

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESTAURACIONES DIRECTAS CON
FIBRAS INTERLIG® Y DOS RESINAS FLUIDAS. ESTUDIO IN-VITRO
FRACTURE RESISTANCE OF DIRECT RESTORATIONS WITH INTERLIG®
FIBERS AND TWO FLOWABLE RESINS: AN IN VITRO STUDY

Amado Herreño Laura Sofia¹, Bernal Torres Daly Dayana², Sarmiento Melo Danilo³

¹ Estudiante de posgrado de prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia; Bogotá-Colombia; Lamandoh@unicoc.edu.co.

² Estudiante de posgrado de prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia; Bogotá-Colombia; ddbernal@unicoc.edu.co.

³ Estudiante de posgrado de prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia; Bogotá-Colombia; dsarmientom@unicoc.edu.co.

RESUMEN

Objetivo: Este estudio in vitro determinó la resistencia a la fractura de restauraciones MOD en terceros molares vitales restaurados con fibras de vidrio y dos tipos de resinas fluidas. **Métodos:** diseño experimental, comparativo y aleatorizado, con una muestra de 30 terceros molares humanos extraídos por razones clínicas. Los dientes se dividieron aleatoriamente en dos grupos: Grupo 1 (Interlig + Tetric® N Flow + Filtek™ One Bulk Fill) y Grupo 2 (Interlig + Filtek® Bulk Flow + Filtek™ One Bulk Fill). Se realizaron cavidades MOD estandarizadas y restauraciones mediante técnica de resina estampada, fotopolimerizadas en capas. La resistencia a la fractura se evaluó mediante una prueba de carga compresiva uniaxial con una máquina universal de ensayos, registrando la carga máxima en Newtons y convirtiéndola a MPa usando la media armónica del área cavitaria (7,045 mm²). **Resultados:** El grupo restaurado con Filtek® Bulk Flow presentó una resistencia promedio 14,27 MPa mayor que el grupo con Tetric® N Flow, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0,5927$). El análisis de regresión mostró una posible influencia positiva de la extensión cavitaria ($\beta=73,62$; $p=0,074$), sin alcanzar significación. Los supuestos del modelo estadístico fueron cumplidos, garantizando su validez. **Conclusión:** Los dos grupos de materiales ofrecen un comportamiento similar en términos de resistencia a la fractura. Se

recomienda explorar otras variables en futuros estudios, y el en vejecimiento artificial.

Palabras clave: Materiales reforzados con fibras, Resinas compuestas, Propiedades mecánicas, Restauración dental, Fenómenos biomecánicos

ABSTRACT

Objective: This in vitro study determined the fracture resistance of MOD restorations in third molars restored with glass fibers and two types of flowable resins. **Methods:** This was an experimental, comparative, and randomized design, with a sample of 30 human third molars extracted for clinical reasons. The teeth were randomly divided into two groups: Group 1 (Interlig + Tetric® N Flow + Filtek™ One Bulk Fill) and Group 2 (Interlig + Filtek® Bulk Flow + Filtek™ One Bulk Fill). Standardized MOD cavities were prepared and restorations were performed using the stamped resin technique, light-cured in layers. Fracture resistance was evaluated by a uniaxial compressive load test using a universal testing machine, recording the maximum load in Newtons and converting it to MPa using the harmonic mean of the cavity area (7.045 mm²). **Results:** The group restored with Filtek® Bulk Flow showed an average fracture resistance 14.27 MPa higher than the group with Tetric® N Flow, although this difference was not statistically significant ($p=0.5927$). Regression analysis showed a possible positive influence of cavity extension ($\beta=73.62$; $p=0.074$), without reaching significance. The assumptions of the statistical model were met, ensuring its validity. **Conclusion:** Both materials offer similar behavior in terms of fracture resistance, although Filtek® Bulk Flow showed less data dispersion, which could imply greater clinical predictability. It is recommended to explore other variables in future studies, such as cavity design and artificial aging.

Keywords: Fiber-reinforced materials, Composite resins, Mechanical properties, Dental restoration, Biomechanical phenomena.

INTRODUCCIÓN

La odontología restauradora se ocupa de reparar y rehabilitar estructuras dentales comprometidas, siendo la caries una de las causas más comunes a nivel mundial.

Esta enfermedad multifactorial implica la interacción del huésped, microorganismos, sustrato y tiempo (1), lo que frecuentemente conduce a restauraciones extensas como las cavidades ocluso-meso-distales (MOD). Estas especialmente en molares, comprometen las crestas marginales, esenciales para mantener la integridad estructural frente a las fuerzas masticatorias (6).

La historia de la odontología muestra una evolución constante de materiales y técnicas en busca de restauraciones más predecibles y duraderas. Desde el grabado ácido de Buonocore en 1955 (41) hasta la resina compuesta con Bis-GMA de Bowen en 1962 (42), el desarrollo de biomateriales ha apuntado a imitar las propiedades físicas, mecánicas y estéticas del diente, alineándose con la odontología biomimética (12). Este enfoque valora la mínima intervención y la conservación del tejido sano, impulsando avances en biomateriales dentales (5).

