

Artículo original

Efecto de suplementos proteicos sobre la rugosidad superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas: estudio *in vitro*

Effect of protein supplements on the surface roughness of three nanohybrid composite resins: in vitro study

Anais Sofia Valdez-Valera¹ <https://orcid.org/0000-0001-7060-983X>

Cesar Enrique Ponte-Anancusi¹ <https://orcid.org/0000-0002-5111-3588>

Martín Andrés Chávez-Méndez^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-2643-1143>

Guillermo Cano-Verdugo² <https://orcid.org/0000-0002-4905-1939>

¹Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias de la Vida y Salud, Carrera de Estomatología. Lima, Perú

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición. Monterrey. Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: mchavezme@cientifica.edu.pe

RESUMEN

Introducción: los suplementos proteicos son de naturaleza viscosa, pH ácido y representan un gran riesgo potencial en la rugosidad superficial de las resinas compuestas.

Objetivo: comparar el efecto en la rugosidad superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas después de la inmersión en suplementos proteicos en un estudio *in vitro*.

Métodos: se elaboró 180 discos (6 mm x 2 mm) de resina Filtek Z250XT, Tetric N-Ceram y Forma Zirconia. Cada resina se distribuyó en tres grupos (n = 20) según el

medio de inmersión: saliva artificial (control), suplemento de suero lácteo (pH 6,4) y suplemento vegetal (pH 5,9). Las muestras se sumergieron una hora diaria durante 21 días. La rugosidad superficial (R_a , μm) se midió con un rugosímetro al inicio y a los 7, 14 y 21 días. Se aplicó pruebas de ANOVA de medidas repetidas y análisis post hoc ($p < 0,05$).

Resultados: con el paso del tiempo, en las tres resinas se observó aumentos significativos en la rugosidad superficial ($p < 0,001$). A los 21 días, el suplemento de suero generó mayor rugosidad: Filtek Z250XT ($0,57 \mu\text{m}$), Tetric N-Ceram ($0,58 \mu\text{m}$) y Forma Zirconia ($0,67 \mu\text{m}$). La rugosidad más alta ($0,69 \mu\text{m}$) se registró en Forma Zirconia con suplemento vegetal. La saliva artificial mostró mínimas alteraciones.

Conclusiones: la exposición diaria a suplementos proteicos incrementa la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanohíbridas. El suplemento de suero fue el más agresivo, y Forma Zirconia la más afectada. El pH ácido parece influir en el deterioro superficial, por lo que se recomienda evitar el contacto prolongado con restauraciones dentales.

Palabras clave: resina compuesta; rugosidad de la superficie, suplementos nutricionales.

ABSTRACT

Introduction: protein supplements are viscous and acidic in nature, posing a potential risk for increasing the surface roughness of composite resins.

Objective: to compare the effect of immersion in protein supplements on the surface roughness of three nanohybrid composite resins in an in-vitro study.

Methods: one hundred eighty discs (6 mm x 2 mm) were fabricated from Filtek Z250XT, Tetric N-Ceram, and Forma Zirconia resins. Each resin was divided into three groups ($n = 20$) according to the immersion medium: artificial saliva (control),

whey-based supplement (pH 6,4), and plant-based supplement (pH 5,9). Specimens were immersed for one hour daily over 21 days. Surface roughness (Ra, μm) was measured with a profilometer at baseline and after 7, 14, and 21 days. Repeated-measures ANOVA and post-hoc tests were applied ($p < 0,05$).

Results: surface roughness increased significantly over time in all three resins ($p < 0,001$). At 21 days, the whey-based supplement produced the highest roughness values in Filtek Z250XT (0,57 μm), Tetric N-Ceram (0,58 μm), and Forma Zirconia (0,67 μm). The greatest overall roughness (0,69 μm) was observed in Forma Zirconia immersed in the plant-based supplement. Minimal changes were recorded in the artificial saliva control.

Conclusions: daily exposure to protein supplements increases the surface roughness of nanohybrid composite resins. The whey-based supplement was the most aggressive medium, and Forma Zirconia was the most affected resin. The acidic pH and high viscosity of the supplements appear to contribute to surface degradation, suggesting that prolonged contact with composite restorations should be avoided.

Keywords: composite resin; Surface roughness; Nutritional supplements.

Recibido: 04/06/2025

Aceptado: 04/11/2025

Introducción

En odontología restauradora, las resinas compuestas han evolucionado para optimizar sus propiedades estéticas, mecánicas y funcionales,^(1,2,3,4) y están compuestas por matriz orgánica e inorgánica que proporcionan resistencia y

estabilidad.^(3,4,5,6,7) La incorporación de la nanotecnología ha dado lugar a las resinas compuestas nanohíbridas (RCN), las cuales combinan partículas submicrónicas (0,5-1 μm) con rellenos prepolimerizados menores a 100 nm, lo cual permite lograr un equilibrio entre estética y resistencia.^(8,9,10)

