

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA



**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA  
FRACTURA DE DOS DIFERENTES RESTAURACIONES DE DIENTES  
TRATADOS ENDODÓNICAMENTE**

Por

CD. Samanta García Caballero

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**Maestría en Prostodoncia**

Noviembre, 2023

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA  
FRACTURA DE DOS DIFERENTES RESTAURACIONES DE DIENTES  
TRATADOS ENDODÓNICAMENTE**

**SAMANTA GARCÍA CABALLERO**

**Comité de Tesis**

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

**Maestría en Prostodoncia .**

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA  
FRACTURA DE DOS DIFERENTES RESTAURACIONES DE DIENTES  
TRATADOS ENDODÓNICAMENTE**



---

**FIRMA TESIS  
SAMANTA GARCÍA CABALLERO  
Comité de Tesis**

---

**FIRMA  
DIRECTOR DE TESIS  
DR. JUAN MANUEL SOLIS SOTO**

---

**CODIRECTOR DE TESIS  
DR. RAÚL IRAM EUÁN SALAZAR**

**ASESOR METODOLÓGICO  
DRA. NORMA CRUZ FIERRO**

**ASESOR METODOLÓGICO  
DR. GUSTAVO ISRAEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**ASESOR METODOLÓGICO  
DRA. PATRICIA GARCÍA PALENCIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Asesor Dr. Juan Manuel Solís Soto, muchas gracias por sus aportes profesionales y orientaciones, así como también al Dr. Raúl Iram Euán Salazar por formar parte importante de mi tesis, por compartir sus conocimientos de manera profesional y su ayuda en la elección del tema.

Al Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIDICS) por permitirme el uso de equipo para realizar el experimento y especialmente al Dr. Arturo Cienfuegos quien me instruyó en esta parte.

A mi familia, especialmente mis padres quien siempre me brindaron su apoyo, estuvieron pendiente de todo el proceso y por su ayuda económica.

Al Dr. Aldo García quien me ayudo con una parte muy importante del estudio que fue la realización de todas las endodoncias de mi experimento.

Y por último y no menos importante a mis compañeros de Maestría de la 5ta Generación que siempre estuvieron ahí aportando de sus conocimientos y de su tiempo.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
AGRADECIMIENTOS .....	iv
LISTA DE TABLAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
<b>3.OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
3.1 Objetivo general	
3.2 Objetivos particulares	
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
4.1 Definición del poste: .....	6
4.2 Función del poste .....	
4.3 Tipos de poste. ....	12
4.4 Poste de fibra de vidrio.....	
4.5 Fibra de Polieteno.....	
4.6 Resistencia a la fractura. ....	
4.7 Importancia del efecto Férula .....	
<b>5. MÉTODOS</b> .....	
20    5.1Preparación de los dientes para endodoncia.....	20
5.1.2 División de los grupos.....	
5.2 Preparación de los dientes para la colocación de los postes .....	
5.3 Preparación de los dientes para la colocación de la fibra de polieteno.....	
5.4 Preparación de los dientes para las coronas de di silicato de litio.	
5.5 Análisis estadístico .....	
<b>6. RESULTADOS</b> .....	
7. DISCUSIÓN.....	57
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
9. LITERATURA CITADA .....	82

## LISTA DE TABLAS

**Tabla****Página**

- I. Medida de la resistencia (N) a la fractura para cada de los 4 grupos
- II. Comparación del modo de falla entre los dos sistemas de restauración.

**NOMENCLATURA**

<b>N</b>	Número
<b>MM</b>	Milímetros
<b>SEG</b>	Segundos
<b>EET</b>	Dientes tratados endodónticamente
<b>PFV</b>	Poste de fibra de vidrio
<b>PVS(S)</b>	Poste de fibra de vidrio sin efecto férula
<b>FP</b>	Fibra de Polieteno
<b>FP(S)</b>	Fibra de Polieteno sin efecto férula
<b>DS</b>	Desviación estándar
<b>GPa</b>	Giga pascal
<b>TCR</b>	Tratamiento del conducto radicular

**TESISTA: Samanta García Caballero**  
**DIRECTOR DE TESIS: Juan Manuel Solís Soto**  
**CODIRECTOR DE TESIS: Raúl Iram Euán Salazar**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA  
FRACTURA DE DOS DIFERENTES RESTAURACIONES DE DIENTES  
TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE**

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** Los dientes dañados al ser tratados endodónticamente pierden tejidos, lo que debilita su estructura dentaria, dejándolos expuestos a fracturas, por lo que representa un gran reto satisfacer las demandas biológicas, estéticas y funcionales de estos dientes y el tratamiento adecuado para su restauración permanente. **OBJETIVO:** Evaluar la resistencia a la fractura de dos sistemas de restauración de dientes con endodoncia, la fibra de polieteno y poste de fibra de vidrio. **METODOLOGÍA:** 40 dientes extraídos fueron tratados endodónticamente y preparados para su reconstrucción. La muestra se dividió en 2 grupos (N=20/grupo), grupo 1 poste de fibra de vidrio y Grupo 2 poste de fibra de polieteno, con dos subgrupos (n=10/subgrupo), A con efecto férula de 2mm, B sin efecto férula. Todos los especímenes se restauraron con coronas totales de disilicato de litio. Se utilizó una máquina de prueba universal para medir la resistencia a la fractura y se observaron los patrones de falla con un microscopio estereoscópico. **RESULTADOS:** Ninguna de las muestras resistió los 1000 ciclos. Las cargas de fractura medias DS (desviación estándar) para los grupos oscilaron entre  $172.5 \pm 49.1$  N para Subgrupo A y  $193.1 \pm 29.9$  N para Grupo 1. Las cargas medias de fractura a fractura en el Subgrupo A y B ( $176.5$  y  $172.5$  respectivamente) fueron insignificante inferiores a los registrados en los grupos 1 y 2 ( $187.3$  y  $193.1$  respectivamente). Los valores de 'p ( $P < 0.05$ ) arrojan que no existe diferencia significativa entre los grupos. **CONCLUSIÓN:** Dentro de las limitaciones del estudio *in vitro* se puede concluir no hay diferencia en la resistencia a la fractura entre el poste de fibra de vidrio y el poste de polieteno, ya sea con efecto férula o sin ella.