Las resinas compuestas han mejorado notablemente, desde versiones autopolimerizables hasta los actuales nanohíbridas, que presentan mejor estética, resistencia al desgaste y menor contracción por polimerización (43). No obstante, en restauraciones extensas como las MOD, la resistencia a la fractura sigue siendo un desafío (14).

Una estrategia prometedora para mejorar dicha resistencia es el uso de fibras de refuerzo, especialmente de vidrio (21). Aunque introducidas en los años 80 (38), su uso se ha expandido por su biocompatibilidad y capacidad para modificar el comportamiento mecánico del material restaurador. Estas fibras ayudan a distribuir de forma uniforme las cargas oclusales, mejorando la resistencia flexural y a la fractura, así como el módulo de elasticidad, acercándose a la dentina natural (11). Su colocación estratégica entre el material de relleno y la base cavitaria puede desviar o detener fracturas, protegiendo el diente remanente (14).

Las fibras de vidrio, compuestas principalmente por óxido de silicio, se clasifican según sus propiedades químicas y físicas (31). Las más utilizadas son tipo E, modificadas para resistir la degradación en ambientes húmedos como la cavidad oral (31). Para integrarlas adecuadamente en la matriz resinosa, se emplean agentes de acoplamiento como el silano, que establecen una unión química entre

fibra y resina (6). Es crucial un protocolo clínico preciso para evitar la exposición de fibras y la microfiltración marginal, que comprometería la longevidad restauradora (1, 16).

Paralelamente, las resinas fluidas han surgido como materiales auxiliares relevantes en odontología restauradora (15). Estas contienen menos partículas de relleno que las resinas convencionales (3), lo que les otorga una baja viscosidad que mejora su adaptación a las paredes cavitarias y a irregularidades (3, 10). Aunque inicialmente destacaron por reducir el estrés de contracción durante la polimerización (20), presentan limitaciones en restauraciones extensas sin soporte dentinario, especialmente en lo relativo a la resistencia marginal (32). No obstante, su uso como material de base sigue siendo investigado y aplicado en clínica (10).

Numerosos estudios in vitro han evaluado el refuerzo con fibras de vidrio en restauraciones posteriores, mostrando mejoras significativas entre un 30-40% en su capacidad para soportar fuerzas oclusales simuladas (14, 21). Sin embargo, aún falta evidencia específica sobre el rendimiento biomecánico de restauraciones MOD en molares que combinen fibras de vidrio Interlig® y distintas resinas fluidas.

Esta investigación parte de la hipótesis de integrar fibras Interlig® en restauraciones MOD en molares con el uso de resinas fluidas generando un incremento significativo en la resistencia a la fractura frente a restauraciones convencionales sin refuerzo. Las fibras actuaron como refuerzo interno que distribuye mejor las tensiones oclusales y previene la propagación de microfracturas tanto en el material como en la unión con el diente. A su vez, se espera que la fluidez de la resina mejore la adaptación cavitaria y la calidad de la interfaz adhesiva. Evaluar diferentes tipos de resinas fluidas permitirá determinar si sus propiedades intrínsecas influyen en la resistencia final de la restauración por eso el presente estudio tiene como objetivo, determinar la resistencia a la fractura de restauraciones MOD en terceros molares reforzadas con fibras de vidrio y dos tipos de resinas fluidas. Este estudio planteo la resistencia a la fractura en cavidades MOD de terceros

molares restauradas con fibras de vidrio y resinas fluidas, simulando cargas oclusales, para orientar a odontólogos en su uso según el remanente dental y tipo de tratamiento

METODOS

Diseño del Estudio

Se realizó un estudio in vitro de tipo experimental, comparativo y aleatorizado, cuyo objetivo es evaluar la resistencia a la fractura de restauraciones MOD en terceros molares utilizando combinaciones de fibras de vidrio con dos tipos diferentes de resinas fluidas. La muestra estuvo conformada por terceros molares humanos extraídos por razones clínicas y seleccionados bajo criterios estandarizados. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos experimentales: Grupo 1 (fibras Interlig + Tetric® N Flow + Filtek™ One Bulk Fill) y Grupo 2 (fibras Interlig + Filtek Bulk Flow + Filtek™ One Bulk Fill). La variable independiente principal fue el tipo de resina fluida utilizada, mientras que la variable dependiente fue la resistencia a la fractura, medida en Newtons y convertida a Megapascuales (MPa) mediante la media armónica del área cavitaria estandarizada.

