

Resistencia a la fractura de restauraciones directas convencionales vs restauraciones directas con fibras de polietileno en cavidades clase II MOD. Estudio in vitro

Fracture resistance of conventional direct restorations vs direct restorations with polyethylene fibers in class II MOD cavities. In vitro study

Erika Mejía Calvopiña¹, Karla Vallejo Vélez², Alexandra Gil Pozo³, Raquel Esmeralda Guillén⁴, Viviana Hidalgo Moya⁵, Andrés Celi⁶

Resumen

Objetivo: Comparar la resistencia a la fractura en restauraciones directas convencionales y restauraciones directas con fibras de polietileno, en cavidades clase II MOD de premolares sometidos a pruebas mecánicas de compresión. **Materiales y métodos:** estudio experimental comparativo in vitro. Muestra de 56 premolares extraídos por motivos ortodónticos Grupo A: 21 muestras con restauraciones convencionales directas, Grupo B: 21 muestras con restauraciones convencionales directas con fibras de polietileno y Grupo C: 14 premolares intactos. Las muestras se prepararon con el respectivo protocolo restaurativo, envejecidas bajo termociclado; y fueron sometidas a fuerzas de compresión verticales y medidas en Newtons (N). Se realizó pruebas Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la muestra, pruebas paramétricas Anova de una vía para las variables cuantitativas y Chi-cuadrado para las cualitativas. **Resultados:** La resistencia a la fractura del Grupo A) fue 1107,218 N \pm 239,26 N, Grupo B) 1024,453N \pm 264,52 N y Grupo C 1598,2 N \pm 383,97. **Conclusión:** No existió diferencia significativa de la resistencia a la fractura entre en Grupo A, B y C valor de p >0.05. El tipo y patrón de fractura si tuvo diferencia significativa p<0.05. El Grupo A presentó fracturas catastróficas y no reparables en un 61,9%, mientras que el Grupo B presentó en un 85% fracturas reparables y menos catastróficas.

Palabras clave: resistencia a la fractura; fuerza de compresión; polietileno; resinas compuestas.

Abstract

Objective: Compare the fracture resistance in conventional direct restorations and direct restorations with polyethylene fibers, in class II MOD cavities of premolars subjected to mechanical compression tests. **Materials and methods:** comparative experimental study in vitro. Sample of 56 premolars extracted for orthodontic reasons Group A: 21 samples with direct conventional restorations, Group B: 21 samples with direct conventional restorations with polyethylene fibers and Group C: 14 intact premolars. The samples were prepared with the respective restorative protocol, aged under thermocycling; and were subjected to vertical compression forces and measured in Newtons (N). Shapiro-Wilk tests were performed to determine the normality of the sample,

1. Odontóloga General. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0001-9916-9815>
2. Especialista en rehabilitación oral. Universidad Estatal de Cuenca. Cuenca, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0002-6685-3562>
3. Especialista en rehabilitación oral. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0002-3992-5073>
4. PhD en Odontología. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0002-4177-1499>
5. Especialista en endodoncia. Universidad Autónoma de los Andes. Ambato, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0002-8598-041X>
6. Odontólogo General. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0008-0173-2891>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 10-11-2023

Aceptado: 10-01-2024

Publicado: 15-01-2024

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol32/1/2024/29-36

*Correspondencia autor: alemejiaz2464@gmail.com

one-way Anova parametric tests for quantitative variables and Chi-square for qualitative variables. **Results:** The fracture resistance of Group A) was $1107.218 \text{ N} \pm 239.26 \text{ N}$, Group B) $1024.453 \text{ N} \pm 264.52 \text{ N}$ and Group C $1598.2 \text{ N} \pm 383.97$. **Conclusion:** There was no significant difference in fracture resistance between Group A, B and C, p value >0.05 . The type and pattern of fracture did have a significant difference $p < 0.05$. Group A presented catastrophic and non-repairable fractures in 61.9%, while Group B presented repairable and less catastrophic fractures in 85%.

Keywords: Fracture resistance; Compressive strength; polyethylene; composite resins.

