Posgrado CÁTEDRA VILLARREAL

Microdureza superficial de una resina compuesta fotopolimerizada termoplastificada a diferentes temperaturas: in vitro

Surface microhardness of a thermoplasticized light-cured composite resin at different temperatures: in vitro

Recibido: 24 de octubre de 2024 | Revisado: 17 de mayo de 2025 | Aceptado: 10 de junio de 2025

Gilmer Solís Condor[1]

1 Escuela Universitaria de Posgrado – UNFV. Lima, Perú
Correo: gilmersol30@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7749-4817

https://doi.org/10.62428/rcvp2025411988

Abstract

The objective was to analyze the surface microhardness of a light-cured composite resin thermoplasticized at different temperatures in a high-altitude city. This was an in vitro experimental study using the nanofilled composite Filtek Z350XT (3M-ESPE), with a total of 40 specimens divided into 4 groups of 10 each. An AR Heater heating device was used. The device operated for 30 minutes to reach the planned temperatures of 40°C, 50°C, and 70°C; the resin syringe tube was placed in the device for 20 minutes to reach the programmed temperature. The syringe was then removed and the resin was immediately applied in a single increment into a custom-made mold. The samples were light-cured for 10 seconds using the Bluephase N lamp from Ivoclar-Vivadent, with a light intensity of 1200 mW/cm². It was found that Group 4 (70°C) showed statistically significant differences compared to Group 1, which was polymerized at room temperature (13°C), and also showed a significant difference compared to Group 2 (40°C). However, no significant difference was observed when compared to Group 3, which had been thermoplasticized at 50°C. The specimens thermoplasticized at 70°C (60.77 ± 5.65) exhibited significantly higher surface microhardness than those in Group 1 (53.09 ± 5.11) and Group 2 (53.62 ± 5.05), while no statistically significant difference was observed compared to Group 3 (55.76 ± 4.51).

Keywords: Composite resin, thermoplasticization, microhardness, photopolymerization.

Resumen

El objetivo fue analizar la microdureza superficial de una resina compuesta fotopolimerizada, termoplastificada a diferentes temperaturas en una ciudad de gran altitud. Fue un estudio experimental in vitro, usó el composite de nanorelleno Filtek Z350XT (3M-ESPE) elaborando un total de 40 especímenes divididos en 4 grupos de 10 cada una. Se utilizó un dispositivo de calentamiento AR Heater. El dispositivo funcionó durante 30 minutos para alcanzar la temperatura planificada de 40°C, 50°C y 70ºC; se colocó el tubo de la jeringa de la resina durante 20 minutos para alcanzar la temperatura programada. Se retiró la jeringa y se aplicó inmediatamente en un incremento dentro de la placa fabricada, Las muestras se fotopolimerizaron durante 10 segundos utilizando la lampara Bluephase N de Ivoclar-Vivadent. La intensidad de la luz utilizada fue de 1200 mW/cm2. Se encontró que el grupo 4 (70 °C), evidenció diferencias estadísticamente significativas con el grupo 1, grupo polimerizado a temperatura ambiente (13°C), y también mostró diferencia estadística significativa con el grupo 2 (40°C). Mientras que no se encontró diferencias significativas con el grupo 3, quienes fueron previamente termoplastificados a 50 °C. Los especímenes que fueron termoplastificados a 70 °C (60.77 ± 5.65) mostró una microdureza superficial significativamente mayor al grupo 1 (53.09 ± 5.11) y el grupo 2 (53.62 ± 5.05); no observándose esa diferencia estadísticamente significativa con el grupo 3 (55.76 ± 4.51).

Palabras clave: Resina compuesta, termoplastificación, microdureza, fotopolimerización.

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los terminos y condicionesde la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

Introducción

Con el advenimiento de las mejoras en los materiales y técnicas de adhesión, la odontología está experimentando un vertiginoso cambio en su práctica diaria, dando un protagonismo excepcional al uso de la resina compuesta, que, están teniendo un uso clínico y laboratorial cada día más extenso debido a sus características muy favorables como el buen mimetismo a la estructura dental y con ello un buen resultado estético. Sobre este tema existen numerosas investigaciones, entra las que destacan las siguientes:

Xue y Yang (2019) consideran que, el aprovechamiento de las buenas propiedades de la resina compuesta depende en gran medida del fenómeno de la polimerización; las resinas compuestas contienen grupos de monómeros que una vez fotoactivadas forman cadenas y redes de polímeros generando una estructura sólida. Durante este proceso hay un grado de conversión de los monómeros, el cual alcanza en promedio un 70%, y con ello se acompaña de un nivel de cambio volumétrico de la resina compuesta, éste, alcanza una magnitud que varían entre 2.7% a 7.1%.