El tamaño muestral se determinó mediante el software R para Windows (versión 2024), considerando un error del 0,7, una potencia del 80% y un nivel de confianza del 95%, lo que arrojó una muestra mínima de 12 dientes por grupo. Para reducir errores potenciales, se ajustó a 15 muestras por grupo. La aleatorización fue realizada utilizando muestreo aleatorio simple y el software SPSS v25, garantizando una distribución equitativa y reduciendo el sesgo de selección. Se buscó además una distribución balanceada entre molares superiores e inferiores, siempre que fuera posible.

El estudio se desarrolló en el laboratorio de la Fundación Universitaria CIEO-UniCIEO, dentro de la línea de investigación en biomateriales y procesos de laboratorio dental. La legalidad y trazabilidad de los especímenes fue asegurada mediante la firma de formatos de donación. Los dientes fueron recolectados de la

práctica clínica, limpiados con gasa y almacenados en recipientes con solución de cloruro de sodio al 0.9%. Para la desinfección, se empleó hipoclorito de sodio al 0,5% durante 15 minutos, seguido de enjuague con agua destilada. Posteriormente, los dientes fueron conservados en dicha agua hasta su utilización, manteniéndose hidratados.

La eliminación de tejidos blandos y cálculos se realizó con un scaler estéril, y se verificaron las medidas estándar de cada espécimen utilizando un calibrador digital, bajo condiciones estrictas de bioseguridad. Se midió el ancho vestibulo-lingual/palatino y la altura desde la unión amelocementaria hasta el reborde marginal, asegurando homogeneidad morfológica. Se descartaron aquellos dientes que no cumplieran con estos requisitos (específicamente, el espécimen número 21 fue excluido).

La calibración se realizó una escala de tres puntos para evaluar criterios como profundidad cavitaria y paralelismo de las paredes, garantizando estandarización técnica. Se realizaron impresiones coronales con silicona transparente para fabricar matrices utilizadas en la técnica de restauración con resina estampada.

Las cavidades MOD fueron diseñadas con base en medidas estandarizadas. El ancho fue definido como la distancia entre la cúspide mesovestibular y mesopalatina, utilizando el surco central como guía simétrica, mientras que la profundidad correspondió a la mitad de la distancia entre el reborde marginal mesial y la unión amelocementaria. Las cavidades presentaron paredes paralelas y ángulos internos redondeados para una óptima distribución de fuerzas.

Para la preparación cavitaria, se utilizó una fresa de diamante Jota 881 (punta redondeada, grano fino, halo rojo), montada en una pieza de alta velocidad W&H con triple irrigación para evitar sobrecalentamiento. Se utilizó una fresa nueva por cada dos dientes. El operador ejecutó una secuencia estandarizada: identificación del surco oclusal, delimitación del istmo, conformación de paredes paralelas y redondeo de ángulos internos.

Cada diente fue embebido en resina epóxica dentro de un molde de tubo PVC ($\frac{3}{4}$ pulgada de diámetro, 2 cm de altura), sumergiéndolo hasta 2 mm antes de la unión amelocementaria. Se eliminaron excesos y se pulieron las superficies. Luego se realizó una profilaxis con clorhexidina al 2% durante 30 segundos, seguida de enjuague con agua por igual tiempo.

El protocolo adhesivo consistió en grabado total con ácido ortofosfórico al 35%: 15 segundos en esmalte, 10 segundos en dentina, seguido de un lavado de 30 segundos y secado con aire a 15 cm de distancia por 10 segundos. Posteriormente, en una caja acrílica (30×30×30 cm), se aplicó el sistema adhesivo Optibond FL: primer con microbrush amarillo durante 15 segundos, aireado por 5 segundos, adhesivo con un segundo microbrush durante 15 segundos y fotopolimerización por 10 segundos con lámpara Valo X (modo estándar).

Sobre el fondo de la cavidad se aplicaron 0.01 ml de resina fluida, utilizando una jeringa de 0.5 ml donde se transfirió la resina fluida dentro de la caja acrílica, seguida de una fibra de vidrio Interlig (2.5 mm × 7 mm), adaptada con instrumento FP3 a las paredes axiales. Se colocaron otros 0.01 ml de resina fluida sobre la fibra y se fotopolimerizó por 20 segundos. Luego se aplicó una capa de 0.1 g de la resina bulk flow correspondiente a cada grupo experimental.

La restauración se completó con capas de Filtek™ One Bulk Fill moldeable, cada una menor a 1 mm de espesor, para controlar la contracción de polimerización. Cada capa fue fotopolimerizada por 20 segundos. La última capa fue aplicada mediante la técnica estampada con la matriz de silicona, devolviendo la morfología original, y se fotopolimerizó en dos ciclos de 10 segundos. Finalmente, se eliminaron excesos y se realizó el pulido con el sistema Jiffy™ Original.

Se evaluó la resistencia a la fractura mediante una prueba de carga compresiva uniaxial utilizando una máquina universal de ensayos (Instron con Ref.3366). Cada diente fue posicionado verticalmente para aplicar la carga sobre la superficie oclusal, utilizando un pistón metálico con punta plana, hasta alcanzar la fractura de la restauración o del diente. Se registró la carga máxima en Newtons, y

posteriormente se convirtió a MPa considerando la media armónica del área de la cavidad.