**PALABRAS CLAVE:** Resistencia a la fractura, Postes fibra de vidrio, Fibra polieteno, Carga de fractura.



**TESISTA: Samanta García Caballero**

**DIRECTOR DE TESIS: Juan Manuel Solís Soto**  
**CODIRECTOR DE TESIS: Raúl Iram Euán Salazar**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**COMPARATIVE IN VITRO STUDY OF THE FRACTURE RESISTANCE  
OF TWO DIFFERENT RESTORATIONS IN ENDODONTICALLY  
TREATED TEETH**

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Damaged teeth, when endodontically treated, lose tissue, which weakens their tooth structure, leaving them exposed to fractures, making it a great challenge to meet the biological, esthetic and functional demands of these teeth and the appropriate treatment for their permanent restoration. **OBJECTIVE:** To evaluate the fracture resistance of two endodontic tooth restoration systems, polyethene fiber and fiberglass post. **METHODOLOGY:** 40 extracted teeth were endodontically treated and prepared for reconstruction. The specimen was divided into 2 groups (group 1 glass fiber post and group 2 polyethylene fiber post), with two subgroups (A with 2mm splint effect, B without splint effect) (n=10/subgroup). All specimens were restored with Lithium Disilicate full crowns. A universal testing machine was used to measure fracture toughness and failure patterns were observed with a stereo microscope. **RESULTS:** None of the samples resisted the 1000 cycles. The mean SD (standard deviation) fracture loads for the groups ranged from  $172.5 \pm 49.1$  N for Subgroup A to  $193.1 \pm 29.9$  N for Group 1. The mean fracture-to-fracture loads in Subgroup A and B (176.5 and 172.5 respectively) were insignificantly lower than those registered in groups 1 and 2 (187.3 and 193.1 respectively). The 'p' values ( $P < 0.05$ ) show that there is no significant difference between the groups. **CONCLUSION:** Within the limitations of the in vitro study it can be concluded, there is no difference in the resistance to fracture between the fiberglass post and the polyethylene post, whether with or without splint effect.

**KEYWORDS:** Fracture resistance, fiber post, polyethene fiber, fracture load.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Las fallas biomecánicas de los dientes tratados endodónticamente hoy en día siguen siendo un tema crítico en la odontología restauradora y protésica. La búsqueda de la restauración ideal para dientes tratados endodónticamente ha sido y sigue siendo muy compleja.

Estos dientes por consecuencia pierden más tejido por cambios en la biomecánica dental que pueden ser atribuidos por una lesión de caries, fractura o preparación de la cavidad incluyendo el acceso antes del tratamiento endodóntico debilitando aún más su estructura dentaria alterando también su variación estética sobre todo en el sector anterior. Se conoce bien que el éxito y la supervivencia de estas piezas también se ve influenciada por la cantidad de estructura coronal residual conocida como el “efecto férula”.

Como parte del tratamiento protésico los postes dentales se han utilizado durante más de 100 años para restaurar dientes endodonciados. Siendo estos elementos de retención que se introducen en el conducto radicular y que se utilizan en casos de gran destrucción coronaria con el propósito principal de retener la restauración final y distribuir las tensiones oclusales a lo largo de la estructura del diente. Por mucho tiempo se utilizaron postes y núcleos fundidos (metálicos), y en el desarrollo de los materiales, las opciones de poste cambiaron a postes reforzados con fibra que se componen de finísimas fibras unidireccionales pretensadas de Carbono, Vidrio o Cuarzo.

Uno de los principales puntos complejos a considerar es la resistencia a la fractura de los dientes tratados con endodoncia, esta es influida por varios factores, como la pérdida de estructura dental, efecto férula, la presencia de postes y núcleos y la ubicación de los postes. Los postes rígidos, como el titanio, el acero inoxidable y circonio, poseen altos módulos elásticos de 110, 200 y 300 GPa, respectivamente, que superan a los de la dentina (18GPa) de ahí se deduciría que los postes rígidos, metálicos y cerámicos producirían graves fracturas longitudinales, denominadas “catastróficas” por ser en su mayoría intratables llevándolos a su extracción.

Gracias a los procedimientos adhesivos, ha cambiado la forma de restaurar los dientes tratados con endodoncia, sin embargo, a la fecha sigue habiendo fracasos en las restauraciones de estos dientes. Uno de los principales problemas es la falla de estos sistemas al restaurar estas piezas, aun con las técnicas actuales que emplean postes de fibra de vidrio. Dentro de los factores biomecánicos importantes que deben ser considerados es el efecto férula, y la forma como influyen los diferentes materiales restaurativos usados en estos dientes, sobre todo en el sector anterior. Uno de los materiales restauradores que se cita en la literatura es el uso de la fibra de polieteno (Ribbond), este fue propuesto desde **AÑO**, sin embargo, es escasa la información que se tiene sobre las tasas de éxito de este material al usarse como sistema de poste para restaurar dientes tratados endodónticamente sobre todo en dientes anterosuperiores.

Debido a lo anteriormente descrito la pregunta de investigación de este trabajo es: ¿La fibra de Polieteno como material restaurador de piezas tratadas endodónticamente tendrá mejor comportamiento biomecánico que el poste de fibra convencional?

Además del uso de postes dentales, como alternativas de tratamiento se considera también el enfoque “sin postes” con la idea de mejorar las posibilidades de reparación ya que es importante la preservación de la estructura dentaria. Independientemente de la técnica que se elija, para lograr el éxito en estos tratamientos es fundamental elegir de forma adecuada el sistema de poste a utilizar, en este diagnóstico se debe evaluar la longitud, el efecto férula, la resistencia a la fractura, la estética.

Debido al alto índice de fractura en los dientes restaurados, es importante buscar alternativas. De esta forma la odontología actual describe como material alternativo el uso de la fibra de polieteno, con la finalidad de lograr una interfase entre el material y diente sin dañar más a la estructura dentaria.

Por lo tanto, este estudio se comparó la influencia de dos materiales restauradores que son la fibra de polieteno y poste de fibra de vidrio sobre la resistencia a la fractura de incisivos centrales superiores tratados con endodoncia.