La Resina compuesta Filtek Z-350 de acuerdo con el perfil técnico del producto está diseñado para ser usado a una temperatura ambiental de 21 – 24°C, temperatura con el cual logra adecuadas propiedades físicas que asegura su éxito clínico. Esto representa un problema bastante llamativo en ciudades como Cerro de Pasco ubicada a 4380 m.s.n.m. donde la temperatura promedio, según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI] (2020), en el día alcanza de10,2°C a 11.5°C. temperatura en el cual la viscosidad de la resina aumenta, comprometiendo su manejo y el resultado clínico a largo plazo.

Por su parte, Elkaffass et al. (2020) consideran que, el precalentamiento de la resina compuesta está ganando popularidad entre los profesionales odontólogos debido a la mejora del manejo del material, ya que aumenta su fluidez, con lo que la manipulación es más fácil y más predecible. Hervás García et al., (2006) menciona que los compuestos de resina con precalentamiento tienen un efecto positivo en la polimerización de monómeros multifuncionales que son el componente principal de los materiales de restauración dentales a base de metacrilato. Además, al aumentar la temperatura interna del material antes de la polimerización, se mejora significativamente la movilidad de los radicales libres y los monómeros. Este aumento de temperatura incrementa la energía cinética de las moléculas, facilitando su interacción y promoviendo un mayor número de colisiones efectivas entre los monómeros y radicales libres; como resultado se logra una tasa de conversión, caracterizada por una red polimérica más densa y uniforme. Esto no solo potencia las propiedades mecánicas, como mayor tenacidad a la fractura, sino que también mejora las características físicas y superficiales del material, incluyendo una mayor dureza de la superficie. Según Calza (2017) además de los beneficios químicos, el aumento de la temperatura reduce la viscosidad de la resina compuesta, haciéndola más fluida y permitiendo una mejor adaptación a las irregularidades y microestructuras de la cavidad preparada. Esta menor viscosidad favorece la mejor humectación de las paredes dentales, logrando un mejor contacto y minimizando la formación de burbujas o microfiltraciones. Así, el material se distribuye de manera más homogénea, reduciendo defectos internos como porosidades y asegurando una restauración de mayor calidad. Sin embargo, Alvarado y Huertas, (2020) menciona que es importante que el calentamiento se mantenga dentro de un rango controlado, ya que temperaturas excesivas podrían afectar negativamente al material o al tejido dental circundante.

En la misma dirección, Tantbirojn et al. (2011) plantea que, termoplastificación de la resina compuesta, sobre todo cuando la temperatura ambiental es baja mejoraría las previsibilidad de los tratamientos realizados con materiales resinosos, aunque la composición y la microestructura de las resinas compuestas son responsables de las propiedades mecánicas del mismo; el rendimiento clínico adecuado junto con las propiedades mecánicas mejoradas de los composites de resina depende básicamente del proceso de polimerización, un fenómeno dependiente de muchos factores, entre la que debemos destacar al temperatura interna del material. A pesar de las propiedades mecánicas mejoradas, la fractura de masa se considera una de las dos preocupaciones principales de las restauraciones de composite, y la otra es la caries secundaria.

En el Perú debido a sus características geográficas, las ciudades presentan diferentes temperaturas ambientales que dependen de la estación y la ubicación geográfica. Por lo cual, en regiones de temperaturas bajas, el material se mantiene a temperatura ambiente bajo esas condiciones. El estudio se desarrolla en Cerro de Pasco, una ciudad ubicada en la región central del Perú considerada de gran altitud y de acuerdo con los reportes de SENAMHI

(2022) la temperatura promedio mensual que va de 0°C hasta los 13°C ambiente, lo que podría comprometer la polimerización de los materiales resinosos ya que la temperatura ambiental está por debajo de la recomendada por el fabricante para el uso de resinas compuestas.

Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, los clínicos que trabajan en ciudades con temperaturas ambientales bajas pueden considerar precalentar el compuesto de resina, por lo que se planteó la pregunta de investigación: ¿Existe diferencia en la microdureza superficial de una resina compuesta fotopolimerizada, termoplastificada a diferentes temperaturas a una altitud de 4380 m.s.n.m.? por ello, las propiedades mecánicas de los compuestos de resina precalentados deben evaluarse para poder estudiar el efecto del calor sobre la capacidad del material compuesto de resina para resistir la fractura y el desgaste en diferentes temperaturas. El objetivo fue analizar la microdureza superficial de una resina compuesta fotopolimerizada, termoplastificada a diferentes temperaturas para una altitud de 4380 m.s.n.m.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación es de tipo experimental in vitro realizado en laboratorio, para el cual se utilizó resinas 3M FiltekTM Z350 XT restaurador universal, que de acuerdo a la información de la casa comercial que lo fabrica viene de un proceso riguroso de evaluaciones de manipulación, abrasión, desgaste, resistencia y contracción; asimismo, según el ISO 4049 (2019) el fabricante cumple con los estándares internacionales que garantizan la calidad, seguridad y rendimiento de los materiales dentales para resinas compuestas, además de lo mencionado, se realizó un cálculo de tamaño de muestra en el software estadístico Epidat versión 4.2, en el módulo muestreo, cálculos de tamaño de muestra contraste de hipótesis, comparación de medidas, grupos independientes, análisis para varianzas iguales con una diferencia de medias mínima a detectar (Δ) de 4, desviación estándar (σ) de 5, razón entre las muestras de 1, con un nivel de significancia del 95% (α=0.05), y una potencia de 80% (β = 0.20), donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 1
Distribución de las grillas de evaluación en la cuenca de los ríos Itaya y Tahuayo en el año 2020

Datos:	Varianzas:	Iguales	
	Diferencia de medias a detectar	4.000	
	Desviación estándar común	5.000	
	Razón entre tamaños muestrales	1.000	
	Nivel de confianza	95.0%	
Resultados;			
Potencia (%)	**Tamaño de la muestra**		
	Población 1	Población 2	Total
80.0	26	26	52

Cada grupo de la población está conformado por 26 unidades muestrales, dado que se plantea tener 4 grupos haciendo un total de 104 muestras; se decidió realizar una corrección del 15% por posibles pérdidas o daños a las muestras, por los que el número final de cada grupo es de 30, llegando a una muestra total de 120; el tipo de muestreo fue de tipo aleatorio simple sin reposición en el cual las unidades de análisis fueron distribuidas de la siguiente manera:

- Grupo 1: Composite sin termoplastificación, fotocurado a temperatura ambiente (13°C).
- Grupo 2: Composite con termoplastificación a 40°C, previo a la fotopolimerización.
- Grupo 3: Composite con termoplastificación a 50°C previa a la fotopolimerización.
- Grupo 4: Composite con termoplastificación a 70°C previa a la fotopolimerización.

Criterios de inclusión

- Composites pertenecientes a un mismo lote de producción y fecha viable de uso (no caducado).
- Composite que estuvieron almacenados en condiciones recomendados por el fabricante.

Criterios exclusión

- Composites que presente cambio de coloración o consistencia.
- Composites indemnes, sin presencia de daño visible.
- Composite con sospecha de fotocuración de técnica inadecuada.
- Composites con sospecha de termoplastificación con temperaturas distintas a los establecido en cada grupo.

Para la confección de los especímenes se utilizó resina compuesta de nanorrelleno comercial A2 Filtek Z350 XT (3M ESPE, Minnesota, EE. UU.). Se fabricaron un total de 40 placas de acetato duro de 2 mm de grosor en forma de cuadrangular de 20 mm x 20 mm, en cuyo centro de diseño un espacio circular de 5 mm de diámetro y 2 mm de profundidad; el cual fue compactado con resina compuesta previamente termoplastificada según el grupo al que corresponde. Se prepararon un total de 40 especímenes, los cuales fueron divididos en 4 grupos de 10 cada uno.

