

Dr. Yordyn Valle Ortega
Odontólogo UCSG



Dra. Jenny Guerrero Ferreccio
Endodoncista UAG
Directora Postgrado de Endodoncia UCSG



ESTUDIO
IN VITRO SOBRE EL
EFECTO DE DIFERENTES
RESTAURACIONES
DIRECTAS EN LA
RESISTENCIA A
LA FRACTURA
DE PREMOLARES
ENDODONCIADOS

IN VITRO STUDY
ON THE EFFECT
OF DIFFERENT DIRECT
RESTORATIONS ON THE
RESISTANCE TO FRACTURE
OF ENDODONTIC
PREMOLARS

FECHA DE RECEPCIÓN: 12 DE MARZO DE 2021
FECHA DE ACEPTACIÓN: 1 DE SEPTIEMBRE DE 2021

Autor de correspondencia:
Jenny Guerrero Ferreccio
endofile@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: Al realizar un tratamiento de conducto se pierde estructura dentaria haciendo susceptible al diente a la fractura dental. Después de realizar el tratamiento de conducto, el diente debe ser sellado con un material restaurador que debe prevenir filtraciones, fugas y dar buena resistencia mecánica. **Objetivo:** Determinar los efectos de diferentes restauraciones directas en la resistencia a la fractura de premolares endodonciados. **Materiales y métodos:** Sesenta y cinco premolares maxilares se seleccionaron, se realizó el tratamiento endodóntico y las muestras se asignaron a 5 grupos para cada material restaurador. Grupo Control: 5 dientes sanos; Grupo Convencional (n=15): restauraciones con resina convencional (3M™ Filtek™ Z350 XT); Grupo Bulk (N=15): restauraciones con resina fluida bulkfill (3M™ Filtek™ Bulk Fill Flowable); Grupo Colt (N=15): restauraciones con ionómero de vidrio (GC Fuji LINING GLC) excepto una capa de 1,5mm de la superficie oclusal que se restauró con óxido de zinc/sulfato de calcio (Coltosol®F); Grupo IRM (N=15): restauraciones con óxido de zinc/eugenol (IRM, Dentsply Sirona). Cada grupo a su vez fueron agrupados en 3 subgrupos de acuerdo a los 3 tipos de cavidades realizadas: oclusal (N:5), mesio-oclusal (N:5) y mesio-ocluso-distal (N:5). Las muestras se sometieron a una fuerza de compresión hasta la fractura. **Resultados:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los grupos Colt MO, Colt MOD e IRM MOD comparadas con el grupo control. La resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente restaurados con resina convencional y resina bulk fill no mostraron una disminución significativa en la resistencia a la fractura en comparación con el grupo control. **Conclusión:** El Coltosol no es un material adecuado a utilizar en cavidades MO y MOD debido a que no ofrece una resistencia mecánica adecuada en dientes endodonciados.

Palabras clave: resistencia a la fractura, resina bulk fill, resina convencional, coltosol, IRM.

ABSTRACT

Introduction: When performing a root canal treatment, tooth structure is lost, making the tooth susceptible to dental fracture. After performing the root canal treatment, the tooth must be sealed with a restorative material that must prevent leaks, and give good mechanical resistance. **Objective:** To determine the effects of different restorations on the resistance to fracture of endodontic premolars. **Materials and methods:** Sixty-five maxillary premolars were selected, endodontic treatment was performed and the samples were assigned to 5 groups for each restorative material. Control Group: 5 healthy teeth; Conventional Group (N = 15): restorations with conventional resin (3M™ Filtek™ Z350 XT); Bulk group (N= 15): restorations with bulk fill flowable resin (3M™ Filtek™ Bulk Fill Flowable); Colt group (N = 15): glass ionomer restorations (GC Fuji LINING LC) except for a 1.5 mm layer of the occlusal surface that was restored with zinc oxide / calcium sulfate (Coltosol® F); MRI group (N: 15): restorations with zinc oxide / eugenol (IRM, Dentsply Sirona). Each group in turn was grouped into 3 subgroups according to the 3 types of cavities made: occlusal (N: 5), mesio - occlusal (N: 5) and mesio - occlusal - distal (N: 5). The samples were subjected to compression force until fracture. **Results:** Statistically significant differences were found in the Colt MO, Colt MOD and IRM MOD groups compared to the control group. The resistance to fracture of the endodontically treated teeth restored with conventional resin and bulk fill resin did not show a significant decrease in the resistance to fracture compared to the control group. **Conclusion:** Coltosol is not a suitable material to be used in MO and MOD cavities because it does not offer adequate mechanical resistance in endodontic teeth.