## 2.- HIPÓTESIS

H<sub>1</sub>: La restauración con fibra de polieteno y la presencia del efecto férula influyen en la resistencia a la fractura de las piezas tratadas endodóticamente”.

H<sub>2</sub>: La Restauración con poste de fibra de vidrio y la presencia del efecto férula influyen en la resistencia a la fractura de las piezas tratadas endodóticamente”.

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura entre los dos sistemas de postes con fibra de polieteno y poste de fibra de vidrio.

## **OBJETIVOS \***

### **Objetivo General**

Determinar la resistencia a la fractura de la restauración de piezas tratadas endodónticamente con dos sistemas de postes: Fibra de polieteno Ribbond y Poste de fibra de vidrio 3M™ RelyX™ .

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la resistencia a la fractura en restauraciones con fibra de polieteno y efecto férula de 2mm.
2. Evaluar la resistencia a la fractura en restauraciones con poste de fibra de vidrio con efecto férula de 2mm.
3. Evaluar la resistencia a la fractura en restauraciones con fibra de polieteno sin efecto férula (< 1 mm).
4. Evaluar la resistencia a la fractura en restauraciones con poste de fibra de vidrio sin efecto férula (< 1 mm).
5. Comparar la resistencia entre los grupos con efecto férula de 2mm.
6. Comparar la resistencia entre los grupos sin el efecto férula (< 1 mm).
7. Analizar el tipo de falla de todos los grupos.

## **4. ANTECEDENTES**

Una pieza con una lesión cariosa extensa o un trauma dental antes de pensar en rehabilitar la pieza se requiere de un tratamiento de endodoncia previo. Es necesario comprender la elasticidad reducida del diente y la morfología de la estructura dental perdida y debe abordarse al seleccionar el material restaurador.

### **4.1 TRATAMIENTO DE ENDODONCIA:**

Este tratamiento es un procedimiento dental muy común que se usa para tratar dientes con la pulpa inflamada o necrótica de manera irreversible causada por traumatismo o caries dental extensa. Implica la preparación mecánica y química del conducto radicular puede afectar varias propiedades mecánicas y físicas de la estructura del diente, este puede influir en la longevidad de la rehabilitación de dientes tratados endodónticamente y en la biomecánica durante la función bucal <sup>1</sup>.

En endodoncia, el avance de nuevos instrumentos y técnicas para el tratamiento han sido una característica predominante de la investigación y en desarrollo clínicos durante los últimos 25 años. Años atrás realizar la instrumentación de una endodoncia se realizaba de manera manual a mano alzada lo que ocasionaba que los profesionistas lo vieran como algo muy complicado e incómodo. Llevando a numerosos fracasos en estos tratamientos (Stenhagen S, et al.,2020). Por estas razones se pensaba que realizar una endodoncia era muy comprometedor, pero con los años numerosos estudios demuestran que no se corre tanto riesgo del fracaso o fractura. Dietschi (2007) menciona en su estudio que la preparación de la cavidad al acceso solo afecta la rigidez dental en un 5% lo que significa una reducción mínima a la resistencia a la fractura.

### **4.2 Tratamiento Restaurador:**

Después del tratamiento de endodoncia, es necesario reconstruir la pieza, por lo que existen diferentes componentes de la reconstrucción que constituyen un complejo estructural y mecánicamente homogéneo que se conoce como “monoblock” (Duret B et al.,1996). Este tratamiento debe evitar la fuga bacteriana y restaurar la estética y la función. Algunos estudios encuentran la calidad de la restauración como el factor más importante con respecto al resultado del tratamiento del conducto radicular (TCR), mientras que otros no muestran correlación entre estos factores, por lo que continua siendo una controversia cuál sería la mejor opción de tratamiento post endodóntico (Stenhagen S, et al.,2020).

### **4.3 DEFINICIÓN DEL POSTE:**

Son conexiones intra-radicales, que funcionan como aditamentos protésicos que será llevado a un conducto. Se han utilizado para restaurar dientes endodonciados durante más de 100 años. Se introducen en el conducto radicular y que se utilizan en casos de gran destrucción coronaria. (Dietschi et al., 2011).

#### **4.4 FUNCIÓN DEL POSTE:**

Su propósito principal es de asegurar la retención para su restauración después de la pérdida de una gran cantidad de estructura dental, logrando una estabilidad corona raíz para asegurar el material de obturación al diente. (Bakirtzoglou et al., 2019) y distribuir las tensiones oclusales a lo largo de la estructura del diente (Fadag et al., 2018) (Sorrentino et al., 2016)

La decisión para los profesionales con respecto a la selección de los materiales y técnicas de restauración se ven dificultadas por la cantidad de opciones existentes; casi todos los materiales dentales hasta ahora se han utilizado para la restauración de dientes tratados con endodoncia, empleando técnicas directas o indirectas (Dietschi D et al., 2007)

#### **4.5 TIPOS DE POSTES:**

Comenzó con el cambio de postes metálicos prefabricados que eran muy rígidos y carecían de tener la capacidad de unión y su módulo de elasticidad era diferente al de la estructura del diente lo que provocaba tensión y fracturas radiculares (Anamika Thakur et al., 2019) por lo que se optó por materiales más similares a los módulos de la dentina que son los postes reforzados con fibra que se componen de finísimas fibras unidireccionales pretensadas de Carbono, Vidrio o Cuarzo, en general conglomeradas con una resina del tipo Epoxi a la que se puede añadir resina de Bis-GMA (de mayor afinidad con los cementos resinosos) o incluso en algún caso, ser totalmente en base a di metacrilatos (Borer et al., 2011).