Para precalentar la resina compuesta, se utilizó un dispositivo llamado kit de calentamiento (AR Heater, China) siguiendo las instrucciones del fabricante. El dispositivo de calentamiento funcionó durante 30 min hasta alcanzar la temperatura planificada que fue de 40°C, 50°C y 70ºC; luego se colocó el tubo de la jeringa de la resina compuesta dentro de una cámara de calentamiento durante 20 min para alcanzar la temperatura programada del dispositivo de calentamiento. Se retiró la jeringa del dispositivo y se aplicó la resina compuesta inmediatamente en un incremento dentro de la placa fabricada.

Para la preparación de las muestras, en una platina de vidrio se colocó una cinta celuloide sobre el cual se ubicó la placa de acetato previamente preparada, se retiró la jeringa de resina compuesta del dispositivo calentador e inmediatamente se procedió a empaquetar con espátula de resina PFIG 4/5 (Hu-Friedy) en condiciones de poca luz. Posteriormente, el compuesto de resina se cubrió con otra cinta celuloide y se colocó encima una platina de vidrio presionándolo con una pesa de 1 kg (Pirmoradian et al, 2020) por 30 segundos para extruir el exceso del material. Después del retiro de la platina de vidrio superior las muestras se fotopolimerizaron en estrecho contacto con su superficie a través de la cinta celuloide superior durante 10 segundos, para el cual se utilizó la lampara Bluephase N ® de Ivoclar-Vivadent. La intensidad de la luz utilizada fue de 1200 mW / cm^2 (Sharafeddin et al, 2015) (el cual fue estandarizada previamente a través de un radiómetro (Woodpecker Medical Instrument, China).

Para la posterior prueba de dureza de los especímenes se procedió a la división de las placas cuadradas que tenían una medida de 20 mm de lado, en este proceso, las placas que previamente tenían una agujero central que se ubicaba equidistante de cada lado, fueron seccionados en 4 partes de forma manual haciendo uso de un bisturí y una regla, acercándose lo más exacto posible al agujero central obteniendo como resultado 4 muestras, dichos especímenes fueron envueltos en papel de aluminio para poder ser transportados al laboratorio para su respectivo análisis, en donde fueron indentados de forma aleatoria.

Las mediciones de microdureza se hicieron bajo los parámetros de Vickers aplicando la indentación de la maquina sobre la superficie fotocurado; la carga aplicada fue de 100 g durante 10 segundos, se realizaron tres indentaciones en tres cuadrantes elegidos aleatoriamente y se calculó un valor promedio.

Debido a que el presente estudio fue un estudio en vitro no fue necesario la revisión por la comisión de ética de la universidad.

Figura 1
Indentaciones de los especímenes con el durómetro

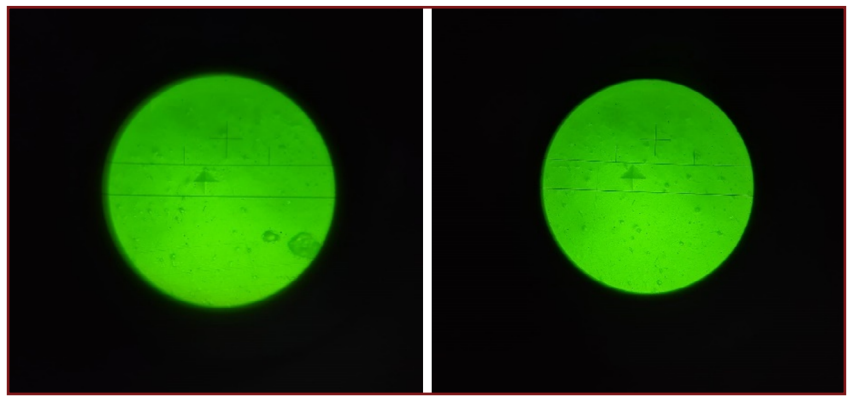


Tabla 2
Tabla de composición de 3MTM FiltekTM Z350 XT

		LOTE
Resinas	Bis GMA UDMA TEGDMA Bis EMA	NE60177
Relleno Inorgánico (78,5% en peso)	Sílice (20 nm) Zirconia (4 – 11 nm) Clusters de Zr-Si de 0,6 -10 µ (Si: 20 nm; Zr: 4-11 nm)	

Resultados

Para el procesamiento estadístico se realizó una evaluación de la normalidad con el programa SPSS, usando la prueba Shapiro -Wilk, se obtuvó un p valor es > 0.05, por lo que se concluye que los datos presentan una distribución normal.