Key Words: fracture resistance, bulk fill resin, conventional resin, coltosol, IRM.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales razones por la que los pacientes acuden a la consulta odontológica es por el dolor dental, el cual es multifactorial y puede ser provocado por caries, trauma, enfermedad periodontal e hipersensibilidad dental. Por lo general, se ve afectada la pulpa y los tejidos periradiculares. La endodoncia es la rama de la odontología que trata las patologías de la pulpa dental y las consecuencias en los tejidos periradiculares. Un tratamiento endodóntico o tratamiento de conducto se basa en extraer la pulpa dental afectada, limpiar y desinfectar los conductos del diente para luego ser rellenado por un material inerte y posteriormente ser sellado con un material restaurador, el cual debe proporcionar al diente un buen sellado que evite la filtración, fugas y resista a la fractura protegiendo así la estructura dental restante. (1, 2)

El problema está en que material restaurador utilizar para cumplir dichas funciones en un diente endodonciado, debilitado por la pérdida de la estructura dentaria. La resistencia mecánica de un diente se ve afectada en un 20% cuando se prepara un acceso endodóntico y aumenta 46 % al eliminar una cresta marginal y 63% si se eliminan las dos crestas marginales. Los irrigantes utilizados en la endodoncia también afectan la resistencia porque al desinfectar el conducto, los túbulos dentinales se deshidratan creando porosidades en la superficie de la dentina, contribuyendo a la reducción de la integridad mecánica de los dientes endodonciados y por lo tanto a la aparición de fracturas. (3, 4, 5)

Uno de los materiales restauradores más utilizados, es la resina convencional, que ofrece propiedades mecánicas excelentes y refuerzan la estructura del diente remanente, a través de su mecanismo de unión, pero este se reduce después de la endodoncia. Otro defecto en la resina convencional es la contracción por polimerización, debido a que solo se puede hacer incrementos de hasta 2mm y en cavidades extensas puede llegar a producir espacios marginales, brechas y caries recurrentes. (6, 7, 8)

Otro material para restaurar el diente endodonciado es la resina bulk fill que permite hacer incrementos

de hasta 5mm lo que puede reducir el estrés generado en las paredes de la cavidad. (6, 7, 8).

También tenemos materiales restauradores provisionales a base de óxido de zinc/eugenol (IRM), ionómero de vidrio (GIC), a base de óxido de zinc/sulfato de calcio (Coltosol). El IRM tiene contradicciones si nos referimos a su mezcla, cuando la mezcla es más suave y pegajosa tiene una mejor actividad antimicrobiana y mejores sellos pero propiedades físicas reducidas. El GIC otorga un sello muy bueno similar a la de una corona intacta durante ocho semanas, tiene propiedades antibacterianas y enlace químico a la estructura dental, su desventaja está que cuando se necesita retirarlo se puede llegar a eliminar más estructura dental. El Coltosol es un material que endurece en 30 minutos en contacto con la humedad y esto se asocia a una absorción de humedad de 17 a 20% pero aún no se ha probado como material temporal endodóntico pero se ha demostrado que tienen una buena capacidad de sellado de hasta 2 semanas (9, 10)

El objetivo de este estudio es determinar los efectos de diferentes restauraciones directas, en la resistencia a la fractura de premolares endodonciados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación es un estudio de tipo transversal con un diseño observacional, descriptivo y analítico.

SELECCIÓN DE DIENTES

Se utilizaron sesenta y cinco premolares superiores extraídos intactos con ápices completamente formados. Los criterios de exclusión para los dientes examinados fueron la presencia de caries, restauración previa y líneas o fisuras visibles de fractura. Las muestras fueron

obtenidas por aportación de cirujanos bucales de 7 clínicas odontológicas ubicadas en la ciudad de Guayaquil, cuyos pacientes tenían indicación de extracción de dichas piezas dentarias por motivos ortodóncicos, los cuales accedieron a donación de sus dientes para la investigación firmando un consentimiento informado. Se procedió a limpiar los dientes para luego almacenarlos en recipientes con una solución de formaldehído y agua hasta su uso. Se tomaron radiografías preliminares en dos direcciones perpendiculares (MD y BL) para determinar la anatomía del conducto radicular.

GRUPOS DE ESTUDIO

Las muestras se asignaron a 4 grupos (n = 15) y un grupo control (n = 5)

- **Grupo Control**, se incluyeron 5 premolares superiores que se dejaron intactos para la prueba de fractura.
- **Grupo Resina Convencional (CONV)**, que incluía quince premolares superiores, fueron sometidos a cavidad de acceso endodóntico y tratamiento de conducto y se restauraron con resina convencional (3M™Filtek™Z350 XT) y se dividieron en 3 subgrupos:
 - CONV O: acceso endodóntico oclusal (n= 5)
 - CONV MO: cavidad mesio oclusal (n= 5)
 - CONV MOD: cavidad mesio ocluso distal (n=5)
- **Grupo Resina Bulk Fill (BULK)**, que incluía quince premolares superiores, fueron sometidos a cavidad de acceso endodóntico y tratamiento de conducto y se restauraron con resina fluida bulkfill (3M™Filtek™ Bulk Fill Flowable) y se dividieron en 3 subgrupos:
 - BULK O: acceso endodóntico oclusal (n= 5)
 - BULK MO: cavidad mesio oclusal (n=5)
 - BULK MOD: cavidad mesio ocluso distal (n=5)
- **Grupo Ionómero de vidrio y Coltosol (COLT)**,

que incluía quince premolares superiores, fueron sometidos a cavidad de acceso endodóntico y tratamiento de conducto y se restauraron con ionómero de vidrio (GC FujiLINING LC) excepto una capa superficial de 1.5mm que fue restaurado con óxido de zinc/sulfato de calcio (Coltosol® F) y se dividieron en 3 subgrupos