A pesar de sus ventajas clínicas, las RCN pueden verse afectadas por factores extrínsecos que comprometen su integridad superficial. Entre ellos, la rugosidad superficial (RS), la cual se considera un parámetro clave, que influye en la acumulación de biofilm, inflamación gingival, caries recurrente, pérdida del brillo y disminución de la vida útil de la restauración.^(5,6,7,11,12,13,14,15,16) Aunque un adecuado protocolo de acabado y pulido permite mejorar la textura de la superficie restaurada, esta puede alterarse posteriormente por el contacto con bebidas o sustancias ácidas presentes en la dieta.^(15,17)

Entre los hábitos dietéticos actuales, destaca el consumo creciente de suplementos proteicos (SP), especialmente en poblaciones jóvenes y en deportistas. Estos productos pueden tener un pH ácido, lo que favorece su permanencia en la cavidad oral, particularmente tras el ejercicio, cuando el flujo salival se reduce y disminuye la capacidad amortiguadora del medio oral.^(18,19,20,21) Esta combinación puede generar un entorno propicio para la erosión y el deterioro de las restauraciones dentales.

Los SP, tanto de origen animal (como el suero de leche, la caseína y la ovoalbúmina) como vegetal (legumbres y cereales), varían en su composición y acidez. Su consumo frecuente plantea una inquietud clínica válida, pues podrían acelerar el desgaste superficial de materiales restaurativos como las RCN.^(20,21,22,23,24,25) En este contexto, y ante el creciente consumo de SP en pacientes que buscan atención odontológica con intenciones restaurativas estéticas y resistentes, resulta necesario evaluar el efecto *in vitro* que pudiera tener

el consumo de SP en la longevidad de las restauraciones con resinas compuestas nanohíbridas.

El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto *in vitro* de los suplementos proteicos sobre la rugosidad superficial de tres resinas compuestas nanohíbridas.

Métodos

Se utilizó un diseño de estudio *in vitro*, y el tamaño muestral se calculó mediante el programa G*Power 3.1.9.7, a partir de un estudio piloto. Se empleó el análisis estadístico de ANOVA de medidas repetidas dentro de los factores, y se consideró cuatro mediciones por sujeto (0, 7, 14 y 21 días), un tamaño del efecto medio ($f = 0,25$), un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, una potencia estadística $(1-\beta) = 0,80$, y una correlación entre medidas repetidas de $r = 0,5$, con corrección de esfericidad no asumida. Con base en estos parámetros, se determinó un tamaño mínimo de muestra de 162 discos. Finalmente, se utilizó 180 discos para garantizar la robustez del análisis.

Se empleó discos de resina compuesta (6 mm de espesor y 2 mm de diámetro) nanohíbrida color A2 confeccionados en moldes de acero inoxidable, y se siguió la norma ISO 4049, con incrementos de 2 mm fotopolimerizados: el primero y último por 40 s y los intermedios por 20 s. La fotopolimerización se realizó con lámpara Elipar DeepCure-L (3M ESPE, EE. UU.; 1451,2 mW/cm²), verificada con radiómetro (VABIRA, China), a 0,6 mm de distancia. Se utilizó una matriz de celuloide y un portaobjetos de vidrio para eliminar excesos, y glicerina líquida aplicada con pincel (pelo de marta No. 0) para inhibir la capa de oxígeno. La superficie inferior se marcó para asegurar que solo se midiera la superior.

Las muestras fueron almacenadas en agua destilada por 24 h, luego pulidas con discos Sof-Lex (3M ESPE®) de granulación gruesa a superfina bajo agua corriente

y conservadas en frascos ámbar con 20 ml de agua destilada a temperatura ambiente. Se excluyó las muestras con fisuras, burbujas, bordes irregulares o mediciones atípicas de rugosidad.

Las marcas comerciales utilizadas fueron Filtek Z250XT (3M ESPE®), Forma Zirconia (Ultradent®) y Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent®) para asegurar la homogeneidad en el tipo de resina y permitir la comparación entre fabricantes (fig. 1) (tabla 1).

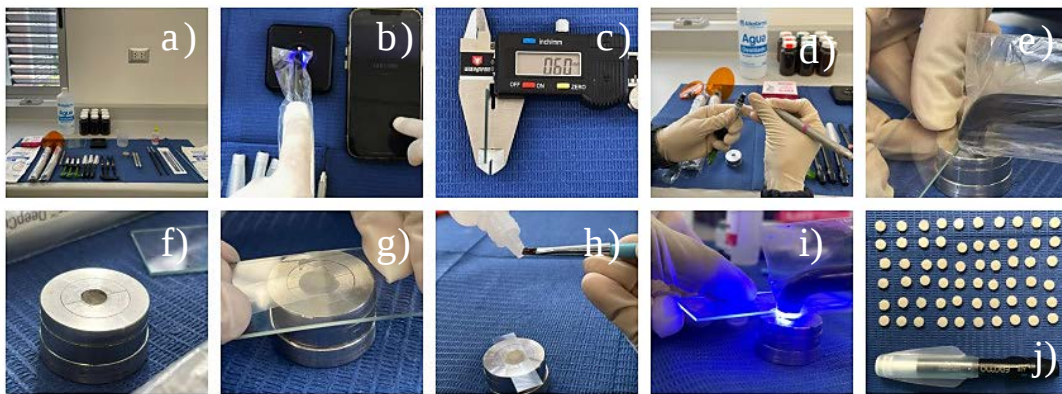


Fig. 1- Proceso de elaboración de los discos de resina: a) materiales empleados en el estudio; b) verificación de luz con radiómetro; c) medición del grosor de los discos de resina; d) colocación de resina en el disco preformado; e) fotocurado de los discos de resina; f) moldes de acero inoxidable utilizados; g) portaobjetos de vidrio empleado para eliminar excesos; h) aplicación de glicerina líquida; i) fotocurado de los discos; j) total de discos de resina conformados.