#### **4.6 POSTE DE FIBRA DE VIDRIO:**

Introducido en la década de los 90's como alternativa a los sistemas metálicos o cerámicos. Se mantienen hasta la fecha modificando su estrategia de fijación y su presentación comercial (Calabria, 2010). Debido su módulo de elasticidad "similar a la dentina" y sus propiedades estéticas, FRC ha demostrado ser superior en rendimiento en comparación con los postes metálicos. Además, la unión adhesiva entre FRC y cemento de resina proporciona un efecto de fortalecimiento a corto plazo, creando un "Monoblock" endodóntico. (Mishra L et al., 2020) El comportamiento estático o dinámico de los postes de fibra de resina depende de la composición (tipo de fibra y densidad), así como del proceso de fabricación y, en particular, del calidad de la interfase resina-fibra. Se ha demostrado que los postes que emplean una silanización de fibras se comportan mucho mejor bajo fuerzas cíclicas (Grandini S et al., 2005).

#### **4.7 FIBRA DE POLIETENO:**

Fue el primero en introducirse como material de férula. (Randall, 2011). Su característica es su estructura tridimensional debido al tejido de gasa o trenza triaxial y esto proporciona un enclavamiento mecánico con resina compuesta. Su microfisuración se minimiza durante la polimerización de la resina y es de alto peso molecular y a medida que las fibras se adaptan

al conducto radicular no requiere agrandamiento del conducto lo que resulta favorable al no tallar más el diente, también reduce el riesgo de fracturas radiculares.

Estas fibras tienen un módulo de elasticidad similar a la dentina por lo que su adhesión es favorable creando un mono bloque dentina post-núcleo que permite una distribución de la tensión más favorable a lo largo de la raíz (Goracci et al., 2011).

#### **4.8 RESISTENCIA A LA FRACTURA:**

Los postes rígidos, como el titanio, el acero inoxidable y circonio, poseen altos módulos elásticos de 110, 200 y 300 GPa, respectivamente, que superan a los de la dentina (18 GPa) De ahí se deduciría que los postes rígidos metálicos y cerámicos producirían graves fracturas longitudinales, denominadas “catastróficas” por ser en su mayoría intratables. (Goracci et al., 2011) .

Por eso hoy en día se utilizan más los postes de fibra por su menor módulo de elasticidad que es similar al de la dentina. Sin embargo, se han reportado en diversos artículos la incidencia a la fractura en ambos tipos de postes, por lo que el tema sigue siendo controversial. Siendo la complicación más frecuente en los postes de fibra el desprendimiento que puede estar influenciado por diversos factores como la cantidad de tejido dental remanente, esquema Oclusal, el número de dientes opuestos en funcionamiento, estado periodontal, para funciones, la presencia o ausencia de férula y no menos importante la calidad de la adhesión (Sorrentino et al., 2016).

#### **4.9 IMPORTANCIA DEL EFECTO FÉRULA:**

Para lograr una restauración exitosa a largo plazo es indispensable tanto el tratamiento endodóntico como la restauración adecuada (Atlas et al., 2019) Esto va de la mano con la presencia de una férula adecuada de al menos 2mm de estructura remanente ya que es el factor mecánico más importante para la resistencia disminuyendo el impacto de los postes, muñones, los agentes de cementación y de la restauración final en el desempeño de estos dientes (Magne et al., 2017).



## 5. MÉTODOS

Se utilizó un diseño experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

Los criterios de selección usados son:

Criterios de inclusión: fueron incluidos incisivos superiores con ápices cerrados, que fueron extraídos por razones periodontales, que tuvieran buena estructura remanente.

Criterios de exclusión fueron piezas diferentes a incisivos superiores y restos radiculares y se eliminaron los incisivos que presentaban ápices abiertos o fracturas radiculares.

La muestra estuvo conformada por 40 incisivos superiores de extracción reciente, los dientes recolectados fueron sometidos a una limpieza con ultrasonido y fueron almacenados en una solución salina hasta su uso. Se realizaron las endodoncias en los 40 dientes. Posteriormente fueron divididos en 4 grupos aleatorios. (n=10/grupo).

### **5.1 PREPARACIÓN DE LOS DIENTES PARA ENDODONCIA:**

Todas las endodoncias fueron realizadas por el mismo operador con especialidad en endodoncia, se realizaron de 10 en 10 hasta terminar los 40 dientes. Se trepanaron los dientes con fresa de carburo (bola #4 de tallo largo) y se instrumentó con Limas desde lima #15 hasta lima #45 con sus respectivas cavometrías, usándose irrigación constante con hipoclorito al 2.5% en cada cambio de lima, posteriormente se realizó cut-back hasta lima #55, se secaron bien los conductos con puntas de papel y torunda de algodón. Se obturaron con y gutapercha Fine y Fine Fine (COLTENE) realizándose condensación lateral y vertical, obturándose con cemento provisional (Provisit, cavit).

### **SE DIVIDIERON EN 4 GRUPOS:**

Los especímenes fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos, considerando las siguientes variables.

**Grupo 1** :Piezas endodonciadas con efecto férula de 2mm. Restauradas con la fibra de polieteno marca Ribbond. (Ribbond Inc., Seattle, WA, USA)

**Grupo 2:** Piezas endodonciadas con efecto férula de 2mm. Restauradas con Poste de Fibra de Vidrio 3M™ RelyX™.

Ambos grupos se subdividieron también en 2 grupos, subgrupo A y B, considerando las siguientes variables.

- **Subgrupo A:** Piezas endodonciadas sin efecto férula (<1mm) . Restauradas con la fibra de polieteno (Ribbond). (Ribbond Inc., Seattle, WA, USA)
- **Subgrupo B:** Piezas endodonciadas sin efecto férula (<1 mm). Restauradas con Poste de Fibra de Vidrio 3M™ RelyX™.

Una vez terminadas las endodoncias y separados por grupos y subgrupos, los especímenes se volvieron almacenar hasta su uso.

## 5.2 PREPARACIÓN DE LOS DIENTES PARA LA COLOCACIÓN DE LA FIBRA DE POLIETENO Y SUBGRUPO A:



Se tallaron las piezas con unas fresas de diamante de extremo redondeada y una pieza de alta dejándolas solo con 2 mm de estructura dental para el efecto férula en el grupo 1 y en el subgrupo A se dejó solo 1mm de esmalte y dentina remanente.

Fig.1 Dientes tallados para dejar 2 mm de estructura (simulando el efecto férula).

