (34)

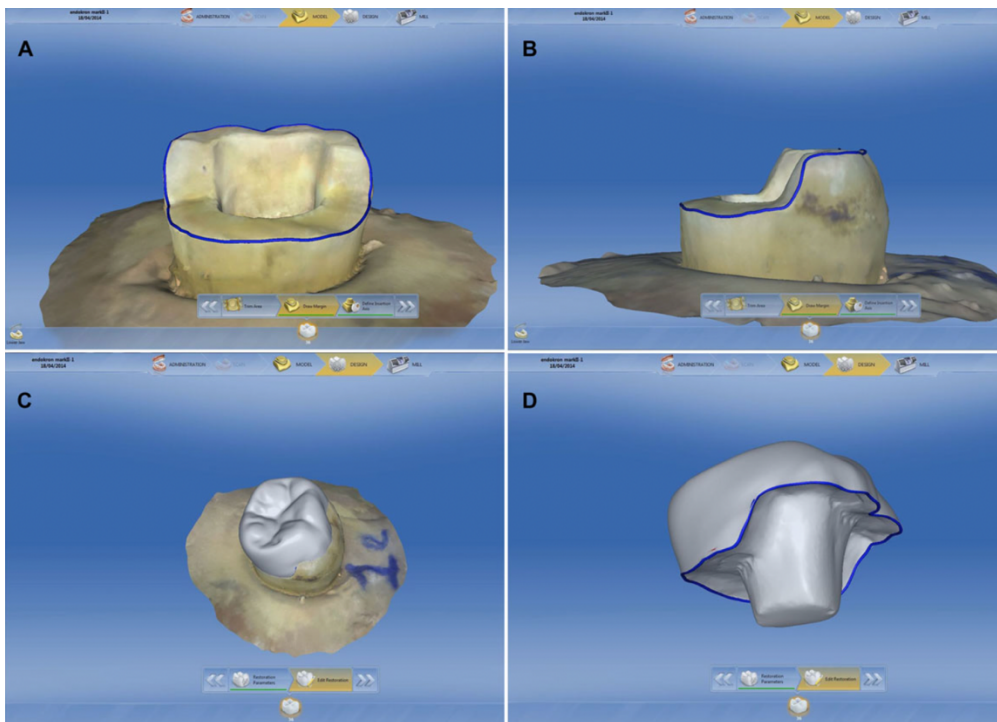
La hipótesis que se planteó fue que la adición de una extensión pulpar, como la de las endocoronas, a ciertos diseños de restauraciones completamente cerámicas no ofrecería ninguna ventaja en términos de rigidez y resistencia a la fractura de los premolares maxilares tratados endodónticamente. (34)

Teniendo en cuenta las limitaciones del estudio se concluyó que las restauraciones completamente cerámicas, que tuvieran recubrimiento de la cúspide proporcionaban las mejores propiedades biomecánicas a la hora de restaurar los premolares maxilares. El uso de las restauraciones onlay se consideró más apropiado que las coronas de recubrimiento total, pero la realización de una extensión cameral se observó que además de ser clínicamente más complicado, no ofrecía ninguna ventaja a la hora de restaurar los dientes endodonciados. Todas las restauraciones habían sido realizadas a partir de cerámica ProCAD para CEREC. (34)

En cuanto a los sectores posteriores, la rehabilitación sigue siendo muy exigente. A pesar de que la colocación de un poste intrarradicular para la sujeción del muñón y la posterior



colocación de una corona de recubrimiento total refieren altas tasas de éxito, el uso de técnicas adhesivas mediante endocoronas realizadas con cerámicas monolíticas (Fig 14)(35), sin la necesidad de colocación de un poste, presentan resultados muy prometedores.(35)



*Figura 14: A y B: preparación dentaria de un molar mandibular para la posterior colocación de una endocorona. C y D diseño completo de la endocorona (35)*

Una restauración extracoronal es preferible en dientes endodonciados muy afectados, que se encuentren debilitados por caries previas, trauma, el acceso para la endodoncia... Las endocoronas se han convertido en una alternativa muy prometedora a la hora de rehabilitar estos molares endodonciados, obteniendo su retención de toda el área que queda libre en la cámara pulpar. (36)

La tecnología CAD/CAM ha permitido introducir nuevos materiales que consiguen la adhesión mediante cementos de resina. Esto permite que puedan fabricarse más rápido,

así como la disminución del tiempo que el paciente pasa en el gabinete, realizando restauraciones de una manera más conservadora. (36)

Entre estos materiales, el autor especifica el uso de los bloques de Lava Ultimate Resin Nano Ceramic. Este consta de un 79% de nano partículas cerámicas que refuerzan una matriz polimérica. Posee un módulo de elasticidad comparable al de la dentina, es decir es mucho más bajo que el de las porcelanas vítreas, lo que le permite una mejor adaptación marginal incluso que la del disilicato de litio. Al presentarse en monobloque, el diente y la restauración se vuelven una sola estructura, distribuyendo las fuerzas a partes iguales en todos los componentes. Surge así el interés en estudiar el desajuste marginal y las microfiltraciones bacterianas que se producían en las endocoronas que se había realizado con este nuevo material, comparándolas con las realizadas con disilicato de litio (IPS Emax CAD). Se seleccionaron estas como grupo control debido a su aceptabilidad clínica a largo plazo, sus buenas características de unión. Tras el estudio se confirmó que tanto las realizadas con resinas nano cerámicas como las realizadas con disilicato de litio presentaban resultados clínicamente favorables en términos de microfiltraciones y ajuste marginal.(36) En otros estudios en los que también se comparó las propiedades estas resinas nanocerámicas, junto a las de otros materiales, se vio que los composites indirectos presentaban una mejor estabilidad frente a la erosión que los composites directos en las pruebas realizadas, excepto en el caso de las restauraciones de Lava Ultimate cuya resistencia a la erosión era menor.(37) Comparándola con la circonia reforzada con disilicato de litio o con IPS e max CAD, se determinó que estos materiales eran por lo general más fuertes, más rígidos y presentaban más dureza que las resinas nanocerámicas.(38)

<b>ENDOCORONAS</b>		
<b>INDICACIONES</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Dientes con raíces cortas, dilaceradas o frágiles	Técnica conservadora	Necesidad de efecto ferrule de 2 mm
Pérdida excesiva de tejido coronal	Eliminación de pasos clínicos frente a la colocación de un poste y corona de recubrimiento total	Realización de la extensión cameral clínicamente más complicada que otros tipos de restauraciones indirectas
Espacio interoclusal limitado	Coste y tiempo de trabajo menor que colocación de coronas de recubrimiento total con poste	

*Tabla 4: Resumen de las distintas indicaciones, ventajas e inconvenientes de las endocoronas. (Elaboración propia).*

### **4.3. Responsabilidad social.**

El desarrollo de las técnicas indirectas con las que rehabilitar dientes endodonciados ha permitido que dientes que en el pasado tenían muy mal pronóstico, siendo su único tratamiento la extracción, puedan mantenerse en boca con muy buenos resultados a largo plazo.

Esto es una gran ventaja para los pacientes puesto que pueden conservar dientes propios sin la necesidad de colocar un implante o un puente, con el consecuente aumento de costes de tratamiento que deberían asumir. Así mismo se podría evitar que el paciente finalmente llegara al edentulismo. Dientes cuyas coronas estuvieran muy destruidas por caries o traumatismos, podrían ser rehabilitados mediante la realización de una endodoncia y la posterior colocación de una rehabilitación protésica.

A las consecuencias económicas que puede tener la pérdida de un diente podríamos añadir las consecuencias sociales, ya que, en su gran mayoría los pacientes sufren grandes complejos cuando no están conformes con la apariencia de su boca. Las rehabilitaciones protésicas pueden ayudar a estos pacientes a recuperar la anatomía de sus dientes, incluso mejorándola, devolviéndoles la confianza a la hora interactuar con otras personas.

## 5. CONCLUSIONES

- Las principales restauraciones protéticas presentes en la actualidad serían: las incrustaciones indicadas en dientes posteriores con cavidades grandes con necesidad de recubrimiento cuspidéo, puntos de contacto complicados o aumento de la DVO; las coronas de recubrimiento total indicadas en dientes que han sufrido una gran destrucción coronal; las endocoronas indicadas en dientes anteriores o posteriores que emplean la cavidad pulpar para dar más retención a la restauración.
- Las restauraciones directas son restauraciones que ofrecen muy buenos resultados en cuanto a tiempo de trabajo y coste del tratamiento en dientes que conservan la mayor parte de su estructura. En casos en los que se necesite rehabilitar una gran cantidad de tejido, un excelente control de los puntos de contacto y de los perfiles de emergencia o una evaluación de la oclusión con un articulador será necesario el uso de una rehabilitación protética.
- Las consideraciones a tener en cuenta a la hora de rehabilitar un diente endodonciado serían: las características propias del diente, sus requerimientos funcionales, la estructura dental remanente, la necesidad de recubrimiento cuspidéo, el uso o no de postes y el plan de tratamiento elegido.
- El uso de las incrustaciones permite ser más conservadores a la hora de restaurar el diente pero no pueden rehabilitar dientes que estén muy destruidos. Las coronas de recubrimiento total protegen al diente en su totalidad evitando la posible aparición de caries, pero requieren de una preparación menos conservadora. Las endocoronas ofrecen una resistencia similar al de las coronas de recubrimiento total, pero más complejidades clínicas a la hora de crear la retención cameral.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Perdigão J, editor. Restoration of Root Canal-Treated Teeth. Springer International Publishing; 2016.
2. Bertoldi Hepburn A. Rehabilitación posendodóntica: base racional y consideraciones estéticas. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.
3. Frankenberger R, Zeilinger I, Krech M, Mörig G, Naumann M, Braun A, et al. Stability of endodontically treated teeth with differently invasive restorations: Adhesive vs. non-adhesive cusp stabilization. Dent Mater. noviembre de 2015;31(11):1312-20.
4. Kashi AMA, Ghanbaran S, Akhavan A, Mirghotbi T. Evaluate and compared the outcome of direct and indirect permanent restorations in endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis. EurAsian J Biosci. 2020;7.
5. 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.
6. Carvalho MA de, 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. 18 de octubre de 2018;32(suppl 1).
7. Spielman H, Schaffer SB, Cohen MG, Wu H, Vena DA, Collie D, et al. Restorative outcomes for endodontically treated teeth in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning Network. J Am Dent Assoc. julio de 2012;143(7):746-55.
8. Atlas A, Grandini, S. Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal, post vs no post, and indirect vs direct restoration. Quintessence Int. 4 de octubre de 2019;50(10):772-81.
9. Faria ACL, Rodrigues RCS, de Almeida Antunes RP, de Mattos M da GC, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. J Prosthodont Res. abril de 2011;55(2):69-74.
10. Xie W, Yang S, Hai Q, Wang J. Effect of Ferrule Thickness on Fractura Resistance of Endodontically Treated Incisors Restored with Fiber Post and Metal Crown. Int J Prosthodont. mayo de 2020;33(3):321-7.
11. Shelley A, Mfgdp B. Restoration of Endodontic Ally-Treated Posterior Teeth. Prim Dent J. 2017;6(1):8.
12. Basaran E, Gokce Y. Evaluation of the Influence of Various Restoration