Tabla 3
Prueba de normalidad de datos

	Shapiro - Wilk		
Grupo de estudio	**Estadístico**	**Gl**	**Sig**
Grupo 1 (13 °C)	,876	10	,117
Grupo 2 (40 °C)	,915	10	,314
Grupo 3 (50 °C)	,886	10	,154
Grupo 4 (70 °C)	,881	10	,135

Tabla 4
Prueba de homocedasticidad de las varianzas

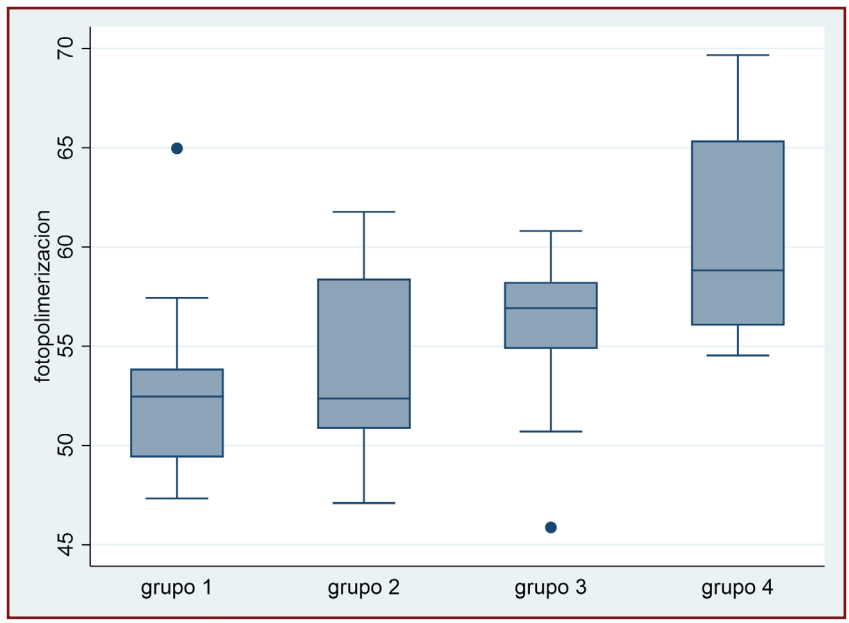
	Estadístico de Levene	Gl 1	Gl 2	Sig.
Se basa en la media	,620	3	36	,607
Se basa en la mediana	,545	3	36	,655
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,545	3	35,369	,655
Se basa en la media recortada	,635	3	36	,597

Tabla 5
Media de la microdureza superficial de las resinas compuestas

Grupo de Estudio	N	Media	DS
Grupo 1 (~13 °C)	10	53,0900	5,11898
Grupo 2 (40 °C)	10	53,6233	5,05640
Grupo 3 (50° C)	10	55,7633	4,51058
Grupo 4 (70° C)	10	60,7700	5,65455

La menor dureza superficial, representada por 53.09, se observó en el grupo 1, grupo de especímenes que no paso por la termoplastificación y se procedió a la polimerización a temperatura ambiente; mientras que el grupo 4, donde se procedió a la termoplastificación a 70 °C se obtuvo mayores niveles de dureza, alcanzando un valor promedio de 60.77.

Figura 2
Promedios de la microdureza superficial de la resina compuesta



La figura 2 muestra la distribución de los datos en los diferentes grupos; el grupo 1 mostró los niveles menores microdureza, asimismo gráficamente podemos observar que el grupo 2 se observan mayores niveles de microdureza, aunque la mediana no varió en comparación con el grupo 1; con respecto al grupo 3, se muestran niveles mayores de microdureza, observándose mayores niveles de microdureza en al grupo 4, quienes fueron termoplastificados a 70°C previos a la fotopolimerización.