Una vez desobturados los conductos del grupo 1 y subgrupo A (Fig. 2), se lavaron con clorhexidina al 4% por 15 seg. para limpiar detritos, Se midió la profundidad del espacio en que se removió la gutapercha y se recortó el RIBBOND a lo triple de esa medida se humedeció con un agente adhesivo (Optibond FL) y se protegió de la luz en un contenedor ámbar. Se colocó adhesivo universal dentro del conducto frotándolo por 20 seg. Después se secó ligeramente con aire y se foto curó con una lampara polimerizable. Después se inyectó

el composite dual ParaCoreSLOW (ParaCore, Coltène/Whaledent Private Ltd., Mumbai, India) y con un condensador de endodoncia se colocó la primera tira del RIBBOND deteniéndola del centro, dentro del conducto hasta que tocara el fondo apical, y se inyectó más resina dual (Fig.3). Las puntas de los extremos del RIBBOND, que emergen se doblaron sobre si mismas regresando dentro del canal y empapándolas al mismo tiempo dentro de la masa de la resina compuesta. El objetivo fue crear una restauración con lo máximo de fibras reforzadas dentro del conducto, se polimerizó para preparar la corona de una manera convencional tomando en cuenta en el grupo 2 dejando una preparación de 2 mm desde cervical hasta incisal y en el grupo B se dejó solo 1 mm de cervical a incisal.



Fig.2 Diente ya desobturado y lavado previamente con Clorhexidina.



Fig.3 Diente con la fibra de Polieteno ya introducida en el conducto.

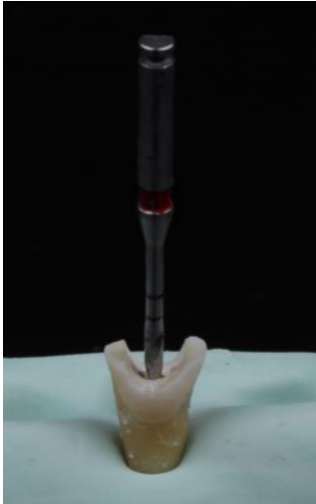
### 5.3 PREPARACIÓN DE LOS DIENTES PARA LA COLOCACIÓN DE LOS POSTES DE FIBRA DE VIDRIO Y SUBGRUPO B:



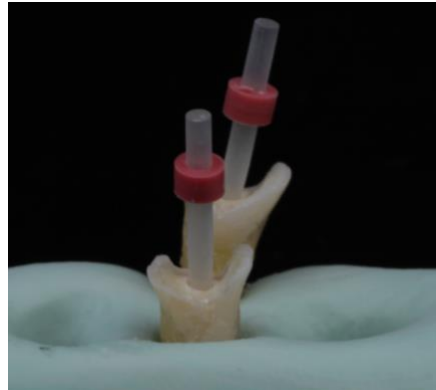
Fig.4 Dientes previamente lavados y rallados para simular el efecto férula.

Después de realizarse las endodoncias, se lavaron con clorhexidina al 4% por 15 seg. para limpiar detritos, y se tallaron las piezas con unas fresas de diamante de extremo redondeada y una pieza de alta dejándolas solo con 2 mm de estructura dental para el efecto férula en el grupo 2 y en el subgrupo B se dejó solo 1mm de esmalte- dentina remanente (Fig.4).

Se paso a desobturar con pieza de baja velocidad utilizando las fresas PESSO #1,#2,#3 dejando 4mm de gutapercha cerca del foramen apical. Después se utilizó el drill del mismo ancho del poste de fibra de vidrio para estandarizar y dejar la forma cónica(Fig.5 y 6). Los postes fueron cementados con ParaCoreSLOW (ParaCore, Coltène/Whaledent Private Ltd., Mumbai, India) y reconstruidos para muñón con el mismo cemento (Fig.7).



**Fig.5** Probando el drill Para estandarizar y dejar la forma cónica para la colocación del poste.



**Fig.6** Probando los postes de fibra de vidrio para su cementación.

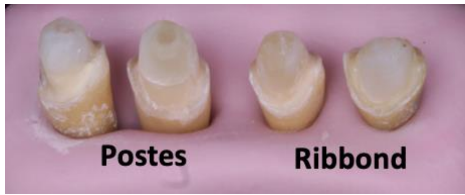


**Fig.7** Cementación del poste de fibra de vidrio con ParaCoreSLOW (ParaCore, Coltène/Whaledent Private Ltd., Mumbai, India).

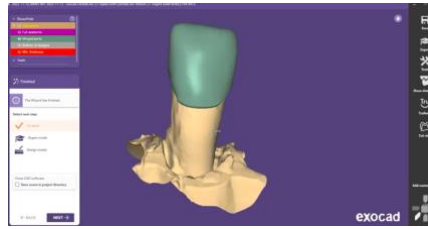
#### **5.4 Preparación de los dientes para las coronas de di silicato de litio.**

Todas las piezas fueron trabajadas por el mismo especialista y se trabajó primero en dientes de tipo odonto para estandarizar las preparaciones.

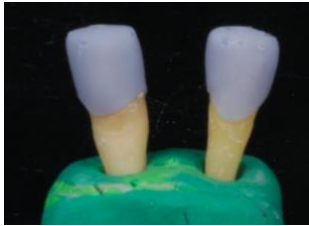
Todos los dientes después de su cementación con los postes fueron preparados (Fig.8) para la colocación de una corona total de Disilicato de litio (IPS E-max Ceram). Se escanearon todos los dientes y su diseño fue realizado de manera digital utilizando el programa de exocad (fig.9)(exocad Dental CAD) y se imprimieron en resina calcinable (Anycubic castable)(Fig 10 y 11). Para posteriormente llevarlas al horno de des encerado e inyección de la porcelana. Todas las coronas fueron cementadas con el cemento de Resina Autoadhesivo U200 3M Relyx™.



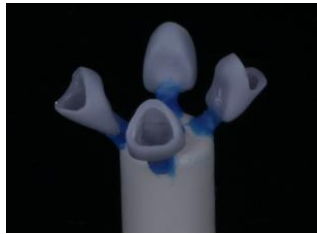
**Fig.8** Preparaciones de las piezas para la colocación de la corona total.