- COLT O: acceso endodóntico oclusal (n= 5)
 - COLT MO: cavidad mesio oclusal (n=5)
 - COLT MOD: cavidad mesio ocluso distal (n=5)
-
- **Grupo IRM**, que incluía quince premolares superiores, fueron sometidos a cavidad de acceso endodóntico y tratamiento de conducto y se restauraron con óxido de zinc/eugenol (IRM, Dentsply Sirona) y se dividieron en 3 subgrupos
 - IRM O: acceso endodóntico oclusal (n= 5)
 - IRM MO: cavidad mesio oclusal (n=5)
 - IRM MOD: cavidad mesio ocluso distal (n=5)

PREPARACIÓN DEL ACCESO ENDODÓNTICO

La cavidad de acceso se preparó utilizando fresas en forma de bola de carburo/tungsteno con mucha irrigación y fresa endo Z en una pieza de mano de alta velocidad. Se utilizó las fresas gates glidden número 2 y 3 para preparar el tercio cervical del conducto. (Dentsply, Sirona)

PREPARACIÓN DE CAVIDADES MO Y MOD

Luego de haber realizado el acceso endodóntico. Se procedió a realizar el diseño de las preparaciones mesio oclusales y mesio ocluso distales, las cuales se hicieron con una fresa de diamante tronco cónica. En los diseños mesio oclusales, se procedió a romper una pared lateral del diente para la preparación y se realizó la caja proximal. En los diseños mesio ocluso distales, se procedió a romper las dos paredes laterales de

diente y se realizó la caja proximal en cada una de ellas.

TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

Los conductos se instrumentaron con limas tipo K #15 y se siguió la secuencia hasta terminar con la lima tipo K #35, luego se realizó la técnica step back con limas tipo K desde la #40 hasta la #50. Durante el tratamiento de endodoncia, se depositó de forma intermitente hipoclorito de sodio al 2.50% con agujas navitip de irrigación lateral. Los conductos se secaron con conos de papel y se obturaron con conos de gutapercha mediante la técnica de condensación lateral con cono master # 35 / conos accesorios #20 (Dentsply, Maillefer) y un cemento endodóntico (AH-Plus, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Después de los procedimientos de limpieza, instrumentación y obturación, se tomaron radiografías postoperatorias en las dos dimensiones perpendiculares (MD y BL) para evaluar el tratamiento endodóntico.

RESTAURACIONES

En el grupo CONV BULK, las cavidades se restauraron con resina convencional (Resina P90, 3M, la cual se utilizó por su baja contracción y está indicada para dientes posteriores) y resina fluida bulk fill (Resina bulk fill, 3M, se utilizó por su utilidad en cavidades extensas, se pueden hacer aumentos de 4-5mm) respectivamente realizando los debidos protocolos de adhesión, el cual fue mediante grabado total (graba al mismo tiempo esmalte y dentina, elimina el barrillo dentinario) Se aplicó ácido ortofosfórico al 37% en el esmalte por 30s y 15s en la dentina, se lavó el doble de tiempo, se procedió a secar la cavidad con bolitas de algodón. Luego, se utilizó sistema adhesivo universal (Single Bond™ Universal, 3M), el cual fue aplicado mediante un micro brush frotándolo por 20s, se volatilizó el adhesivo y se procedió a fotopolimerizar por 20s con la lámpara LED (Elipar, 3M). Luego se procedió

a restaurar el diente, en el caso de la resina convencional se hicieron incrementos de 2mm y en el caso la resina bulk fill se pudieron hacer incrementos hasta de 4-5mm. En el grupo COLT, las muestras se restauraron con ionómero de vidrio foto polimerizable (GC Fuji LINING LC) que se utiliza como base cavitaria o liner, el cual tiene poca contracción a la polimerización, solubilidad baja y resistencia alta a la compresión, fue foto polimerizado con la lámpara LED de potencia lumínica de 400mW/cm² (Elipar, 3M) excepto una capa de 1.5mm que fue restaurado con óxido de zinc/ sulfato de calcio (Coltosol® F). Este grupo se realizó como parte de restauraciones provisionales utilizando la técnica de doble sello, que es colocar dos materiales temporales para obtener las propiedades de ambos, capacidad de resistencia de uno y sellado del otro, en este caso ionómero de vidrio y Coltosol (9, 20). En el grupo IRM las muestras fueron restauradas con óxido de zinc/eugenol (IRM, Dentsply Sirona).