Tabla 1 - Composición y fabricante de los materiales utilizados en el experimento

Material		Composición	Fabricante	Lote
Suplementos proteicos	Whey Protein	Proteínas de suero (93 % leche), aislado de proteína de suero hidrolizado, emulgente (lecitina de soja), cacao magro en polvo, aromas, cloruro de sodio, espesante (goma	Optimum Nutrition®	3334

		xantana), edulcorantes (sucralosa, acesulfamo).		
	Supra Protein	Tarwi, cañihua, proteína de arveja, harina de lúcumá*, L-glutamina, cisteína, goma xanthan, canela, mix de vitaminas (A-B1-B2-B3-B6-B9-B12-C-D-E-K), hierro, calcio, magnesio, zinc y stevia.	Ecoland®	0822
	Saliva artificial	NaCl (0,084 g), KCl (0,120 g), CaCl ₂ ·2H ₂ O (0,015 g), MgCl ₂ ·6H ₂ O (0,005 g), carboximetilcelulosa de sodio (0,375 g), propilenglicol (4 g), metilparabeno (0,1 g), propilparabeno (0,01 g) y agua purificada (100 ml).	Salival® Lusa Laboratorios	2081683
Resinas nanohíbridas	Filtek Z250XT	Bis-GMA, UDMA y Bis-EMA. Partículas de zirconia/sílice entre los 0,01 a 3,5 micrones. La carga del relleno es de 60 % por volumen.	Espe 3M®	10238336
	Tetric N-Ceram	Dimetacrilatos (19-20 %), vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxido mixto y copolímeros (80-81 %), aditivos catalizadores, estabilizadores y pigmento (< 1 %). Carga inorgánica 55 a 57 %. Tamaño de partículas entre 40 nm y 3000 nm.	Ivoclar Vivadent®	Z05H72
	Forma Zirconia	Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA y UDMA. Carga de relleno en 64,8 %. Nanopartículas en rango de 5 a 50 nm.	ULTRADent®	DOM24

Selección y preparación de los suplementos proteicos

Se seleccionó dos tipos de suplementos proteicos de uso común para mejorar el rendimiento físico y el desarrollo muscular, pero con diferente origen y composición: proteína de suero de leche (Gold Standard 100 % Whey Protein, Optimum Nutrition®) y proteína vegetal (Supra Protein, Ecoland®). Como grupo control, se utilizó saliva artificial. Las muestras fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos de exposición: saliva artificial, proteína de suero y proteína vegetal (fig. 2).

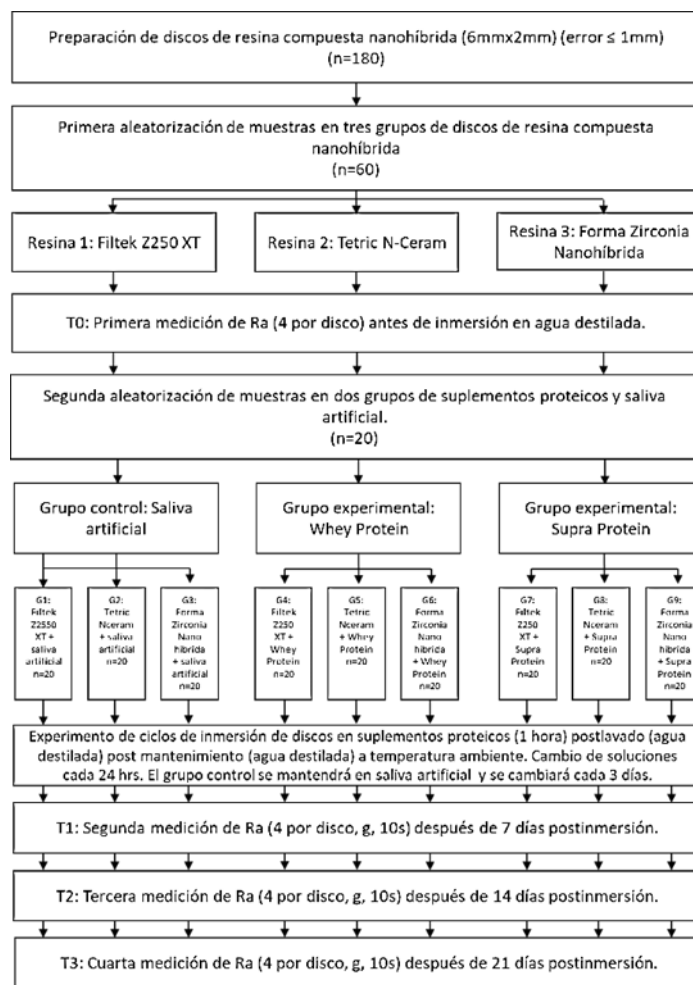


Fig. 2- Diagrama de flujo del experimento en resinas compuestas nanohíbridas.