- Techniques. Nigerian Journal of Clinician Practice. Marzo 2019; 22(3): 328-334.
13. Sorrentino R, Di Mauro MI, Ferrari M, Leone R, Zarone F. Complications of endodontically treated teeth restored with fiber posts and single crowns or fixed dental prostheses—a systematic review. Clin Oral Investig. septiembre de 2016;20(7):1449-57.
  14. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, Nasser M, Alrowaili EF. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. Cochrane Oral Health Group, editor. Cochrane Database Syst Rev. 25 de septiembre de 2015;
  15. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. Clin Res. 2017;12(2):28.
  16. Polesel A. Restoration of the endodontically treated posterior tooth. G Ital Endodonzia. junio de 2014;28(1):2-16.
  17. Fages M, Bennastar B. The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars. jcda. 2013;79:140.
  18. Pratt I, Aminoshariae A, Montagnese TA, Williams KA, Khalighinejad N, Mickel A. Eight-Year Retrospective Study of the Critical Time Lapse between Root Canal Completion and Crown Placement: Its Influence on the Survival of Endodontically Treated Teeth. J Endod. noviembre de 2016;42(11):1598-603.
  19. Shelley A. Restoration of Endodontic Ally-Treated Anterior Teeth. Prim Dent J. marzo de 2017;6(1):46-53.
  20. A. J. E. Qualtrough Principles of operative dentistry. Blackwell Munkingard. Abril 2005.
  21. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule Effect: A Literature Review. J Endod. enero de 2012;38(1):11-9.
  22. Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, Krastl G. “Ferrule Comes First. Post Is Second!” Fake News and Alternative Facts. A Systematic Review. J Endod. febrero de 2018;44(2):212-9.
  23. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR) Preparation design and protocols. The International Journal of Esthetic Dentistry. 2017; 12(4): 483-502.
  24. Aguirre Segarra AP, Rodríguez León TC, Abad Salinas YR. Dientes posteriores tratados endodónticamente: Alternativas para su rehabilitación basadas en evidencia científica. Revisión de la literatura. Res Soc Dev. 19 de marzo de 2021;10(3):e37210313647.

25. Figueiredo FED, Martins-Filho PRS, Faria-e-Silva AL. Do Metal Post–retained Restorations Result in More Root Fractures than Fiber Post–retained Restorations? A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* marzo de 2015;41(3):309-16.
26. Shu X, Mai Q, Blatz M, Price R, Wang X, Zhao K. Direct and Indirect Restorations for Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis, IAAD 2017 Consensus Conference Paper. *J Adhes Dent.* 2018;20(3):12.
27. Daher R. Fracture strength of non-invasively reinforced MOD cavities on endodontically treated teeth. Springer. Agosto 2020.
28. Saridag S, Sari T, Ozyesil AG, Ari Aydinbelge H. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with ceramic inlays and different base materials. *Dent Mater J.* 2015;34(2):175-80.
29. Suksaphar W, Banomyong D, Jirathanyanatt T, Ngoenwiwatkul Y. Survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with full-coverage crowns or resin composite restorations: a systematic review. *Restorative Dentistry and Endodontics.* Agosto 2017; 42(3): 157-167
30. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *Br Dent J.* marzo de 2014;216(6):341-6.
31. Yu W, Guo K, Zhang B, Weng W. Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with lithium disilicate CAD/CAM crowns or onlays and luted with two luting agents. *Dent Mater J.* 2014;33(3):349-54.
32. Bankoğlu Güngör M, Turhan Bal B, Yilmaz H, Aydın C, Karakoca Nemli S. Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. *Dent Mater J.* 2017;36(2):135-41.
33. Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clin Oral Investig.* marzo de 2014;18(2):545-54.
34. Seow LL, Toh CG, Wilson NHF. Strain measurements and fracture resistance of endodontically treated premolars restored with all-ceramic restorations. *J Dent.* enero de 2015;43(1):126-32.
35. Aktas G, Yerlikaya H, Akca K. Mechanical Failure of Endocrowns Manufactured with Different Ceramic Materials: An In Vitro Biomechanical Study: Mechanical Failure of Endocrowns. *J Prosthodont.* abril de 2018;27(4):340-6.
36. El Guindy J, El Sherif R, Aboul-Ezz A.A. Evaluation of marginal discrepancy and microleakage of lava ultimate (resin nano ceramic) versus lithium disilicate (ips e.max cad) endocrowns. In vitro study. *Indian J. Sci. Res.* 2016; 7(1): 27-34.



37. Gil JA, Resistencia erosiva de composites dentales directos e indirectos CAD\_CAM. (Tesis doctoral). Valencia (España). 2020.
38. Ludovichetti FS, Trindade FZ, Werner A, Kleverlaan CJ, Fonseca RG. Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials. J Prosthet Dent. agosto de 2018;120(2):318.e1-318.e8.

7. ANEXOS

Jorge Perdigão  
*Editor*

# Restoration of Root Canal-Treated Teeth

An Adhesive  
Dentistry Perspective

**EXTRAS ONLINE**



Springer





# Stability of endodontically treated teeth with differently invasive restorations: Adhesive vs. non-adhesive cusp stabilization

Roland Frankenberger<sup>a,\*</sup>, Inka Zeilinger<sup>a</sup>, Michael Krech<sup>a</sup>, Gernot Mörig<sup>a,b</sup>, Michael Naumann<sup>c</sup>, Andreas Braun<sup>a</sup>, Norbert Krämer<sup>d</sup>, Matthias J. Roggendorf<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Operative Dentistry and Endodontics, Medical Center for Dentistry, University Medical Center Giessen and Marburg, Campus Marburg, Georg-Voigt-Str. 3, D-35039 Marburg, Germany

<sup>b</sup> Private Practice, Düsseldorf, Germany

<sup>c</sup> Department of Prosthetic Dentistry, University of Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, D-89081 Ulm, Germany

<sup>d</sup> Department of Pediatric Dentistry, Medical Center for Dentistry, University Medical Center Giessen and Marburg, Campus Giessen, Schlangenzahl 14, D-35392 Giessen, Germany

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 11 March 2015

Received in revised form

11 August 2015

Accepted 17 August 2015

### Keywords:

Endodontically treated teeth

Cuspal stabilization

Resin composites

Resin nano ceramic

Lithium disilicate ceramic

Leucite-reinforced glass ceramic

Cast gold

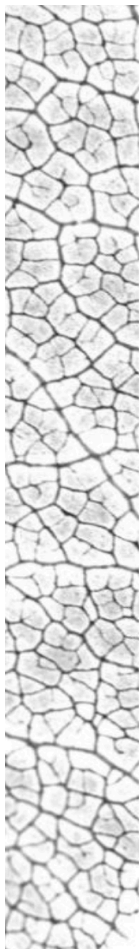
Amalgam

## ABSTRACT

**Objectives.** Aim of the present study was to evaluate fracture strength of endodontically treated molars with different preparations/restorations after thermomechanical loading in vitro.

**Methods.** 264 extracted human third molars were used. Beside the control group, 256 teeth in 32 test groups ( $n=8$ ) received root canal treatment (MTwo #40/.6) and root canal obturation with AH Plus and Guttapercha. After postendodontic sealing and build-up (Syntac, SDR), specimens were additionally prepared MO or MOD. Postendodontic restorations were: Direct restorations (Tetric EvoCeram Bulk Fill bonded with Syntac; as filling or direct partial crown (PC) after reducing the cusps 3 mm; amalgam as filling or direct pin-retained partial crown (PC)), vs. indirect adhesive restorations (I: Inlay vs. PC; IPS Empress I/PC; Celtra Duo I/PC; e.max CAD I/PC; Lava Ultimate I/PC; Enamic I/PC – all inserted with Syntac/Variolink) vs. cemented cast gold I/PC. After 300,000 thermocycles (5/55 °C) and 1.2 Mio. 100 N load cycles, specimens were loaded until fracture.

**Results.** Whereas IPS Empress showed no difference between I and PC ( $p>0.05$ ), in all other groups PC were significantly more stable than fillings/inlays ( $p<0.05$ ), this effect was more pronounced after MOD preparations. Cast gold PC exhibited the highest fracture strengths ( $p<0.05$ ), inlays the lowest ( $p<0.05$ ). IPS Empress was generally inferior to the other bonded materials under investigation ( $p<0.05$ ) which as PC almost reached the level of control specimens. Amalgam fillings showed the worst outcome ( $p<0.05$ ).



## Evaluate and compared the outcome of direct and indirect permanent restorations in endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis

Ali Mohammad Abdorahim Kashi <sup>1</sup>, Sahar Ghanbaran <sup>2\*</sup>, Ali Akhavan <sup>3</sup>, Tina Mirghotbi <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, IRAN

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, IRAN

<sup>3</sup> Assistant Professor, Dental Materials Research Center, Department of Endodontics, Dental Research Institute, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, IRAN

<sup>4</sup> Dentist, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, IRAN

\*Corresponding author: [ghanbaran.sahar@gmail.com](mailto:ghanbaran.sahar@gmail.com)

### Abstract

**Background and Aim:** The restoration of endodontically treated teeth is one of the most challenging situations of the dentist's clinical practice, because it involves procedures related to several areas, such as endodontics, operative dentistry, and prosthetics. The aim of present systematic review and meta-analysis was evaluate and compared the outcome of direct and indirect permanent restorations in endodontically treated teeth.

**Methods:** The PubMed, Embase, ISI, Scopus, Medicine, have been used to search articles until December 2020. Odds ratio with 95% confidence interval (CI), fixed effect model, Mantel-Haenszel methods were calculated. Random effects were used to deal with potential heterogeneity and  $I^2$  showed heterogeneity.  $I^2$  values above 50% signified moderate-to-high heterogeneity. The Meta analysis have been evaluated with the statistical software Stata/MP v.16 (The fastest version of Stata).

**Result:** 214 studies were selected to review the abstracts, six papers met these crucial criteria to do a systematic review and Meta-analysis. Odds ratio of five and ten years survival rate was (OR, -1.27 95% CI -1.69, 0.85. P= 0.00) and (OR, -1.63 95% CI -2.09, -1.17. P= 0.00), respectively. Odds ratio of restorative and endodontic success rate was (OR, -1.15 95% CI -2.32, 0.32. P= 0.05) and (OR, -0.09 95% CI -0.24, 0.06. P= 0.22), respectively.

**Conclusion:** direct restorations had a higher survival rate than Indirect restorations and no statistically significant difference was found between the direct and Indirect restorations in terms of restorative and endodontic success rate.

**Keywords:** endodontically treated teeth, direct restorations, indirect restorations

Kashi AMA, Ghanbaran S, Akhavan A, Mirghotbi T (2020) Evaluate and compared the outcome of direct and indirect permanent restorations in endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia J Biosci* 14: 6743-6749.

© 2020 Kashi et al.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

### REVIEW

## A new classification system for the restoration of root filled teeth

M. Zarow<sup>1</sup>, A. Ramírez-Sebastià<sup>2</sup> , G. Paolone<sup>3</sup> , J. de Ribot Porta<sup>2</sup>, J. Mora<sup>2</sup>, J. Espona<sup>2</sup>, F. Durán-Sindreu<sup>2</sup> & M. Roig<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Private Practice, Krakow, Poland; <sup>2</sup>Department of Restorative Dentistry and Endodontics, School of Dentistry, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spain; and <sup>3</sup>Dental School, Università Vita e Salute San Raffaele, Milan, Italy

### Abstract

Zarow M, Ramírez-Sebastià A, Gaetano P, de Ribot Porta J, Mora J, Espona J, Durán-Sindreu F, Roig M. A new classification system for the restoration of root filled teeth. *International Endodontic Journal*, 51, 318–334, 2018.