PRUEBA MECÁNICA

Todas las muestras se marcaron 2 mm por debajo de la unión amelo cementaria. Para simular el ligamento periodontal las muestras se cubrieron con cera de aproximadamente 0,30 mm de espesor y fueron introducidas en resina acrílica auto polimerizable (Resina Acrílica Autopolimerizable Veracril®, Opti-Cryl® DPFTPT-020) perpendicularmente al eje de la base de moldes cilíndricos de plásticos al inicio de la polimerización de la resina acrílica, los dientes se retiraron de los bloques de resina y la cera se limpió de la superficie de la raíz y se inyectó una capa de material de impresión a base de silicona de cuerpo ligero (3M ESPE, Express™) en la base de la resina acrílica. Los dientes ahora libres de cera se volvieron a insertar en las bases de resina inmediatamente después de la inyección de silicona. (11)

Todas las 65 muestras se montaron en una máquina electromecánica de ensayo universal

(Shimadzu, AGS-X). Los dientes se angularon a 30° con respecto al eje largo del diente y se aplicó una fuerza de compresión continua a una velocidad de deformación de 1 mm/min utilizando una cabeza de compresión de acero con un extremo de bola de 4 mm de diámetro hasta que se mostró evidencia visible o audible de fractura. (12)

EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE RESISTENCIA A LA FRACTURA

Se sometió cada muestra a fuerzas de compresión y se registró la carga máxima de fractura en Newtons por una computadora conectada a la máquina. (13)

EVALUACIÓN DEL TIPO Y MODO DE FRACTURA

Para mostrar el tipo de fractura se tomó fotografías con una cámara digital y se clasificó en dos tipos: fracturas favorables y desfavorables. La fractura favorable es cuando la fractura está por encima de la unión amelocementaria y la fractura desfavorable es cuando la fractura está por debajo de la unión amelocementaria extendiéndose hacia la raíz.

El modo de fractura se clasificó en cinco: modo I, mínima destrucción del diente; modo II, fractura de una cúspide pero restauración intacta; modo III, fractura de una cúspide con menos de la mitad de la restauración; modo IV, fractura de cúspides con más de la mitad de la restauración y el modo V, fractura severa. Para registrar estos datos, los dientes fueron evaluados bajo un microscopio (ECLERIS) con un aumento de 16x (14)

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Los datos obtenidos de la prueba mecánica se analizaron estadísticamente utilizando el software SPSS (Paquete Estadístico para las

Ciencias Sociales versión 21.0, IBM, Armonk, NY, E.U.A). La no-normalidad de los datos se comprobó utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y el análisis gráfico, debido a que el número de muestras utilizadas por grupo fue menor a 30. Los datos se expresaron como media, mediana y desviación estándar. Los grupos se compararon usando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para variables numéricas con muestras independientes y más de dos grupos de estudio, con un nivel de significancia establecido del 5% ($P < 0.05$).

RESULTADOS

Los resultados estadísticos relacionados con la fuerza máxima al momento de la fractura (resistencia a la fractura) de las piezas dentarias se muestran en la tabla 1.

El análisis muestra que al colocar el material restaurador provisional Coltosol en cavidades Mesio Oclusales y Mesio Ocluso Distales de dientes tratados endodónticamente, fue necesaria una fuerza significativamente menor para alcanzar la fractura de la pieza dentaria, comparada con los dientes del grupo control (Tabla 1).

Por otra parte, no se observó diferencia significativa entre ninguno de los otros grupos estudiados. (Figura 1).

Los resultados relacionados con el tipo de fractura (Tabla 2) de las piezas dentarias mostraron que los dientes intactos (Grupo control) tenían 4 muestras con tipo de fractura favorable y 1 muestra con tipo desfavorable.

Mientras que el grupo COLT MO, tenía 4 muestras que presentaban un tipo de fractura desfavorable y 1 muestra con fractura favorable. Y el grupo COLT MOD presentó sus 5 muestras con un tipo de fractura desfavorable.

Tabla 1
 Estadística descriptiva. Fuerza máxima registrada al momento de la fractura (resistencia a la fractura) de acuerdo al tipo de material restaurador utilizado y el diseño de cavidad existente

Material - Cavidad	Fuerza a la fractura (Newtons)			
	N	Media	Mediana	D.E.
Control (sin cavidad)	S	1100,18	901,75 ^a	1109,60
Convencional - Oclusal	S	908,85	854,65 ^{a,b}	848,56
Convencional - MesioOclusal	S	586,21	659,44 ^{a,b}	683,75
Convencional-MesioOclusoDistal	S	413,47	452,94 ^{a,b}	248,81
Bulk-Oclusal	S	925,89	767,63 ^{a,b}	853,37
Bulk-MesioOclusal	S	750,85	702,88 ^{a,b}	623,13
Bulk-MesioOclusalDistal	S	499,57	440,44 ^{a,b}	442,50
Coltosol-Oclusal	S	678,66	759,75 ^{a,b}	501,44
Coltosol-MesioOclusal	S	291,30	339,26 ^b	380,57
Coltosol-MesioOclusoDistal	S	271,25	279,38 ^b	255,81
IRM-Oclusal	S	700,87	590,06 ^{a,b}	691,81
IRM-MesioOclusal	S	577,82	556,06 ^{a,b}	809,19
IRM-MesioOclusoDistal	S	470,97	335,38 ^{a,b}	838,37

Letras diferentes (^{a,b}) denotan diferencia significativa entre los grupos comparados. Kruskal-Wallis para datos independientes. Nivel de significancia P<0.05. N: Número de muestras. D.E.: Desviación Estandar.