Introducción

La Odontología mínimamente invasiva busca respetar y preservar al diente natural en su totalidad. El objetivo de este abordaje restaurador radica en devolver la función masticatoria, la estética, anatomía, fortalecer y reconectar a los órganos dentales, cuando estos son afectados por lesiones de caries, lesiones no cariosas, fracturas por parafunción o traumatismos^{1,2}.

Cuando un órgano dental se compromete estructuralmente se debilita, pierde rigidez, y disminuye su resistencia a la fractura³⁻⁵. En los dientes vitales posteriores los órganos más susceptibles a presentar estas condiciones son los premolares, este grupo dentario tiene mayor tendencia a presentar lesiones extensas que son las más exigentes, como las mesio-oclusal-distal (MOD), esto se debe a la pérdida de ambos rebordes marginales⁴. En este sentido Akman S. et.al y Costa, S. & col^{3,4}, indican que esto aumenta los problemas de contracción de polimerización, dureza insuficiente, tensión en las paredes de la cavidad, resultantes del proceso de polimerización, así como el aumento de la deflexión cuspídea y la resistencia a la fractura disminuye potencialmente.

Para emular y restaurar la estructura dental es fundamental seleccionar el material adecuado, asociado a la técnica adecuada y al entrenamiento del operador para replicar las propiedades de un diente intacto [1,6]. Las estructuras comprometidas como el esmalte y la dentina son tejidos que tienen propiedades físico-mecánicas y su comportamiento está influenciado por las fuerzas a las que son sometidas en la cavidad oral^{5,7}. Existen varias estrategias para restaurar un

órgano dental, como restauraciones con resina compuesta convencional y restauraciones con resinas compuestas reforzadas con fibra, ya sea mediante una técnica directa, semidirecta o indirecta, lo que representa un desafío diario en la práctica clínica^{8,9}. Sin embargo, las restauraciones directas con resinas compuestas aún siguen presentando problemas de contracción de polimerización, por lo tanto, a una baja fuerza adhesiva que mantenga conectado al diente restaurado, en este sentido, existe la predisposición a la fractura de los dientes restaurados sin protocolos adecuados^{10,11}. Para esto varios autores^{2,3,12}, constataron que existe buenos resultados al colocar fibras de polietileno como parte de la restauración convencional, ya que contribuye a mitigar y controlar el estrés de contracción, además del potencial fortalecimiento de las crestas marginales debilitadas y reconectando al diente estructuralmente comprometido; el mecanismo de acción de la fibra consiste en distribuir las fuerzas a lo largo de la misma, soportando fuerzas de tensión y en combinación con las resinas compuestas para resistir las fuerzas de compresión, en conjunto una restauración reforzada con fibras proporcionan propiedades mecánicas adecuadas para soportar el estrés oclusal y controlar la resistencia a la fractura y así el posible fallo o fractura de la restauración o diente^{4,7,13}.

Con estos antecedentes, el objetivo del estudio es, comparar la resistencia a la fractura y modo de fractura de las restauraciones directas convencionales y restauraciones directas reforzadas con fibras de polietileno, en cavidades clase II MOD de premolares sometidos a pruebas mecánicas de compresión.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en 56 premolares extraídos por motivos ortodónticos, bajo la previa verificación y aprobación del Comité de ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) de la Universidad Central del Ecuador, código: 058-FO-G-2022. Los órganos dentales se preservaron en solución de cloramina T de 5 g al 0.5% sumergidas en 1000 ml agua destilada. La muestra fue finita, probabilística con un muestreo aleatorio simple y se dividieron en 3 grupos; Grupo A: 21 muestras con restauraciones convencionales directas, Grupo B: 21 muestras con restauraciones convencionales directas con fibras de polietileno y Grupo C: control de 14 premolares intactos. Se preparó en el grupo A y B, cavidades clase II MOD calibradas con una sonda periodontal de 4mm de profundidad y 4 mm en sentido vestíbulo lingual con una fresa troncocónica de grano medio (*Figura 1*).