T: número de medición, n: muestra, G: grupo, s: segundos.

Un *scoop* de 30 gramos de suplemento proteico (SP) fue disuelto en 300 ml de agua de grifo hasta obtener mezcla homogénea. Se midió el pH diez veces y se calculó el promedio para cada solución: 7 pH para saliva artificial (SALIVAL, LUSA®), 6,4 pH para Gold Standard Whey Protein (Optimum Nutrition®) y 5,9 pH Supra Protein (Ecoland®). El pH-metro digital (HANNA Instruments®, modelo HI 2211) fue calibrado al inicio del estudio.

Grupos de estudio e inmersión en el medio

Se organizó las muestras por tipo de resina y solución de inmersión; al final, se obtuvo nueve grupos de 20 discos cada uno. Correspondió a las resinas evaluadas

Filtek Z250XT (3M ESPE®), Forma Zirconia (Ultradent®) y Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent®) en los tres medios elegidos: Gold Standard 100 % Whey Protein, Optimum Nutrition®, proteína vegetal Supra Protein, Ecoland® y saliva artificial. Los discos fueron sometidos a ciclos de inmersión de 1 h diaria durante 21 días, para un total de 21 h. El resto del tiempo permanecieron en agua destilada a temperatura ambiente en frascos ámbar.

Determinación de la rugosidad superficial

Se tomó valores de rugosidad superficial antes y después de la inmersión. El tiempo total de exposición fue de 1080 horas para simular, aproximadamente, tres años de uso real, con base en los parámetros establecidos por Santin.⁽²⁵⁾

Antes de cada medición, se enjuagó las muestras con agua destilada durante 10 segundos y se las secó con papel filtro. La rugosidad superficial (R_a , μm) fue evaluada con un rugosímetro HUATEC SRT-6200, cuya punta recorrió la superficie en línea recta, perpendicular al eje de pulido. Cada muestra se midió cuatro veces y se promedió el valor. Se realizó las evaluaciones en cuatro tiempos: basal (antes de inmersión), y a los 7, 14 y 21 días.

Análisis estadístico

Debido a que los datos presentaron distribución normal, se aplicó un ANOVA mixto de medidas repetidas, y se consideró el tiempo de inmersión (0, 7, 14 y 21 días) como factor intra-caso; en cambio, se consideró el tipo de resina (Filtek Z250 XT, Forma Zirconia y Tetric N-Ceram) y la solución de inmersión (saliva artificial, Whey Protein y Supra Protein) como factores inter-caso. El nivel de significancia se estableció en $p < 0,05$ y los datos fueron procesados con SPSS v27.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad Científica del Sur (No. PRE-8-2024-00217).

En acuerdo con la Declaración de Helsinki⁽²⁶⁾ y las normativas de nuestra institución, se contó con aprobación ética del Comité de Investigación de la Universidad Científica del Sur.

Resultados

Los resultados revelaron cambios estadísticamente significativos en la rugosidad superficial de todas las resinas nanohíbridas tras la inmersión diaria durante 21 días en suplementos proteicos ($p < 0,001$), lo cual demostró que los valores de rugosidad aumentaron progresivamente con el tiempo de exposición.

La resina Forma Zirconia presentó los mayores valores finales de rugosidad, especialmente en el grupo expuesto a Supra Protein ($0,69 \pm 0,26 \mu\text{m}$ a los 21 días), seguida de Whey Protein ($0,67 \pm 0,20 \mu\text{m}$). En comparación, la saliva artificial no provocó cambios significativos en esta resina ($p = 0,655$). Para Tetric N Ceram, la rugosidad aumentó de forma significativa a los 21 días en los grupos con proteínas (Whey: $0,58 \pm 0,19 \mu\text{m}$; Supra: $0,62 \pm 0,21 \mu\text{m}$) frente al control ($0,40 \pm 0,22 \mu\text{m}$; $p = 0,003$). En Z250 XT, el mayor incremento también se registró con Whey Protein (de $0,42 \pm 0,22$ a $0,57 \pm 0,22 \mu\text{m}$), seguido por Supra Protein (hasta $0,49 \pm 0,26 \mu\text{m}$), mientras que la saliva artificial generó solo cambios leves ($p = 0,002$).

Los análisis intergrupo mostraron que, a los 21 días, Forma Zirconia expuesta a Supra Protein tuvo una rugosidad significativamente mayor que Z250 XT en el mismo medio ($p = 0,038$), indicativo de una mayor susceptibilidad al medio ácido y a la absorción de agua (tabla 2) (fig. 3).