Tabla 6
Prueba ANOVA de la microdureza superficial entre grupos de estudio

ANOVA					
	Suma de cuadrados	**Gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	367,837	3	122,612	4,712	,007
Dentro de grupos	936,813	36	26,023		
Total	1304,650	39			

El análisis estadístico mediante ANOVA muestra que el P valúe = 0.007 (< 0,05) por los que tenemos suficiente evidencia estadística para tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula, y aceptar la hipótesis alterna, es decir, que al menos dos de los grupos evaluados presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 7
Comparación de microdureza superficial por pares de grupos de estudio, prueba de Tukey

Comparaciones múltiples (Tukey)			
		Diferencia de medias	**Sig.**
Grupo 1 (13 °C)	Grupo 2 (40 °C)	-,53333	,995
	Grupo 3 (50 °C)	-2,67333	,648
	Grupo 4 (70°C)	-7,68000*	**,009**
Grupo 2 (40 °C)	Grupo 1 (13 °C)	,53333	,995
	Grupo 3 (50 °C)	-2,14000	,785
	Grupo 4 (70°C)	-7,14667*	**,017**
Grupo 3 (50 °C)	Grupo 1 (13 °C)	2,67333	,648
	Grupo 2 (40 °C)	2,14000	,785
	Grupo 4 (70°C)	-5,00667	,144
Grupo 4 (70°C)	Grupo 1 (13 °C)	7,68000*	**,009**
	Grupo 2 (40 °C)	7,14667*	**,017**
	Grupo 3 (50 °C)	5,00667	,144

En el cuadro muestra que el grupo 4 (70°C), mostró diferencias estadísticamente significativas con el grupo 1, grupo polimerizado a temperatura ambiente (13°C); también mostro diferencia estadística significativa con el grupo 2, grupo de especímenes que fueron termoplastificados 40°C. Mientras que no se encontró diferencias significativas con el grupo 3 (60°C).

Discusión

Analizar la microdureza superficial de las resinas compuestas que pasan por un proceso de fotopolimerización e intentar comprobar su dureza en el laboratorio a distintas temperaturas con el objetivo de maximizar sus beneficios y usarlos en los pacientes es un principio invaluable de quienes hacen investigación científica, y es mayor aun, cuando el uso de este biomaterial es muy frecuente. En el presente estudio se encontró evidencias estadísticas suficientes para poder rechazar la hipótesis nula. observando la relación entre la temperatura de termoplastificación y la dureza superficial de las resinas post fotocurado.

En el presente estudio se varió las condiciones para la polimerización a través del aumento de la temperatura interna de las resinas tratando de mejorar las tasas de conversión de monómeros resinosos mejorando la microdureza superficial; su uso a una temperatura ambiental baja disminuye su viscosidad y con ello su manipulación, muchas veces comprometiendo el resultado y la previsibilidad del tratamiento.

Termoplastificar las resinas compuestas aún sigue siendo un tema controvertido; Elkaffass et al. (2020) encontró que, no existe diferencia para la microdureza superficial entre un grupo que recibió precalentamiento y otro que no lo hizo; el autor uso resina compuesta Filtek Z350 XT, con un dispositivo de calentamiento Therma-flo TM en el cual a 68°C termoplastificó un grupo de estudio; el otro grupo fue tratado a temperatura ambiental (24°C), encontrando valores similares de microdureza superficial de las resinas polimerizadas, concluyendo que la termoplastificación no afecta la microdureza de las resinas compuestas. Resultados como este, que muestra que no hay influencia del precalentamiento sobre la microdureza, pone en controversia el uso clínico de la termoplastificación, y motivó a realizar el presente estudio sobre todo porque nos desempeñamos como profesionales odontólogos en la ciudad de Cerro de Pasco, a una altitud de 4380 m.s.n.m., una ciudad en donde la temperatura promedio anual alcanza los 13°C en el día, buscando contribuir con datos que contribuyan a dilucidar tema en cuestión, pudiendo observar que la temperatura de termoplastificación afecto la microdureza superficial de las resinas compuestas.

Por otro lado, el trabajo realizado por Quintanilla (2016), sí obtuvo resultados semejantes a los encontrados en el presente estudio; después de un trabajo de investigación teniendo como objetivo comparar la microdureza superficial de la resina compuesta, fotoactivada a diferentes temperaturas; en el estudio se usaron matrices metálicas de bronce en forma circular de 5 mm de diámetro por 2 mm y con intensidad de 600 mW/cm^2 por un periodo de 20 segundos en todos los grupos. Encontrando que, en la medida que se aumenta la temperatura de termoplastificación también aumenta el promedio de microdureza superficial sobre todo cuando las temperaturas de la resina compuesta

difieren bastante como en el estudio en el que un grupo fue fotopolimerizado a 0°C, 10°C y otro grupo a 40°C. Estos datos guardan relación con los datos obtenidos en el presente estudio, muestran que el uso de la termoplastificación podría ser un aliado útil en la clínica de las resinas compuestas aumentando la microdureza superficial de la mismas.