The aim of this report is to (i) review the current literature on the status of root filled teeth, (ii) analyse the most important factors in decision-making, (iii) discuss the current restorative concepts, and (iv) classify both the evidence and clinical practice in a way that

seeks to be clear, understandable and helpful for clinicians. Restoration of root filled teeth represents a challenge for the clinician and remains a controversial subject. The guidelines describe a new classification that is drawn from evidence presented in the literature and also from clinical expertise-based reviews. It describes five categories of teeth.

**Keywords:** dental restoration, endodontics, post-and-core technique, root canal treatment.

Received 3 December 2015; accepted 23 August 2017

CRITICAL REVIEW  
Endodontic Therapy

## Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach

**Marco Aurélio de CARVALHO<sup>(a)</sup>**  
**Priscilla Cardoso LAZARI<sup>(a)</sup>**  
**Marco GRESNIGT<sup>(b)</sup>**  
**Altair Antoninha DEL BEL CURY<sup>(c)</sup>**  
**Pascal MAGNE<sup>(d)</sup>**

<sup>(a)</sup>Universidade Federal de Goiás – UFG, Dental School, Department of Stomatology Sciences, Goiania, GO, Brazil.

<sup>(b)</sup>University of Groningen, University Medical Center Groningen, Direct Restorative Department, Groningen, The Netherlands.

<sup>(c)</sup>Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Piracicaba Dental School, Department of Prosthodontics and Periodontology, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>(d)</sup>University of Southern California – USC, Herman Ostrow School of Dentistry, Division of Restorative Sciences, Los Angeles, CA, USA.

**Abstract:** Adhesive procedures have changed the way to restore endodontically treated teeth (ETT). It started with the shift from cast post-and-core to fiber post. The original focus on strength also shifted towards failure modes, revealing that catastrophic failures are still a concern when restoring endodontically-treated teeth even with fiber posts. As an alternative, postless approaches have been proposed in order to improve the chances of repair. The goal of this critical review is to present a survey of the current knowledge on adhesive approaches to restore endodontically treated teeth with and without extensive coronal tissue loss. The preservation of tooth structure of endodontically treated teeth is paramount. Partial versus full coverage of ETT, the role of the ferrule, the post type effect on catastrophic failures and postless alternatives as endocrowns and postless build-ups are reviewed. There is a consensus that the remaining tooth structure plays an important role in ETT survival, although the current literature still is contradictory on the influence of post type on root fractures as well as the benefits of avoiding a post or partially restoring a tooth. More clinical studies should be carried out with the modern postless adhesive alternatives to conventional approaches.

**Keywords:** Tooth, Nonvital; Dental Materials; Crowns; Dental Restoration Failure; Dental Bonding.

**Declaration of Interests:** The authors certify that they have no commercial or associative interest that represents a conflict of interest in connection with the manuscript.



## HHS Public Access

Author manuscript

*J Am Dent Assoc.* Author manuscript; available in PMC 2015 April 10.

Published in final edited form as:

*J Am Dent Assoc.* 2012 July ; 143(7): 746–755.

### Restorative outcomes for endodontically treated teeth in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning Network

**Dr. Howard Spielman, DDS,**

Dr. Spielman maintains a private practice in general dentistry in Plainsboro, N.J., and is a practitioner-investigator in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network, New York City

**Dr. Scott B. Schaffer, DMD,**

Dr. Schaffer maintains a private practice in general dentistry in Clark, N.J., and is a practitioner-investigator in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network, New York City

**Dr. Mitchell G. Cohen, DMD,**

Dr. Cohen maintains a private practice in general dentistry in Bordentown, N.J., and is a practitioner-investigator in the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network, New York City

**Ms. Hongyu Wu, MPH,**

Ms. Wu is a statistician for The EMMES Corporation, Rockville, Md., and served as the protocol statistician for this study

**Mr. Donald A. Vena, BS,**

Mr. Vena is a statistician, The EMMES Corporation, Rockville, Md.; and the principal investigator, Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network Coordinating Center, New York City

**Mr. Damon Collie, MSHS,**

Mr. Collie is a project manager for The EMMES Corporation, Rockville, Md

## RESTORATIVE DENTISTRY

### Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal, post vs no post, and indirect vs direct restoration

Alan Atlas, DMD/Simone Grandini, DDS, MSc, PhD/Marco Martignoni, DMD

Every orthograde endodontic procedure requires restoration of the coronal (access) cavity. The specific type of treatment used in individual cases greatly depends on the amount and configuration of the residual coronal tooth structure. In practice there are Class I access cavities as well as coronally severely damaged, even decapitated, teeth and all conceivable manifestations in between. The latest attempts to review results from clinical trials to answer the question of whether post placement or crowning can be recommended for the restoration of

endodontically treated teeth or not are inconclusive. For dental practitioners, this is not a satisfactory result. This appraisal evaluates available evidence and trends for coronal restoration of single endodontically treated teeth with a focus on clinical investigations, where available. It provides specific recommendations for their coronal restoration to assist clinicians in their decision making and treatment planning. (*Quintessence Int* 2019;50:772–781; doi: 10.3290/j.qi.a43235)

**Key words:** coronal restoration, direct restoration, endodontically treated teeth (ETT), endodontics, fiber post, indirect restoration, seal

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Journal of Prosthodontic Research 55 (2011) 69–74

**Journal of  
Prosthodontic  
Research**
[www.elsevier.com/locate/jpor](http://www.elsevier.com/locate/jpor)

Review

## Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them

Adriana Cláudia Lapria Faria<sup>1</sup>, Renata Cristina Silveira Rodrigues<sup>2</sup>,  
Rossana Pereira de Almeida Antunes<sup>3</sup>, Maria da Gloria Chiarello de Mattos<sup>2</sup>,  
Ricardo Faria Ribeiro\*

Department of Dental Materials and Prosthodontics, Dental School of Ribeirão Preto, University of São Paulo,  
Av. do Café, s/n, 14040-904, Ribeirão Preto, SP, Brazil

Received 30 June 2009; received in revised form 20 May 2010; accepted 13 July 2010  
Available online 14 August 2010

### Abstract

The restoration of endodontically treated teeth is a topic that is extensively studied and yet remains controversial. This article emphasizes the characteristics of endodontically treated teeth and some principles to be observed when restorations of these teeth are planned. It was concluded that the amount of remaining coronal tooth structure and functional requirements determine the best way to restore these teeth, indicating the material to be used, direct or indirect restorations, associated or not to posts.

© 2010 Japan Prosthodontic Society. Published by Elsevier Ireland. Open access under [CC BY-NC-ND license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Keywords:** Endodontically treated teeth; Dental posts; Dental restoration

## Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Endodontically Treated Incisors Restored with Fiber Post and Metal Crown

Wenjia Xie,\* MSD

State Key Laboratory of Oral Diseases, National Clinical Research Center for Oral Diseases, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu, China.

Shuying Yang,\* MSD

Department of Prosthodontics, Fourth Military Medical University, Xian, China.

Qing Hai, DDS, PhD

Department of Preventive and Restorative Sciences, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

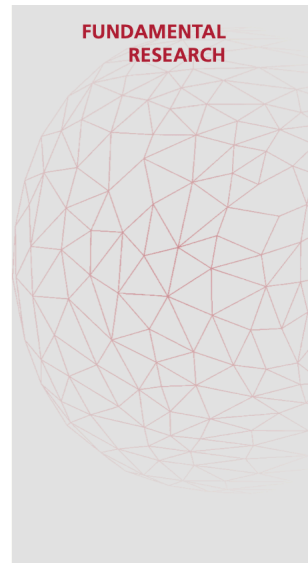
Jian Wang, DDS, PhD

State Key Laboratory of Oral Diseases, National Clinical Research Center for Oral Diseases; Department of Prosthodontics, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu, China.

\*These authors contributed equally to the article.

**Purpose:** To assess the influence of ferrule thickness on the fracture resistance and failure mode of endodontically treated bovine incisors and to predict the long-term prognosis, as well as choose the most suitable clinical treatment, for teeth with different ferrule thicknesses. **Materials and Methods:** A total of 50 endodontically treated bovine incisors were restored with quartz fiber posts and metal crowns and separated into five groups (n = 10 each): no ferrule (group A); 0.5-mm-thick ferrule (group B); 1.0-mm-thick ferrule (group C); 1.5-mm-thick ferrule (group D); and 2.0-mm-thick ferrule (group E). All specimens were subjected to a fatigue loading test (2.33 Hz, 50 N, 300,000 cycles). Survived specimens were loaded until fracture on a universal testing machine at an angle of 135 degrees and a crosshead speed of 0.5 mm/minute. Failure modes and fracture resistance were recorded. Data were analyzed using one-way ANOVA and least significant difference tests. **Results:** A significant increase ( $P < .05$ ) was detected in fracture resistance with increase in ferrule thickness. Group D (1.5 mm) and group E (2.0 mm) showed significantly higher fracture resistance than the other three groups. All failures belonged to restorable fracture patterns. **Conclusion:** Ferrule thickness contributed significantly to the fracture resistance of endodontically treated bovine incisors restored with quartz fiber posts and metal crowns. Teeth with ferrule thickness of  $\geq 1.5$  mm can achieve higher fracture resistance and have a better long-term prognosis. *Int J Prosthodont* 2020;33:321–327. doi: 10.11607/ijp.6423

FUNDAMENTAL  
RESEARCH





# RESTORATION OF ENDODONTICALLY-TREATED POSTERIOR TEETH

ANDREW SHELLEY

Prim Dent J. 2017;6(1):54-61

## ABSTRACT

A case study provides opportunity to discuss treatment planning and the selection of materials and techniques to provide a replacement restoration of an endodontically-treated molar tooth. The discussion highlights treatment options along with the strengths and weaknesses of the alternative approaches to achieving a successful clinical outcome

### Case study

A 53-year-old man (Mr SH) presented with a lost crown from the lower left second molar. The buccal part of the underlying tooth substance had fractured and the crown had been lost (see Figure 1). The tooth was endodontically-treated prior to restoration. Mr SH was medically fit and well with no contraindications to routine dental care.

### Considerations at the person level

Mr SH was a regular dental attender. He was keen to keep his teeth in good order. He lived within easy driving distance of the practice and there were no difficulties in attending for multiple dental appointments.

### Considerations at the mouth level

Oral hygiene was satisfactory, although there were minor supragingival calculus deposits. There was no significant loss of periodontal attachment and the basic periodontal examination (BPE) score was 2 in each sextant. There was no dental caries in any other teeth. There was no evidence of parafunctional activity. However, the patient reported that he had broken teeth in the past and that his missing teeth were the result of fractured and lost restorations.

Mr SH had a number of crowned posterior teeth including the teeth opposing his badly broken down

lower left second molar (see Figure 2). The lower left first premolar was present but other posterior teeth in that quadrant were missing. Other than the first premolar, the lower left second molar had previously provided the only occlusal contact.

