



**Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología**

**Centro de Investigación y Estudios Avanzados en
Odontología “Dr. Keisaburo Miyata”**

**Efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y
microdureza de giomers**

Tesis

**Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Odontológicas**

Presenta:

E.O.P. Luz Alejandra Hernández Mendieta

Directora de Tesis:

Dra. en O. Rosalía Contreras Bulnes

Co-director de Tesis:

Dra. en C. S. Laura Emma Rodríguez Vilchis

Dr. en O. Rogelio José Scougall Vilchis



2022-2026

Toluca, Estado de México, agosto de 2022

Índice

Resumen	3
1. Antecedentes	4
1.1 Materiales liberadores de flúor	5
1.1.1 Ionómero de vidrio	5
1.1.2 Compómeros	6
1.2 Giomers	7
1.2.1 Composición y reacción química.....	7
1.2.2 Propiedades mecánicas, liberación de iones en el medio bucal e indicaciones como material restaurador.....	8
1.2.3 Clasificación	9
1.3 Materiales a base de resina.....	10
1.3.1 Composición.....	10
1.3.2 Clasificación	11
1.4 Disponibilidad de giomers y materiales a base de resina en el mercado .	11
Fuente: folletos del fabricante	12
Fuente: folletos de los fabricantes	13
1.5 Propiedades físicas que influyen en el éxito clínico de los materiales dentales	14
1.5.1 Rugosidad	14
1.5.2 Microdureza	15
1.6 Desmineralización <i>in vitro</i>	15
1.7 Estudios sobre rugosidad y microdureza de giomers y materiales dentales a base de resina.....	16
2. Planteamiento del problema	19
3. Justificación.....	20
4. Hipótesis	21
5. Objetivos	22
6. Materiales y métodos	23
6.1 Diseño del estudio	23
6.2 Universo.....	24
6.3 Muestra	24
6.4 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	24

6.5 Variables	25
6.6 Procedimiento	26
6.7 Consideraciones bioéticas.....	29
6.8 Análisis estadístico.....	29
7. Resultados	30
8. Discusión	31
9. Conclusiones	36
10. Sugerencias	37
11. Referencias	38
12. Anexos.....	48

Introducción

Durante muchos siglos, el desafío de la odontología ha sido mejorar la calidad de vida del paciente, recuperar su salud, a través de la rehabilitación de los órganos dentarios, que se logra gracias a distintos materiales dentales que permitan restituir la estructura dentaria.

Existen cuatro grupos de materiales empleados en odontología: metales, cerámicas, polímeros y composites; sin embargo, a pesar de las mejoras en sus propiedades físicas, ninguno de ellos es permanente.¹

En la actualidad la longevidad, biocompatibilidad y el efecto cariostático de los materiales dentales son fundamentales en el desempeño clínico de las restauraciones estéticas.² Las resinas compuestas son consideradas restauraciones directas con mayores propiedades estéticas y funcionales, por tales motivos son usadas frecuentemente.³

Por otro lado, existen los ionómeros de vidrio, estos son un grupo de materiales para restauraciones directas cuya ventaja es la protección que brindan contra el desarrollo de nuevas lesiones cariosas, esto, debido a la liberación de iones de flúor.⁴ El fluoruro es un agente anticariogénico que por su acción permite la remineralización de las lesiones cariosas incipientes en el esmalte.⁵

Combinar compuestos de resina con cementos de ionómero de vidrio (GIC) se ha convertido en tema novedoso para las investigaciones.² Como resultado de esta combinación se tiene en el mercado una variante de resina con la autoadherencia de los GIC convencionales, los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina (RM-GIC). Existen otros materiales como los compómeros y giomers que han sido estudiados, por mostrar buenas propiedades mecánicas y de adherencia.⁶

El término “giomer”, es una combinación de cemento de ionómero de vidrio y compuesto de resina. A diferencia de los compómeros que incorporan resina

modificada liofilizada y cargas reactivas inactivadas, los giomers utilizan cargas reactivas preactivadas deshidratadas y silanizadas.⁶

Los giomers representan una clase especial de composites por ofrecer protección contra lesiones nuevas de caries con buenos resultados funcionales y estéticos.⁴ Pertenecen a un nuevo concepto basado en la tecnología Pre-Reacted Glass (PRG por sus siglas en inglés), donde las partículas de vidrio de fluoroaluminosilicato que han reaccionado previamente con el ácido poliacrílico se dispersan en la resina.^{2,7,8}

Las investigaciones sobre las propiedades mecánicas de los giomers reportan resultados comparables con una resina compuesta.^{2,9} En las últimas décadas, ha aumentado considerablemente la necesidad de encontrar materiales más estéticos y biocompatibles que puedan ser empleados tanto en adultos como en niños.¹⁰

Dentro de las propiedades que se buscan en los materiales dentales se incluyen la resistencia al desgaste similar a la estructura natural del diente, buena integridad marginal, entre otras.¹¹

La rugosidad superficial y microdureza son propiedades físicas que se encuentran relacionadas con el acabado, pulido y la capacidad de resistir adecuadamente las fuerzas oclusales. Por otro lado, los malos hábitos higiénicos y alimenticios producen cambios químicos en el medio ambiente bucal que podrían repercutir en el desempeño clínico de los materiales dentales.¹² Por lo que, el objetivo de esta investigación fue comparar el efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y microdureza de giomers.

Resumen

Introducción: Los giomers pertenecen a un concepto basado en la tecnología Pre-Reacted Glass (PRG), donde las partículas de vidrio fluoroaluminosilicato previamente reaccionadas con ácido poliacrílico se han dispersado en la resina. La rugosidad superficial y microdureza son propiedades relacionadas con el acabado, el pulido y la capacidad de resistir las fuerzas oclusales. Los malos hábitos de higiene producen cambios químicos en el ambiente bucal que pueden afectar el desempeño clínico de los materiales dentales. **Objetivo:** Comparar el efecto de un modelo de desmineralización sobre la rugosidad y microdureza de los giomers. **Métodos:** 72 discos de seis materiales dentales de 3 presentaciones diferentes (sellador de fosas y fisuras (SFF), material fluido y material restaurativo) se dividieron en 6 grupos (n=12 p/g): 3 grupos experimentales (giomers) compuestos por BeautiSealant, Beautifil Flow Plus y Beautifil II y 3 grupos control (materiales a base de resina) compuestos por Clinpro™, Filtek™ Z350 XT Flow, Resina Filtek™. Posteriormente, se midió la rugosidad superficial y microdureza Vickers al inicio (0), luego de cuatro (1) y siete días (2) de inmersión en un modelo desmineralizante. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA, U de Mann-Whitney y coeficiente de correlación de Pearson, ($p \leq 0.05$). **Resultados:** Todos los grupos, presentan aumentos significativos de los parámetros de rugosidad a través de las etapas del experimento, excepto RB_SFF en el parámetro Ra; además, los valores de microdureza obtenidos en todos los grupos sí presentaron variaciones significativas, excepto en el grupo G_RM. Finalmente, no hubo correlación entre ambas variables. **Conclusiones:** El efecto del modelo desmineralizante sobre la rugosidad superficial mostró un incremento con patrones específicos para los grupos experimental y control. El modelo de desmineralización produjo una disminución en la propiedad de microdureza con un mejor desempeño para los grupos de giomers, por lo que su uso clínico es recomendable.

1. Antecedentes

Durante muchos siglos, el desafío de la Odontología ha sido mejorar la calidad de vida del paciente, recuperar su salud, a través la rehabilitación de los órganos dentarios, con distintos materiales dentales que permitan restituir la estructura dentaria.¹

Existen cuatro grupos de materiales empleados en Odontología: metales, cerámicas, polímeros y composites; sin embargo, a pesar de las mejoras en sus propiedades físicas, ninguno de ellos es permanente.¹

En general, los materiales dentales pueden clasificarse en materiales de prevención y materiales de restauración. Entre los materiales de prevención están los selladores de fosas y fisuras, bases, cementos y materiales que liberen fluoruro (compómeros, ionómero de vidrio, etc). Los materiales de restauración son aquellos que por sus componentes sintéticos se pueden utilizar para reparar la estructura dental.¹

En la actualidad la longevidad, biocompatibilidad y el efecto cariostático de los materiales dentales son fundamentales en el desempeño clínico de las restauraciones estéticas.² Las resinas compuestas se consideran las restauraciones directas con mayores propiedades estéticas y funcionales, por el cual son usadas frecuentemente.³

Por otro lado, existen los ionómeros de vidrio que son un grupo de materiales para restauraciones directas cuya ventaja es la protección que brindan contra el desarrollo de nuevas lesiones cariosas, por la liberación de iones de flúor.⁴

El fluoruro es un agente anticariogénico que permite la remineralización de las lesiones cariosas incipientes en el esmalte dental.⁵ La liberación de fluoruro de un material dental permite la formación de fluorapatita, la cual es más resistente que la hidroxiapatita, por lo que se disminuye el proceso de desmineralización y comienza un proceso de remineralización.^{2,13} Además, la presencia de este ion (flúor) inhibe el metabolismo bacteriano de *Streptococcus mutans* y *Streptococcus sobrinus*, microorganismos asociados con la aparición de lesiones cariosas.¹⁴

Los Cementos de Ionómero de Vidrio (GIC, por sus siglas en inglés) tienen la propiedad de adherirse químicamente a la estructura del diente, evitando la microfiltración marginal de la superficie restaurada, sin embargo, presenta baja resistencia mecánica.²

Combinar compuestos de resina con GIC se ha convertido en tema novedoso para las investigaciones,² en la industria dental ha sido importante el desarrollo de materiales de restauración híbridos. Estos pretenden combinar las propiedades de los compuestos de resina con las propiedades de autoadhesión y liberación de iones, propias de los GIC. Como resultado de esta combinación se tiene en el mercado los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina (RMGIC, por sus siglas en inglés).