Tabla 2- Comparación de la rugosidad superficial (Ra, μm ; media $\pm$ DE) de las resinas, según el tiempo y sustancia de inmersión

		Tiempo de Inmersión				
Resina	Sustancia	Pre-inmersión X $\pm$ DE	7 días X $\pm$ DE	14 días X $\pm$ DE	21 días X $\pm$ DE	P
Z250 XT	Saliva artificial	0,35 $\pm$ 0,13 a	0,35 $\pm$ 0,13 a	0,39 $\pm$ 0,14 b	0,37 $\pm$ 0,13 ab	0,002*
	Whey Protein	0,42 $\pm$ 0,22 a	0,52 $\pm$ 0,23 b	0,54 $\pm$ 0,22 bc	0,57 $\pm$ 0,22 c	< 0,001*
	Supra Protein	0,25 $\pm$ 0,21 a	0,34 $\pm$ 0,22 b	0,36 $\pm$ 0,22 c	0,49 $\pm$ 0,26 d	< 0,001**
Tetric N Ceram	Saliva artificial	0,38 $\pm$ 0,23 a	0,39 $\pm$ 0,21 ab	0,41 $\pm$ 0,22 b	0,40 $\pm$ 0,22 ab	0,019*
	Whey Protein	0,37 $\pm$ 0,19 a	0,49 $\pm$ 0,18 b	0,52 $\pm$ 0,18 bc	0,58 $\pm$ 0,19 c	0,001*
	Supra Protein	0,32 $\pm$ 0,25 a	0,42 $\pm$ 0,25 b	0,45 $\pm$ 0,24 b	0,62 $\pm$ 0,21 c	< 0,001*
Forma Zirconi a	Saliva artificial	0,42 $\pm$ 0,17 a	0,43 $\pm$ 0,16 a	0,42 $\pm$ 0,16 a	0,42 $\pm$ 0,16 a	0,655**
	Whey Protein	0,48 $\pm$ 0,19 a	0,55 $\pm$ 0,19 b	0,58 $\pm$ 0,20 b	0,67 $\pm$ 0,20 c	< 0,001*
	Supra Protein	0,41 $\pm$ 0,27 a	0,47 $\pm$ 0,26 b	0,55 $\pm$ 0,26 c	0,69 $\pm$ 0,26 d	< 0,001*

Nota: Prueba ANOVA de medidas repetidas; comparaciones *post hoc* Bonferroni. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Ra: rugosidad media aritmética, μm : micrómetros, X: media, DE: desviación estándar, p : valor de significancia.

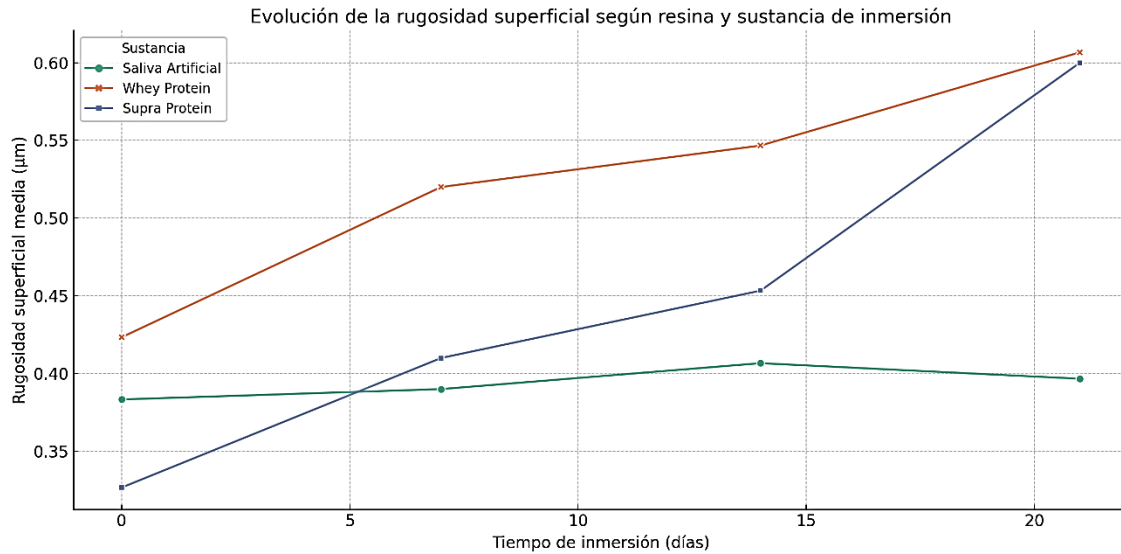


Fig. 3- Rugosidad superficial de resinas según tiempo y sustancia de inmersión.

μm: micrómetros

Discusión

En el presente estudio se observó incrementos estadísticamente significativos en la rugosidad superficial de las resinas compuestas tras la exposición de 1 h diaria a batidos proteicos durante un periodo de veintiún días ($p < 0,05$); la única excepción fue la resina Forma Zirconia inmersa en saliva artificial ($p = 0,655$), que no mostró cambios relevantes. Los mayores valores de rugosidad se registraron en los grupos expuestos a Whey Protein y Supra Protein, mientras que el grupo control (saliva artificial) presentó los valores más bajos.