### Considerations at the tooth level

The restorability of the tooth was a leading issue in this case. One way to decide on the restorability of a tooth is to use McDonald and Setchell's tooth restorability index.<sup>1</sup> Using this index, the tooth was classified as questionable (see Figure 3). The question of a ferrule was also considered. This refers to how much cervical tooth substance can be engaged by a cast restoration, beyond the margins of the core. One to two millimetres are considered ideal.<sup>2,3</sup> In the case under consideration a partial ferrule only was possible because of the loss of tooth substance on the buccal aspect. In order to satisfactorily restore the tooth, the gingival overgrowth on the buccal side would have to be removed to expose the margins of the lost crown. This would allow, at least, some engagement of buccal dentine. A crucial factor is the

### KEY WORDS

Posterior teeth, Endodontics, Restoration, Treatment planning, Materials, Techniques

### AUTHOR

Andrew Shelley PhD MSc BDS  
MFGDP(UK) DPDS MGDs RCSEd FDS  
RCSEd FFGDP(UK) Dip Rest Dent RCS Eng  
Specialist Prosthodontist, Manchester



Figure 1: Root treated lower left second molar

## Evaluation of the Influence of Various Restoration Techniques on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth with Different Cavity Wall Thicknesses

ET Basaran, Y Gokce<sup>1</sup>

Department of Restorative Dentistry, Yeditepe University Faculty of Dentistry,  
<sup>1</sup>Department of Restorative Dentistry, Istanbul University Faculty of Dentistry, Istanbul, Turkey

### ABSTRACT

**Aims:** The aim of this study was to compare the effect of different restoration techniques on fracture resistance of endodontically treated teeth with different wall thicknesses. **Materials and Methods:** Extracted and endodontically treated 210 premolars were randomly divided into three thickness groups [2 mm (A), 1.5 mm (B), and 1 mm (C)] and, each group was further divided into seven restoration subgroups ( $n = 10$ ): direct composite (control) (K), composite with fiber on cavity floor (KT), composite with fiber on occlusal level (KO), fiber post and composite (FP), inlay (L), fiber on cavity floor and inlay (LT), and inlay and fiber on occlusal level (LO). Fracture test was performed, and data were compared with Kruskal–Wallis and Mann–Whitney  $U$  tests ( $P < 0.05$ ). **Results:** There were no differences between the subgroups in A and C statistically ( $P > 0.05$ ). However, in B, KO subgroup showed statistically higher values ( $P = 0.039$ ). **Conclusion:** Wall support of 2 mm was adequate, and support of 1 mm was completely insufficient. When the wall thickness was 1.5 mm, direct restoration with fiber at the occlusal level significantly improved resistance.

**KEYWORDS:** Composite restoration, compressive strength, endodontically treated teeth, reinforcement materials, tooth fracture

**Date of Acceptance:**  
21-Nov-2018

## Complications of endodontically treated teeth restored with fiber posts and single crowns or fixed dental prostheses—a systematic review

Roberto Sorrentino<sup>1</sup>  · Maria Irene Di Mauro<sup>2</sup> · Marco Ferrari<sup>1</sup> · Renato Leone<sup>2</sup> · Fernando Zarone<sup>2</sup>

Received: 16 May 2016 / Accepted: 19 July 2016  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

### Abstract

**Objective** The present systematic review aimed at assessing data from the literature on endodontic and prosthetic complications in endodontically treated teeth restored with fiber posts and single crowns (SCs) or fixed dental prostheses (FDPs).

**Materials and methods** Available randomized controlled clinical trials evaluating endodontic and prosthetic complications in the teeth treated with fiber posts and restored with different prosthetic restorations were reviewed. PubMed, Evidence-Based Dentistry, BMJ Clinical Evidence, Embase, DynaMed, and gray literature restricted to scientific literature were analyzed; also, manual researches were performed. English language and time filters (from 1990 to 2015) were used.

**Results** The database search produced 4230 records, many of which were duplicates. The manual research did not produce any other relevant article. After duplications were removed, all the selected databases produced 3670 records. Reading titles and abstracts, two independent reviewers excluded 3664 reports. The full-texts of the remaining six reports were read. Only four studies met the inclusion criteria and were included in this systematic review.

**Conclusions** The most frequently reported failures in the available studies were as follows: fiber post debonding, loss

of retention of single crowns, and marginal gaps. Less frequently, chippings and fractures were recorded in SCs. No studies about complications related to FDPs were found.

**Clinical relevance** A correlation between the failure rates of fiber posts and the type of prosthetic restorations just like SCs and FDPs cannot be found to date. Further randomized controlled clinical studies are required to achieve evidence-based conclusions, particularly about the use of fiber posts with FDPs.

**Keywords** Fiber post · Single crown · Fixed dental prosthesis · Endodontic complications · Prosthetic complications · Endodontically treated teeth

### Introduction

One of the main functions of fiber posts is to ensure the retention of restoration after the loss of a large amount of dental structure, in order to secure the filling material to the tooth and build up a prosthetic core. It is well recognized that the presence of a post and core has the function to improve the retention of a restoration but does not improve at all the strength of dental roots [1, 2].

[Intervention Review]

## Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth

Patrick Sequeira-Byron<sup>1</sup>, Zbys Fedorowicz<sup>2</sup>, Ben Carter<sup>3</sup>, Mona Nasser<sup>4</sup>, Eman F Alrowaili<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive, Restorative and Pediatric Dentistry, University of Bern, Bern, Switzerland. <sup>2</sup>Bahrain Branch, Cochrane, Awali, Bahrain. <sup>3</sup>Institute of Primary Care & Public Health, Cardiff University School of Medicine, Cardiff, UK. <sup>4</sup>Peninsula Dental School, Plymouth University Peninsula Schools of Medicine and Dentistry, Plymouth, UK. <sup>5</sup>Oral and Dental Health Services, Ministry of Health, Manama, Bahrain

**Contact address:** Patrick Sequeira-Byron, Department of Preventive, Restorative and Pediatric Dentistry, University of Bern, Freiburgrasse 7, Bern, Bern, CH-3010, Switzerland. [patrick.sequeira@zmk.unibe.ch](mailto:patrick.sequeira@zmk.unibe.ch).

**Editorial group:** Cochrane Oral Health Group.

**Publication status and date:** New search for studies and content updated (no change to conclusions), published in Issue 9, 2015.

**Citation:** Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, Nasser M, Alrowaili EF. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 9. Art. No.: CD009109. DOI: [10.1002/14651858.CD009109.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD009109.pub3).

Copyright © 2015 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

## Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique

**Marco Veneziani, DDS**

Private practice, Vigolzone (PC), Italy

Visiting Professor, University of Pavia, 2007–2012

Active member, Accademia Italiana di Conservativa

Active member, Italian Academy of Esthetic Dentistry

Active member, International Academy for Digital Dental Medicine



## Restoration of the endodontically treated posterior tooth



*Il restauro del dente posteriore trattato endodonticamente*

Andrea Polese<sup>\*</sup>

Private Practice in Arenzano (GE), Italy

Received 2 May 2014; accepted 19 May 2014  
Available online 23 June 2014

### KEYWORDS

Endodontically treated tooth;  
Overlay restoration;  
Post-endodontic restoration;  
Esthetic restoration;  
Indirect adhesive restoration.

### Abstract

**Objectives:** To analyse the key factors of the restoration in the posterior endodontically treated teeth, through a literature review and clinical cases presentation. To focus on the clinical advantages of the adhesive indirect restorations, describing the basic principles for long-term success.

**Materials and methods:** The biomechanical changes due to the root canal therapy and the degree of healthy dental tissue lost because of pathology and iatrogenic factors are the critical points leading the clinician to the restorative treatment planning. The full crown is considered by the literature as the gold standard and is indicated in case of teeth heavily weakened by dental caries, fractures or previous conservative-prosthetic preparations. The improvement of the adhesion and the composite materials, with mechanical properties close to those of dental tissues, offers to the clinician the option of a conservative restoration, able to seal, reinforce and protect the tooth and to delay the execution of a full crown, with the subsequent sacrifice of dental tissue. Although in the presence of small-sized cavity, direct bonded restoration is considered an effective short and medium-term restoration, cuspal coverage with indirect restoration is the treatment of choice in case of mesio-occlusal-distal cavities. Adhesive overlays preserve coronal structure, avoid contamination of the root canal system, reinforce residual dental tissues, guarantee optimal form, function, aesthetics and offer ergonomic and economic undoubted clinical advantages.

**Results and conclusions:** Direct adhesive restorations, indirect bonded restorations and traditional full crown are three therapeutic options for the single posterior endodontically treated teeth. The amount of remaining sound tooth structure is the most significant factor influencing the therapeutic approach. The clinician's operative skill is a determining aspect for long-term success of adhesive inlays.

© 2014 Società Italiana di Endonzia. Production and hosting by Elsevier B.V. All rights reserved.

## The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars



Michel Fages, DDS, PhD; Bertrand Bennasar, DDS

Cite this as: *J Can Dent Assoc* 2013;79:d140

### Abstract

The endocrown is indicated for the endodontic restoration of severely damaged molars. This monolithic, ceramic adhesive restoration requires specific preparation techniques to satisfy criteria that are primarily biomechanical in nature: a cervical margin in the form of a butt joint and a preparation of the pulp chamber that does not extend into the root canals. The remaining tooth substance is thus more robust, resulting in increased longevity. This simple and efficient concept is compatible with the philosophy of biointegrated prostheses. This type of reconstruction, which is still uncommon, should be more widely known and used.



# Eight-Year Retrospective Study of the Critical Time Lapse between Root Canal Completion and Crown Placement: Its Influence on the Survival of Endodontically Treated Teeth

Isaac Pratt, DDS, MS,\* Anita Aminoshariae, DDS, MS,\* Thomas A. Montagnese, DDS, MS,\*  
Kristin A. Williams, DDS, MPH,† Navid Khalighinejad, DDS,\* and Andre Mickel, DDS, MS\*

## Abstract

**Introduction:** The purpose of this study was to investigate the effects of factors associated with various coronal restorative modalities after root canal treatment (RCT) on the survival of endodontically treated teeth (ETT) and to assess the effect of time lapse between RCT and crown placement after RCT to form a tooth loss hazard model. **Methods:** Computerized analysis was performed for all patients who received posterior RCT from 2008 to 2016 in the graduate endodontic department. Data collected included dates of RCT, type of post-endodontic restoration, and time of extraction if extracted. Teeth that received crown after RCT were also divided into 2 groups: receiving crown before 4 months and after 4 months after RCT. Data were analyzed by using Kaplan-Meier log-rank test and Cox regression model ( $\alpha = 0.05$ ) by using SPSS Statistic 21. **Results:** Type of restoration after RCT significantly affected the survival of ETT ( $P = .001$ ). ETT that received composite/amalgam buildup restorations were 2.29 times more likely to be extracted compared with ETT that received crown (hazard ratio, 2.29; confidence interval, 1.29–4.06;  $P = .005$ ). Time of crown placement after RCT was also significantly correlated with survival rate of ETT ( $P = .001$ ). Teeth that received crown 4 months after RCT were almost 3 times more likely to get extracted compared with teeth that received crown within 4 months of RCT (hazard ratio, 3.38; confidence interval, 1.56–6.33;  $P = .002$ ). **Conclusions:** Patients may benefit by maintaining their natural dentition by timely placement of crown after RCT, which otherwise may have been extracted and replaced by implant because of any delay in crown placement. (*J Endod* 2016;42:1598–1603)

## Key Words

Endodontically treated teeth, restoration, root canal treatment, survival analysis, survival rate

Numerous studies have focused on a different set of preoperative, intraoperative, and postoperative factors such as the periapical status, quality of root canal treatment

(RCT), and prosthetic restorability of the tooth that can affect the survival of endodontically treated teeth (ETT) (1–4). Crown and root fractures are among the main causes of tooth loss after RCT (5). This finding might be explained by a catastrophic sequela that has been attributed to reinfection of the root canal system through coronal microleakage or complete loss of coronal tooth structure after crown fracture (6). Consequently, coronal restoration has been considered one of the major factors affecting the survival of ETT (7).