La liberación de fluoruro de los GIC y de los RMGIC es muy rápida al inicio, mostrando una reducción a corto tiempo. La disminución restringe la capacidad de inhibir la caries alrededor de la restauración, sin embargo, estos materiales pueden absorber el fluoruro del medio ambiente recargando el material y así evitar el desarrollo de nuevas lesiones cariosas.⁴

Existen otros materiales liberadores de flúor que han sido estudiados, por mostrar buenas propiedades mecánicas y de adherencia.⁶

1.1 Materiales liberadores de flúor

1.1.1 Ionómero de vidrio

Los GIC fueron introducidos en 1962, con el desarrollo de cementos de zinc y ácido policarboxilato mezclados con óxido de zinc y ácido poliacrílico que se conocía por formar enlaces de calcio.^{2,15}

Los GIC convencionales tienen valores de flexión bajos, tienen baja resistencia al desgaste, bajas propiedades mecánicas y relativamente mala estética;^{2,6} además, pueden considerarse materiales de restauración bioactivos.⁶

Las modificaciones en la formulación de los GIC permiten aumentar su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fractura cohesiva, que es considerada la causa principal de falla, con ello mejora su resistencia al desgaste logrando una buena aceptación clínica.^{2,6}

La adición de resina a los GIC se hace con la intención de disminuir el tiempo de fraguado, mejorar las propiedades mecánicas y disminuir la sensibilidad del material a la contaminación salival, mejorando la biocompatibilidad del material.^{2,6}

1.1.2 Compómeros

La palabra “compómero” es una combinación de “compuesto” e “ionómero”, a estos materiales también se le denominan resinas compuestas modificadas con poliácido.⁶

Los compómeros tienen dos diferencias con los compuestos de resina, uno que involucra monómeros orgánicos y el otro involucra cargas inorgánicas.⁶

La liberación de iones de los compómeros es muy baja en comparación con los GIC convencionales, cementos de ionómero de vidrio de alta viscosidad (HVGIC por sus siglas en inglés) y RMGIC.⁶

Los compómeros pueden usarse en restauraciones cervicales, restauraciones anteriores, como base intermedia en adultos, restauraciones posteriores o en odontopediatría.⁶

1.2 Giomers

En la década de 2000, la compañía Shofu (Kioto, Japón) introdujo un nuevo material híbrido que combina la resina con los cementos de ionómero de vidrio para obtener un material que pudiera liberar fluoruro, este recibió el nombre de giomer.^{2,7} El “giomer”, es una combinación de cemento de ionómero de vidrio y compuesto de resina, que a diferencia de los compómeros que incorporan resina modificada liofilizada y cargas reactivas inactivadas, estos utilizan cargas reactivas preactivadas deshidratadas y silanizadas.⁶

Los giomers representan una clase especial de composites por ofrecer protección contra nuevas lesiones de caries con buenos resultados funcionales y estéticos.⁴ Pertenecen a un nuevo concepto basado en la tecnología Pre-Reacted Glass (PRG), donde las partículas de vidrio de fluoroaluminosilicato que han reaccionado previamente con el ácido poliacrílico se dispersan en la resina.^{2,7,8}

Los giomers logran imitar el color del diente, los nanorellenos permiten un pulido eficaz permitiendo alcanzar un brillo muy similar al esmalte, y de esta manera logra mejorar sus propiedades mecánicas.¹⁶

1.2.1 Composición y reacción química

La matriz de resina de un giomer es similar a la contenida en un composite a base de bisfenol A glicidil dimetacrilato (Bis-GMA, por sus siglas en inglés) y otros monómeros añadidos para modificar sus propiedades reológicas y de polimerización. En su composición no se incorporan grupos funcionales ácidos o grupos ácidos deshidratados, por lo que, el material carece de potencial adhesivo y requiere el uso de un adhesivo. El fraguado se lleva a cabo mediante la fotopolimerización y los fotoiniciadores son similares a los de una resina compuesta.^{6,17}

La característica principal de un giomer es que contiene rellenos de vidrio silanizados no reactivos, así como, rellenos reactivos de fluoruro aluminosilicato (FAS, por sus

siglas en inglés) preactivado, similar a los contenidos en HVGIC después de la reacción de fraguado. La preactivación de los rellenos FAS se logra antes de su incorporación a un material que contiene monómeros orgánicos y cargas de vidrio no reactivas silanizadas. Estas son pregrabadas con ácido poliacrílico, deshidratadas por liofilización y funcionadas por silanización para permitir su copolimerización con los monómeros de resina y hacerlos adecuados para la liberación de iones en contacto con el agua cuando se absorbe en el material.⁶

Las cargas que se obtienen se denominan partículas de ionómero de vidrio pre-activadas (PRGs, por sus siglas en inglés).^{6,7} Según el volumen de activación obtenido del relleno FAS al final del tratamiento, es posible distinguir entre rellenos S-PRG (solo la superficie del relleno es activada por el tratamiento químico) y rellenos F-PRG (casi todo el relleno ha sido activado por el tratamiento químico). Para los giomers de restauración, la tecnología S-PRG se utiliza para tratar rellenos reactivos.^{2,6}

La reacción de fraguado se produce por fotopolimerización, similar al de una resina compuesta o compómero que implica la creación de una red de resina y el establecimiento de enlaces covalentes con S-PGR reactivo silanizado y cargas no reactivas silanizadas. Estos materiales existen en versiones convencionales y bulk-fill,⁶ estas últimas son de colocación en bloque único.

1.2.2 Propiedades mecánicas, liberación de iones en el medio bucal e indicaciones como material restaurador

Las propiedades mecánicas de los giomers son similares a las de una resina compuesta.²

La liberación de iones de dichos materiales se lleva a cabo mediante la absorción de agua en el medio bucal. Esta ocurre en la periferia del material, y cuando entra en contacto con un relleno S-PGR, provoca la liberación de iones; este relleno S-PGR debe considerarse más reactivo que un relleno FAS convencional. En ellos no hay

necesidad de que un ácido provoque la activación del relleno reactivo como sucede en los compómeros.⁶

Se ha reportado que la liberación de iones de estos materiales es muy baja y mucho menos que la de los HVGIC y RMGIC.⁶ Sin embargo, se ha observado que la propiedad de liberar y recargar flúor depende de la concentración en boca, estas propiedades se potencian más cuando hay aplicaciones tópicas de fluoruro a una concentración mayor a 5000 ppm.² La liberación de flúor es comparable con los compómeros, y no se observa un pico de liberación de fluoruro después de su colocación, pero pueden recargarse con iones de fluoruro. No se ha estudiado si la capacidad de liberación de iones pequeños induce la remineralización. Los giomers requieren que se coloque un adhesivo a la estructura del diente, lo que podría impedir la difusión de iones para inducir la remineralización, por lo tanto, no pueden considerarse materiales bioactivos.⁶

Algunos estudios realizados reportan que los giomers tienen una tasa de éxito a largo plazo más baja que las resinas compuestas y que están indicados para restauraciones cervicales y oclusales, sin embargo, algunos autores expresan cautela en la estética a largo plazo.⁶

Presentan alta resistencia a la fuerza de cizallamiento debido a la microestructura homogénea y la carga de relleno que presentan, de esta manera se logra una estabilidad a largo plazo, mejoras en la manipulación, pulido y la resistencia a la compresión.¹⁸

1.2.3 Clasificación

Se pueden clasificar en la familia de los compuestos liberadores de iones (IRC, por sus siglas en inglés), debido a que la polimerización de los giomers es comparable con la de resina compuesta, solo se diferencian por un mecanismo de liberación de iones post polimerización por absorción de agua.⁶

En el mercado se encuentran disponibles en diferentes consistencias, de acuerdo con las necesidades clínicas, están los convencionales que están indicados para la reconstrucción de anatomía del órgano dentario y los giomers fluidos indicados en áreas de alta tensión, como en clases V o crestas marginales, revestimientos de cavidades y pequeñas restauraciones.⁷

Los giomers fluidos, son una tecnología relativamente nueva, permiten obtener las propiedades del ionómero de vidrio con las propiedades de las resinas compuestas, indicados en restauraciones pequeñas o superficiales clase I, II y III y también en clases V, incluso como revestimiento de cavidades. Sin embargo, hasta el momento hay muy pocas investigaciones sobre los giomers fluidos.⁷

1.3 Materiales a base de resina

Los materiales a base de resina son los más utilizados en la actualidad para restauraciones directas, por su excelente estética, propiedades mecánicas, físicas y en general, por sus características no tóxicas.¹⁹

La evolución de los materiales a base de resina ha permitido tener diferentes tamaños de partículas de relleno inorgánico, diferentes polímeros en la composición de la matriz orgánica de esta forma, mejorar las propiedades mecánicas y físicas.²⁰

1.3.1 Composición

Los materiales a base de resina se componen de una fase o matriz orgánica y una inorgánica.