Entre los tres medios probados, el valor de la rugosidad superficial fue máximo en las muestras inmersas en Whey Protein, seguida por Supra Protein. El menor valor de RS se obtuvo en el grupo control (saliva artificial), lo cual se puede deber al pH de los suplementos proteicos. El batido de Whey Protein es un suplemento alimenticio con un pH bajo de 6,4 y el batido de Supra Protein tiene un pH de 5,9; ambos se consideran ácidos. Se ha estudiado el pH bajo en alimentos y bebidas en trabajos como los de Yap⁽²⁷⁾ y Wu y otros;⁽²⁸⁾ induce un mayor efecto en las

propiedades estéticas y físicas al promover el ablandamiento y la degradación de la matriz de resina y la lixiviación de las partículas del relleno del material restaurador y, por consiguiente, el aumento de la rugosidad superficial.^(2,7,8) Aunque el pH de los suplementos mencionados es casi 7, están compuestos de agua, la cual, según *Sideridou* y otros,⁽²⁹⁾ puede degradar los materiales restauradores. Cuando los materiales restauradores absorben agua, los agentes de acoplamiento provocan la hidrólisis y la pérdida del enlace entre las partículas de relleno y la matriz de resina.^(2,3,7,8,14) Estas dos últimas se desprenden de la superficie exterior del material y causan aspereza y efectos indeseables en la superficie de las restauraciones, compuestas por varios constituyentes de alimentos y bebidas, lo cual fue demostrado en los estudios de *Peutzfeldt*⁽²⁹⁾ y *Munksgaard* y otros.⁽³⁰⁾ En el estudio de *Santin* y otros,⁽²⁵⁾ se evaluó la rugosidad superficial de las resinas compuestas de las marcas Espe 3M e Ivoclar Vivadent sumergidas en proteína de suero y maltodextrina durante un periodo de 22,5 días; presentó mayor rugosidad la resina Empress Direct (Ivoclar Vivadent), seguida por la Filtek Z350 (Espe 3M). Sus valores fueron similares a los de este estudio, en el cual la mayor rugosidad se observó en la resina Forma Zirconia (Ultradent), seguida de Filtek Z250 XT (3M) y, finalmente, la Tetric N Ceram (Ivoclar). Los resultados concuerdan con los estudios de *Santin*⁽²⁵⁾ y *Erdemir* y otros,⁽³¹⁾ quienes afirman que la acidez de las bebidas puede disolver la matriz orgánica y aumentar la absorción de tintes que tiñen las restauraciones de composite y perjudican su longevidad. No obstante, en este estudio no se apreció cambios de color, lo que representa una posible línea de investigación futura.

Por otro lado, éste estudio, a diferencia de *Camilotti* y otros,⁽³⁾ presentó medidas iniciales mayores a $0,2\mu\text{m}$, lo cual se puede deber a que los discos fueron sumergidos en agua destilada. Este hallazgo es de relevancia clínica, pues valores de rugosidad superficial superiores a $0,2\mu\text{m}$ han sido asociados con un aumento

en la retención de placa bacteriana, lo cual facilita la formación de biopelículas dentales sobre restauraciones. Estas biopelículas pueden contribuir al desarrollo de caries secundarias, inflamación gingival y enfermedades periodontales.^(8,14) Por tanto, el hecho de que los valores obtenidos en este estudio hayan superado este umbral sugiere una potencial implicación clínica en la durabilidad y biocompatibilidad de las restauraciones expuestas a suplementos proteicos.

Una de las principales limitaciones del presente estudio radica en su naturaleza *in vitro*, lo cual impide replicar de forma exacta las condiciones dinámicas del ambiente oral, como las fluctuaciones de temperatura, pH, flujo salival y actividad masticatoria. El uso de agua destilada como medio de almacenamiento entre las inmersiones puede no representar con precisión la composición de la saliva humana real, que incluye proteínas, enzimas y otros elementos orgánicos. Otra limitación es que no se evaluó variables complementarias, como la pérdida de masa, el cambio de color o la microdureza, que podrían ofrecer una visión más integral del deterioro del material restaurativo.

Entre las fortalezas del estudio se encuentra el diseño metodológico riguroso, incluido un tamaño muestral adecuado (calculado mediante análisis estadístico previo), la estandarización de las condiciones experimentales y la utilización de tres resinas compuestas nanohíbridas de reconocidas marcas comerciales. Además, el modelo de exposición diario de 1 hora durante 21 días, basado en la literatura, permitió simular un consumo prolongado y clínicamente relevante de suplementos proteicos. Además, se simuló las condiciones clínicas en la boca que se muestra distinta por temperatura, cantidad y pH salival. Esto fue una ventaja y los resultados demostraron una clara correlación entre la rugosidad superficial y la inmersión en suplementos proteicos. La inclusión de un grupo control (saliva artificial) también permitió comparar los efectos de los suplementos respecto a una condición neutra.

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar estudios *in vivo* que contemplen la interacción compleja entre factores mecánicos, químicos y biológicos propios de la cavidad oral. Sería relevante incorporar el análisis de otras propiedades físico-mecánicas de las resinas, como la microdureza, el desgaste volumétrico y la resistencia a la fractura. También se sugiere explorar el efecto de otros tipos de suplementos nutricionales, con diferentes pH y composición, así como el impacto del cepillado dental y de agentes remineralizantes sobre la superficie restaurada tras la exposición a estas sustancias.