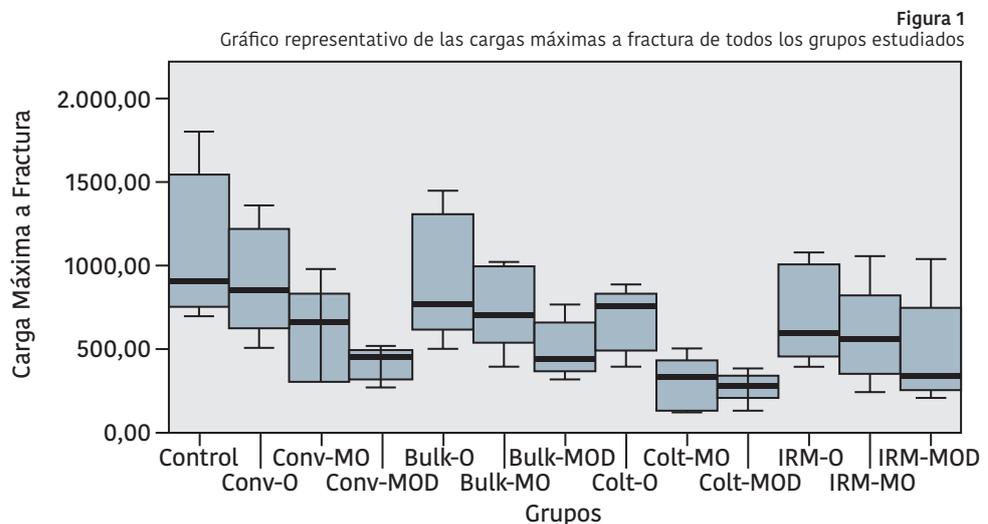


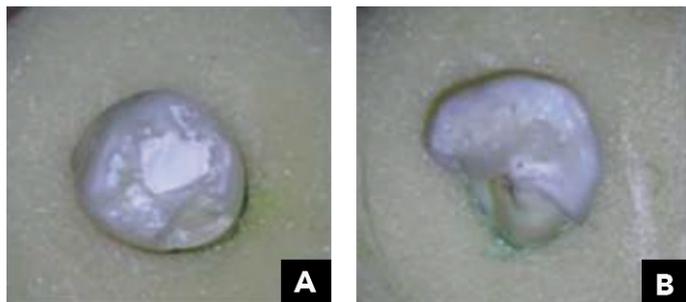
Tabla 2
Porcentaje de muestras que presentaron fracturas favorables y no favorables

Grupos	Subgrupos	Tipo de Fractura		Total
		Favorable	No favorable	
CONTROL		4 (80%)	1 (20%)	5
	O	4 (80%)	1 (20%)	5
CONV	MO	2 (40%)	3 (60%)	5
	MOD	2 (40%)	3 (60%)	5
	O	4 (80%)	1 (20%)	5
BULK	MO	4 (80%)	1 (20%)	5
	MOD	2 (40%)	3 (60%)	5
	O	2 (40%)	3 (60%)	5
COLT	MO	1 (20%)	4 (80%)	5
	MOD	(0%)	5 (100%)	5
	O	3 (60%)	2 (40%)	5
IRM	MO	2 (40%)	3 (60%)	5
	MOD	2 (40%)	3 (60%)	5

Imágenes representativas del tipo de fractura. (Figura 2)

- A. Favorable
- B. No favorable

Figura 2
Tipos de Fractura.
A. Favorable
B. No favorable



La Tabla 3 muestra el modo de fractura de los grupos restaurados. Ninguna de las muestras en el grupo BULK mostró fracturas severas que involucraban la estructura dental completa o fracturas verticales extendidas hasta la raíz. No así con el grupo COLT MOD que mostró el 80% de los casos fracturas severas (modo V).