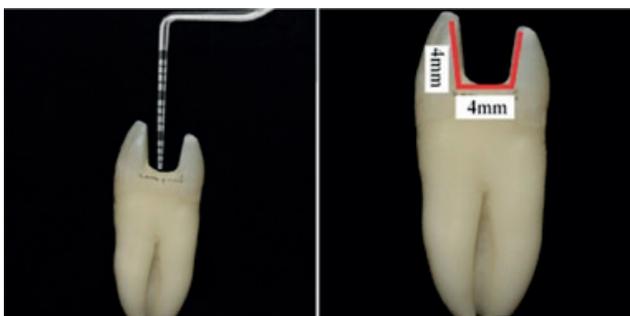


Figura 1. Calibración de cavidades clase II MOD.

En cada preparación de la cavidad del grupo A y B se realizó técnica de Etch- and rinse con ácido ortofosfórico al 37% con un tiempo de grabado de 15 segundos en esmalte y 10 en dentina. Para realizar sellado dentinario Inmediato (IDS), se aplicó el agente adhesivo (Optibond FL; Ivoclar) de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se polimerizó por 20 segundos con la lámpara de última generación (Valo TM Cordlees; Ivoclar), posteriormente, se aplicó resina fluida (Tetric- flow; Ivoclar) en la base de la cavidad^{14,15}.

Para elevar las paredes proximales se usó una banda matriz con ayuda de un Tofflemire y se realizó en incremento de 2mm con resina nanohíbridas (Tetric N-Ceram; Ivoclar)¹⁶. Después en el grupo A se realizó la estratificación de la resina con técnica incremental horizontal y después oblicua, se finalizó con la aplicación de glicerina para inhibir la capa de oxígeno y el protocolo de pulido con puntas de goma para pulido de resina.

En el Grupo B después de levantar las paredes proximales, se colocó en la base de la cavidad una capa de resina de 2mm para recibir a la fibra de polietileno (Ribbond-Ultra THM) previamente cortada e hidratada con la segunda botella del adhesivo¹⁷⁻¹⁹. Se fotopolimerizó por 20 segundos y se colocó una capa de resina para luego continuar con la misma técnica incremental de estratificación de resina compuesta del grupo A (*Figura 2*).

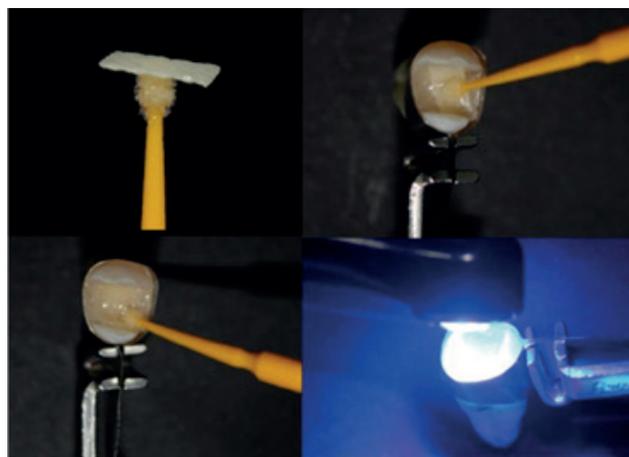


Figura 2. Acoplamiento de fibra de polietileno a la cavidad clase II MOD.

Posteriormente los 3 grupos fueron sometidos a termociclado en la máquina digital (Odeme; Dental Research) y se realizó 20.000 ciclos, entre 5 y 55°C con un tiempo de permanencia de 30 segundos y un tiempo de transferencia de 5 segundos^{13,20}. Para la prueba mecánica de compresión vertical se utilizó la máquina de Ensayos Universal de 50 toneladas (Tinus Olsen) configurada a una velocidad 1mm/min. La fuerza axial se

aplicó en la fosa central de las 56 muestras con una cruceta redonda de 2 mm hasta el fallo de fractura de cada muestra, los datos obtenidos fueron expresados Newtons (N).

Para determinar el tipo de fractura se utilizó la escala Göktürk quien detalló las fallas estructurales como fracturas restaurables si se extiende hasta 1 mm apical de la unión amelocementaria (CEJ), y fractura no restaurable si se extiende por debajo de la (CEJ) más de 1mm hacia apical.