Different clinical studies have investigated the effect of coronal restorations on the outcome of RCT. Ray and Trope (8) concluded that periapical health depends significantly more on the coronal restoration than on the quality of the endodontic treatment. Also, Gillen et al (7) reported that appropriate coronal coverage after RCT is as critical as high-quality RCT for the integrity of the periapical tissue. Analysis from an epidemiology study on extracted ETT notably revealed that 85% had no coronal restorations after RCT (9).

Although studies increasingly emphasize the importance of the coronal seal after RCT, others have questioned the influence of coronal restorations (10). Nevertheless, dental practitioners still debate about the most appropriate restorative modality after RCT that can improve the longevity of ETT (11). Controversy exists regarding the effect of the type of coronal restoration after RCT on the survival of ETT. Aquilino and Caplan (12) reported that ETT not crowned are 6 times more likely to get extracted than teeth crowned after RCT. However, Safavi et al (11) reported that there is no significant difference between the survival of ETT that have been restored with amalgam, composite fillings, or cast crowns.

Considering the importance of coronal restoration on the survival of ETT (3), we performed an extensive search of the literature to gain a deeper understanding of the

## Significance

This study demonstrated that timing of the crown placement after root canal treatment can significantly affect the survival rate of endodontically treated teeth.

# RESTORATION OF ENDODONTICALLY-TREATED ANTERIOR TEETH

ANDREW SHELLEY

Prim Dent J. 2017;6(1):46-53

## ABSTRACT

Detailed consideration of a case involving the restoration of an endodontically-treated maxillary canine tooth provides opportunity to review the many different considerations and treatment options in such situations. The restoration of endodontically-treated anterior teeth must be patient-centred, applying materials and techniques best suited to achieve a successful clinical outcome.

### Case study

The patient shown in Figure 1 is a 54-year-old woman (Mrs AA) who presented with a fractured upper left canine. A root canal treatment (RCT) had previously been carried out through a palatal access cavity and the remaining, weakened coronal tooth substance had fractured. The composite restoration, which formerly restored the access cavity, remained in place. Conveniently, this preserved a coronal seal for the root filling. Mrs AA was generally fit and well with no contraindications for routine dental care.

### Considerations at the person level

This patient had formerly been an irregular dental attender due to family difficulties. She reported that these difficulties persisted and that there may be problems in attending for multiple appointments. Nevertheless, she lived within easy driving distance of the practice, there was no relevant medical history and she was keen to restore her teeth to good order.

### Considerations at the mouth level

Oral hygiene was less than satisfactory and there were a number of concurrent dental problems, including dental caries and breakdown of existing restorations. Nevertheless, there was no significant loss of periodontal attachment and the basic periodontal examination (BPE) score was 2 in each sextant.

### KEY WORDS

Anterior Teeth, Endodontics, Restoration, Treatment Planning, Materials, Techniques

### AUTHOR

Andrew Shelley PhD MSc BDS  
MFGDP(UK) DPDS MGDS RCSEd FDS  
RCSEd FFGDP(UK) Dip Rest Dent RCS Eng  
Specialist Prosthodontist, Manchester



Figure 1: Case at presentation – the root treated and fractured upper left canine

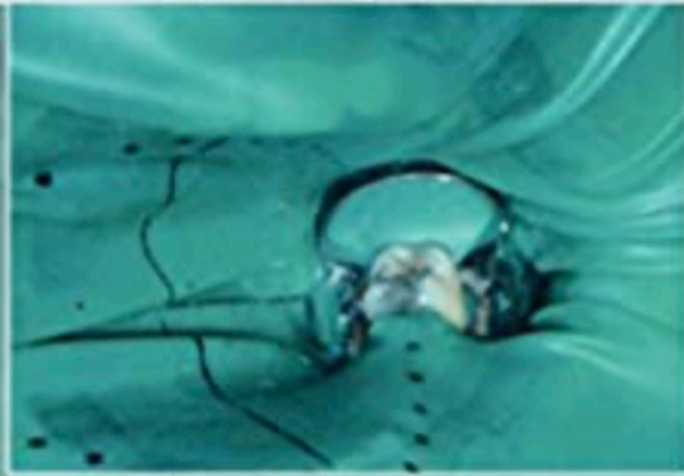


Figure 2: Upper left canine following removal of existing restorations



Figure 3: Upper left canine following removal of existing restorations

Principles of  
**OPERATIVE  
DENTISTRY**



AJE Qualtrough, JD Satterthwaite  
LA Morrow, PA Brunton

  
Blackwell  
Munksgaard

## Ferrule Effect: A Literature Review

Jelena Juloski, DDS,\* Ivana Radovic, DDS, MSc, PhD,<sup>†</sup> Cecilia Goracci, DDS, MSc, PhD,\*  
Zoran R. Vulicevic, DDS, MSc, PhD,<sup>‡</sup> and Marco Ferrari, MD, DDS, PhD\*

### Abstract

**Introduction:** Preserving intact coronal and radicular tooth structure, especially maintaining cervical tissue to create a ferrule effect, is considered to be crucial for the optimal biomechanical behavior of restored teeth. The ferrule effect has been extensively studied and still remains controversial from many perspectives. The purpose of this study was to summarize the results of research conducted on different issues related to the ferrule effect and published in peer-reviewed journals listed in PubMed. **Methods:** The search was conducted using the following key words: "ferrule" and "ferrule effect" alone or in combination with "literature review," "fracture resistance," "fatigue," "finite element analysis," and "clinical trials." **Results:** The findings from reviewed articles were categorized into three main categories: laboratory studies, computer simulation, and clinical trials. Laboratory studies were further classified into subchapters based on the main aspect investigated in relation to the ferrule effect. **Conclusions:** The presence of a 1.5- to 2-mm ferrule has a positive effect on fracture resistance of endodontically treated teeth. If the clinical situation does not permit a circumferential ferrule, an incomplete ferrule is considered a better option than a complete lack of ferrule. Including a ferrule in preparation design could lead to more favorable fracture patterns. Providing an adequate ferrule lowers the impact of the post and core system, luting agents, and the final restoration on tooth performance. In teeth with no coronal structure, in order to provide a ferrule, orthodontic extrusion should be considered rather than surgical crown lengthening. If neither of the alternative methods for providing a ferrule can be performed, available evidence suggests that a poor clinical outcome is very likely. (*J Endod* 2012;38:11–19)

### Key Words

Endodontically treated teeth, ferrule effect, post and core, review

The restoration of endodontically treated teeth involves a variety of treatment options and still represents a challenging task for clinicians. Whether a tooth requires a post or not is determined by the amount of remaining coronal tooth structure and the functional requirements (1). Frequently, the remaining tooth structure is not sufficient, and a post is indicated to provide retention for crown restoration (1–3). Cast post and core systems were the standard for many years. However, demands for simpler procedures and esthetic restorations led to the development of prefabricated posts, initially made from metal and more recently from ceramics and fiber-reinforced composites (FRCs) (1, 4, 5).

A successful clinical outcome of endodontically treated teeth depends on adequate root canal treatment as well as on adequate restorative treatment performed afterwards (6). Therefore, research has focused on finding the most promising post and core system (7–9), luting agent (10–12), and crown type (13, 14). Even though a strengthening effect of the post is desirable and very often needed, it was questioned in the literature (1). Despite extreme efforts to reinforce endodontically treated teeth, biomechanical failures still represent a critical issue (4, 15). The lack of a protective feedback mechanism after pulp removal may be a contributing factor to frequent tooth fractures (16). However, beside noncontrollable risk factors, the high occurrence of fractures may be attributed to various operative procedures, such as access cavity preparation and restoration, root canal preparation, irrigation and obturation, post space preparation, and final coronal restoration (15, 17).

Preserving intact coronal and radicular tooth structure and maintaining cervical tissue to create a ferrule effect are considered to be crucial to optimize the biomechanical behavior of the restored tooth (17, 18). A ferrule effect is defined as a "360° metal collar of the crown surrounding the parallel walls of the dentine extending coronal to the shoulder of the preparation. The result is an elevation in resistance form of the crown from the extension of dentinal tooth structure" (19). More precisely, parallel walls of dentin extending coronally from the crown margin provide a "ferrule," which after being encircled by a crown provides a protective effect by reducing stresses within a tooth called the "ferrule effect" (20) (Fig. 1).

Growing attention has been given to the prognosis of endodontically treated teeth, and, generally, the ferrule effect is considered necessary to stabilize restored tooth (1, 3, 17, 21–24). Then again, the cost of getting this support in teeth with no coronal dentin is the additional loss of tooth tissue, and although a ferrule would be desirable, it should not be provided at the expense of the remaining coronal or root structure (25, 26). However, it is important to bear in mind that a ferrule effect is just one part of the restored endodontically treated tooth that represents a complex system. The clinical performance of the entire complex is also affected by several other factors including the post and core material, the luting agent, the overlying crown, and functional occlusal loads



# "Ferrule Comes First. Post Is Second!" Fake News and Alternative Facts? A Systematic Review

Michael Naumann, DMD,\* Marc Schmitter, DMD,† Roland Frankenberger, DMD,‡ and Gabriel Krastl, DMD§

## Abstract

**Introduction:** Both the role of an endodontic post and the ferrule effect have been discussed for decades. The clinical impact of endodontic posts compared with post-free restoration with or without ferrule support was not systematically reviewed so far. It was assumed that the effect of an endodontic post compared with a post-free restoration can be evaluated only when at the same time a ferrule or no-ferrule situation was clinically compared. **Methods:** The specific PICO question was as follows: Patient: adults with sufficient endodontic treatment needing a core or post; Intervention: post-endodontic treatment using posts with or without ferrule; Comparison: post-endodontic treatment without posts with or without ferrule; Outcomes: failure rates of post/core complexes with or without ferrule support. A Medline search was performed via PubMed in June 2017 using relevant electronic databases. Additionally, hand search was performed. Only prospective clinical studies in humans comparing the success/survival of teeth restored with or without posts over a minimum time of observation of 5 years were included. **Results:** In total, 7 randomized controlled trials and 1 prospective clinical trial met inclusion criteria. Cochrane rating showed high risk of bias in 5 studies. Two of 3 studies support the ferrule-effect concept. Seven of 8 show no post effect. Clinical evidence regarding the influence of tooth location on its survival is scarce. **Conclusion:** Ferrule effect and maintaining cavity walls are the predominant factors with regard to tooth and restoration survival of endodontically treated teeth. Most studies do not confirm a positive effect of post placement. (*J Endod* 2017; ■:1–8)

## Key Words

Buildup, clinical trial, core, dowel, endodontically treated teeth, no-post, post-and-core, post-free, post-retained, screw

In contrast to vital teeth, the complication rate of restorations on endodontically treated teeth (ETT) is considerably increased, maybe finally resulting in tooth loss. Therefore, ETTs are often judged as "less valuable" as abutments for prosthodontic restorations

when it comes to reliability and cost-effectiveness compared with vital teeth (1) or implants (2). Systematically reviewed (SR) data over 3 to 25 years showed that survival rates of restorations after endodontic treatment ranged between approximately 81% and 100% (3).