Se realizó análisis univariado mediante la prueba de Shapiro-Francia para verificar la distribución normal de los datos de resistencia a la fractura. En el análisis descriptivo, se calcularon las medianas y rangos intercuartílicos para comparar la resistencia según las resinas Filtek® Bulk Flow y Tetric® N Flow. Finalmente, en el análisis inferencial, se aplicó la prueba t de Student para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la fractura entre los dos tipos de materiales evaluados. Por otra parte, se realizó un análisis de regresión lineal con varianza robusta de la resistencia a la fractura ajustado por factores de confusión como Profundidad, extensión, Área SO y Filtek

Toda la información fue registrada en bases de datos Excel, organizadas en carpetas específicas y respaldadas en plataformas de almacenamiento en la nube, asegurando su seguridad y disponibilidad para análisis posterior y futuras consultas.

RESULTADOS

Con el fin de que los valores de la resistencia a la fractura tuvieran el mismo peso analítico, se calculó la media armónica (MA) del área de la cavidad ($MA=7,045$ IC95%:6,63-7,51) para realizar la conversión de Newtons a Mpa. Esto se realizó dividiendo el valor de la resistencia de cada espécimen muestral en Newtons sobre $7,045\text{mm}^2$.

Tabla 1. Evaluación de la distribución e igualdad de varianzas de la resistencia a la fractura.

	Prueba de Shapiro-Francia		Prueba de Levene	
	Z	p valor	F	p valor
Resistencia	-0,608	0,7285	0,0198	0,2586

Tabla 2. Comparación de la resistencia a la fractura entre Resinas Tetric ® N Flow Vs Filtek® Bulk Flow.

Grupo	n	Media	Desviación Estándar	T de student	p valor
Tetric N Flow	14	210,8	45,82	-0,5428	0,5927
Filtek Bulk flow	15	225,1	90,10		

En el análisis de los dos materiales, se observa que Filtek® Bulk Flow tuvo una resistencia ligeramente mayor con una diferencia de 14,27 Mpa en comparación con Tetric ® N Flow, sin embargo, esta superioridad en la resistencia no resultó estadísticamente significativas al realizar la prueba t de Student (-0,5428; p-valor=0,5927).

Figura 1. Comparación de la mediana de resistencia a la fractura entre Resinas Tetric ® N Flow Vs Filtek® Bulk Flow.

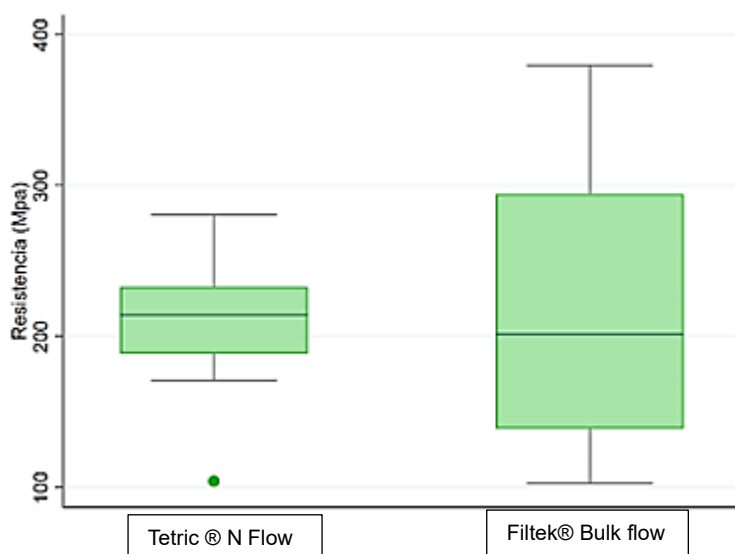
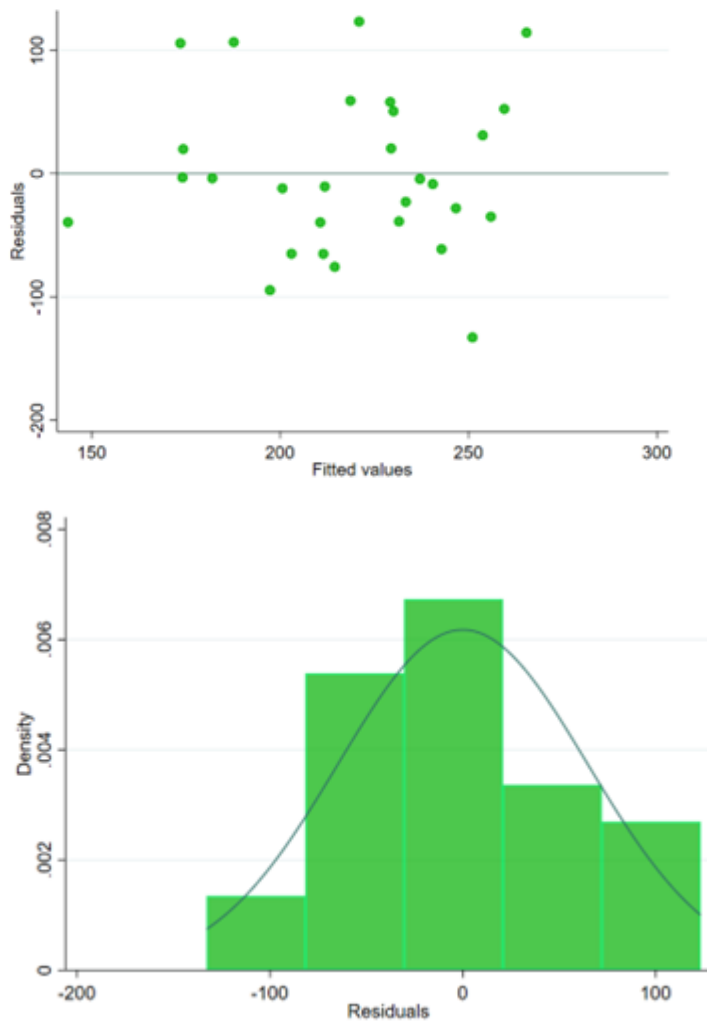