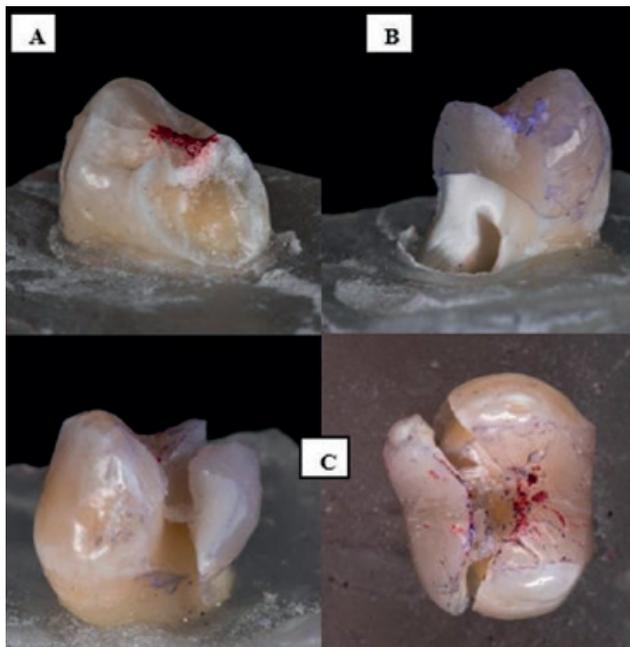


Figura 3. Patrones de fractura.

Finalmente, para determinar el patrón de fractura se utilizó la escala de Garoushi que indica los patrones de fractura de acuerdo a la destrucción y fragmentación de la unión diente-restauración y fueron descritos de esta manera: a) fractura solo de la restauración y astillado, b) fractura catastrófica de la restauración y la estructura del diente o c) delaminación del material de restauración revestido de polietileno (*Figura 3*).

Resultados

Después de calcular las medias y las desviaciones estándar de los grupos estudiados se emplearon pruebas de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la mues-

tra $p > 0.05$; prueba Anova de una vía y Chi-cuadrado para comparar el tipo y patrón de fractura en las muestras, usando el programa informático STATA.

Al aplicar la prueba paramétrica ANOVA de una vía, los resultados mostraron que no existe diferencia significativa de la media de la resistencia de los grupos A, B y C. (p valor $> 0,05$). Se identificó que los dientes intactos y sin restauración (Grupo C) son los que más soportaron las fuerzas compresivas aplicadas, los valores fueron de $1598,2 \text{ N} \pm 383,97$, por otro lado, el grupo dientes restaurados con resina convencional (Grupo A) soportaron $1107,218 \text{ N} \pm 239,26 \text{ N}$ y el grupo B restaurados con fibra de polietileno $1024,453 \text{ N} \pm 264,52 \text{ N}$.

Según los resultados de la prueba Chi-cuadrado se determinó que, sí existe diferencia significativa en el tipo de fractura de los grupos A, B y C ya que los valores obtenidos fueron menores a $P < 0,05$; $p = 0.008$. En el Grupo A se evidenció 38,10% de fracturas restaurables y 61,90 % de fracturas no restaurables, en el Grupo B se manifestaron fracturas reparables en un 85 % y fracturas no reparables 15%. Mientras que el grupo C control presentó 50% de fracturas restaurables y 50% de fracturas no restaurables. (*Tabla 1*)

En cuanto al patrón de fractura se determinó que, sí existe diferencia significativa entre grupos A y B ya que los valores de p fueron $p = 0.012$. Se evidenció que el grupo A manifestó fracturas catastróficas de la restauración y la estructura del diente en un 60 %, fracturas de la restauración y astillado el 64, 29 % y presentó 0% en la delaminación del material de restauración. Mientras que el Grupo B mostró el 40% fracturas catastróficas de la restauración y la estructura del diente, el 35,71 % fueron de fracturas y astillado y el 100% delaminación del material de restauración.