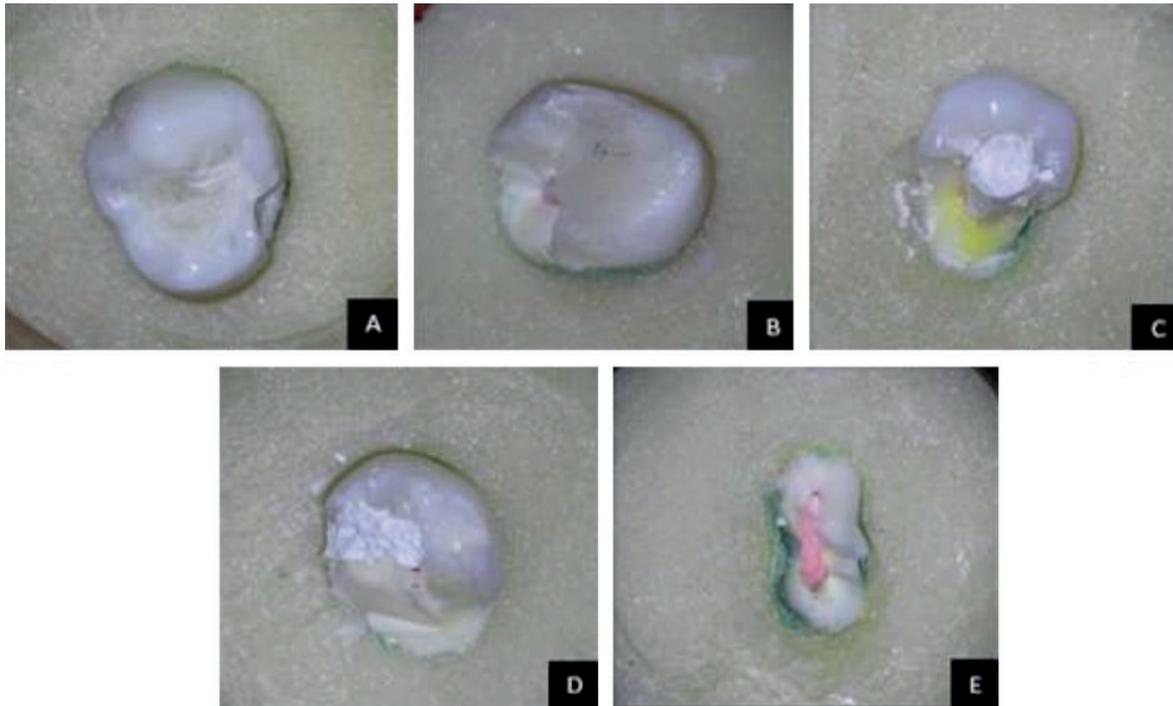
En la mayoría de los otros grupos, se observó el modo III (fractura de una cúspide y menos de la mitad de la restauración).

Tabla 3
Porcentaje de muestras
en sus cinco modos de fractura

Grupos	Subgrupos	Modo de Fractura					Total
		I	II	III	IV	V	
CONV	O	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	-	-	5
	MO	1 (20 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	2 (40 %)	-	5
	MOD	-	1 (20 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	2 (40 %)	5
BULK	O	3 (60%)	-	2 (40%)	-	-	5
	MO	1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)	-	-	5
	MOD	-	-	3 (60%)	2 (40%)	-	5
COLT	O	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)	0	5
	MO	-	-	-	2 (40%)	3 (60%)	5
	MOD	-	-	-	1 (20%)	4 (80%)	5
IRM	O	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	-	-	5
	MO	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)	2 (40%)	-	5
	MOD	-	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)	2 (40%)	5

Imágenes representativas de los modos de fractura. (Figura 3)

Figura 3
Modos de fractura: A. Modo I. B. Modo II. C. Modo III. D. Modo IV. E. Modo V



DISCUSIÓN

Los dientes más apropiados para evaluar la eficacia de las restauraciones en cuanto a la resistencia a la fractura son los premolares maxilares por su ubicación en el arco dental, su proporción corono - raíz y su anatomía, dichas características los hacen más propensos a sufrir fracturas cuando se aplican cargas oclusales.

Estas cargas pueden alcanzar hasta los 1000N en casos de parafunciones, aunque la fuerza de masticación máxima en los premolares varía entre 431,64N y 516,60N. (15, 16)

En el presente estudio se investigó el comportamiento de materiales restauradores definitivos (resina convencional y

resina bulk fill) y provisionales (Coltosol e IRM) en premolares tratados endodónticamente en tres tipos de cavidades (oclusal, mesio - oclusal y mesio - ocluso - distal).

RESISTENCIA A LA FRACTURA EN TODOS LOS GRUPOS

Los datos obtenidos reflejaron que en el grupo control (dientes sanos) se obtuvieron fuerzas de 901,75 N, similar a los estudios de Xie y colaboradores en el 2011 donde se observó fuerzas entre 1131 ± 527 N, estos datos fueron similares a los de Ibrahim et al en el 2015 que obtuvo fuerzas entre 1380.5 ± 393.9 N. (13, 17)

En los grupos de materiales definitivos (CONV y BULK) no se encontraron diferencias significativas comparadas con el grupo control en cuanto a la resistencia a las fracturas. Esto quiere decir que, las resinas son apropiadas a utilizar en dientes que han perdido mucha estructura dental, lo cual coincide con los resultados de Soares et al en el 2008 donde explica que la adhesión y las propiedades mecánicas como baja contracción por polimerización, bajo módulo de elasticidad, baja viscosidad, resistencia a la flexión, resistencia compresiva de las resinas mejoran la resistencia de un diente debilitado concordando de esta manera con el estudio realizado por Panahandeh y Johar en el 2014 donde afirma que las restauraciones con resina en cavidades MOD de premolares maxilares aumenta significativamente la resistencia a la fractura, también lo confirma el estudio realizado por Isufi et al en el 2016 donde tampoco se encontró diferencias significativas en la resistencia a la fractura entre restauraciones con resina convencional y resina bulk fill. (8, 15, 18)