**Fig 9.** Diseño de corona en exocad Dental.



**Fig.10** Coronas ya impresas en resina calcinable.

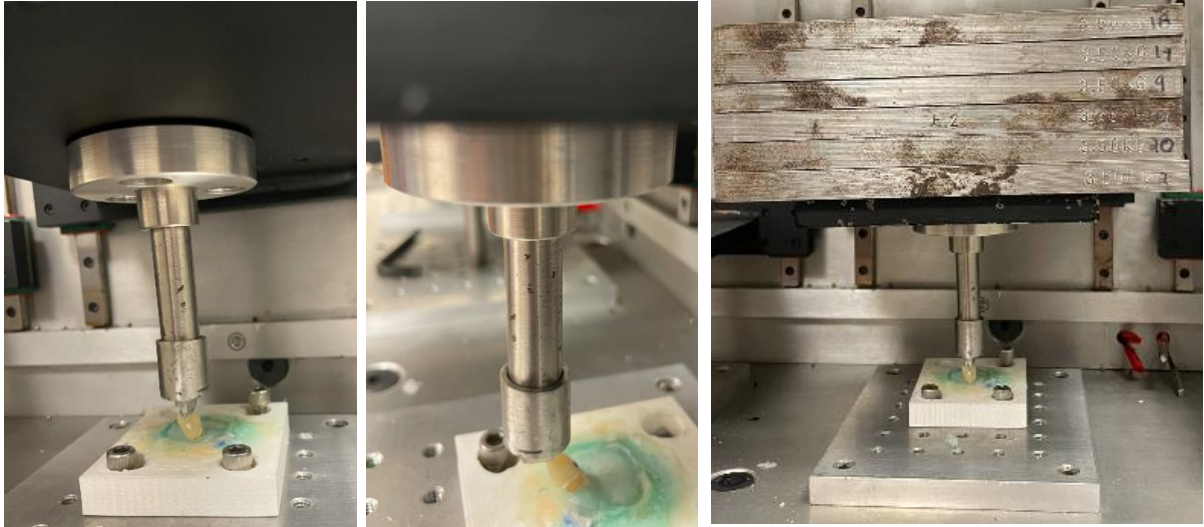


**Fig. 11** Coronas listas para el prensado.

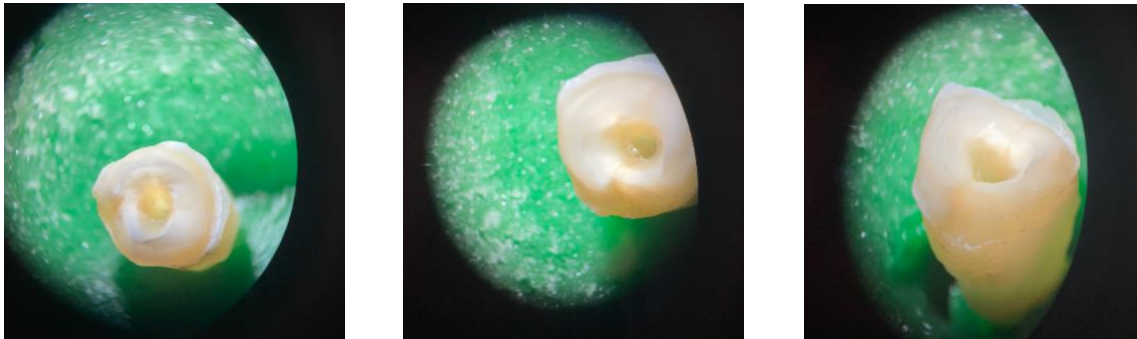
Se utilizó una máquina de prueba universal (Instron Corp., Canton, MA, USA) para medir la resistencia a la fractura. Las piezas ya con su previa restauración fueron colocadas sobre una base de acrílico (Fig.12) y colocadas en la base de la máquina a 45 grados y el incremento de carga fue de 20 kilos que es lo equivalente a unos 200 Newtons (Fig. 13). Hasta que se observará una fractura o un desalajo de la corona. Se observaron los patrones de falla con un microscopio estereoscópico (Fig.14). Las fracturas se clasificaron en reparables o no reparables (Magne et al., 2017), esto en base a si el diente sufría una fractura vertical (en raíz) se consideraba como no reparable, si el diente solo desalojaba la corona o una fractura horizontal sin tocar raíz se consideraba como reparable.



**Fig. 12** Piezas montadas sobre una base de acrílico colocadas a 45° para llevarlas a la máquina.



**Fig. 13** Prueba con la maquina universal, utilizando un peso de 20 kgs.



**Fig. 14** Se observaron los patrones de falla con un microscopio estereoscópico.

## **5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Los resultados se promediaron con desviación estándar media para el parámetro de variable continua y el número y porcentaje para las variables. Se empleó la prueba t-Student para analizar los modos de falla. Y las pruebas se aceptarán con un valor “P” de menos de 0.05 como indicativo de significación estadística.

## 6. RESULTADOS

La Tabla 1 presenta las medias (M) y las desviaciones estándar (DE) de las cargas de fractura en Newton. La carga osciló entre  $172.5 \pm 49.1$  y  $193.1 \pm 29.9$  N. Las cargas medias de fractura a fractura en los subgrupos 2 y 1 ( $176.5$  y  $172.5$  respectivamente) fueron insignificante inferiores a los registrados en los grupos B Y A ( $187.3$  y  $193.1$  respectivamente) ( $P < 0.05$ ) figura 1.

En los grupos B y A la mayoría de los especímenes mostraron un modo de fractura reparable (60 % y 70% respectivamente). Por el contrario en los subgrupos B Y A la mayoría de los especímenes manifestaron un modo de fractura no reparable (tabla 2).

Tabla 1. Cargas de fractura en N (Medias $\pm$ DS)

Grupos y subgrupo(s)	Cargas de fractura en Newtons
Poste fibra de vidrio 3M™ RelyX™	$187.3 \pm 27.5$
Postre fibra de vidrio (sin férula) 3M™ RelyX™	$176.5 \pm 35.5$
Fibra de Polieteno (Ribbdond)	$193.1 \pm 29.9$
Fibra de Polieteno (sin férula) Ribbdond	$172.5 \pm 49.1$

Tabla 2. Comparación del modo de falla entre los dos sistemas de restauración.