A modo de conclusión, se puede afirmar que la exposición diaria a suplementos proteicos, particularmente al suplemento vegetal Supra Protein, incrementa significativamente la rugosidad superficial de las resinas compuestas nanohíbridas. La resina Forma Zirconia presentó los mayores valores finales de rugosidad, seguida de Tetric N Ceram y Z250 XT. Estos hallazgos sugieren que los suplementos con pH más ácido y base vegetal generan un mayor deterioro superficial, lo que podría comprometer la longevidad clínica de las restauraciones expuestas de forma repetida a este tipo de productos.

Los datos que respaldan los resultados de este estudio se encuentran disponibles en el Repositorio Académico de la Universidad Científica del Sur, en el apartado Tesis de Licenciatura de la Facultad Ciencias de la Salud (Estomatología), bajo el identificador DOI: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/TPFSU>.

Referencias bibliográficas

1. Babaier R, Watts D, Silikas N. Effects of three Food-Simulating Liquids on the Roughness and Hardness of CAD/CAM Polymer Composites. Dent Mater. 2022 May;38(5):874-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.04.001>

2. Chowdhury D, Mazumdar P, Desai P, Datta P. Comparative Evaluation of Surface Roughness and Color Stability of Nanohybrid Composite Resin after Periodic Exposure To Tea, Coffee, and Coca-Cola - an *in vitro* Profilometric and Image Analysis Study. J Conserv Dent. 2020;23(4):395-401. DOI: https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_401_20
3. Camilotti V, Mendonça M, Dobrovolski M, Detogni A, Ambrosano G, De Goes M. Impact of Dietary Acids on The Surface Roughness and Morphology of Composite Resins. J Oral Sci. 2020;63(1):18-21. DOI: <https://doi.org/10.2334/josnurd.19-0518>
4. Tărăboanță I, Stoleriu S, Gurlui S, Nica I, Tărăboanță-Gamen A, Iovan A, et al. The Influence of Abrasive and Acidic Aggressions on The Surface Condition of Flowable Composite Resin. Materials (Basel). 2022;15(3):1000. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma15031000>
5. Özduman Z, Kazak M, Fildisi M, Özlen R, Dalkilic E, Donmez N. Effect of Polymerization Time and Home Bleaching Agent on The Microhardness and Surface Roughness of Bulk-Fill Composites: A Scanning Electron Microscopy Study. Scanning. 2019;2019:2307305. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/2307305>
6. Lin G, Ghani N, Ismail N, Singbal K, Noorani T, Mamat N. New Experimental Zirconia-Reinforced Rice Husk Nanohybrid Composite and The Outcome of Its Surface Roughness and Microhardness in Comparison with Commercialized Nanofilled and Microhybrid Composite Resins. Contemp Clin Dent. 2021;12(1):21-27. DOI: https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_298_20
7. Kumari C, Bhat K, Bansal R, Singh N, Anupama A, Lavanya T. Evaluation of Surface Roughness and Hardness of Newer Nanoposterior Composite Resins after Immersion in Food-Simulating Liquids. Contemp Clin Dent. 2019;10(2):289-93. DOI: https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_535_18

8. Aydın N, Topçu F, Karaoğlanoğlu S, Oktay E, Erdemir U. Effect of Finishing and Polishing Systems on The Surface Roughness and Color Change of Composite Resins. J Clin Exp Dent. 2021;13(5):e446-54. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.58011>
9. Savic-Stankovic T, Karadzic B, Komlenic V, Stasic J, Petrovic V, Ilic J, *et al.* Effects of Whitening Gels on Color and Surface Properties of a Microhybrid and Nanohybrid Composite. Dent Mater J. 2021;40(6):1380-7. DOI: <https://doi.org/10.4012/dmj.2021-030>
10. Navimipour E, Ajami A, Oskoe S, Kahnrou M, Bahari M, Ebrahimi M, *et al.* Surface Roughness of Different Composite Resins After Application Of 15 % Carbamide Peroxide and Brushing with Toothpaste: An *In Vitro* Study. Front Dent. 2019;16(1):55-61. DOI: <https://doi.org/10.18502/fid.v16i1.1109>
11. Naser-Alavi F, Salari A, Moein N, Talebzadeh A. Effect of Oral Irrigation Device and Its Solution Type on The Surface Roughness and Topography of Bulk-Fill Composite Resins. J Clin Exp Dent. 2022;14(2):e123-30. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.59004>
12. Tărăboanță I, Buhățel D, Brînză C, Andrian S, Nica I, Tărăboanță-Gamen A, *et al.* Evaluation of The Surface Roughness of Bulk-Fill Composite Resins after Submission to Acidic and Abrasive Aggressions. Biomedicines. 2022;10(5):1008. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicines10051008>
13. Alharbi M, Farah R. Effect of Water-Jet Flossing on Surface Roughness and Color Stability of Dental Resin-Based Composites. J Clin Exp Dent. 2020;12(2):e169-77. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.56153>
14. Abdelmegid F, Salama F, Al-Jameel M, Al-Rasheed T, El-Sharawy M. Effects of Fruit Drinks on Surface Roughness of Two Esthetic Restorative Materials. Stomatologija. 2019;21(2):47-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32108656/>

