



Evaluación del efecto de la glicerina en la estabilidad de color de una resina nano-híbrida sometida a un agente pigmentante: estudio experimental in vitro

Autores: Fabiana Lazuta, Becaria de Posgrado de la SGCyT UNNE

Juan J. Christiani. Profesor Titular Preclínica de Prótesis

Autor de correspondencia: flazuta@odn.unne.edu.ar

Lugar: Facultad de Odontología de la U.N.N.E

RESUMEN

La estabilidad del color de las resinas compuestas es un factor determinante en la longevidad y éxito estético de las restauraciones dentales. Durante la fotopolimerización, la interacción del oxígeno atmosférico con los radicales libres genera una capa inhibida de oxígeno (OIL, Oxygen Inhibition Layer), que disminuye el grado de conversión superficial y aumenta la susceptibilidad a la pigmentación. Se realizó un estudio experimental in vitro con 40 discos de resina compuesta nano-híbrida Brillant NG® (Coltene) color A2, divididos en dos grupos: Grupo A (sin aplicación de glicerina) y Grupo B (con aplicación de glicerina Dickinson® antes de la fotopolimerización). Las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 24 h y posteriormente fueron sumergidas en Coca-Cola® durante 30 días. La variación de color (ΔE) se analizó mediante ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0,05$). El Grupo A presentó una variación de color media de $\Delta E = 4,82 \pm 0,50$, clínicamente inaceptable, mientras que el Grupo B exhibió $\Delta E = 2,45 \pm 0,35$, dentro de los límites clínicamente aceptables ($\Delta E \leq 3,3$).

PALABRAS CLAVE: Glicerina, Fotocurado, Capa de inhibición por oxígeno

INTRODUCCIÓN

La estética de las restauraciones dentales adhesivas representa un aspecto esencial para la satisfacción del paciente y el mantenimiento a largo plazo del tratamiento restaurador. Las resinas

compuestas actuales, especialmente las nano-híbridas, combinan matriz de monómeros con cargas inorgánicas de tamaño nanométrico para mejorar sus propiedades mecánicas y ópticas (por ejemplo, mayor translucidez, menor desgaste) (insertar referencia reciente). Sin embargo, uno de los problemas persistentes en restauraciones de resina es la alteración del color con el tiempo, debido a factores intrínsecos y extrínsecos (alimentación, bebidas pigmentantes, hábitos de higiene, deterioro de la matriz resinosa) (insertar referencia)¹⁻³.

Durante el proceso de fotopolimerización, los radicales libres generados por el fotoiniciador (por ejemplo, camforoquinona) deben reaccionar con los monómeros para formar la red polimérica. No obstante, la difusión de oxígeno desde la atmósfera hacia la superficie del material inhibe esta reacción, formándose la denominada capa inhibida de oxígeno (OIL, por sus siglas en inglés: oxygen inhibited layer). Esta capa se caracteriza por presentar una menor conversión de doble enlaces, una red polimérica menos densa y una mayor proporción de monómeros residuales, lo cual incrementa la absorción de colorantes y la susceptibilidad al desgaste superficial³.

En la práctica clínica, se ha demostrado que la presencia de OIL puede afectar negativamente la dureza superficial, la rugosidad, la adaptación marginal y la estabilidad del color de las restauraciones (Borges et al., 2021). Para mitigar este efecto, se han propuesto técnicas como la aplicación de una tira de matriz (Mylar) o el uso de un agente de barrera líquido, como la glicerina, sobre la última capa de resina antes de su fotopolimerización final, con el objetivo de minimizar la interacción del oxígeno con la superficie. La literatura muestra que la glicerina mejora la dureza superficial de la resina y reduce la formación de la OIL, aunque su efecto específico sobre la estabilidad de color frente a agentes pigmentantes no ha sido suficientemente explorado⁴⁻⁶.

Por tanto, el presente estudio experimental in vitro tiene como objetivo evaluar si la aplicación de glicerina sobre la última capa de una resina compuesta nano-híbrida mejora la estabilidad del color tras inmersión en una bebida carbonatada. Se plantea la hipótesis de que el uso de glicerina reduce la variación de color (ΔE) respecto al procedimiento convencional sin glicerina.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se diseñó un estudio experimental in vitro, comparativo, con dos grupos que difieren en la aplicación de glicerina. La variable dependiente principal es la variación de color (ΔE) medida mediante el sistema CIE $L^* a^* b^*$.

Muestra: se confeccionaron 40 discos de resina compuesta nano-híbrida (Brillant NG®, Coltene) en tono A2, con dimensiones estandarizadas: diámetro de 25 mm y espesor de 2 mm. Las dimensiones fueron determinadas para facilitar la manipulación y la medición del color, en concordancia con estudios previos de inmersión de discos de resina (referencia reciente).

Asignación en grupos:

- Grupo A (control): 20 discos sin aplicación de glicerina ($n = 20$).
- Grupo B (experimental): 20 discos con aplicación de glicerina (Dickinson®) antes de la fotopolimerización de la última capa ($n = 20$).