Tabla 3. Análisis de regresión lineal con varianza robusta de la resistencia a la fractura ajustado por factores de confusión.

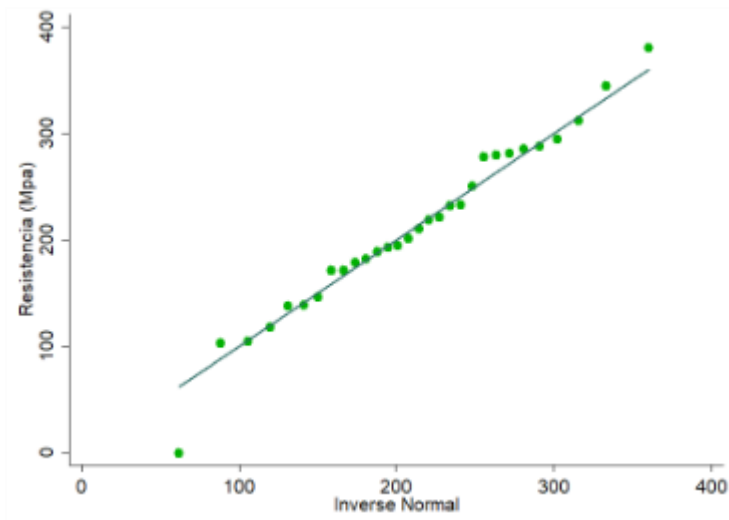
Variables independientes	β	Intervalo de confianza 95%	t	p
Profundidad	-26	-249,17 – 197,17	-0,24	0,812
Extensión	73,62	-7,83 – 155,08	1,87	0,074
Área SO	-1,04	-4,21 – 2,12	-0,68	0,502
Filtek	35,74	-29,52 – 100,99	1,13	0,27

El modelo no muestra relaciones estadísticamente significativas entre las variables independientes y la resistencia a la fractura, ya que todos los intervalos de confianza incluyen el valor nulo de cero. Sin embargo, la extensión de la cavidad parece la más prometedora, con un β positivo de 73,62 ($p=0,074$), lo que sugiere un posible

efecto en el aumento de la resistencia a la fractura, aunque sin evidencia concluyente.



En el gráfico de residuos, los puntos no siguen un patrón definido, lo que indica que la relación entre las variables es aproximadamente lineal. Además, se observa una mayor dispersión en ciertos rangos de valores ajustados, sugiriendo que la varianza de los residuos no es completamente constante a lo largo del modelo.



La validación del modelo de regresión lineal propuesto no viola los supuestos fundamentales de este análisis, en este proceso se pudo observar una normalidad de los residuos ($\chi^2=0.48$; $p=0.7849$), la presencia de multicolinealidad también se rechazó con índices de inflación de la varianza que oscilaron entre 1.07 - 1.17 e índices de tolerancias entre 0,858 – 0,935. La autocorrelación de residuos ($Rho=-0,1320$; $p=0,5032$) y colinealidad de las variables independiente no se observaron en el modelo propuesto (Extensión/Área $Rho=-0,0882$; $p=0,6491$, extensión/Profundidad $Rho=-0,0930$; $p=0,6314$).