La matriz orgánica está compuesta principalmente por polímeros, comonómeros, inhibidores, aceleradores/iniciadores y estabilizadores.^{20,21} Existen diferentes tipos de polímeros entre ellos, los que son a base de Bis-GMA que, además, son los más utilizados para dientes anteriores y posteriores. Estos presentan baja contracción de

polimerización, baja volatilidad y alta viscosidad. Por otra parte, el dimetacrilato de uretano (UDMA, por sus siglas en inglés), tiene una menor viscosidad, sin embargo, presentan una dureza más alta en comparación con los polímeros a base de Bis-GMA. Además, polímeros como el dimetacrilato de trietilenglicol (TEGMA, por sus siglas en inglés) y el metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA, por sus siglas en inglés) son utilizados como diluyentes en composites.²¹

La fase inorgánica está constituida por partículas de relleno y los pigmentos. Las partículas de relleno son principalmente dióxido de silicio o silicatos, es decir, cuarzos y vidrios de diferentes tamaños y cantidades. Los pigmentos son óxidos metálicos. A través de la silanización de partículas de relleno se produce la integración química de los materiales de relleno.²⁰

1.3.2 Clasificación

Esta dada por el tamaño y cantidad de partículas de relleno: macrorelleno, microrelleno, nanorelleno e híbridas.

Macrorelleno: 5 a 10 μm .

Microrelleno: el tamaño promedio de la partícula es de 0,1 μm .

Híbridas: están constituidas por partículas de micro y macrorelleno.²⁰

1.4 Disponibilidad de giomers y materiales a base de resina en el mercado

En la actualidad se dispone de gran variedad de materiales de tipo giomer y a base de resina producidos por varias casas comerciales. Estos presentan una composición química heterogénea dictada por fabricante, algunos ejemplos de este tipo de materiales más utilizados en molares temporales con altas tasas de éxito se muestran en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Giomers

Material	Indicaciones	Características	Fabricante
BeautiSealant	Sellador de fosas y fisuras	Manejo y viscosidad ideal Radiopacidad igual a la dentina Propiedades cariostáticas únicas de rellenos S-PRG. Alta fuerza de unión al cizallamiento sin grabado con ácido fosfórico 19.5 MPa	Shofu Company, Kioto, Japón
Beautifil Flow Plus	Restauración directa fluida	Altamente estético alto índice de caries Liberación y recarga de flúor constante	Shofu Company, Kioto, Japón
Beautifil II	Restauración directa	Recarga de fluoruro Efecto antiplaca Alto nivel de radiopacidad	Shofu Company, Kioto, Japón ²²

Fuente: folletos del fabricante

Tabla 2. Materiales a base de resina

Tipo de Material	Material	Características	Fabricante
Selladores de Fosas y Fisuras	Clinpro™	Liberador de flúor. Cambio de color al ser expuesto a la luz.	3M ESPE, St. Paul, MN ²³
	Grandio Seal	Alto contenido de relleno y fluoruro. Nanohíbrido.	Voco, Cuxhaven, Alemania ²⁴
	UltraSeal XT hydro	Hidrofílico. Propiedad fluorescente. Liberador de fluoruro.	Ultradent Products Inc, South Jordan, EUA ²⁵
	Helioseal F Plus	Consistencia optimizada. Tiempo de exposición reducido. Aplicación precisa.	Ivoclar Vivadent AG; Schaan, Liechtenstein ²⁶
Resina Fluida	Filtek™ Z350 XT Flowable	Nanorelleno. Excelentes propiedades estéticas.	3M ESPE, St. Paul, MN ²⁷
	Grandio Flow	Fluidez óptima. Contenido de relleno de 80% en peso.	Voco, Cuxhaven, Alemania ²⁸
	PermaFlo™	Fluidez ideal para una mejor adaptación. 68% de relleno en peso.	Ultradent Products Inc, South Jordan, EUA ²⁹
	Tetric N Flow	Nanohíbrida. Alta estética.	Ivoclar Vivadent AG; Schaan, Liechtenstein ³⁰
Resina restauradora	Filtek™ Bulk Fill	Profundidad de polimerización de hasta 5mm.	3M ESPE, St. Paul, MN ³¹
	Grandio	Nanohíbrido. Alto contenido de relleno del 87% en peso.	Voco, Cuxhaven, Alemania ³²
	Amelogen Plus™	Microrelleno. Carga del 76% de relleno en peso.	Ultradent Products Inc, South Jordan, EUA ³³
	Tetric N	Nanohíbrida. Alta estética.	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein ³⁰

Fuente: folletos de los fabricantes

1.5 Propiedades físicas que influyen en el éxito clínico de los materiales dentales

En las últimas décadas, ha aumentado considerablemente la necesidad de encontrar materiales más estéticos y biocompatibles no solo en adultos sino también en niños.¹⁰

Dentro de las propiedades que se buscan en los materiales dentales se incluyen la resistencia al desgaste cercana a la estructura natural del diente y buena integridad marginal, entre otras.¹¹

La microdureza y la rugosidad superficial son propiedades físicas que se encuentran relacionadas con la resistencia a las fuerzas oclusales de las restauraciones, así como, a su acabado y pulido.¹

1.5.1 Rugosidad

La rugosidad superficial es el conjunto de irregularidades de la superficie real definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y ondulaciones han sido eliminados;³⁴ está directamente relacionada con la estructura de la matriz orgánica y las características del relleno inorgánico.³⁵ Además, es un factor importante en la determinación de la cantidad de acumulación de placa.³⁶

En estudios previos evidencian que las superficies con valores de rugosidad superiores a 0.2 micrómetros favorecen el desarrollo de enfermedad periodontal, inflamación gingival, caries recurrente y manchas superficiales.³⁷

La degradación hídrica de un material de restauración conduce a una superficie más rugosa, que favorece el depósito de placa. La desintegración y disolución del material son el resultado de la penetración de los fluidos orales a través de microfisuras superficiales.³⁸

1.5.2 Microdureza

La microdureza se define como “la resistencia que tiene un material a la indentación o penetración”, es una propiedad físico-mecánica relevante; Esta relacionada directamente con el contenido inorgánico y el tamaño de las partículas de los materiales dentales. Los valores de microdureza disminuidos influyen en la resistencia al desgaste y fatiga de los materiales, provocando daños en la restauración.³⁹

Esta propiedad se ve afectada por la composición química de los materiales y por el ambiente al que son expuestos.³⁹

La microdureza determinará la capacidad del material para ser pulido, soportar rayaduras y de la facilidad de resistir la tensión ocasionada por cúspides antagonistas.⁴⁰

Existen cuatro pruebas estandarizadas para evaluar la dureza de los materiales: Brinell, Rockwell, Vickers y Knoop.⁴¹

La prueba de dureza de Vickers emplea un indentador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada para medir la microdureza de los materiales dentales; así como, cargas de menos de 9.8 N.⁴² Además, está indicada en el estudio de materiales que prácticamente no poseen ningún tipo de recuperación elástica¹ como es el caso de la resina compuesta.

1.6 Desmineralización *in vitro*

Los modelos de desmineralización *in vitro* se usan en experimentos bajo condiciones altamente controladas, demostrando gran sensibilidad y precisión. Estos se clasifican en modelos expuestos a desafíos químicos o biológicos.

Se han implementado diferentes modelos *in vitro* para simular lesiones de caries en esmalte, probando la cariogenicidad de diferentes componentes de la dieta y así evaluar su relación en la prevención y progresión de la enfermedad.⁴³

Es importante mencionar que estos modelos son diferentes respecto a la complejidad del entorno bucal y solo pueden reproducir un pequeño número de eventos que podrían ocurrir *in vivo*. Es así como diversos estudios recalcan que los modelos *in vitro* son incapaces de simular procesos biológicos complejos,⁴⁴ también han demostrado diferencias en las características físicas y mecánicas del sustrato desmineralizado,⁴⁵ composición química y dureza superficial.⁴⁶

1.7 Estudios sobre rugosidad y microdureza de giomers y materiales dentales a base de resina

Saba et al.⁴⁷ realizaron un estudio para evaluar la solubilidad y la rugosidad de la superficie de compómeros y giomers después del almacenamiento en diferentes medios de inmersión, concluyeron que solubilidad de Beautifil II en comparación con Twinky Star podría comprometer su rendimiento y longevidad

Hotwani et al.⁴⁸ realizaron una investigación con el objetivo evaluar y comparar la estabilidad del color de dos materiales de restauración híbridos del color del diente, a saber, RMGIC y giomer cuando se somete a inmersión en varias bebidas, donde los resultados mostraron mayor estabilidad en giomer después de someterlos a bebidas de pH bajo.