Tabla 1. Prueba chi- cuadrado de tipos de fracturas.

Fractura	GA-Restauraciones convencionales		GB- restauraciones con fibra de polietileno		GC- Dientes intactos		P
	n	%	n	%	n	%	
Restaurable	8	38,10%	17	85%	7	50%	0,008
No Restaurable	13	61,90%	3	15%	7	50%	

Discusión

Las restauraciones clase II MOD siempre se han considerado un reto clínico por su alta complejidad, es muy común que se pierda estructura dental, por lesiones de caries, fracturas, lesiones no cariosas, sobre todo en los dientes posteriores que son los que se encargan de soportar fuerzas compresivas longitudinales y distribuir las, con el propósito de que haya una oclusión mutuamente protegida^{8,21,22}. Los premolares son el grupo dentario con mayor tendencia a presentar este tipo de lesiones, se conoce que su anatomía es delgada, su proporción corona/raíz es menor a comparación de los molares, Fennis. L & col,²³ indicaron que las cavidades clase II MOD presentes en premolares tienen mayor deflexión cusplídea.

El material restaurador a elegir pretende ferulizar al diente cuando ha perdido tejido dentinario. La biocompatibilidad, la adhesión, la resistencia, el fortalecimiento y la estética son parámetros importantes, así mismo la implementación de nuevos materiales han hecho que la resistencia a la fractura aumente y el tipo de fractura sea menos catastrófico para los dientes, el uso de resinas reforzadas con fibra (FRC) han sido una opción para emular y reforzar la estructura dental^{13,18,22}. Por esta razón, en el presente estudio se comparó la resistencia a la fractura de dos restauraciones que buscan replicar la estructura dental sana además de analizar el tipo y patrón de fractura que se presente.

Ayad M .et. al¹³, en su investigación obtuvo valores de la resistencia a la fractura en dientes intactos 1737.4 N, por otro lado, en preparaciones de cavidades de clase II res-

tauradas con restauraciones de composite convencional 1543,8 N y en preparaciones de cavidades de clase II restauradas con composite reforzado con fibras 1214,5 N; exponiendo como resultado diferencia entre los 3 grupos estudiados. Por otro lado, en la presente investigación al comparar la resistencia de los grupos A, B Y C también existió diferencia significativa en la resistencia a la fractura (p valor > 0,05). La diferencia entre los resultados de ambos estudios puede ser explicada por la variedad de grupos y la cantidad de muestras estudiadas, ya que Ayad estudió 50 muestras divididas en grupos ($n=10$) y analizó también cavidades clase I.

Por otro lado Oskoe et al.¹⁷, en su investigación obtuvo valores de resistencia a la fractura de $622,07 \pm 67,18$ N en premolares sin fibras restaurados con resina compuesta y $694,60 \pm 157,56$ en premolares reforzados con fibra de polietileno. Los valores obtenidos por este autor difieren con la presente investigación, ya que su estudio fue realizado en dientes tratados endodónticamente, donde se indica que se pierda hasta el 54 % de resistencia al comprometer el tejido dentino pulpar; mientras que en el presente estudio las muestras no fueron tratadas endodónticamente, Sin embargo ambas investigaciones coinciden, en que al comparar los grupos no existió diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura entre dientes restaurados con resina compuesta y premolares reforzados con fibra de polietileno.

Oskoe et al¹⁷ en su investigación respecto al tipo de fractura encontró 20% de fracturas favorables y 80 % de fracturas no favo-

rables, en dientes restaurados sin fibras y dientes restaurados con (FRC), concluyendo que no hubo ninguna asociación significativa entre los grupos de estudio y los patrones de fractura $p = 0,87$. La evaluación de los patrones de fractura reveló que la mayoría de las fracturas fueron desfavorables y apicales a la unión cemento- esmalte (CEJ). En el presente estudio se demostró diferencia estadísticamente significativa en las pruebas ($p = 0,008$) en cuanto al tipo de fractura. Presentando 38,10% de fracturas restaurables en el grupo A y 85% de fracturas reparables en el grupo B.