15. Silva J, Coelho A, Paula A, Amaro I, Saraiva J, Ferreira M, *et al.* The Influence of Irrigation During the Finishing and Polishing of Composite Resin Restorations-A Systematic Review of *In Vitro* Studies. *Materials* (Basel). 2021;14(7):1675. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14071675>
16. Wheeler J, Deb S, Millar B. Evaluation of The Effects of Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Dental Composite Resin. *Br Dent J.* 2020;228(7):527-32. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1370-8>
17. Jaramillo-Cartagena R, López-Galeano E, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez A. Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. *Dent J* (Basel). 2021;9(8):95. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj9080095>
18. Valian A, Ansari Z, Rezaie M, Askian R. Composite Surface Roughness and Color Change Following Airflow Usage. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):398. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01745-3>
19. Kaur N, Nikhil V. Do whey Protein Beverages Affect the Microhardness of Composites? A Laboratory Study. *J Conserv Dent.* 2022;25(1):72-7. DOI: https://doi.org/10.4103/Jcd.Jcd_140_21
20. Kårlund A, Gómez-Gallego C, Turpeinen A, Palo-Oja O, El-Nezami H, Kolehmainen M. Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sportspeople? *Nutrients.* 2019;11(4):829. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11040829>
21. Baltazar-Martins G, Brito de Souza D, Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, Plata M, Del Coso J. Prevalence and Patterns of Dietary Supplement Use in Elite Spanish Athletes. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019;16(1):30. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0296-5>
22. Zare R, Devrim-Lanpir A, Guazzotti S, Ali Redha A, Prokopidis K, Spadaccini D, *et al.* Effect of soy protein supplementation on muscle adaptations, metabolic and

antioxidant status, hormonal response, and exercise performance of active individuals and athletes: A systematic review of randomised controlled trials.

Sports Med. 2023;53(12):2417-46. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01899-w>

23. Zhubi-Bakija F, Bajraktari G, Bytyçi I, Mikhailidis D, Henein M, Latkovskis G, *et al.* The impact of type of dietary protein, animal versus vegetable, in modifying cardiometabolic risk factors: A position paper from the International Lipid Expert Panel (ILEP). Clin Nutr. 2021;40(1):255-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.05.017>

24. González-Weller D, Paz-Montelongo S, Bethencourt-Barbuzano E, Niebla-Canelo D, Alejandro-Vega S, Gutiérrez ÁJ, *et al.* Proteins and Minerals in whey Protein Supplements. Foods. 2023;12(11):2238. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112238>

25. Santin D, Naufel F, Mondelli R, Piccolotto A, Schmitt V. Effect of sports drinks on the surface properties of composite resins after prolonged exposure - *in vitro* study. Braz J Oral Sci. 2019 [acceso 21/02/225];18:e191651. Disponible en: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/bjos/article/view/8657269>

26. Médica Mundial A. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. An Sist Sanit Navar. 2009;24(2):209-12. DOI: <https://doi.org/10.23938/ASSN.0522>

27 Yap A, Low J, Ong L. Effect of Food-Simulating Liquids On Surface Characteristics of Composite and Polyacid-Modified Composite Restoratives. Oper Dent. 2000 [acceso 21/02/225];25:170-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11203812/>

28. Wu W, Toth E, Moffa J, Ellison J. Subsurface Damage Layer of in Vivo Worn Dental Composite Restorations. J Dent Res. 1984;63:675-80. DOI: <https://10.1177/00220345840630051401>

29. Peutzfeldt A. Resin Composites in Dentistry: the Monomer Systems. Eur J Oral Sci. 1997;105:97-116. DOI: <https://10.1111/j.1600-0722.1997.tb00188.x>
30. Munksgaard E, Freund M. Enzymatic Hydrolysis of (Di) Methacrylates and Their Polymers. Scand J Dent Res. 1990;98:261-7. DOI: <https://10.1111/j.1600-0722.1990.tb00971.x>
31. Erdemir U, Yildiz E, Saygi G, Altay N, Eren M, Yucel T. Effects of Energy and Sports Drinks on Tooth Structures and Restorative Materials. World J Stomatol. 2016;5(1):1-7. DOI <https://10.5321/wjs.v5.i1.1>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Anais Sofia Valdez-Valera y Guillermo Cano-Verdugo.

Curación de datos: Anais Sofia Valdez-Valera.

Análisis formal: Cesar Enrique Ponte-Anancusi.

Adquisición de fondos: Guillermo Cano-Verdugo.

Investigación: Anais Sofia Valdez-Valera y Cesar Enrique Ponte-Anancusi.

Metodología: Cesar Enrique Ponte-Anancusi.

Administración del proyecto: Guillermo Cano-Verdugo.

Recursos: Martín Andrés Chávez-Méndez.

Software: Martín Andrés Chávez-Méndez.

Supervisión: Martín Andrés Chávez-Méndez y Guillermo Cano-Verdugo

Validación: Martín Andrés Chávez-Méndez

Visualización: Anais Sofia Valdez-Valera.

Redacción-borrador original: Anais Sofia Valdez-Valera.

Redacción-revisión y edición: Anais Sofia Valdez-Valera y Guillermo Cano-Verdugo.