Ratna et al. determinaron el efecto del tiempo de inmersión en la rugosidad de la superficie de la resina compuesta giomer Bulk-Fill y en el valor de pH de la saliva artificial. Sumergieron en saliva artificial con valores de pH de 7, 5.5 y 4.5 durante 1, 24 y 72 horas a 37 ° C. Los cambios en el pH de la saliva artificial se midieron usando un medidor de pH y la rugosidad superficial se midió con un rugosímetro. Un tiempo

de inmersión más prolongado aumenta el pH de la saliva artificial y la rugosidad de la superficie de la resina compuesta Bulk-Fill y el giomer.⁴⁹

Por otro lado, Vijayan et al. evaluaron la microdureza de giomer en comparación con otros materiales restauradores a base de resina (Compómero, compuesto híbrido y RMGIC); ellos encontraron que la microdureza de los cuatro materiales difería significativamente entre sí.⁵⁰

Al-Shekhli et al,⁵¹ evaluaron y compraron el efecto de cola, café y agua mineral sobre la microdureza de materiales de restauración directa (compómero y giomer) Al-Shekhli et. al, seleccionaron dos tipos de materiales de restauración directos de color A3: compómero (Dyract extra-Dentsply, Yourk, PA, EE. UU.) y giomer (Beautiful-II, Shofu, San Marcos, CA, EE. UU.). Prepararon treinta muestras de cada material de restauración Dyract extra y Beautiful-II. Estas las dividieron en tres subgrupos (n = 10) de acuerdo con los 3 tipos de bebidas empleadas. Se realizó la prueba de microdureza antes y después de la inmersión en las bebidas. Los resultados revelaron que la inmersión en cualquier bebida reduce los valores de microdureza tanto en la parte superior como inferior de los especímenes. Además, que la inmersión en agua resultó en valores mínimos de microdureza tanto para la parte superior como para la parte inferior de los materiales de restauración.

Da Silva et. al,⁵² estudiaron las propiedades mecánicas de giomers a través de una revisión de la literatura. Los resultados de los estudios *in vitro* mostraron que el giomer presentaba una flexión superior a la del cemento de ionómero de vidrio y compómero, además de no sufrir una reducción de su módulo de flexión al ser sumergido en algunas sustancias. La microdureza del giomer se redujo al entrar en contacto con soluciones ácidas, como refrescos de cola, café, ácido cítrico y etanol, además de ser alterada según el protocolo de fotopolimerización.

Gurdogan et al.⁵³ evaluaron el efecto de dos jarabes multivitamínicos y dos tabletas efervescentes tomados diariamente sobre la microdureza y rugosidad de la superficie de dos materiales de restauración diferentes. Los grupos estuvieron compuestos por

un cemento de ionómero de vidrio convencional y un giomer. La microdureza se midió usando un probador de dureza Vickers y la rugosidad de la superficie se determinó usando un perfilómetro. De esta investigación concluyeron que el uso prolongado de jarabes multivitamínicos y tabletas efervescentes puede tener efectos negativos sobre las propiedades físicas de los materiales restauradores.

2. Planteamiento del problema

Los materiales dentales están diseñados para resistir las condiciones de la cavidad bucal, sin embargo, estas pueden verse alteradas debido a los hábitos higiénicos y alimenticios de los pacientes.

Los giomers son materiales alternativos para restauración que permiten obtener las características estéticas y propiedades de una resina, pero con la ventaja de liberar y recargar fluoruro, lo que permite la remineralización del diente.

Por ser materiales con pocos años de estar disponibles en el mercado, existen pocas investigaciones sobre el estudio de ciertas propiedades físicas que influyen en su desempeño clínico. Es bien sabido que la rugosidad superficial de los materiales dentales es una propiedad fundamental para el confort del paciente y éxito clínico, sin embargo, esta información no es proporcionada por los fabricantes dentro de las propiedades físicas y mecánicas que son reportadas frecuentemente. Aunado a esto, la microdureza es considerada otra característica importante de los materiales dentales, ya que valores apropiados les confiere una permanencia exitosa en boca, aun en condiciones desfavorables.

Tanto la microdureza como la rugosidad superficial de los giomers pueden verse afectadas al ser expuestos a medios ácidos, como en el medio ambiente bucal que sufre variaciones constantes en el pH, derivados de malos hábitos alimenticios e higiene bucal deficiente en pacientes con un alto riesgo de caries dental. Debido a ello el presente estudio pretende responder la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y microdureza de giomers?

3. Justificación

En Odontología, la evolución de los materiales dentales ha sido una constante a través de los años, se han introducido nuevos materiales con propiedades bioactivas.

Los materiales dentales están elaborados a base de diversos componentes que presentan una amplia variación en tamaño y composición de su relleno, así mismo pueden conferirle propiedades físicas y mecánicas óptimas, entre ellas destaca la rugosidad superficial, la cual puede influir en el acúmulo de placa, por otro lado, la microdureza es una propiedad de los materiales dentales que está relacionada con el desgaste mecánico y la susceptibilidad al rayado, entre mayor sea el valor de la microdureza menor será el desgaste del material, por lo que es un factor importante a evaluar.

Los giomers son materiales de restauración que permiten la liberación de iones que remineralizan las estructuras dentales, además de otras propiedades que lo hacen un material indicado tanto en el sector anterior como posterior.

El comportamiento de la microdureza y rugosidad de los giomers aún es desconocido en su totalidad. Aunado a esto, el medio ambiente bucal representa grandes retos para el desarrollo de materiales dentales, ya que este presenta fluctuaciones en el pH, tornándose crítico. Este no solo influye sobre las superficies dentales, sino en los materiales que han sido colocados con diversos propósitos.

Es necesario contar con información relativa a la rugosidad y microdureza de los giomers, ante los cambios resultantes a la exposición en un medio ácido en el que están inmersos estos materiales dentales durante su vida útil. Lo anterior con la finalidad de determinar su rendimiento clínico y su óptima prescripción.

4. Hipótesis

Hipótesis de Trabajo

El modelo desmineralizante incrementa los valores de rugosidad y disminuye la microdureza de los giomers.

Hipótesis Nula

El modelo desmineralizante no incrementa los valores de rugosidad y no disminuye la microdureza de los giomers.

5. Objetivos

General

Comparar el efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y microdureza de giomers.

Específicos

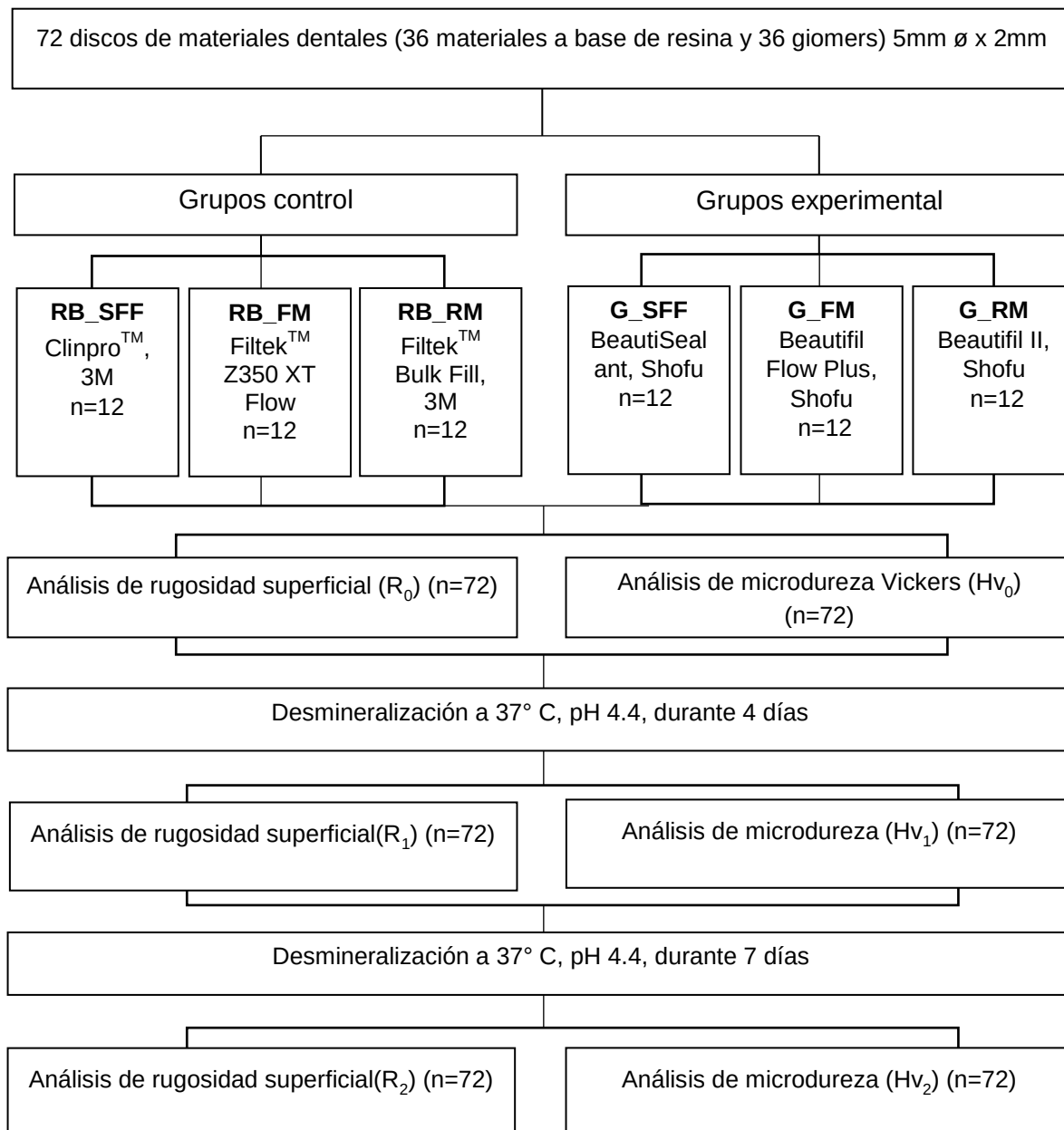
- Conocer la rugosidad y microdureza inicial de los giomers
- Conocer la rugosidad y microdureza de los giomers, posterior a su exposición a un modelo desmineralizante
- Comparar la rugosidad y microdureza de los giomers, antes y después de someterlos al modelo desmineralizante
- Comparar los cambios en la rugosidad y microdureza de los giomers contra controles positivos

6. Materiales y métodos

6.1 Diseño del estudio

Tipo de estudio: Estudio experimental *in vitro*, comparativo.