DISCUSIÓN

La resistencia a la fractura en restauraciones de dientes posteriores con pérdida estructural significativa, como en las cavidades MOD, sigue representando un desafío clínico considerable. La cantidad de tejido dental remanente tras la preparación cavitaria se reconoce como un factor determinante para la longevidad restauradora. En particular, las cavidades MOD incrementan la fragilidad estructural del diente, generando un riesgo elevado de fracturas cuspidéas. Estudios previos han documentado una disminución de hasta el 54 % en la resistencia a la fractura de dientes tratados con este tipo de preparación en comparación con piezas dentales íntegras(7).

La incorporación de biomateriales reforzados, como fibras de vidrio y polietileno, ha mejorado la previsibilidad clínica de restauraciones extensas bajo un enfoque

biomimético. Este enfoque busca conservar la mayor cantidad posible de estructura dental y optimizar la distribución de las cargas oclusales, contribuyendo así a mejorar la resistencia de la restauración y del diente remanente.

El presente estudio evaluó la resistencia a la fractura de restauraciones MOD en terceros molares utilizando fibras de vidrio Interlig®, combinadas con dos tipos de resinas fluidas: una con baja carga (Grupo 1) y otra con alta carga (Grupo 2). Los resultados mostraron que el Grupo 1 presentó una media de resistencia de 210,88 MPa, con menor dispersión de datos. En contraste, el Grupo 2 mostró una mediana inferior y mayor variabilidad, lo que podría sugerir una menor consistencia en su desempeño clínico. No obstante, el análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre ambos grupos, lo que sugiere una equivalencia funcional en términos de resistencia a la fractura dentro de las condiciones evaluadas.

Estos hallazgos se suman a investigaciones anteriores sobre el efecto del refuerzo con fibras en restauraciones posteriores. Belli et al. evaluaron la microfiltración en cavidades clase II restauradas con diferentes combinaciones de fibras y resinas fluidas, concluyendo que el tipo de fibra no afectó significativamente la microfiltración cuando se empleaba composite fluido como recubrimiento, observándose una reducción de la filtración oclusal en general.

Por su parte, Ozel y Soyman analizaron el efecto de redes de fibra (de vidrio y polietileno) sobre la contracción por polimerización y la microfiltración en restauraciones MOD. (12) Aunque las fibras de vidrio presentaron puntuaciones ligeramente menores de microfiltración, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, se observó una menor contracción volumétrica con fibra de vidrio ($1,87 \% \pm 0,04$) frente al grupo con fibra de polietileno ($1,95 \% \pm 0,06$), posiblemente debido a una adhesión más eficiente entre la matriz de resina y las fibras de vidrio.

Investigaciones de Eapen, Kimarh y Ellakwa han subrayado la importancia de la ubicación de las fibras para mejorar la resistencia a la fractura. En sus estudios, la colocación de fibras en dirección bucolingual en la superficie oclusal incrementó significativamente la resistencia de las restauraciones y ayudó a

mantener la integridad de las cúspides, reforzando la estructura frente a las fuerzas masticatorias(18).

En contraste, Chuang et al. observaron que el uso exclusivo de resina fluida como recubrimiento aumentó el desplazamiento cuspidéico debido a la contracción, en comparación con restauraciones reforzadas con fibras(20). Khan et al. atribuyeron este comportamiento a la posible formación de vacíos entre la resina fluida y la resina principal, que podrían favorecer la deflexión estructural. Aun así, se reconoce que las resinas de baja viscosidad mejoran la humectación y adaptación en zonas profundas, lo que justifica su uso como material de base(21).

Sharafeddin et al. señalaron que la mayor resistencia de las fibras de vidrio frente a las de polietileno se debe, en parte, al proceso de preimpregnación durante su fabricación, el cual mejora la adhesión con la matriz de resina y genera una estructura más homogénea. Esto contrasta con las fibras impregnadas manualmente, que presentan un comportamiento menos predecible(25).

Adicionalmente, Maruo y Sharafeddin investigaron el uso de fibras en estructuras protésicas, concluyendo que, a diferencia de las fibras de vidrio, el uso de fibras de polietileno tejidas no mejoró las propiedades de flexión de las resinas compuestas, aunque sí afectó el comportamiento del material bajo carga. Estas diferencias se atribuyeron a la distribución y orientación de las fibras dentro de la matriz restauradora (27).

En el contexto de los resultados obtenidos, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de resinas fluidas utilizadas sugiere que ambas podrían ofrecer un rendimiento clínico similar cuando se emplean en conjunto con fibras de vidrio como refuerzo en restauraciones MOD. No obstante, la mayor dispersión observada en el grupo de resina de alta carga podría indicar una mayor susceptibilidad a factores técnicos o variaciones inherentes al material durante su manipulación clínica.

Finalmente, aunque la profundidad cavitaria fue estandarizada en este estudio y no mostró influencia significativa sobre la resistencia a la fractura, se recomienda que futuras investigaciones analicen un rango más amplio de profundidades.

Esto permitiría establecer con mayor claridad el impacto de esta variable sobre el comportamiento biomecánico de restauraciones reforzadas con diferentes combinaciones de fibras y resinas fluidas.