Con respecto a los grupos de materiales provisionales, los dientes restaurados con Coltosol con cavidades mesio - oclusales y mesio - ocluso - distales mostraron resultados significativos, el cual nos indicó que para alcanzar la fractura se necesitó una fuerza significativamente menor, comparada con los dientes del grupo control. Al observar este hallazgo, se puede decir que no es recomendable la utilización del Coltosol en cavidades mesio - oclusal ni mesio - ocluso - distal porque se observaron que hay una diferencia significativa en la resistencia a la fractura cuando se comparó con dientes completamente sanos considerando que los otros materiales no tuvieron diferencias significativas. Lo cual llega a ser similar al estudio realizado por Lausten et al en el 2005, en el cual concluye que la expansión higroscópica del Coltosol en una cavidad puede llevar a la fractura y que el material no es recomendable como restauración temporal en dientes endodonciados. El estudio

realizado por Tennert et al en el 2015 también afirma que el Coltosol como material restaurador conlleva fácilmente a fracturas en cavidades MOD en dientes tratados endodónticamente. (10, 19)

Además, cabe recalcar que en nuestro estudio todas las restauraciones con Coltosol tenían una base de ionómero de vidrio, el cual no logró ayudar a resistir mayores fuerzas, esto es diferente a la conclusión del estudio realizado por Aboobaker et al en el 2015 donde recalca que la presencia de una base como ionómero de vidrio mejora la resistencia a la fractura en dientes tratados endodónticamente. (20)

Con respecto al IRM, este material provisional pudo resistir mayores fuerzas comparado con el Coltosol debido a que el IRM contiene en su composición resina de polimetilmetacrilato y ácido ortoetoxibenzoico, lo que mejora su resistencia. (21, 22, 23) Pero comparado con dientes sanos fue mucho menor, sobretodo en cavidades MOD que soportó cargas e 335,38 N. El estudio realizado por Eliyas et al en el 2014 afirma que los materiales provisionales se deben usar solo en cavidades pequeñas por su poca resistencia mecánica sobretodo en dientes expuestos frecuentemente a cargas y recomienda que para un aporte de mejor resistencia, el IRM debe mezclarse en una proporción polvo a líquido de 6: 1. Ya que una mezcla más suave y pegajosa da una mejor actividad antimicrobiana pero con propiedades físicas reducidas (9)

TIPO DE FRACTURA

En el presente estudio, el 80% de las muestras del grupo control presentaron un tipo de fractura favorable definiendo de esta manera una diferencia estadística importante con los grupos COLT MO y COLT MOD donde mostraron el 80% y 100 % respectivamente de fracturas de tipo desfavorable. Se debe resaltar que los grupos CONV y BULK con cavidades oclusales mostraron

el mismo porcentaje de fracturas de tipo favorable que el grupo control. Esto difiere del estudio realizado por Isufi et al en el 2016 donde encontraron la mayoría de los dientes restaurados con resina bulk fill (75%) y resina convencional (70%) un tipo de fractura desfavorable, este hallazgo es apoyado por el estudio realizado por Atiyah, Baban en el 2014 que encontraron en todas las cavidades MOD sin importar el tipo de restauración tipos de fractura desfavorables en un 90% (2, 8).

MODO DE FRACTURA

En el modo de falla se encontraron diferencias significativas con los grupos COLT MO y COLT MOD donde se encontró 60% y 80% respectivamente modos de fractura severa (Tipo V) comparado con los demás grupos. La mayoría de las fallas en los grupos CONV y BULK fueron fracturas de la cúspide y menos de la mitad de la restauración (Tipo III).

Esto contrasta el hallazgo en el estudio de Atalay et al en el 2016 donde encontró la mayoría de las fracturas tipo II, es decir que la restauración estaba intacta con fractura de cúspide. Atiyah, Baban en el 2014 encontró en la mayoría de las muestras, modos de fractura cohesivo, es decir solo dentro de la restauración. (2, 14)

Estas clasificaciones pueden variar ya que no todas se basan en la misma literatura.

CONCLUSIÓN

Dentro de las limitaciones de este estudio podemos mencionar el número reducido de muestras y que se necesitarán más estudios in vitro y ensayos clínicos adicionales para corroborar la información obtenida en este artículo.

Con respecto a la resistencia a la fractura, se concluye que no hay diferencias significativas entre los grupos CONV y BULK comparados con el grupo control, tampoco se encontraron diferencias significativas en los tres tipos de cavidades utilizadas en estos dos grupos. No así, con las restauraciones provisionales en donde se encontró diferencias significativas en los grupos COLT en cavidades MO y MOD al compararlos con dientes completamente sanos, concluyendo que este material no se indica en este tipo de cavidades en dientes tratados endodónticamente. Tampoco se recomienda el uso de IRM en cavidades MOD porque no aporta buena resistencia mecánica al diente tratado endodónticamente pero si se recomienda como material provisional en cavidades oclusales o mesio oclusales.

El tipo de fractura en los grupos de materiales provisionales con cavidades MO y MOD presentaron tipos de fractura desfavorables en su mayoría, no así con los grupos de resina que presentaron en su mayoría tipos de fractura favorables.