Over the past decades, much research focused on the question of which post-and-core technique/material should be used to increase ETT and restoration survival (4). A wide range of post materials with different mechanical properties, such as cast gold (5), stainless steel (6, 7), titanium (8), zirconia (9), or less rigid materials, such as fiber posts (10) was applied. A recent survey reported that a great variety of options is presently used, also including no post placement depending on the final restoration planned (11). However, unequivocal guidelines do not exist.

The aim of the present SR was to look for high-level clinical evidence comparing post *versus* no-post placement in ferruled and unferruled teeth to distinguish between post and ferrule effect and to exclude the blurring impact of the latter. The null hypothesis was that post placement is superior to post-free restorations (post effect) irrespective of the presence of a ferrule (ie, ferrule effect) for restoration and/or tooth survival.

## Significance

Ferrule effect and maintaining cavity walls are predominant factors with regard to tooth and restoration survival of endodontically treated teeth. Considerable clinical evidence to the influence of the tooth type on the survival of endodontically treated teeth is scarce. Most studies do not confirm a positive effect of post placement for indirect restoration.

## Material and Methods

### PICO Question

The specific PICO question was as follows:

*P (patient):* adults with sufficient endodontic treatment needing a dentin core buildup procedure

*I (intervention):* post-endodontic treatment using posts with or without ferrule support

*C (comparison):* post-endodontic treatment without posts with or without ferrule support

*O (outcomes):* tooth and/or restoration survival

## Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol

**Federico Ferraris, DDS**  
Private Practice, Alessandria, Italy



### Dientes posteriores tratados endodónticamente: Alternativas para su rehabilitación basadas en evidencia científica. Revisión de la literatura

Endodontically treated posterior teeth: Alternatives for their rehabilitation based on scientific evidence. Literature review

Dentes posteriores tratados endodónticamente: Alternativas para sua reabilitação com base em evidências científicas. Revisão de literatura

Recibido: 08/03/2021 | Revisado: 10/03/2021 | Acepto: 12/03/2021 | Publicado: 18/03/2021

**Amy Paola Aguirre Segarra**  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9939-2264>  
Universidad de Cuenca, Ecuador  
E-mail: amy.aguirre@ucuenca.edu.ec

**Tannya Cristina Rodríguez León**  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5102-8826>  
Universidad de Cuenca, Ecuador  
E-mail: tannya.rodriguez@ucuenca.edu.ec

**Yulissa Raquel Abad Salinas**  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5450-7603>  
Universidad de Cuenca, Ecuador  
E-mail: yulissa.abad@ucuenca.edu.ec

#### Resumen

La restauración definitiva de un diente tratado endodónticamente (DTE) es fundamental para prevenir una posible reinfección periapical, lo que determina su pronóstico a corto y largo plazo. Este trabajo tiene como objetivo determinar la tasa de sobrevida y qué tipo de restauración está indicada en dientes posteriores tratados endodónticamente de acuerdo a la pérdida de estructura dentaria. Para ello, se realizó una búsqueda en las bases digitales Cochrane, Scopus y Pubmed acorde a criterios de inclusión y exclusión; y una búsqueda manual en Google Scholar. Como resultado se obtuvieron 34 artículos para la lectura de texto completo, se tomó dos clasificaciones que permitieron a los revisores unificar criterios y proponer una nueva clasificación que facilitará a los lectores elegir la forma de restauración ideal en los dientes posteriores. Para aquellas piezas dentarias con pérdida mínima de estructura coronaria, el tratamiento de elección son restauraciones de composite (91.9%-100% de éxito); en piezas con pérdida moderada de tejido dentario, se recomienda la utilización de restauraciones indirectas de cobertura parcial o total (92.4%-98.9%) con el uso o no de un poste de fibra de vidrio y, por último, en piezas con gran pérdida de remanente se optaría por técnicas alternativas que permitan preservar tejido dentario. Es preciso conocer las opciones existentes al momento de escoger un tipo de restauración conforme a los requerimientos de la pieza dentaria, considerando ser lo más conservador posible para no debilitar aún más su estructura.

**Palabras clave:** Restauración; Diente tratado endodónticamente; Diente no vital; Diente posterior.

# Do Metal Post–retained Restorations Result in More Root Fractures than Fiber Post–retained Restorations? A Systematic Review and Meta-analysis

Fabricio Eneas Diniz Figueiredo, DDS,\* Paulo Ricardo Saquete Martins-Filbo, PhD,<sup>†</sup>  
and André Luis Faria-e-Silva, PhD\*

## Abstract

**Introduction:** Teeth requiring endodontic treatment commonly have compromised a coronal tooth structure that often requires the use of an intraradicular post to retain the coronal restoration. Although usually successful, catastrophic failures requiring extraction have been reported in the literature. The aim of this systematic review was to analyze clinical trials and cohort studies that evaluated the incidence rate of root fractures in post-retained restorations. The hypothesis was that the incidence rate related to the use of metal posts was higher than that of fiber posts. **Methods:** A MEDLINE search for clinical studies reporting the incidence of root fractures of restorations retained with fiber posts or metal posts of endodontically treated teeth with a more than 5-year follow-up was conducted from inception to January 2014. Seven randomized clinical trials and 7 cohort studies were included. **Results:** The pooled survival rate was 90% (95% confidence interval, 85.5–93.3) for metal-based posts and 83.9% (95% confidence interval, 67.6–92.8) for fiber-reinforced posts. The overall incidence rate of root fractures (catastrophic failures) was similar between metal and fiber posts. Prefabricated metal posts and carbon fiber posts had a 2-fold increase in the incidence rate of root fractures compared with cast metal posts and glass fiber posts, respectively. **Conclusions:** The results of this study did not show significant differences for root fracture incidence between metal- and fiber posts. However, the studies included in this review presented a high risk of bias, and further well-designed clinical studies are required to confirm these findings. (*J Endod* 2015;■:1–8)

## Key Words

Dental restoration failure, endodontically treated teeth, meta-analysis, post and core technique

Prefabricated fiber-reinforced posts have become more popular than cast posts for clinical usage in recent years. This may be caused by enhanced esthetics and a reduction in treatment time. Another factor may be that the elastic modulus between fiber posts and dentin is similar, which has been related to a reduced incidence of root fractures (1, 2). Several *in vitro* studies have shown that because of their high elastic modulus, metal posts concentrate stress on the root and promote a higher incidence of root fractures compared with fiber posts (3). In contrast, a recent study with finite element analysis has shown that the use of fiber posts resulted in higher stress on root structures compared with metal posts, primarily when the bonding between the fiber posts and the root canal surface failed (ie, debonding) (4). However, the same study showed that fiber post–restored roots were less prone to fracture because the risk of fracture of the core and/or post is higher than that of the root.

Clinically, a reduced incidence of catastrophic failures, which does not permit the replacement of the restoration, can be more important than the survival rate of the restoration. However, the aim of most reviews on intraradicular posts has been to evaluate the survival rate. Thus, the aim of this systematic review was to analyze the outcome of clinical trials and cohort studies evaluating the post-retained restorations regarding the incidence rate of root fractures. The hypothesis is that the incidence rate of root fractures related to the use of metal posts is higher than that of fiber posts. This study also aimed to evaluate the clinical performance of the systems regarding their survival rate.

## Materials and Methods

A protocol of this systematic review was designed *a priori* and was registered in the PROSPERO database (registration number CRD 42014007423).

## Eligibility Criteria

Clinical studies reporting the incidence of root fractures of restorations retained with fiber-reinforced composite posts or metal posts of endodontically treated teeth were considered eligible for inclusion in this systematic review. Articles were selected if they met the following criteria: randomized clinical trials (RCTs) and cohort studies comparing the incidence of root fractures of metallic and fiber-reinforced composite posts, RCTs and cohort studies in which 1 arm reported the incidence of root fracture of 1 system, and RCTs and cohort studies with a mean/median of follow-up time of 5 years.

## Direct and Indirect Restorations for Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis, IAAD 2017 Consensus Conference Paper

Xin Shu<sup>a</sup> / Qing-qing Mai<sup>b</sup> / Markus Blatz<sup>c</sup> / Richard Price<sup>d</sup> / Xiao-dong Wang<sup>e</sup> / Ke Zhao<sup>f</sup>

**Purpose:** The primary objective of this systematic review was to compare treatment outcomes of direct and indirect permanent restorations in endodontically treated teeth, and provide clinical suggestions for restoring teeth after endodontic treatment.

**Materials and Methods:** Electronic databases (Medline, EMBASE, CENTRAL) and gray literature were screened for articles in English that reported on prospective and retrospective clinical studies of direct or indirect restorations after endodontic treatment with an observation period of at least 3 years. Primary outcomes were determined to be short-term ( $\leq 5$  years) and medium-term ( $> 5$  and  $\leq 10$  years) survival. Secondary outcomes included restorative and endodontic success of restored teeth. The quality of included studies and risk of bias were assessed using Cochrane Collaboration's tool for RCTs (randomized controlled trials), the Newcastle-Ottawa Scale for cohort studies, and the Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) methodology checklist for cross-sectional studies. The GRADE system was used for assessing collective strength of the overall body of evidence.

**Results:** Of 2547 screened articles, only 9 (2 RCTs, 3 retrospective cohort studies, 3 cross-sectional studies) met the inclusion criteria, and 8 studies were used in the meta-analysis. In general, indirect restorations (mostly full crowns) showed higher 5-year survival (OR 0.28, 95% CI 0.19-0.43,  $p < 0.00001$ ) and 10-year survival (OR 0.20, 95% CI 0.12-0.31,  $p < 0.00001$ ) than direct restorations. However, there was no statistical difference in short-term ( $\leq 5$ -years) restorative success (OR 0.32, 95% CI 0.05-2.12,  $p = 0.24$ ) and endodontic success (OR 0.88, 95% CI 0.72-1.08,  $p = 0.22$ ).

**Conclusions:** Based on current evidence, there is a weak recommendation for indirect restorations to restore endodontically treated teeth, especially for teeth with extensive coronal damage. Indirect restorations using mostly crowns have higher short-term (5-year) and medium-term (10-year) survival than do direct restorations using composite or amalgam (GRADE quality of evidence: low to moderate), but no difference in short-term ( $\leq 5$  years) restorative success (low quality) and endodontic success (very low quality). There is a need for high-quality clinical trials, especially well-designed RCTs.

**Keywords:** endodontic treatment, direct restorations, indirect restorations, survival rates, success rates, apical periodontitis.