FALLA				
	Reparable	No reparable	Total	Valor 'p
Poste fibra de vidrio 3M™ RelyX™	6	4	10	0.020
	60%	40%	100 %	
Postre fibra de vidrio (sin férula) 3M™ RelyX™	0	10	10	
	0 %	10 %	100 %	
Fibra de Polieteno (Ribbdond)	7	3	10	
	70%	30%	100%	
Fibra de Polieteno (sin férula) Ribbdond	4	6	10	
	40%	60%	100%	

### 3.2 Figuras

Figura 1. La resistencia a la fractura general (en *N*) de los grupos.

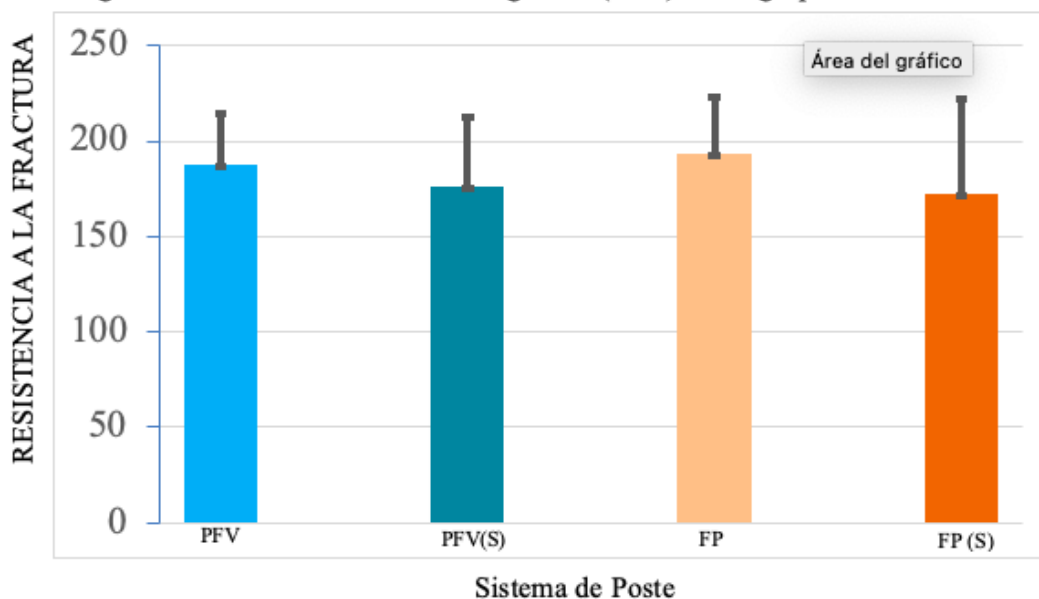


Tabla 3. Comparación de la resistencia a la fractura (Newtons) entre los grupos y subgrupos.

Grupo		Subgrupo	valores de p
Poste fibra de vidrio 3M™ RelyX™	vs	Poste fibra de vidrio (sin férula) 3M™ RelyX™	<b>0.2287759</b>
Fibra de Polieteno (Ribbdond)	vs	Fibra de Polieteno (sin férula) Ribbdond	<b>0.13653594</b>
Poste fibra de vidrio 3M™ RelyX™	vs	Fibra de Polieteno (sin férula) Ribbdond	<b>0.32650719</b>
Poste fibra de vidrio (sin férula) 3M™ RelyX™	vs	Fibra de Polieteno (sin férula) Ribbdond	<b>0.42011467</b>



## DISCUSIÓN

En el presente estudio el objetivo principal fue analizar la resistencia a la fractura de diferentes materiales en dientes tratados endodónticamente en centrales superiores. Se utilizaron dientes naturales ya que es un método fiable para la prueba de las fracturas y se han utilizado en diversos estudios.

Analizar la resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente es uno de los factores más importantes al restaurar dientes que han perdido una cantidad considerable de su tejido coronario.

Estudios previos en el 2017 (Magne et al., 2017) han demostrado que el efecto férula es más importante que el sistema de poste utilizado, pues este efecto tiene mejores resultados a la resistencia a la fractura y por ende reparables. Por lo que este estudio optó por realizar dentro de los dos grupos, dos subgrupos uno con este efecto y uno sin, con el fin de demostrar que teniendo este efecto se pueden obtener mejores resultados en cuanto a la resistencia aun sin tener un sistema de poste en el diente.

Las ventajas de usar postes de fibra y la fibra de polieteno que se muestran en este estudio fueron respaldadas por datos que informan el módulo de elasticidad de los postes de fibra y la fibra de polieteno que son similar a la dentina (Schwartz RS et al.,2004).

La hipótesis nula fue que no se encontrarían diferencias significativas en la resistencia a la fractura entre los dos sistemas distintos de postes y fue aceptada ya que no hubo una gran diferencia entre ellos.

Un estudio realizado por Magne et al. en 2017 se comparó la resistencia a la fractura en 45 incisivos bovinos. 30 incisivos con efecto férula de 2 mm con poste de fibra de vidrio y otros sin poste. Todas las restauraciones recibieron una corona y se sometieron a pruebas de resistencia. Los resultados arrojaron que la adición de poste de fibra no fue significativa en la presencia de la férula. Ambos grupos con férula las fallas fueron 100% catastróficas, el grupo sin poste tuvo 47% de fallas restaurables. Lo que se concluyó que la supervivencia de los incisivos mejoró por la presencia de la férula, pero no con el poste reforzado de fibra. Y los postes siempre fueron perjudiciales para el modo de falla y no pudieron compensar la ausencia de la férula resultado similar a este estudio.

Otro estudio realizado en el 2016 (Ramesh P et al., 2016) compararon la resistencia de dos fragmentos diferentes de fractura de incisivos centrales superiores y que se volvían a unir con dos sistemas de postes diferentes. Se probó la resistencia con un la maquina universal Instron. Los resultados arrojaron que el grupo con poste mostro mayor resistencia a la fractura, pero el grupo con Ribbond exhibió un 100% mayor de fallas reparables en comparación con el poste. Por lo que se concluye que se debe ser prudente al elegir el material de restauración que posea una resistencia optima y resistencia a la fractura pero que al mismo tiempo garantice que, en caso

de falla el diente sea reparable sin causar más daño catastrófico a la estructura del diente remanente.