Figura 1. Diagrama de diseño de estudio



6.2 Universo

Giomers y materiales a base de resina de prescripción odontológica, disponibles en el mercado.

6.3 Muestra

Por conveniencia, 12 discos para cada tipo de material (sellador de fosas y fisuras, material fluido y material restaurador), tanto para los grupos experimentales como controles,

6.4 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

Criterios de inclusión

Discos íntegros 5mm $\varnothing$ x 2 mm de grosor de sellador de fosas y fisuras BeautiSealant, giomer fluido Beautifil Flow Plus y giomer composite Beautifil II (Shofu Company, Kioto, Japón) y de sellador de fosas y fisuras Clinpro™, resina fluida Filtek™ Z350 XT Flow y resina Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos).

Criterios de exclusión

Discos de los materiales a evaluar que presenten fracturas, burbujas y rayaduras observables a simple vista.

Criterios de eliminación

Discos de los materiales a evaluar que se hayan dañado durante los procesos de análisis.

6.5 Variables

Tabla 3. Definición conceptual y operacional de variables

	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Variables Dependientes				
Rugosidad	Conjunto de asperezas de una superficie respecto a otra idealmente lisa	Valores de rugosidad inicial (0) y final (1) en μm de acuerdo con los perfiles Ra y Rz	Cuantitativa continua	Razón (μm)
Microdureza	Ensayo que consiste en generar una huella muy pequeña para medir la dureza de muestras pequeñas	Resistencia superficial de materiales dentales frente a la indentación del microdurómetro.	Cuantitativa continua	Razón Hv
Variables independientes				
Giomer	Material de restauración definitiva que libera iones de fluoruro	Giomer sellador de fosas y fisuras BeautiSealant, composite de categoría giomer fluido Beautifil Flow Plus, composite de categoría giomer Beautifil II	Cualitativa nominal	N/A
Resina compuesta	Material de restauración definitiva	Selladores de fosas y fisuras ClinproTM, resina fluida FiltekTM Z350 XT Flow y resina FiltekTM Bulk Fill	Cualitativa nominal	N/A
Desmineralización	Desequilibrio continuo que da como resultado la disolución de los cristales de apatita y otros minerales.	Solución de 2,2 mM de cloruro de calcio, 2,2 mM de dihidrogenofosfato de potasio, 0,050 M de ácido acético y 1 M hidróxido de potasio pH 4,4	Cualitativa nominal	N/A

6.6 Procedimiento

Selección y preparación de la muestra

Los materiales seleccionados fueron sellador de fosas y fisuras BeautiSealant (Shofu Company, Kioto, Japón), giomer fluido Beautifil Flow Plus (Shofu Company, Kioto, Japón) y giomer Beautifil II (Shofu Company, Kioto, Japón), para los grupos experimentales. Para los grupos controles, sellador de fosas y fisuras Clinpro™ (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos), resina fluida Filtek™ Z350 XT Flow (3M, ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) y resina Filtek™ Bulk Fill (3M, ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos).

Se prepararon 12 discos de cada material utilizando un molde de teflón de 5 mm de diámetro y 2 mm de profundidad.

El material se cubrió con un portaobjetos de cristal seguido de la aplicación de la lámpara de luz fotopolimerizable (Ortholux, 3M Unitek, Monclovia, Calif., EE. UU.) durante 20 s, similar a los métodos descritos por el fabricante.

Los discos se pulieron ligeramente con papel abrasivo de 6µm, después se limpiaron utilizando ultrasonido durante un minuto para eliminar impurezas. Las muestras se secaron al ambiente durante un periodo de 12 h. Cada disco se almacenó en tubos Eppendorf (Eppendorf® tube, Thermo Scientific Italy, Rodano, Italy) con 1,5 ml de agua desionizada, inmediatamente después se incubaron a 37°C durante 24 horas. Finalmente, se almacenaron en recipientes libres de humedad para el análisis de línea base de rugosidad y microdureza.

Rugosidad

La rugosidad superficial de los materiales fue medida antes (rugosidad 0) y después del día 4 (rugosidad 1) y al día 7 (rugosidad 2) de someterlos al modelo de desmineralización, mediante un rugosímetro (Surface Roughness Tester SJ-310,

Mitutoyo, Tokio, Japón). La superficie de cada muestra se escaneó en tres zonas diferentes, en una longitud de 0.5 mm, por una aguja de diamante, con un módulo de medición de 0.08 mm (λ), a una velocidad de 0.25 mm/s y un filtro de Gauss.

La medición se realizó perpendicular a la muestra. Para cada muestra, se tomaron tres mediciones por el mismo operador. Los parámetros de rugosidad evaluados fueron los siguientes: Ra (distancia media del perfil a la línea media sobre la longitud de evaluación) y Rz (medida de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas del perfil más altas y de las profundidades de los cinco valles del perfil más bajos, dentro de la longitud evaluada).⁵⁴

Microdureza

La microdureza de los especímenes fue medida antes (microdureza 0) después del día 4 (microdureza 1) y al día 7 (microdureza 2) de la inmersión con solución desmineralizante mediante un Microdurómetro modelo SXHV-1000TA (Sinowen; DongGuan, China), se realizaron 5 indentaciones por muestra, con una fuerza repetida de 9.807 N durante 10s en todos los casos con el objetivo 40X. Los especímenes se montaron directamente en las mordazas del microdurómetro.⁵⁵

Modelo de desmineralización

El modelo desmineralizante funcionó como un medio ácido similar al generado por los ácidos de la placa dentobacteriana en boca, estuvo compuesta de 2.2 mM de cloruro de calcio, 2.2 mM de dihidrogenofosfato de potasio, 0.050 M de ácido acético y 1 M hidróxido de potasio pH 4.4.

Se incubaron los especímenes en solución desmineralizante durante 4 y 7 días a una temperatura de 37° C.

Después de cada período de incubación, cada muestra fue lavada con agua desionizada para eliminar la solución desmineralizante y se limpiaron en un baño ultrasónico. Finalmente, fueron secados a temperatura ambiente.⁵⁶

6.7 Consideraciones bioéticas

Para esta investigación se contemplaron los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (64^a Asamblea General de octubre de 2018).⁵⁷ En el Artículo 7 de este documento se establece que “la investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos, proteger su salud y sus derechos individuales”.

De acuerdo con la Ley General de Salud en su artículo 17 que consideran los riesgos de la investigación, esta investigación se considera sin riesgo, debido a que no se va a intervenir en pacientes y el material empleado ha sido aprobado por las instancias correspondientes de cada país donde se produce, aunado a que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.⁵⁸

6.8 Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron utilizando un software estadístico (SPSS 25, IBM, Nueva York, EE. UU.). La distribución de datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk; posteriormente las diferencias entre materiales en términos de rugosidad y microdureza fueron determinadas mediante la prueba ANOVA de una vía con post hoc T2 de Tamhane. Además, para comparar los cambios en la rugosidad superficial y la microdureza a través de las 3 etapas experimentales, se realizó ANOVA de medidas repetidas. Para determinar la relación entre la rugosidad superficial y la microdureza de los materiales, se aplicó la prueba de correlación de Pearson. Se establecieron diferencias significativas a partir de $p < 0.05$.

7. Resultados

23/6/22, 13:01

ScholarOne Manuscripts

☰

Pediatric Dentistry

🏠 Home

✍ Author

Submission Confirmation

Print

Thank you for your submission

Submitted to
Pediatric Dentistry

Manuscript ID
PediaD-2022-06-6473

Title
Effect of a demineralization model on the roughness and microhardness of giomers: an in vitro study

Authors
Hernández-Mendieta, Luz
Scougall-Vilchis, Rogelio
Rodríguez-Vilchis, Laura
Teutle-Coyotecatl, Bernardo
Velazquez-Enriquez, Ulises
Contreras-Bulnes, Rosalia

Date Submitted
23-Jun-2022

8. Discusión

El presente estudio evaluó los efectos de un modelo de desmineralización sobre la rugosidad superficial y la microdureza de los giomers en diferentes períodos de inmersión (0, 4 y 7 días). Estas propiedades físico-mecánicas fueron seleccionadas porque la rugosidad superficial está relacionada con la acumulación de biofilm, mientras que la microdureza se ha asociado con la resistencia al desgaste y ambas propiedades, entre otras, son importantes para el éxito clínico de los materiales dentales.

Aunque la evaluación *in vitro* de la desmineralización a través de un modelo químico estático se utiliza principalmente para comprender la etiología y la progresión de la caries;⁵⁹⁻⁶¹ en el presente estudio se seleccionó porque también se ha utilizado para conocer el comportamiento de los materiales dentales en un entorno oral ácido simulado, proporcionando una visión en los mecanismos fundamentales de biodegradación,^{6,38} mediante análisis de microdureza y rugosidad superficial.