Agrawal et al¹⁸ en su investigación uso 120 premolares sin tratamientos endodónticos previos, modificó la posición de colocación de la fibra de polietileno en la cavidad a restaurar y la comparó con dientes restaurados con composite convencional. En su análisis del tipo de fractura llegó a la conclusión de que en los grupos donde se incorporó fibras de polietileno la falla fue en mayor porcentaje reparable, mientras que el Grupo, donde se usó resina compuesta sin refuerzo se evidenció el 30 % de fracturas reparables y mayor porcentaje de fallas catastróficas (fracturas no reparables) por debajo de la CEJ. Estos resultados sustentan el presente estudio ya que sí existió significancia en reforzar los premolares con fibras de polietileno consiguiendo el 85% de fracturas reparables y no catastróficas para el órgano dental.

En cuanto al análisis del patrón de fractura, usando la escala de Garoushi et al.² Se evidenció que el grupo A presentó fracturas catastróficas de la restauración y la estructura del diente en un 60 %, fracturas de la restauración- astillado el 64, 29 % y presentó 0% en la delaminación del material de restauración.

Mientras que el Grupo B mostró el 40% fracturas catastróficas de la restauración y la estructura del diente, el 35,71 % fueron de fracturas- astillado y el 100% delaminación del material de restauración.

Finalmente, con los datos analizados se puede concluir que los dientes restaurados con fibra de polietileno tienen menor tendencia a presentar fracturas no reparables o no catastróficas para el órgano dental en comparación a los dientes restaurados únicamente con resina convencional.

Conclusiones

La resistencia a la fractura de los dientes restaurados con resina convencional y los dientes que fueron restaurados con fibra de polietileno no tuvieron diferencia significativa $p > 0.05$.

Sin embargo, en el modo de fallo o fractura si existió diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$; ($p = 0,012$) entre los 2 grupos, grupo A presentó fracturas catastróficas en un 60 % y en el Grupo B mostró el 40%, de esta manera se puede demostrar y concluir que las restauraciones reforzadas con fibra presentan menos fallas catastróficas para el diente y fracturas reparables para la restauración mejorando el pronóstico de los abordajes restauradores.

Contribución de autores

A Mejía Calvopiña, Vallejo Vélez K, Gil Pozo E: Concepción y diseño del trabajo, recolección/obtención de resultados, análisis e interpretación de datos, aprobación de su versión final, A Celi: aporte de material de estudio, asesoría de concepción y fotógrafo Hidalgo VM, Guillen RE: revisión crítica del manuscrito, aprobación de su versión final.

Conflictos de interés

Los autores declararon no tener ningún conflicto de interés personal, financiero, intelectual, económico y de interés corporativo con el Hospital Metropolitano y los miembros de la revista Metro Ciencia.

Financiación

El financiamiento de este trabajo fue asumido por los autores.