CONCLUSIÓN

Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en resistencia a la fractura; Filtek® Bulk Flow tuvo valores ligeramente superiores y Tetric® N Flow mostró menor dispersión de resultados.

La menor variabilidad en el grupo Tetric® N Flow sugiere una posible mayor predictibilidad clínica, que requiere estudios adicionales para confirmarse.

Futuras investigaciones deberían considerar distintos diseños cavitarios, técnicas de colocación y envejecimiento artificial, así como evaluar parámetros biomecánicos como el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrawal V, Shah A, Kapoor S. Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II mesio-occluso-distal cavities in maxillary premolars: An in vitro study. Journal of Conservative Dentistry [Internet]. 2022 Mar [cited 2023 Nov 23];25(2):122–7.
2. Solanki N, Kishan KV, Saklecha P, Parikh M. Comparison of fiber-reinforced composite and nanohybrid resin impregnated with glass fibers as postendodontic restoration in molars – A clinical study. J Conserv Dent 2021;24:514-8
3. Mangoush E, Säilynoja E, Prinssi R, Lassila L, Vallittu PK, Garoushi S. Comparative evaluation between glass and polyethylene fiber reinforced composites: A review of the current literature. J Clin Exp Dent. 2017;9(12):e1408-17

4. RUFINO. H. Asociación Resina y Fibra de Refuerzo en Restauración Extensa Posterior
5. **Brewster J, Roberts HW.** 12-month flexural mechanical properties of conventional and self-adhesive flowable resin composite materials. *Dent Mater J* [Internet]. 2023 Jul [cited 2023 Nov 22];42(4):598–609. Available from: <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-329>
6. Bechir ES, Pacurar M, Hăntoîu T, Bechir A, Smatrea O, Burcea A, et al. Aspects in effectiveness of glass- and polyethylene-fibre reinforced composite resin in periodontal splinting. *Rev Chim.* 2016;67(11):2269–73.
7. Reis JM dos SN, Jorge ÉG, Silva RHBT da, Segalla JCM, Faria IR de, Pinelli LAP. Resina composta indireta como alternativa funcional e estética em reabilitações protéticas. *Rev Odontol UNESP.* 2012 Jan 1;41(1):1–6.
8. **Madi L, Vieira FLT.** Restauraciones con resina compuesta reforzadas con fibra de vidrio: una alternativa para restauraciones indirectas [Internet]. Londrina (BR): Angelus® Ciencia y Tecnología; 2016 [cited 2025 May 30]. Available from: <https://www.angelus.ind.br>
9. **Sever E, Pacurar M, Hantoiu TA, Bechir A, Smatrea O, Burcea A, Gioga C, Monea M.** Aspects in effectiveness of glass- and polyethylene-fibre reinforced composite resin in periodontal splinting. *Materiale Plastice.* 2016. Available from: <https://www.revmaterialeplastice.ro/>
10. **Călburean F, Gălbinașu BM, Cara-ilici R, Pătrașcu I.** Fracture resistance in fiber reinforced composite restorations – an in vitro study. *JMED Res.* 2014;2014:669406. doi:10.5171/2014.669406
11. Navimipour EJ, Ebrahimi ME, Oskoe PA, Mohammadi N, Bahari M, Firouzmand M. Fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars restored with composite resin along with glass fiber insertion in different positions. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2012;6(4):125–30.
12. Xu HH, Schumacher G, Eichmiller F, Peterson R, Antonucci J, Mueller H. Continuous-fiber preform reinforcement of dental resin composite restorations. *Dent Mater.* 2003;19(6):523–30.

13. Albar N, Khayat W. Fracture load of mesio–occluso–distal composite restorations performed with different reinforcement techniques: An in vitro study. *Polymers (Basel)*. 2023 Mar 8;15(6):1358.
14. Escobar LB, Pereira da Silva L, Manarte-Monteiro P. Fracture resistance of fiber-reinforced composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *Polymers*. 2023;15(18):3802.
15. **Albar N, Khayat W.** Fracture load of mesio–occluso–distal composite restorations performed with different reinforcement techniques: an in vitro study. *Polymers (Basel)*. 2023 Mar 1;15(6):1400.
doi:10.3390/polym15061400
16. **Agrawal VS, Shah A, Kapoor S.** Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II mesio-occluso-distal cavities in maxillary premolars: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2022;25(2):122–7.
doi:10.4103/jcd.jcd_384_21
17. **Solanki N, Kishan KV, Saklecha P, Parikh M.** Comparison of fiber-reinforced composite and nanohybrid resin impregnated with glass fibers as postendodontic restoration in molars – A clinical study. *J Conserv Dent*. 2021;24(5):514–8.
18. **Mangoush E, Säilynoja E, Prinssi R, Lassila L, Vallittu PK, Garoushi S.** Comparative evaluation between glass and polyethylene fiber-reinforced composites: A review of the current literature. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(12):e1408–17.
19. **Brewster J, Roberts HW.** 12-month flexural mechanical properties of conventional and self-adhesive flowable resin composite materials. *Dent Mater J* [Internet]. 2023 Jul [cited 2023 Nov 22];42(4):598–609. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/42/4/42_2022-329/article
20. **Agrawal VS, Shah A, Kapoor S.** Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II mesio-occluso-distal cavities in maxillary premolars: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2022;25(2):122–7.
doi:10.4103/jcd.jcd_384_21
21. Reis JM dos SN, Jorge ÉG, Silva RHBT da, Segalla JCM, Faria IR de, Pinelli LAP. Resina composta indireta como alternativa funcional e estética