Durante todos los periodos del experimento, ambas propiedades mostraron valores específicos de acuerdo con el tipo de material evaluado. No se observó correlación entre ambas propiedades, coincidiendo con Hamouda et al.,³⁸ quienes evaluaron los efectos de varias bebidas sobre la microdureza y la rugosidad de la superficie de materiales restauradores estéticos. Tal vez la correlación esperada, podría hacerse evidente con un mayor tiempo de exposición en las bebidas ácidas industrializadas.

Específicamente, en relación con la rugosidad de los giomers, incluso en los valores basales, los resultados mostraron diferencias en relación con los materiales a base de resina; lo cual podría explicarse por la composición y distribución de cargas de las matrices orgánicas,⁶ ya que los giomers presentan partículas de tamaño promedio de 0.8 μm (micropartículas), mientras que los materiales resinosos evaluados tienen partículas de menor tamaño (nanopartículas). Sin embargo, es importante resaltar que todos los materiales incluidos en este estudio presentaron valores de rugosidad basal

en el rango de 0.021 a 0.025 μm (R_a), lo cual es favorable para el uso clínico odontológico porque se encuentran dentro de los valores bajos de rugosidad de los materiales dentales (0.7 hasta 3.4 μm).⁶²

En general, todos los materiales estudiados se volvieron significativamente más rugosos después de la inmersión en el modelo de desmineralización, durante ambos períodos. A lo largo de todas las etapas del estudio, los valores máximos de rugosidad R_a fueron para G_SFF. Parece que la rugosidad inicial es un factor determinante de la rugosidad final que produce la inmersión en el modelo de desmineralización, asociado a la composición del material. Es importante resaltar que, aún con el aumento de la rugosidad superficial en todos los materiales, ésta no superó los valores considerados cómodos para el paciente y perceptibles para las estructuras y/o tejidos bucales (0.50 μm).^{62,63} En cuanto a la estructura dental, todos los materiales evaluados en las diferentes etapas experimentales mostraron valores de rugosidad inferiores a los de los dientes deciduos ($0.20 \pm 0.06 \mu\text{m}$)⁶⁴ y permanentes ($0.20 \pm 0.03 \mu\text{m}$).⁶⁵

Kooi et al.⁶⁶ reportaron que los valores de rugosidad de los giomers aumentaron cuando el material se sometió a un modelo de desmineralización, en este sentido, sus resultados están en línea con los hallazgos de esta investigación. Además, los monómeros presentes en la composición química de los giomers, como UDMA, TEGDMA y Bis-GMA, son altamente susceptibles a la absorción y solubilidad, provocando el ablandamiento y por ende la degradación de la matriz orgánica,⁶⁷ probablemente debido a ello aumentaron los valores de rugosidad superficial.⁶⁸

En este estudio, los mayores incrementos en la rugosidad superficial de los giomers (12 a 16 %) se observaron al final del primer período de inmersión (4 días), con incrementos adicionales menos evidentes a los 7 días (0.4 a 2 %). Mientras que, en los grupos control se observó lo contrario, con mayores incrementos en la rugosidad de los materiales a base de resina a los 7 días de inmersión (10 a 14%), con aumentos menores a los 4 días (0 a 9%). La diferencia en los tiempos de incrementos de la rugosidad entre ambos materiales podría estar asociada al mecanismo inherente de liberación de flúor de los giomers, el cual consiste en su degradación al entrar en

contacto con el agua. Cuando los giomers se colocan en un ambiente húmedo se produce la absorción de agua y las cargas S-PRG pueden liberar iones calcio (Ca), aluminio (Al) y flúor (F);⁶ otra posible explicación sería la mayor susceptibilidad de las cargas de fluorosilicato a la degradación ante ácidos débiles.⁶⁶

En el medio bucal es conveniente la degradación de los giomers ya que durante este evento se liberan iones como boro (B) que impide la adhesión de bacterias, el aluminio (Al) que permite controlar la hipersensibilidad, sílice (Si) que facilita la calcificación dentinaria y el flúor (F) que potencia la remineralización; además de la presencia de estroncio (Sr) que produce una neutralización del pH salival.⁶⁹ Por tanto, este tipo de material puede utilizarse en pacientes con alto riesgo de caries con factores tales como consumo de alimentos ricos en sacarosa o bebidas ácidas, si bien deben asistir a evaluaciones periódicas a intervalos cortos, tanto para el seguimiento de la integridad de los materiales dentales que les han sido aplicados, así como para el refuerzo de las medidas preventivas del propio paciente; además de la evaluación de su salud bucal. De esta forma, los giomers también pueden ser empleados en pacientes con Hipomineralización Incisivo Molar (MIH), ya que favorecen el control de la sensibilidad y al mismo tiempo propician la remineralización de la superficie del diente afectado.⁷⁰ Kaga et al.⁶⁹ evaluaron la capacidad de los giomers y los efectos inhibidores de desmineralización del esmalte, encontrando que el giomer neutraliza el pH de las soluciones y protege el esmalte de la desmineralización mediante la liberación de cantidades modestas de iones Si, Sr, Al, B, Na y F. Una alta concentración de fluoruro en el tejido duro adyacente podría ser beneficiosa para promover una mayor remineralización *in situ* artificial de caries proximal por la presencia de iones de flúor.^{71,72}

Además, se sabe que la matriz resinosa puede ser dañada por soluciones orgánicas,⁶ así como por medios ácidos que diluyen los materiales y los ablandan.^{73,74} Por otro lado, los rellenos orgánicos pueden ser dañados por el agua y el ácido cítrico, sin embargo, dependen de una serie de factores como la química de las resinas monoméricas, el grado de polimerización de la matriz polimérica, el tamaño, forma y

distribución de las partículas de relleno y las propiedades interfaciales entre el relleno y la matriz de resina (que comprende Bis-GMA, Bis-EMA (Dimetacrilato de bisfenol A etoxilado), UDMA y TEGDMA).^{66,75,76}

Con respecto a la microdureza Vickers (Hv), los resultados basales revelaron que los giomers y los materiales a base de resina exhibieron diferentes valores de microdureza, excepto el material de restauración a base de resina. Los resultados contrastantes entre la presentación de SFF y el material fluido podrían estar relacionados con el bajo porcentaje de relleno contenido en su composición, ya que un bajo contenido de relleno se ha relacionado con valores bajos de microdureza y, por lo tanto, a mayor contenido de relleno, mayor valor de microdureza.^{77,78}

Los resultados mostraron que todos los grupos evaluados, excepto G_RM, presentaron una disminución en los valores de microdureza después de la inmersión en el modelo de desmineralización; sin embargo, dichos cambios fueron específicos acordes al tipo de material, con resultados más favorables para los grupos de giomers, que en general presentaron menores porcentajes de disminución de la microdureza, aunque no significativos para la presentación en pasta restauradora (G_RM). Esta estabilidad observada podría estar dada por el aumento de la carga de relleno que mejora la microdureza.⁶⁶ Lo contrario fue observado para el SFF a base de resina (RB_SFF), que presentó una disminución de la microdureza de alrededor del 50% probablemente debido a la susceptibilidad de algunos componentes, como rellenos de vidrio de fluorosilicato, matriz orgánica (Bis-GMA), la interfase resina-carga y las cargas inorgánicas, a la degradación por ácidos débiles.^{66,79} Asimismo, la mayor disminución de la microdureza obtenida por las resinas podría estar relacionada con la susceptibilidad de las cargas inorgánicas de zirconio al ataque acuoso.^{80,81,82}

En la literatura actual no existe un valor de microdureza estándar para la amplia gama de materiales dentales disponibles; por lo tanto, los valores de microdureza del esmalte dental sano deben tomarse como referencia a la hora de seleccionar el material preventivo y/o restaurador; ya que estos estarán en estrecho contacto con el mismo, además de resistir las fuerzas de oclusión, entre otras condiciones del medio bucal

que podrían propiciar el desgaste de los biomateriales. En este sentido, los materiales estudiados son compatibles ya que presentan valores de microdureza similares al esmalte dental humano (53.02 a 73.90 Hv).⁸³

Las limitaciones de este estudio incluyen la replicación incompleta del entorno oral, así como el uso de los modelos de desmineralización química que no imitan el complejo oral, además del corto tiempo de evaluación en comparación con la vida útil del material.

9. Conclusiones

1. El efecto del modelo desmineralizante sobre la rugosidad superficial mostró un incremento de la misma, con patrones específicos para los grupos experimentales y controles: cambios tempranos después del cuarto día de inmersión para los giomers y cambios tardíos para los materiales a base de resina, después de siete días en el modelo de desmineralización.
2. En general, el modelo de desmineralización produjo una disminución en la propiedad de microdureza de los materiales evaluados, con mejores resultados para el grupo de giomers.
3. Aunque los materiales presentaron cambios en su rugosidad y microdureza como resultado del modelo de desmineralización, se recomienda su uso clínico, ya que sus valores se mantienen dentro de los límites permitidos para un desempeño clínico deseable.