*J Adhes Dent* 2018; 20: 183–194.  
doi: ###.###/jad.a#####

Submitted for publication: 09.09.17; accepted for publication: 28.03.18

## Fracture strength of non-invasively reinforced MOD cavities on endodontically treated teeth

René Daher<sup>1</sup> · Stefano Ardu<sup>1</sup> · Enrico Di Bella<sup>2</sup> · Giovanni T. Rocca<sup>1</sup> · Albert J. Feilzer<sup>3</sup> · Ivo Krejci<sup>1</sup>

Received: 22 July 2020 / Accepted: 23 August 2020  
© The Author(s) 2020

### Abstract

The purpose of this in-vitro study was to evaluate the fracture resistance and failure mode of non-invasively reinforced endodontically treated mandibular molars. Sixty freshly extracted defect-free mandibular molars were divided into four experimental groups with extensive MOD cavities on endodontically treated teeth with different restoration types and one control group with intact teeth ( $n = 12$ ). The groups were as follows: "Normal": direct resin composite; "Ring": glass fiber-reinforced strip (Dentapreg) wrapped around buccal and lingual walls followed by direct resin composite; "Inlay": indirect CAD/CAM resin composite inlay; "Onlay": indirect CAD/CAM resin composite onlay; "Intact": Intact teeth (Control). Tetric EvoCeram and Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) were used for direct restorations and Tetric CAD (Ivoclar Vivadent) adhesively luted with Adhese Universal and Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent) were used for indirect restorations. All teeth were submitted to thermo-mechanical cyclic loading. All samples were then submitted to a compressive load until fracture. Fracture load was noted and teeth were analyzed to classify the failure mode as either catastrophic (C) or non-catastrophic (NC). No statistically significant difference was found between fracture strength of the five groups when all specimens were considered ( $p = 0.1461$ ). Intact group showed the lowest percentage of catastrophic failures (41.67%). Ring group presents less catastrophic failures (75%) than Normal group (83.34%), and failures of indirect restorations—Inlay and Onlay—were almost all catastrophic (91.67% and 100%, respectively).

**Keywords** Inlay · Onlay · Cusp coverage · Endodontically treated teeth · Fiber-reinforced strip

## Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with ceramic inlays and different base materials

Serkan SARIDAG<sup>1</sup>, Tugrul SARI<sup>2</sup>, Atilla Gokhan OZYESIL<sup>3</sup> and Hale ARI AYDINBELGE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Kocaeli University, Yuvacık Yerleşkesi 41190 Başiskele, Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup> Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Bezmialem Vakıf University, Vatan Caddesi 34093 Fatih, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Private Practice, 34077 Eyüp, İstanbul, Turkey

<sup>4</sup> Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Selçuk University, Alaaddin Keykubat Kampüsü, 42250 Selçuklu, Konya, Turkey

Corresponding author, Serkan SARIDAG; E-mail: ssaridag@hotmail.com

This study evaluated the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different base materials and mesio-occlusal-distal (MOD) ceramic inlays. Fifty mandibular molars were assigned into five groups ( $n=10$  per group). Group 1 (control) comprised intact molar teeth without any treatment. Teeth in other groups were subjected to root canal treatment and restored with MOD ceramic inlays on different base materials. In Group 2, base material was zinc phosphate cement; Group 3's was glass ionomer cement; Group 4's was composite resin, and Group 5's was composite resin reinforced with fiber. Finally, a continuous occlusal load was applied until fracture occurred. Mean fracture resistance of Group 1 (3,027 N) was significantly higher than the other groups (890, 1,070, 1,670, 1,226 N respectively). Fracture resistance of Group 4 was statistically comparable with Group 5 and significantly higher than Groups 2 and 3 ( $p<0.05$ ; Tukey's HSD). Use of different base materials under ceramic inlay restorations could affect the fracture resistance of endodontically treated teeth.

**Keywords:** Composite, Fiber-reinforced composite, Zinc-phosphate, Glass-ionomer, Fracture strength

Restor Dent Endod. 2017 Aug;42(3):157-167  
<https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.3.157>  
 pISSN 2234-7658-eISSN 2234-7666

Restorative  
Dentistry  
& Endodontics **RDE**

### Review Article



## Survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with full-coverage crowns or resin composite restorations: a systematic review

Warattama Suksaphar,<sup>1</sup> Danuchit Banomyong ,<sup>1\*</sup> Titalee Jirathanyanatt,<sup>1</sup> Yaowaluk Ngoenwiwatkul<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Operative Dentistry and Endodontics, Mahidol University Faculty of Dentistry, Bangkok, Thailand

<sup>2</sup>Department of Community Dentistry, Mahidol University Faculty of Dentistry, Bangkok, Thailand

OPEN ACCESS

Received: Apr 25, 2017

Accepted: Jul 3, 2017

Suksaphar W, Banomyong D, Jirathanyanatt T, Ngoenwiwatkul Y

\*Correspondence to

Danuchit Banomyong, DDS, PhD

Assistant Professor, Department of Operative

Dentistry and Endodontics, Mahidol

University Faculty of Dentistry, 6, Yothi Road,

Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand.

Tel: +66-2-200-7825

Fax: +66-2-200-7824

E-mail: danuchit.ban@mahidol.ac.th

Copyright © 2017. The Korean Academy of Conservative Dentistry

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>)

### ABSTRACT

This systematic review aims to summarize the current clinical studies that investigated survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with crowns or resin composite restorations. Literature search were performed using keywords. Publications from 1980 to 2016 were searched in PubMed, ScienceDirect, Web of Science, MEDLINE, and SCOPUS. Included studies were selected based on inclusion and exclusion criteria. Three clinical studies were included: 1 randomized controlled trial and 1 prospective and 1 retrospective cohort studies. Pooled survival rates ranged from 94%–100% and 91.9%–100% for crowns and resin composite, respectively. The majority of teeth had no more than 3 surface loss of tooth structure. The studies included were heterogeneous, and were not appropriate for further meta-analysis. Current evidence suggested that the survival rates against the fracture of endodontically treated posterior teeth restored with crowns or resin composites were not significantly different in the teeth with minimum to moderate loss of tooth structure.

**Keywords:** Composite resins; Crown, dental; Survival rate; Tooth, non-vital; Tooth fractures

### INTRODUCTION

# Restoration of endodontically treated teeth

F. Mannocci\*<sup>1</sup> and J. Cowie<sup>1</sup>

## IN BRIEF

- Stresses that the endodontically treated tooth needs to be restored back to form, function and aesthetics.
- Highlights the choices available to restore both anterior and posterior teeth.
- Provides an update on contemporary adhesive techniques

PRACTICE

The restoration of endodontically treated teeth has undergone significant changes in the last 20 years. Most of these changes are associated with the preservation of tooth structure, this has been achieved first of all with the increasing use of operative microscopes, nickel titanium instruments and more recently cone beam computed tomography; these instruments have allowed the clinicians to reduce significantly the amount of coronal and radicular hard tooth tissue removed in the process of cutting access cavities. The use of composites has also allowed the clinicians to restore with adhesive techniques teeth that would otherwise require extensive and destructive mechanical retentions. The use of partial crowns is becoming increasingly popular and this also helps prevent tooth structure loss. This article will focus on the choices available to restore both anterior and posterior teeth and will focus more on these contemporary adhesive techniques.

*Dental Materials Journal* 2014; 33(3): 349–354

## Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with lithium disilicate CAD/CAM crowns or onlays and luted with two luting agents

Weiqlang YU, Kewu GUO, Baowei ZHANG and Weimin WENG

Department of Prosthodontics, School of Stomatology and Affiliated Ninth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai Research Institute of Stomatology, 639 Zhizaoju Road, Huangpu District, Shanghai 200011, China  
Corresponding author, Weimin WENG; E-mail: wengwm1961@126.com

The purpose of the present study is to evaluate the fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored using CAD/CAM onlays or crowns and luted with two types of resin cement. Forty all-ceramic crowns and twenty onlays were fabricated on maxillary premolars using the Cerec 3 system ( $n=10$ ). The abutments were randomly subjected to two different procedures: Endodontic treatment was performed on forty teeth restored through a mesio-occlusal-distal (MOD) cavity preparation with composite resin fillings; twenty teeth without endodontic treatment served as control. In endodontically treated teeth restored using IPS e.max CAD crowns or onlays, the fracture loads were lower than those of the control. Endodontic treatment of teeth restored using CAD/CAM crowns does not impair the fracture load but shows more severe fractures than teeth restored using CAD/CAM onlays. This suggests that a CAD/CAM onlay might be an effective method for the restoration of endodontically treated premolars with MOD cavity defect.

**Keywords:** Fracture resistance, Ceramic, CAD/CAM crown

*Dental Materials Journal* 2017; : –

## Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth

Merve BANKOĞLU GÜNGÖR, Bilge TURHAN BAL, Handan YILMAZ, Cemal AYDIN and Seçil KARAKOCA NEMLI

Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Gazi University, Emek 8.cad, 82.sok, 06510, Ankara, Turkey  
Corresponding author, Seçil KARAKOCA NEMLI; E-mail: secilkarakoca@yahoo.com

The purpose of the present study was to evaluate and compare the fracture strength and failure modes of endocrowns, zirconia post, and fiber post supported restorations and predict the clinical outcomes of six different prostheses used for endodontically treated teeth. Sixty ( $n=10$ ) maxillary central incisors were restored with zirconia post/resin-nano-ceramic crown (ZrRNC), fiber post/resin-nano-ceramic crown (FbRNC), zirconia post/lithium disilicate ceramic crown (ZrLDS), fiber post/lithium disilicate ceramic crown (FbLDS), resin-nano-ceramic endocrown (EndoRNC), and lithium disilicate ceramic endocrown (EndoLDS). Fracture strength test was performed. Fracture loads and modes were determined. The EndoLDS group had the highest fracture strength, followed by ZrRNC and EndoRNC group. However the results were not significantly different among groups ( $p>0.05$ ). The failure modes of the restorations changed according to the restorative materials. Endodontically treated anterior teeth might be restored with endocrowns as well as other post-core restorations, however tooth fracture failures should be considered that affect reliability of endocrowns.

**Keywords:** Endocrown, Endodontically treated teeth, Fracture strength

## Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength

Anais Ramírez-Sebastià · Tisiana Bortolotto ·  
 Maria Cattani-Lorente · Lluís Giner ·  
 Miguel Roig · Ivo Krejci

Received: 31 May 2012 / Accepted: 4 April 2013  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

### Abstract

**Objectives** This study aims to evaluate the fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with crowns made of composite or ceramic and retained without the use of a post (endocrowns) or with posts of 5 mm (short) and 10 mm in length (long).

**Material and methods** Forty-eight intact maxillary incisors were selected for the study. After endodontic treatment, the crowns were sectioned 2 mm coronally to the cemento-enamel junction provided with a ferrule of 2 mm. The roots were randomly divided into six groups ( $n=8$ ) according to the post length and type of coronary restoration. The crowns were fabricated with the chairside economical restoration of esthetic ceramics system. Group 1 was restored with a 10-mm glass fiber post, composite core, and a full-coverage ceramic crown (LPCer); group 2, with a 5-mm glass fiber post, composite core, and a full-coverage ceramic crown (SPCer); group 3, with a 10-mm glass fiber post, composite core, and a full-coverage composite crown (LPCpr); group 4, with a 5-mm glass fiber post, composite core, and a full-coverage composite

crown (SPCpr); and groups 5 (EndoCer) and 6 (EndoCpr) were restored with ceramic and composite endocrowns, respectively. The teeth were then thermomechanically loaded in a chewing machine. After fatigue, the specimens were loaded to fracture. Data were analyzed with ANOVA and chi-square test. Mode of failure was defined as repairable or non-repairable.