El modo de falla predominante en las restauraciones definitivas fue el modo III, que involucraba fractura cuspidéa con menos de la mitad de la restauración y en restauraciones provisionales con cavidades MOD el modo V, es decir, fracturas severas que involucra la mayor parte de estructura dentaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo Barahona ME, Mantilla Torres S, Monar J. Comparación in vitro de la resistencia a fuerzas de compresión de dientes sanos, con endodoncia y reconstrucción directa; y rehabilitados con poste de fibra de vidrio cilíndrico a través de la máquina universal de fuerzas. *OdontoInvestigación* [Internet]. 1 de septiembre de 2015 [citado 8 de agosto de 2019]; 1(2). Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/odontoinvestigacion/article/view/194>
2. Atiyah AH, Baban LM. Fracture Resistance of Endodontically

- Treated Premolars with Extensive MOD Cavities Restored with Different Composite Restorations : An in Vitro Study. *J Baghdad Coll Dent*. Marzo de 2014; 26(1):7-15.
3. Mincik J, Urban D, Timkova S, Urban. R. Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored by Various Direct Filling Materials: An In Vitro Study. *Int J Biomater*. 2016; 2016:1-5.
 4. Alshiddi IF, Aljinbaz A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations – An in vitro study. *Saudi Dent J*. enero de 2016; 28(1):49-55.
 5. Kishen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endod Top*. Marzo de 2006; 13(1):57-83.
 6. Ibrahim BH, Al-Azzawi HJ. Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolar Teeth with Extensive MOD Cavities Restored with Different Bulk Fill Composite Restorations : An in Vitro Study. *J Baghdad Coll Dent*. 2017; 28(2):26-32.
 7. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent*. Abril de 2014; 42(4):439-49.
 8. Isufi A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with a bulkfill flowable material and a resin composite. *Ann Stomatol (Roma)* [Internet]. 2016 [citado 8 de agosto de 2019]; Disponible en: <http://www.annalidistomatologia.com/common/php/portiere.php?ID=6102076e4b074fe7253cf5af38f4cf97>
 9. Eliyas S, Jalili J, Martin N. Restoration of the root canal treated tooth. *Br Dent J*. enero de 2015; 218(2):53-62.
 10. Tennert C, Fischer GF, Vach K, Woelber JP, Hellwig E, Polydorou O. A temporary filling material during endodontic treatment may cause tooth fractures in two- surface class II cavities in vitro. *Clin Oral Investig*. Abril de 2016; 20(3):615-20.
 11. Serin Kalay T, Yildirim T, Ulker M. Effects of different cuspal coverage restorations on the fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. *J Prosthet Dent*. septiembre de 2016;116(3):404-10.
 12. Lin GS, Ghani NNA, Noorani T, Ismail N. Fracture resistance of the permanent restorations for endodontically treated premolars. *Eur J Gen Dent*. 2018;7(3):56.
 13. Ibrahim AMBR, Richards LC, Berekally TL. Effect of remaining tooth structure on the fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. marzo de 2016;115(3):290-5.
 14. Atalay C, Yazici A, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored With Bulk Fill, Bulk Fill Flowable, Fiber-reinforced, and Conventional Resin Composite. *Oper Dent*. septiembre de 2016;41(5):E131-40.
 15. Soares PV, Santos-Filho PCF, Martins LRM, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: fracture resistance and fracture mode. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2008;99(1):30-37.
 16. Curiqueo A, Salamanca C, Borie E, Navarro P, Fuentes R. Evaluación de la fuerza masticatoria máxima funcional en adultos jóvenes chilenos. *International journal of odontostomatology*. 2015;9(3):443-447.
 17. Xie KX, Wang XY, Gao XJ, Yuan CY, Li JX, Chu CH. Fracture resistance of root filled premolar teeth restored with direct composite resin with or without cuspal coverage: Fracture resistance of root filled premolar. *International Endodontic Journal*. junio de 2012;45(6):524-9.
 18. Panahandeh N, Johar N. Effect of different cuspal coverage patterns on fracture resistance of maxillary premolar teeth in MOD composite restorations. *Journal of Islamic Dental Association of Iran*. 2014;26(1):1-5.
 19. Laustsen MH, Munksgaard EC, Reit C, Bjørndal L. A temporary filling material may cause cuspal deflection, infractures and fractures in endodontically treated teeth. *International endodontic journal*. 2005;38(9):653-657.
 20. Aboobaker S. Effect of Intra-Orifice Barriers on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth – An Ex-Vivo Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [Internet]. 2015 [citado 27 de agosto de 2019]; Disponible en: http://jcd.rnet/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2015&volume=9&issue=2&page=ZC17&issn=0973-709x&id=5552
 21. Jendersen MD, Phillips RW, Swartz ML, Norman RD. A comparative study of four zinc oxide and eugenol formulations as restorative materials. Part I. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1969; 21: 176-183.
 22. acquot BM, Panighi MM, G'sell C. Microleakage of Cavit, Cavit W, Cavit G and IRM by impedance spectroscopy. *International Endodontic Journal* 1996; 29: 256- 261.
 23. Phillips RW. *La ciencia de los materiales dentales*. 9ed. México: McGraw-Hill; 1993.
 24. Soares CJ, Pizi ECC, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Brazilian Oral Research*. 2005;19(1):11-16.
 25. Yeolekar TS, Chowdhary NR, Mukunda K, Kiran N. Evaluation of Microleakage.