10. Sugerencias

Se recomiendan futuras investigaciones con microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía de fuerza atómica (AFM) y microtomografía computarizada (micro-CT) para evaluar la disolución de los materiales estudiados, además de la evaluación de la liberación y recarga de fluoruro, que en conjunto podrían complementar este campo del conocimiento para una mejor aplicación clínica de los materiales en estudio.

11. Referencias

1. Kenneth J. Anusavice. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. 11o edición. Málaga, España; Elsevier Saunders; 2004: 77-99.
2. Colceriu Burtea L, Prejmerean C, Prodan D, Baldea I, Vlassa M, Filip M, Moldovan M, Moldovan ML, Antoniac A, Prejmerean V, Ambrosie I. New Pre-reacted Glass Containing Dental Composites (giomers) with Improved Fluoride Release and Biocompatibility. *Mater.* 2019; 12(23):4021.
3. Rajan G, Shouha P, Ellakwa A, Bhowmik K, Xi J, Prusty G. Evaluation of the physical properties of dental resin composites using optical fiber sensing technology. *Dent Mater.* 2016; 32(9):1113-23.
4. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 2004; 20(9):789-95.
5. Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N. Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. *Dent Mater J.* 2013; 32(2): 296–304.
6. Francois P, Fouquet V, Attal JP, Dursun E. Commercially available fluoride-releasing restorative materials: A review and a proposal for classification. *Mater.* 2020; 13(10):2313.
7. Rusnac ME, Prodan D, Cuc S, Petean I, Preejmerean C, Gasparik, et al. Water sorption and solubility of flowable giomers. *Mater.* 2021; 14(9): 2399.
8. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill giomers and resin composites. *Dent Mater J.* 2017; 36(2):205-13.

9. Naoum S, O'Regan J, Ellakwa A, Benkhart R, Swain M, Martin E. The effect of repeated fluoride recharge and storage media on bond durability of fluoride rechargeable Giomer bonding agent. *Aust Dent J.* 2012; 57(2):178-83.
10. Ozdemir-Ozenen D, Sungurtekin E, Issever H, Sandalli N. Surface roughness of fluoride-releasing restorative materials after topical fluoride application. *Eur J Paediatr Dent.* 2013; 14(1):68-72.
11. Gordan VV, Blaser PK, Watson RE, et al. A clinical evaluation of a giomer restorative system containing surface prereacted glass ionomer filler: results from a 13-year recall examination. *J Am Dent Assoc.* 2014;145(10):1036-43.
12. Ono M, Nikaido T, Ikeda M, Imai S, Hanada N, Tagami J, et al. Surface properties of resin composite materials relative to biofilm formation. *Dent Mater J.* 2007;26(5):613-22.
13. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials—Fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent. Mater.* 2007; 23(3):343–62.
14. Tarasingh P, Reddy JS, Suhasini K, Hemachandrika I. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of resin-modified glass ionomers, compomers and gomomers - an *In vitro* Study. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(7): ZC85-ZC87.
15. Burrow MF. Physicochemical nature of glass-ionomer-based materials and their clinical performance. En: Sidhu S. *Glass-Ionomers in Dentistry.* 1^{ed}. Londres: Springer;2016.25-56.
16. Korkmaz Y, Gurgan S, Firat E, Nathanson D. Shear bond strength of three different nano-restorative materials to dentin. *Oper Dent.* 2010;35(1):50-7.
17. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C, Congiu MD. *In vitro* evaluation of gomomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: self-etch vs total-etch adhesives. *Oper Dent.* 2006;31(2):227-32.

18. Iida Y, Nikaido T, Kitayama S, Takagaki T, Inoue G, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Evaluation of dentin bonding performance and acid-base resistance of the interface of two-step self-etching adhesive systems. Dent Mater J. 2009;28(4):493-00.
19. Wille S, Hölken I, Haidarschin G, Adelung R, Kern M. Biaxial flexural strength of new Bis-GMA/TEGDMA based composites with different fillers for dental applications. Dent Mater. 2016;32(9):1073-8.
20. Von Hajmasy A. Aspectos interesantes sobre el composite. Quintessenz Zahntech. 2012;38(7):782-92.
21. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. J Oral Biosci. 2019;61(2):78-83.
22. Composites – Shofu [Internet]. Shofu.de. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.shofu.de/es/produktkategorie/relleno-composites/>
23. Clinpro™ Sealant [Internet]. 3m.com. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/p/d/v000194901/
24. VOCO GmbH. Grandio Seal [Internet]. Voco.dental. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.voco.dental/es/productos/cuidado-oral/sellado-de-fisuras/grandio-seal.aspx>
25. UltraSeal XT™ hydro [Internet]. Ultradent.lat. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/prevent-hygiene/sealants/ultraseal-xt-hydro>

26. Heliaseal F Plus: Ivoclar [Internet]. Ivoclar.com. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: https://www.ivoclar.com/en_li/products/professional-care---prevention/heliaseal-f-plus
27. Multimedia.3m.com. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://multimedia.3m.com/mws/media/348759O/filtek-z350-flowable-technical-profile-spanish.pdf>
28. VOCO GmbH. Grandio Flow [Internet]. Voco.dental. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.voco.dental/es/productos/restauracion-directa/composite/grandio-flow.aspx>
29. PermaFlo™ [Internet]. Ultradent.lat. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/flowable-composite/permaflo>
30. Tetric N Line: Ivoclar [Internet]. Ivoclar.com. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: https://www.ivoclar.com/es_latam/products/composites/tetric-n-line
31. Filtek™ Bulk Fill [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/p/d/b5005188031/
32. VOCO GmbH. Grandio [Internet]. Voco.dental. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.voco.dental/es/productos/restauracion-directa/composite/grandio.aspx>
33. Amelogen™ Plus [Internet]. Ultradent.lat. [Consultado 2022 jun 27]. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/paste-type-composite/amelogen-plus>
34. Brauchli LM. Roughness of enamel surfaces after different bonding and bonding procedures. An *in vitro* study. J Orofac Orthop. 2011;72(1):61-7.

35. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. *Dent Mater J*. 2010; 29(2):213-23.
36. Cehreli ZC, Lakshmipathy M, Yazici R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. *Dent Traumatol*. 2008; 24(2): 177-82.
37. Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(4): 221-27.
38. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J. Esthet Restor Dent*. 2011; 23(5):315–22.
39. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21(2): 124-31.
40. Darwell WB. *Ciencia dos Materiais para Odontologia Restauradora*. 9 ed. Sao Paulo: Santos Editora; 2012.
41. Gomes T, Carvalho EM, Costa JF, Grande RHM, Bauer J. Effect of manipulation surface on the mechanical properties and fluoride release of resin modified GIC. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac*. 2016; 57(3):132–37.
42. Chuenarrom C, Benjakul P, Daosodsai P. Effect of indentation load and time on knoop and vickers microhardness tests for enamel and dentin. *Mater Res*. 2009; 12(4):473-76.
43. Seemann R, Bizhang M, Kluck I, Loth J, Roulet JF. A novel *in vitro* microbial based model for studying caries formation-development and initial testing. *Caries Res*. 2005; 39(3):185-90.

44. Marquezan M, Corrêa FN, Sanabe ME, Rodrigues Filho LE, Hebling J, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol.* 2009; 54(12): 1111-17.
45. Arends J, Dijkman T, Christoffersen J. Average mineral loss in dental enamel during demineralization. *Caries Res.* 1987; 21(3): 249-54.
46. Magalhães AC, Moron BM, Comar LP, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf MA. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. *Caries Res.* 2009; 43(6): 474-83.
47. Saba DA, Abdel Gawad FK, Abd Ellatif MA. *In vitro* assessment of water sorption, solubility and surface roughness of compomer and giomer materials after immersion in different beverages. *Egypt Dent J.* 2017; 63(1): 205-14.
48. Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative *in vitro* assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *J Conserv Dent.* 2014; 17(1): 70–74.
49. Ratna et al 2017 *J. Phys.: Conf. Ser.* 884 01201
50. Vijayan M, Rajendran R, Sreevatsan R, Comparative evaluation of microhardness between giomer, compomer, composite and resin-modified GIC. *Int Dent J Stud Res* 2018; 6(3): 61-65.
51. Al-Shekhli AA, Al Aubi I. Beverages immersion effect on compomer and giomer microhardness. *J Int Dent Med Res.* 2020; 13(1): 67-72.
52. da Silva ARJ, Feitosa VG, de Souza AN, Muniz RP, Ornellas MC, Silva EP, Braz R. Mechanical properties of composites with bioactive technology Giomer: a literature review. *Res, Soc Dev.* 2021; 10(3): e43310313413-e43310313413.