Bibliografía

1. **AEGIS Communications, Alleman BDS, DDS, Nejad MA, DDS, Alleman CDS, et al.** The protocols of biomimetic restorative dentistry: 2002 to 2017.; Disponible en: <https://www.aegisdental-network.com/id/2017/06/the-protocols-of-biomimetic-restorative-dentistry-2002-to-2017>
2. **Garoushi S, Sungur S, Boz Y, Ozkan P, Vallittu PK, Uctasli S, et al.** Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. *Clin Oral Invest* 2021;25:4543–52. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03768-6>.
3. **Akman S, Akman M, Eskitascioglu G, Belli S.** Influence of several fibre-reinforced composite restoration techniques on cusp movement and fracture strength of molar teeth. *Int Endod J* 2011;44:407–15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01843.x>.
4. **Costa S, Silva-Sousa Y, Curylofo F, Steier L, Sousa-Neto M, Souza-Gabriel A.** Fracture resistance of mechanically compromised premolars restored with polyethylene fiber and adhesive materials. *International Journal of Adhesion and Adhesives* 2014;50:211–5. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2014.01.030>.
5. **Belli S, Erdemir A, Yildirim C.** Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. *Int Endod J* 2006;39:136–42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01057.x>.
6. **Bazos P, Magne P.** Emulación biomimética de la naturaleza utilizando un enfoque histo-anatómico; análisis estructural. *CLINICAL RESEARCH* 2011;6:13.
7. **Miao Y, Liu T, Lee W, Fei X, Jiang G, Jiang Y.** Fracture resistance of palatal cusps defective premolars restored with polyethylene fiber and composite resin. *Dental Materials Journal* 2016;35:498–502. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-394>.
8. **Miletic V.** *Dental Composite Materials for Direct Restorations.* Cham: Springer International Publishing; 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4>.
9. **Worthington HV, Khangura S, Seal K, Mierzwinski-Urban M, Veitz-Keenan A, Sahrman P, et al.** Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;8:CD005620. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005620.pub3>.
10. **Chi HH.** A Posterior Composite Case Utilizing the Incremental and Stratified Layering Technique. *Operative Dentistry* 2006;31:512–6. <https://doi.org/10.2341/05-117>.
11. **Azeem RA, Sureshabu NM.** Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. *J Conserv Dent* 2018;21:2–9. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_213_16.
12. **Mangoush E, Garoushi S, Lassila L, Vallittu PK, Säilynoja E.** Effect of Fiber Reinforcement Type on the Performance of Large Posterior Restorations: A Review of In Vitro Studies. *Polymers* 2021;13:3682. <https://doi.org/10.3390/polym13213682>.
13. **Ayad M, Maghrabi A, Garcia-Godoy F.** Resin composite polyethylene fiber reinforcement: Effect on fracture resistance of weakened marginal ridges. *American Journal of Dentistry* 2010;23:133–6.
14. **Magne P, So W-S, Cascione D.** Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent* 2007;98:166–74. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60052-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60052-3).
15. **Bazos P, Magne P.** Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent [Internet].* 2011 [citado el 22 de marzo de 2024];6(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21403924/>
16. **Magne P, Spreafico RC.** Deep margin elevation: A paradigm shift [Internet]. Ebsco.com. 2012 Disponible en: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A12%3A12373116/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A76504345&crl=c>
17. **Oskoe PA, Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Sadjadi J.** The Effect of Three Composite Fiber Insertion Techniques on Fracture Resistance of Root-filled Teeth. *Journal of Endodontics* 2009;35:413–6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.027>.
18. **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. *Journal of Conservative Dentistry* 2022;25:122. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_384_21.

19. **Daher R, Ardu S, Di Bella E, Rocca GT, Feilzer AJ, Krejci I.** Fracture strength of non-invasively reinforced MOD cavities on endodontically treated teeth. *Odontology* 2021;109:368–75. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00552-6>.
20. **Göktürk H, Karaarslan EŞ, Tekin E, Hologlu B, Sarıkaya I.** The effect of the different restorations on fracture resistance of root-filled premolars. *BMC Oral Health* 2018;18:196. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0663-7>.
21. **Kodzaeva ZS, Turkina AY, Doroshina VY.** [The long-term results of teeth restoration with composite resin materials: a systematic literature review]. *Stomatologiya (Mosk)* 2019;98:117–22. <https://doi.org/10.17116/stomat201998031117>.
22. **Fráter M, Sáry T, Vincze-Bandi E, Volom A, Braunitzer G, Szabó P. B, et al.** Fracture Behavior of Short Fiber-Reinforced Direct Restorations in Large MOD Cavities. *Polymers* 2021;13:2040. <https://doi.org/10.3390/polym13132040>.
23. **Fennis W, Tezvergil A, Kuijs R, Lassila L, Kreulen C, Creugers N, et al.** In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dental Materials* 2005;21:565–72. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.07.019>.

Cómo citar: Mejía Calvopiña E, Vallejo Vélez K, A Gil Pozo A, Guillén R, Hidalgo Moya V, Celi A. Resistencia a la fractura de restauraciones directas convencionales vs restauraciones directas con fibras de polietileno en cavidades clase II MOD. Estudio in vitro. *MetroCiencia* [Internet]. 15 de enero de 2024; 32(1):29-36. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol32/1/2024/29-36>