em reabilitações protéticas. 2012 Jan 1 [cited 2023 Dec 1]; Available from: <https://search-ebscohost-com.lgproxy.unicoc.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C0D8BB77&lang=es&site=eds-live&scope=site>

22. Madi, I. dds, Vieira, f.l.t. ms. Copyright© 2016 Angelus® Ciencia y tecnología. restauraciones con resina compuesta reforzadas con fibra de vidrio: una alternativa para restauraciones indirectas www.angelus.ind.br.
23. **Bechir ES, Pacurar M, Hantoiu TA, Bechir A, Smatrea O, Burcea A, Gioga C, Monea M.** Aspects in effectiveness of glass- and polyethylene-fibre reinforced composite resin in periodontal splinting. *Mater Plast.* 2016;53(1):104–9. Disponible en: <https://www.revmaterialeplastice.ro/RCPlastice.asp?sYear=2016>
24. Ferracane JL, Lawson NC. Probing the hierarchy of evidence to identify the best strategy for placing class II dental composite restorations using current materials. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(1):39–50.
25. Fráter M, Sály T, Vincze-Bandi E, Volom A, Braunitzer G, Szabó PB, et al. Fracture behavior of short fiber-reinforced direct restorations in large MOD cavities. *Polymers.* 2021;13(13):2040.
26. **Rosenberg S.** A new method for stabilization of periodontally involved teeth. *J Periodontol.* 1980;51(8):469–73. doi:10.1902/jop.1980.51.8.469
27. **Miller TE, Hakimzadeh F, Rudo DN.** Immediate and indirect woven polyethylene ribbon–reinforced periodontal-prosthetic splint: a case report. *Quintessence Int.* 1995;26(4):267–71.
28. Khan AS, Azam MT, Khan M, Mian SA, Rehman IU. An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review. *Mater Sci Eng C.* 2015;47:26–39.
29. Al-Qudah AA, Bani Younis HAB, Awawdeh LA, Daud A. Root and canal morphology of third molar teeth. *Sci Rep.* 2023 Dec 1;13(1):1–8.
30. Smith J, Petrovic P, Rose M, De Souza C, Muller L, Nowak B, et al. Placeholder text: A study. *J Citation Styles.* 2021;3. Available from: <https://doi.org/10.10/X>

31. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent. 2017 May;117(5S): e1-e105.
32. Odabasi D, Guler C, Kucukaslan D. Evaluation of the amount of residual monomer released from different flowable composite resins. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2025 Mar 30];24(1):1–10. Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/>
33. **Subramani K, Ahmed W.** *Nanobiomaterials in clinical dentistry* [Internet]. Waltham, MA: William Andrew; 2013 [cited 2025 Mar 30].
34. Domarecka, M., Szczesio-Wlodarczyk, A., Krasowski, M., Fronczek, M., Gozdek, T., Sokolowski, J., & Bociong, K. (2021). A Comparative Study of the Mechanical Properties of Selected Dental Composites with a Dual-Curing System with Light-Curing Composites. *Coatings*, 11(10), 1255.
35. Santos MD, Paiva SM. Fibers in restorative dentistry: Properties and applications. J Prostodont. 2014;23(7):561–5.
36. Cattani-Lorente MA, Gómez-Polo M. Clinical performance of fiber-reinforced composites in restorative dentistry: A review of the literature. J Dent. 2017;62:9–16.
37. **Santos MD, Paiva SM.** Fibers in restorative dentistry: Properties and applications. *J Prostodont*. 2014;23(7):561–5.
38. Garg PK, Dutta S. Fiber-reinforced composites in contemporary dentistry: A review. J Conserv Dent. 2016;19(3):206–13.
39. **Ferracane JL.** A historical perspective on dental composite restorative materials. *J Funct Biomater*. 2024;15(7):173.
40. Domarecka M, Szczesio-Wlodarczyk A, Krasowski M, Fronczek M, Gozdek T, Sokolowski J, et al. A comparative study of the mechanical properties of selected dental composites with a dual-curing system with light-curing composites. *Coatings*. 2021;11(10):1255.
41. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin-based restorative dental materials: Characteristics and future perspectives. Jpn Dent Sci Rev. 2019;55(1):126–38.