53. Gurdogan Guler EB, Bayrak GD, Unsal M, Selvi Kuvvetli S. Effect of pediatric multivitamin syrups and effervescent tablets on the surface microhardness and roughness of restorative materials: An in vitro study. *J Dent Sci.* 2021;16(1):311-17.
54. International Standards Organization: geometrical product specifications (GPS). Surface texture: Profile method; measurement standard I. ISO, 2001
55. López FAI, González FA, Scougall-Vilchis RJ, Toral-Rizo VH, Jimenez ID. Efecto del recubrimiento de nanopartículas de plata en la microdureza de resinas. *Rev Odont Mex.* 2019; 23 (4): 233-39.
56. González-Sotelo A, Contreras-Bulnes R, Rodríguez-Vilchis LE, Moyaho-Bernal MLA, Rubio-Rosas E, Cerna-Cortez JR. Enamel demineralization model in primary teeth: Micro-CT and SEM assessments of artificial incipient lesion. *Microsc Res Tech.* 2021;84(7):1577-85.
57. World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. 64th WMA General Assembly, Fortaleza, Brazil, October 2018;28(10).
58. Diario Oficial de la Federación. Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud 1984. México; 2017.
59. Yu OY, Zhao IS, Mei ML, Lo EC, Chu CH. A Review of the common models used in mechanistic studies on demineralization-remineralization for cariology research. *Dent J (Basel).* 2017;5(2):1-8.
60. Ferracane JL. Models of caries formation around dental composite restorations. *J Dent Res.* 2017;96(4):364-71.
61. Xuelian H, Qiang G, Xuedong Z. Models in caries research. En: Xuedong Z. *Dental Caries: Principles and Management*. 1ª Ed. Berlin: Springer; 2016.157-73.

62. Ruivo MA, Pacheco RR, Sebold M, Giannini M. Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. *Microsc Res Tech*. 2019;82(10):1756-67.
63. Zissis AJ, Polyzois GL, Yannikakis SA, Harrison A. Roughness of denture materials: a comparative study. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2):136-40.
64. Teutle-Coyotecatl B, Contreras-Bulnes R, Scougall-Vilchis RJ, Almaguer-Flores A, Rodríguez-Vilchis LE, Velazquez-Enriquez U, et al. Effect of Er:YAG laser irradiation on deciduous enamel roughness and bacterial adhesion: an *in vitro* study. *Microsc Res Tech*. 2019;82(11):1869-77.
65. Teutle-Coyotecatl B, Contreras-Bulnes R, Scougall-Vilchis RJ, Almaguer-Flores A, García-Pérez V, Rodríguez-Vilchis LE, et al. Adhesion of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis* on Er:YAG Laser-Irradiated Dental Enamel: Effect of Surface Roughness. *Photomed Laser Surg*. 2018;36(12):660-6.
66. Kooi TJ, Tan QZ, Yap AU, Guo W, Tay KJ, Soh MS. Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives. *Oper Dent*. 2012;37(6):665-71.
67. DA Silva MA, Vitti RP, Sinhoreti MA, Consani RL, Silva-Júnior JG, Tonholo J. Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites. *Dent Mater J*. 2016;35(4):621-6.
68. Nicholson JW, Aggarwal A, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. The rate of change of pH of lactic acid exposed to glass-ionomer dental cements. *Biomaterials*. 2000;21(19):1989-93.
69. Kaga M, Kakuda S, Ida Y, Toshima H, Hashimoto M, Endo K, Sano H. Inhibition of enamel demineralization by buffering effect of S-PRG filler-containing dental sealant. *Eur J Oral Sci*. 2014;122(1):78-83.

70. Garza-Bernal B, Elizondo-Elizondo J, Cruz-Fierro N, Capetillo-Hernandez GR, Torres-Capetillo EG, Akemi-Nakagoshi MA, Solis-Soto JM. Paediatric dentistry: Glass ionomer or giomer?. *Int J Appl Dent Sci*. 2021;7(3):72-76.
71. Alsaffar A, Tantbirojn D, Versluis A, Beiraghi S. Protective effect of pit and fissure sealants on demineralization of adjacent enamel. *Pediatr Dent*. 2011; 33:491–95.
72. Hicks Mj, Flaitz Cm, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation *in vitro*. *J Clin Pediatr Dent*. 2000; 24:215–19.
73. Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand. J. Dent. Res*. 1984; 9:257.
74. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater*. 1990;6(2):123-8.
75. Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater J*. 2009;28(3):362-7.
76. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J. Dent*. 1996;24: 1-2.
77. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriyama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 2019;38(3):403-10.

78. Ruengrungsom C, Burrow MF, Parashos P, Palamara JEA. Evaluation of F, Ca, and P release and microhardness of eleven ion-leaching restorative materials and the recharge efficacy using a new Ca/P containing fluoride varnish. *J Dent*. 2020; 102:103474.
79. Münchow EA, Ferreira AC, Machado RM, Ramos TS, Rodrigues-Junior SA, Zanchi CH. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. *Braz Dent J*. 2014;25(4):321-26.
80. Yap AU, Low JS, Ong LF. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent*. 2000;25(3):170-6.
81. Gao F, Matsuya S, Ohta M, Zhang J. Erosion process of light-cured and conventional glass ionomer cements in citrate buffer solution. *Dent Mater J*. 1997;16(2):170-9.
82. Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil*. 2001;28(11):1015-21.
83. Gnjato S. Addition to the methodology of research into permanent teeth hardness. *Arch. Biol. Sci*. 2010;62(3);739-46.

12. Anexos

Anexo I. Comprobante de plagio

01-Jul-2022 01:48PM 10478 palabras • 53 coincidencias • 27 fuentes Preguntas

iThenticate Efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y microdureza de Citas Incluidas 11%
Bibliografía excluida SIMILAR

POR LUZ ALEJANDRA HERNANDEZ MENDIETA

Efecto de un modelo desmineralizante en la rugosidad y microdureza de giomers

Tesis

Que para obtener el grado de Maestra en Ciencias Odontológicas

Presenta:
E.O.P. Luz Alejandra Hernández Mendieta

Directora de Tesis:
Dra. en O. Rosalía Contreras Bulnes

Codirector de Tesis:
Dra. en C. S. Laura Emma Rodríguez Vilchis
Dr. en O. Rogelio José Scougall Vilchis

Resumen de Coincidencias

1	Internet 237 palabras Copiado el 06-Dic-2020 ri.uaemex.mx	3%
2	Internet 97 palabras hdl.handle.net	1%
3	Internet 85 palabras Copiado el 02-May-2021 repositorio.uchile.cl	1%
4	Internet 69 palabras Copiado el 26-Ago-2021 www.dspace.uce.edu.ec	1%
5	Internet 49 palabras Copiado el 10-May-2021 rsdjournal.org	1%
	Internet 42 palabras	

PÁGINA 1 DE 53 Versión solo texto del ...

Anexo II. Registro de microdureza de selladores de fosas y fisuras Clinpro™, 3M, resina fluida Filtek™ Z350 XT Flow, 3M, resina Filtek™ Bulk Fill, 3M, giomer como sellador de fosas y fisuras BeautiSealant, Shofu Company, giomero fluido Beautifil Flow Plus, Shofu Company y giomer Beautifil II Shofu Company.

No. de muestra N= 12	Microdureza 0 Hv	No. de muestra N= 12	Microdureza final Hv
1.1		1.1	
1.2		1.2	
1.3		1.3	
1.4		1.4	
1.5		1.5	
2.1		2.1	
2.2		2.2	
2.3		2.3	
2.4		2.4	
2.5		2.5	
3.1		3.1	
3.2		3.2	
3.3		3.3	
3.4		3.4	
3.5		3.5	
4.1		4.1	
4.2		4.2	
4.3		4.3	
4.4		4.4	
4.5		4.5	
5.1		5.1	
5.2		5.2	
5.3		5.3	
5.4		5.4	
5.5		5.5	
6.1		6.1	
6.2		6.2	
6.3		6.3	
6.4		6.4	

6.5		6.4	
6.5		6.5	
7.1		7.1	
7.2		7.2	
7.3		7.3	
7.4		7.4	
7.5		7.5	
8.1		8.1	
8.2		8.2	
8.3		8.2	
8.4		8.4	
8.5		8.5	
9.1		9.1	
9.2		9.2	
9.3		9.3	
9.4		9.4	
9.5		9.5	
10.1		10.1	
10.2		10.2	
10.3		10.3	
10.4		10.4	
10.5		10.5	
11.1		11.1	
11.2		11.2	
11.3		11.3	
11.4		11.4	
11.5		11.5	
12.1		12.1	
12.2		12.2	
12.3		12.3	
12.4		12.4	
12.5		12.5	

Anexo III. Registro de rugosidad selladores de fosas y fisuras Clinpro™, 3M, resina fluida Filtek™ Z350 XT Flow, 3M, resina Filtek™ Bulk Fill, 3M, giomer como sellador de fosas y fisuras BeautiSealant, Shofu Company, giomer fluido Beautifil Flow Plus, Shofu Company y giomer Beautifil II Shofu Company.

No. Muestra	Rugosidad 0		No. Muestra	Rugosidad 1	
(n=12)	Ra (μm)	Rz (μm)	(n=12)	Ra (μm)	Rz (μm)
1.1			1.1		
1.2			1.2		
1.3			1.3		
2.1			2.1		
2.2			2.2		
2.3			2.3		
3.1			3.1		
3.2			3.2		
3.3			3.3		
4.1			4.1		
4.2			4.2		
4.3			4.3		
5.1			5.1		
5.2			5.2		
5.3			5.3		
6.1			6.1		
6.2			6.2		
6.3			6.3		
7.1			7.1		
7.2			7.2		
7.3			7.3		
8.1			8.1		
8.2			8.2		
8.3			8.3		
9.1			9.1		
9.2			9.2		
9.3			9.3		
10.1			10.1		
10.2			10.2		
10.3			10.3		
11.1			11.1		
11.2			11.2		
11.3			11.3		
12.1			12.1		
12.2			12.2		
12.3			12.3		