Estos cambios en los niveles de microdureza de la resina compuesta está relacionado con un aumento de la tasa de conversión de monómeros, debido a que el aumento de temperatura está relacionado a un mayor movilidad de radicales libres iniciándose un proceso más efectivo de polimerización, Karen et al. (2014) desarrollaron un estudio donde obtuvieron datos que reafirman que el precalentamiento de la resina mejora la propiedad de microdureza superficial; refiere que la medición de la microdureza superficial es un medio para evaluar las propiedades mecánicas de la resina compuesta; utilizó resinas compuestas a base de metacrilato y silorano, luego de cual midieron la microdureza inmediatamente después del fotocurado, así como 24 horas después del mismo. Las resinas precalentadas presentaban mayores niveles de dureza en comparación con las resinas sin precalentamiento, asimismo el nivel de dureza aumento 24 horas después de la polimerización, esto, debido a que el proceso de polimerización continua después de terminado el fotocurado. Estas diferencias de microdureza fue mayor en resinas compuestas que recibieron precalentamiento independiente del tipo de polímero base de la resina compuesta, no hay relación entre la temperatura de termoplastificación y la microdureza superficial.

Mohammadi et al. (2016) estudió no solo la microdureza de la resinas compuestas, sino también la resistencia a la flexión y el módulo elástico, mencionando que el aumento de la temperatura de la resina mejora el proceso de polimerización y ello podría influir positivamente sobre las propiedades físicas de estos materiales; aunque no se encontró que los resultados sobre la resistencia a la flexión hayan mejorado de forma significativa; sí se encontró mejora de la microdureza superficial independientemente del tipo de monómero que contenía la resina compuesta ya que el estudio se hizo con resinas compuestas a base de silorano y de metacrilato, estos resultados muestran relación con los datos obtenidos en este estudio y los asocia con el hecho de que el aumento de la temperatura mejora la reticulación de la fibras de polímeros y se complementa con un relleno inorgánico adecuado.

El uso del precalentamiento de las resinas compuestas también fue estudiado en resinas tipo bulk-fill, tratando de aprovechar sus efectos benéficos sobre las resinas de relleno masivo, al respecto, Değirmenci y Can (2022) obtuvo datos que apoyan el hecho de que el uso de precalentamiento aumenta el nivel microdureza superficial de las resinas compuestas. Utilizó resinas de relleno masivo y comparo con las resinas de microrelleno encontrado que un aumento de la temperatura ayuda a conseguir una profundidad de curado adecuado de las resinas utilizadas, Encontrándose que los valores de microdureza difieren con el uso del precalentamiento, estos datos contribuyen a sostener que el precalentamiento de las resinas compuestas puede ayudar a mejorar la profundidad de curado de las resinas compuestas y también la mejora de la microdureza, contribuyendo al logro de tratamientos sostenibles y predecibles con el uso de la resina compuesta.

Los estudios mostrados, así como el presente estudio muestran evidencia que la termoplastificación de las resinas compuestas ayudaría a la mejorar la microdureza de la resina compuesta, impactando en el desempeño clínico del mismo aumentando el tiempo de supervivencia de los tratamientos basados en este material.

El hecho de haberse utilizado un diseño experimental *in vitro*; permitió tener un mejor control de la variable temperatura de termoplastificación previa a la polimerización, así como la estandarización de los procedimientos previos al fotocurado, el cual permitió generar resultados más confiables sobre la relación de la microdureza superficial de las resinas compuestas y la temperatura de termoplastificación previa.

Las limitaciones que se presentaron estuvieron relacionadas con la medición y control de la temperatura ambiental, el cual se obtuvo a través de información proveniente de una fuente secundaria; por otro lado, los procesos manuales de la sección de segmentos de resina presentaban un mínimo margen de error, esto puede disminuir si se utilizan equipos más precisos.