**Results** Presence of post, post length, and crown material had no significant effect on the fracture resistance. Groups restored with endocrowns presented a higher number of repairable fractures in respect to the other groups.

**Conclusions** Presence of a post had no effect on the restorations' fracture strength.

**Clinical relevance** Although this in vitro study has some limitations in respect to its clinical relevance, the restoration of largely destroyed anterior teeth with the use of an endocrown or a short glass fiber post might have advantages over a large glass fiber post.

**Keywords** Anterior teeth · Endodontically treated teeth · Fracture strength · Post length

> J Dent. 2015 Jan;43(1):126–32. doi: 10.1016/j.jdent.2014.10.001. Epub 2014 Oct 19.

## Strain measurements and fracture resistance of endodontically treated premolars restored with all-ceramic restorations

Liang Lin Seow<sup>1</sup>, Chooi Gait Toh<sup>2</sup>, Nairn H F Wilson<sup>3</sup>

Affiliations + expand

PMID: 25448436 DOI: 10.1016/j.jdent.2014.10.001

### Abstract

**Objectives:** The aim of this study was to investigate the recovery of cuspal stiffness and fracture resistance in endodontically treated maxillary premolars restored with bonded ceramic inlays and onlays of various designs.

**Methods:** Seventy intact premolars were selected for this study; six cavity designs were investigated: (i) mesio-occlusal-distal (MOD) inlay (I), (ii) MOD inlay with palatal cusp coverage (IPC), (iii) MOD onlay (O), (iv) MOD inlay with pulp chamber extension (IPE), (v) MOD inlay with palatal cusp coverage and pulp chamber extension (IPCPE), and (vi) MOD onlay with pulp chamber extension (OPE). Intact teeth acted as control. Strain gauges were attached to the buccal and palatal surfaces of the teeth to measure cuspal stiffness under static loading. All specimens were eventually subjected to compressive load to failure. Cuspal stiffness and fracture resistance data were analyzed using ANOVA and Tukey test.

**Results:** The I and IPE restorations restored cuspal stiffness to 75% of the sound tooth value. The O and OPE restored teeth had stiffness values greater than that of a sound tooth. The I, IPC, O, IPE, IPCPE and OPE restored teeth demonstrated fracture strength values of 938N±113 N (s.d.), 1073N±176 N and 1317N±219 N, 893N±129 N, 1062N±153 N and 1347N±191 N respectively.

**Conclusions:** Within the limitations of this study, it was concluded that the all-ceramic onlay or inlay with palatal cusp coverage provided best biomechanical advantage in restoring an endodontically treated maxillary premolar tooth.

## Mechanical Failure of Endocrowns Manufactured with Different Ceramic Materials: An In Vitro Biomechanical Study

Guliz Aktas, DDS, PhD, Hatice Yerlikaya, DDS, PhD, & Kivanc Akca, DDS, PhD

Department of Prosthodontics, Hacettepe University, Ankara, Turkey

### Keywords

Endocrown; silicate ceramics; mechanical failure.

### Correspondence

Guliz Aktas, Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics Ankara 06100, Turkey. E-mail: dtgulizaktas@gmail.com.

*This study was partly supported by Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany.*

*The authors deny any conflicts of interest.*

Accepted April 9, 2016

doi: 10.1111/jopr.12499

### Abstract

**Purpose:** To evaluate the effect of different silica-based ceramic materials on the mechanical failure behavior of endocrowns used in the restoration of endodontically treated mandibular molar teeth.

**Materials and Methods:** Thirty-six intact mandibular molar teeth extracted because of a loss of periodontal support received root canal treatment. The teeth were prepared with a central cavity to support the endocrowns, replacing the occlusal surface with mesial-lingual-distal walls. Data acquisition of the prepared tooth surfaces was carried out digitally with a powder-free intraoral scanner. Restoration designs were completed on manufactured restorations from three silicate ceramics: alumina-silicate (control), zirconia-reinforced (Zr-R), and polymer-infiltrated (P-I). Following adhesive cementation, endocrowns were subjected to thermal aging, and then, each specimen was obliquely loaded to record the fracture strength and define the mechanical failure. For the failure definition, the fracture type characteristics were identified, and further analytic measurements were made on the fractured tooth and ceramic structure.

**Results:** Load-to-fracture failure did not differ significantly, and the calculated mean values were 1035.08 N, 1058.33 N, and 1025.00 N for control, Zr-R, and P-I groups, respectively; however, the stiffness of the restoration-tooth complex was significantly higher than that in both test groups. No statistically significant correlation was established in paired comparisons of the failure strength, restorative stiffness, and fractured tooth distance parameters. The failure mode for teeth restored with zirconia-reinforced glass ceramics was identified as non-restorable. The resin interface in the control and P-I groups presented similar adhesive failure behavior.

**Conclusion:** Mechanical failure of endocrown restorations does not significantly differ for silica-based ceramics modified either with zirconia or polymer.

Indian J.Sci.Res. 7(1) : 27-34, 2016

ISSN : 0976-2876 (Print)

ISSN : 2250-0138 (Online)

### EVALUATION OF MARGINAL DISCREPANCY AND MICROLEAKAGE OF LAVA ULTIMATE (RESIN NANO CERAMIC) VERSUS LITHIUM DISILICATE (IPS E.MAX CAD) ENDOCROWNS. IN VITRO STUDY

JYLAN EL GUINDY<sup>a1</sup>, RANA EL SHERIF<sup>b</sup> AND AYAH AHMED ABOUL-EZZ<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Professor, Fixed Prosthodontics, Department Faculty of Oral and Dental Medicine, Cairo University, Egypt

<sup>b</sup>Assistant Professor, Fixed Prosthodontics, Department of Oral and Dental Medicine, Cairo University, Egypt

<sup>c</sup>B.D.S, Fixed Prosthodontics Department Ministry of Interior Affairs Hospital, Egypt

### ABSTRACT

Extra coronal restoration for endodontically treated teeth is preferable. Endocrowns have become a promising alternative in the functional recovery of endodontically treated molar teeth. Lava Ultimate Resin Nano Ceramic (RNC) blocks express the unique biomechanical complex (monoblock). Reducing the marginal discrepancies and microleakage of a restoration is attained by preventing the luting material from dissolution and exposure to oral environment. Natural teeth were assigned into 2 groups according to the material of endocrowns. Group 1: (4 each): LAVA Ultimate. Group 2: (4 each) E.Max CAD. The crown portion of all molars were removed perpendicular to the long axis and subjected to standard endodontic treatment. Scanning, designing and milling of endocrown restorations corresponding to each tooth preparation. Endocrowns were cemented and thermocycled. Each specimen was photographed using USB Digital microscope with a built-in camera. A digital image analysis system was used to measure and qualitatively evaluate the gap width. Dye penetration depth was measured with using USB Digital microscope with the built-in camera. It was found that E.max group recorded higher vertical marginal gap mean value ( $76.99 \pm 5.04 \mu\text{m}$ ) than Lava Ultimate group ( $69.51 \pm 7.1 \mu\text{m}$ ) and was statistically non-significant ( $P > 0.05$ ) as indicated by student t-test. The vertical marginal discrepancy of the E.max CAD and Lava Ultimate endocrowns fall within the clinically acceptable range  $< 120 \mu\text{m}$ .

**KEYWORDS:** E.max CAD, endocrowns, Lava Ultimate, Marginal discrepancy, Microleakage, CAD/CAM



**Facultat de Medicina i Odontologia**  
**Departament d'Estomatologia**



**Programa de Doctorado en Odontología (3143)**

***“Resistencia erosiva de composites dentales directos e indirectos CAD/CAM”***

**Tesis Doctoral presentada por:**

Jenny Alexandra Gil Pozo

**Tutor**

Dra. María del Pilar Melo Almiñana

**Directores**

Dra. María del Pilar Melo Almiñana

Prof. Dr. Agustín Pascual Moscardó

Dr. Francisco Javier Ata-Ali Mahmud

**Valencia, Septiembre 2020**

---

RESEARCH AND EDUCATION

Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials



Francesco Saverio Ludovichetti, DDS,<sup>a</sup> Flávia Zardo Trindade, DDS, MSc, PhD,<sup>b</sup> Arie Werner, Ing,<sup>c</sup> Cornelis Johannes Kleverlaan, PhD,<sup>d</sup> and Renata Garcia Fonseca, DDS, MSc, PhD<sup>e</sup>

An improvement in the esthetics of lithium disilicate and yttria-stabilized tetragonal zirconia ceramics has led to monolithic restorations, eliminating the problem of fracture and chipping of veneering porcelain.<sup>1</sup> In addition, the advent of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) technology has enabled restorations to be provided in a single session.<sup>2</sup> More recently, other esthetic CAD-CAM monolithic materials with similar indications as lithium disilicate and yttria-stabilized tetragonal zirconia ceramic have been introduced. These include zirconia-reinforced lithium silicate ceramic, polymer-infiltrated ceramic, and nanofilled composite resin.

In the absence of veneering porcelain, these materials are in contact with the antagonist, which can be a natural tooth or

ABSTRACT

**Statement of problem.** Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) restorations are in contact with the antagonist tooth, either a natural tooth or a restoration. Therefore, clinicians should be aware of the wear resistance of CAD-CAM materials and the wear behavior of the antagonist.

**Purpose.** The purpose of this in vitro study was to evaluate the wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM materials.

**Material and methods.** In a 2-body wear test, the materials IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG), Vita Suprinity (Vita Zahnfabrik), Lava Ultimate (3M ESPE), Vita Enamic (Vita Zahnfabrik), and Lava Plus (3M ESPE) acted as abraders and, together with bovine enamel, also as antagonists. Each antagonist wheel ran against each abradar wheel for 200 000 cycles, with a spring force of 15 N, and at a rotational speed of 1 Hz in distilled water. The wear rate was determined with a surface profilometer. The surfaces were observed with scanning electron microscopy, and their hardness, coefficient of friction, and roughness were evaluated.

**Results.** Lava Plus and IPS e.max CAD exhibited the highest potential for wear of Lava Ultimate. These 2 materials, together with Vita Suprinity, provided the highest wear of enamel and Vita Enamic. Vita Suprinity and IPS e.max CAD had higher wear than Lava Plus, and the inverse was also true. Vita Enamic and Lava Ultimate were among the materials that caused the lowest wear of enamel and all other evaluated materials. Scanning electron microscopy images revealed that except for Lava Ultimate, all other materials damaged enamel, in which Vita Suprinity and IPS e.max CAD were more aggressive when sliding against the materials. Lava Plus had the greatest hardness, followed by Vita Suprinity and IPS e.max CAD, Vita Enamic, and then Lava Ultimate. The coefficient of friction varied from 0.42 to 0.53. The Vita Enamic and Lava Ultimate showed the highest surface roughness.

**Conclusions.** The nanofilled composite resin and polymer-infiltrated ceramic were more antagonist-friendly (whether enamel or CAD-CAM material) than glass-ceramics and zirconia. Care should be taken when selecting the material that will contact mainly with glass-ceramics. Hardness should also be considered when selecting a material. (J Prosthet Dent 2018;120:318.e1-e8)