Finalmente, se demostró que podemos utilizar la fibra de polieteno como alternativa al poste de fibra de vidrio ya que tiene un comportamiento similar y en los modos de falla obtuvo mejor resultado. Las limitaciones de este estudio pueden incluir la incorporación de solo una carga en las pruebas de fractura, en los accesos endodónticos y longitud de las raíces. Se excluyó la carga dinámica, los efectos de la temperatura y del entorno oral y también se consideran como limitaciones. Para imitar las condiciones intraorales se deben realizar más estudios clínicos con termo ciclado y carga de fátiga dinámica, se recomienda investigaciones en otros dientes de la arcada para complementar este estudio.

## 8. Conclusiones

Dentro de las limitaciones de estudio *in vitro* se puede concluir que no existió diferencia significativa entre los grupos por lo cual se rechazan las hipótesis H1 y H2.

Sin embargo, el grupo 1 obtuvo mejores resultados tanto en las cargas de fractura como en el modo de falla, siendo este grupo el que puede ser reparado cuando el diente sufra de alguna fractura logrando así nuestro objetivo de utilizar este material para reconstruir piezas comprometidas sin dañar más su estructura.

Se demostró que los dientes restaurados con fibra de polieteno tienen un comportamiento muy similar al del poste de fibra de vidrio por lo que se puede considerar como otra alternativa de tratamiento para su reconstrucción, pero también siendo más conservadores entrando así a lo que es la odontología de mínima invasión.

También se encontró dentro de las pruebas que los grupos donde no había la estructura remanente dental de 2mm (efecto férula) obtuvieron los resultados más bajos en cuanto a la resistencia a fractura y en el modo de falla considerando que en casos donde no se cuenta con este efecto férula es casi un hecho que no tiene reparación o que la futura restauración va a fracasar debido que no tendrá la suficiente fuerza de resistencia para entrar en función.

Se requieren de más estudios clínicos a largo plazo para confirmar y correlacionar los presentes hallazgos.

## 9. LITERATURA CITADA

1. Soares CJ, Rodrigues MP, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, Versluis A. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e76
2. Alan Atlas, Simone Grandini, Marco Martignoni. Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal, post vs no post, and indirect vs direct restoration. *Quintessence Int.* 2019;50(10):772-781.
3. Anamika Thakur, Sathyanarayanan Ramarao J . A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated premolar teeth reinforced with different prefabricated and custom-made fiber-reinforced post system with two different post lengths: An in vitro study *Conserv Dent.* 2019; 22(4): 376–380.
4. Barcellos RR, Correia DP, Farina AP, Mesquita MF, Ferraz CC, Cecchin D. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness. *J Biomech.* 2015;46(15):2572–2577.
5. Bakirtzoglou E, Kamalakidis SN, Pissiotis AL, Michalakis K. In vitro assessment of retention and resistance failure loads of complete coverage restorations made for anterior maxillary teeth restored with two different cast post and core designs. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(3):e225-e230.
6. Borer R. E., Britto L. R., Haddix J. E. Effect of Dowel Length on the Retention of 2 Different Prefabricated Posts. *Quintessence Int.* 2007; (38):e164-168.
7. Calabria Díaz Hugo. Postes prefabricados de fibra: Consideraciones para su uso clínico. *Odontoestomatología.* 2010; 24-22.
8. Carvalho MA, Cardoso Lazari, Gresnigt Marco, *et.al.* Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e74
9. Duret B, Duret F, Reynaud M. Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1996;(20):S50-6.
10. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007 Oct;38(9):733-43.
11. Fadag A, Negm M, Samran A, Samran A, Ahmed G, Alqerban A, Özcan M. Fracture Resistance of Endodontically Treated Anterior Teeth Restored with Different Post Systems: An In Vitro Study. *Eur Endod J.* 2018 Sep 7;3(3):174-178.
12. Garcia PP, Wambier LM, de Geus JL, da Cunha LF, Correr GM, Gonzaga CC. Do anterior and posterior teeth treated with post-and-core restorations have similar

- failure rates? A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2019;121(6):887-894.
13. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: Three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater* 2005;21:75–82.
14. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on **post** systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011;(56)1:77-83.
15. Magne P, Lazari MA, Johnson T, Del Bel Cury AA. Ferrule-Effect Dominates Overuse of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study. *Oper Dent.* 2017;(4):396-406.
16. Mishra L, Khan AS, Velo MMAC, Panda S, Zavattini A, Rizzante FAP, Arbildo Vega HI, Sauro S, Lukomska-Szymanska M. *Materials* (Basel). Effects of Surface Treatments of **Glass Fiber-Reinforced Post** on Bond Strength to Root Dentine: A Systematic Review. 2020 Apr 23;13(8):1967.
17. Shah EH, Shetty P, Aggarwal S, Sawant S, Shinde R, Bhol R. Effect of fibre-reinforced composite as a post-obturation restorative material on fracture resistance of endodontically treated teeth: A systematic review. *Saudi Dent J.* 2021 Nov;33(7):363-369
18. Stenhagen S, Skeie H, Bårdsen A, Laegreid T. Influence of the coronal restoration on the outcome of endodontically treated teeth. *Acta Odontol Scand.* 2020;78(2):81-86.
19. 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.* 2016;20(7):1449-57.
20. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289-301.
21. Ramesh P, Mathew S, Sreenivasa B, George JV, Hegde S, Premkumar R. Efficacy of Ribbond and a fibre post on the fracture resistance of reattached maxillary central incisors with two fracture patterns: a comparative in vitro study. *Dent Traumatol.* 2016;(2):110-5.
22. Tekçe N, Pala K, Tuncer S, Demirci M, Serim ME. Influence of polymerisation method and type of fibre on fracture strength of endodontically treated teeth. *Aust Endod J.* 2017 Dec;43(3):115-122.