Conclusiones

La microdureza superficial de las resinas mostró valores más altos con una termoplastificación a 70°C, disminuyendo con una temperatura de termoplastificación de 50°C y 40°C, siendo los valores más bajos a

temperatura ambiente de 13°C, observándose que la microdureza superficial fue direfente según la temperatura de termoplastificación.

Recomendaciones

- Incorporar el uso de calentadores de resina para la respectiva termoplastificación, ya que a la luz de los resultados mejora los niveles de microdureza superficial y con ello el desempeño clínico de los mismos.
- Realizar otros estudios en los cuales se consideren otras marcas y tipos de resinas, así como evaluar la microdureza en forma longitudinal.
- Diseñar un estudio que incremente el control de la climatización de las resinas compuestas antes de su uso, ya que, en Cerro de Pasco, ciudad ubicada a 4380 m.s.n.m., la temperatura ambiente tiene un comportamiento muy variable.

Referencias

3M Filtek. (2005). *Perfil técnico del producto TM*. https://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/tpp-filtek-z350-xt.pdf.

Alvarado, G., & Huertas, G. (2020). *Resina precalentada como agente cementante: una revisión de tema. CES Odontología, 33*(2), 159–174. https://doi.org/10.21615/cesodon.33.2.14

Calza, T. (2017). Influencia del precalentamiento sobre la adaptación interna de restauraciones de resinas compuestas. *Estudio in vitro. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, (Supl.). https://doi.org/10.31053/1853.0605.v0.n0.17896

Dias, M., Espíndola-Castro, L., Lins-Filho, P., Teixeira, H., Silva, C., & Guimarães, R. (2020). Influence of different thermopolymerization methods on composite resin microhardness. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 12*(4), e335–e341. https://doi.org/10.4317/JCED.56772

Elkaffas, A., Eltoukhy, R., Elnegoly, S., & Mahmoud, S. (2019). The effect of preheating resin composites on surface hardness: a systematic review and meta-analysis. *Restorative Dentistry & Endodontics, 44*(4). https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e41

Elkaffass, A., Eltoukhy, R., Elnegoly, S., & Mahmoud, S. (2020). Influence of preheating on mechanical and surface properties of nanofilled resin composites. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 12*(5), e494–e500. https://doi.org/10.4317/JCED.56469

Hervás García, A., Angel, M., Lozano, M., Cabanes Vila, J., Escribano, A., Galve, P., Adela, D., & García, H. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 11*, E215-20. https://scielo.isciii.es/pdf/medicorpa/v11n2/23.pdf

Mohammadi, N., Jafari-Navimipour, E., Kimyai, S., Ajami, A., Bahari, M., Ansarin, M., & Ansarin, M. (2016). Effect of preheating on the mechanical properties of silorane-based and methacrylate-based composites. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 18*(4), 373–378. https://doi.org/10.4317/jced.52807

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2019). *ISO 4049:2019(en)Dentistry — Polymer-based restorative materials.* https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:4049:ed-5:v1:en

Pirmoradian, M., Hooshmand, T., Jafari-Semnani, S., & Fadavi, F. (2020). Degree of conversion and microhardness of bulk-fill dental composites polymerized by LED and QTH light curing units. J*ournal of Oral Biosciences, 62*(1), 107–113. https://doi.org/10.1016/j.job.2019.12.004

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2020). *CLIMAS DEL PERÚ - Mapa de Clasificación Climática Nacional.* https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2022). B*oletín Agro Hidroclimático mensual DZ 11*. https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04501SENA-111.pdf

Sharafeddin, F., Motamedi, M., & Fattah, Z. (2015a). Effect of Preheating and Precooling on the Flexural Strength and Modulus

of Elasticity of Nanohybrid and Silorane-based Composite. *J Dent Shiraz Univ Med Sci, 16*(3). https://www.scienceopen.com/document?vid=08daf9e5-c1f2-4d6b-84e4-975384602e23

Tantbirojn, D., Chongvisal, S., Augustson, D., & Versluis, A. (2011). Hardness and postgel shrinkage of preheated composites. *Quintessence International, 42*(3), e51-9. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21465004/

Xue, J., & Yang, B. (2019). Effect of preheating on the properties of resin composite. *West China Journal of Stomatology, 37*(6), 571–576. https://doi.org/10.7518/hxkq.2019.06.001