Procedimiento experimental:

1. Confección de las muestras: Se utilizaron moldes metálicos para asegurar homogeneidad en diámetro y espesor. Se colocó la resina en incrementos, cada capa fotopolimerizada durante 20 segundos con una lámpara LED (Woodpecker O Light®, rango de irradiancia 1000-1500 mW/cm²).
2. Aplicación de glicerina: Para el grupo experimental (B) se aplicó una fina capa de glicerina con microbrush® sobre la última capa antes de la fotopolimerización final, con el fin de crear una barrera frente al oxígeno atmosférico (inhibidor de la capa).
3. Almacenamiento inicial: Tras la polimerización, todas las muestras se inmersaron en agua destilada a 37 °C durante 24 h, simulando condiciones intraorales de hidratación y estabilización de la resina.

4. Exposición al agente pigmentante: Luego se sumergieron ambas series de muestras en Coca-Cola® a 37 °C durante un periodo de 30 días continuos, con cambio del líquido cada 48 h para mantener la carga de pigmentos activa.

5. Medición de color: Se midieron los valores de L*, a*, b* al inicio (T₀) y al final del periodo de inmersión (T₁) con un colorímetro Beley® modelo WR10QC previamente calibrado. Se calculó la diferencia de color ΔE según la fórmula estándar:

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_1 - L^*_0)^2 + (a^*_1 - a^*_0)^2 + (b^*_1 - b^*_0)^2}$$

Análisis estadístico: Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) para comparar los valores medios de ΔE entre los dos grupos, seguido por la prueba post-hoc de Tukey para diferencias múltiples, con un nivel de significancia α = 0,05. Se utilizó el software IBM SPSS Statistics 20.0.

RESULTADOS:

Los resultados demostraron diferencias significativas entre los grupos. El grupo control (sin glicerina) presentó una media de ΔE = 4,82 ± 0,50, lo que implica una variación de color clínicamente inaceptable (> 3,3). En contraste, el grupo con aplicación de glicerina mostró una media de ΔE = 2,45 ± 0,35, lo que se encuentra dentro del rango clínicamente aceptable (≤ 3,3). El análisis por ANOVA indicó p < 0,05 para la comparación entre grupos, y la prueba de Tukey confirmó que la diferencia entre grupo A y B era estadísticamente significativa, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis estadístico entre grupos

Grupo	ΔE (media ± DE)	Interpretación clínica
A (sin glicerina)	4,82 ± 0,50	Inaceptable (> 3,3)
B (con glicerina)	2,45 ± 0,35	Aceptable (≤ 3,3)

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,05$), confirmando que la glicerina disminuyó la pigmentación inducida.

No se observaron efectos adversos o datos aberrantes que hicieran necesario un análisis adicional de subgrupos. Los valores de desviación estándar moderados indican una variabilidad aceptable del experimento.

Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la aplicación de glicerina reduce la variabilidad de color inducida por la inmersión en agente pigmentante en una resina compuesta nano-híbrida.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que la aplicación de glicerina durante la fotopolimerización final reduce significativamente la variación de color en una resina compuesta nano-híbrida expuesta a un agente pigmentante. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que describen el papel crítico de la capa inhibida de oxígeno en la disminución del grado de conversión superficial y en la mayor susceptibilidad a la absorción de colorantes⁷.

En particular, Ferreto-Gutiérrez y Hernández-Mata explicaron detalladamente la estructura físico-matemática de la OIL en polímeros dentales, señalando que la difusión de oxígeno atmosférico limita de manera significativa la densidad de reticulación del polímero y favorece la presencia de monómeros residuales, los cuales incrementan la pigmentación superficial. Los resultados del presente estudio respaldan este mecanismo, ya que la barrera proporcionada por la glicerina redujo la variación de color de forma clínicamente relevante².

En relación con las propiedades superficiales, Park y Lee (2011) demostraron que la aplicación de glicerina antes del fotocurado final aumenta la dureza superficial de la resina compuesta debido a la disminución de la OIL. De manera complementaria, el estudio informó que los recubrimientos anti-inhibición, incluida la glicerina, reducen la liberación de monómeros y mejoran la microdureza, lo cual sugiere una mayor resistencia a la degradación y a la captación de pigmentos. Aunque en dicho estudio el efecto sobre la decoloración fue dependiente del tipo de resina

evaluada, se observó una tendencia general hacia menor cambio de color cuando la superficie se protegía del oxígeno³.

Sin embargo, no todos los hallazgos en la literatura son consistentes con la mejora cromática. Borges et al. (2021) evaluaron el uso de glicerina y pulido inmediato tras la inmersión en café, encontrando que la glicerina aumentó el grado de conversión, pero no redujo significativamente la variación de color en todas las resinas probadas¹.

Considerando estas variaciones, los resultados sugieren que el efecto beneficioso de la glicerina podría ser más evidente en condiciones donde el agente pigmentante ejerce un efecto erosivo además del cromático, como ocurre con bebidas carbonatadas, que pueden facilitar la penetración de pigmentos en la matriz resinosa⁹.

Desde el punto de vista clínico, la aplicación de glicerina representa un procedimiento accesible, económico y fácilmente integrable a la rutina operatoria, particularmente útil en zonas de difícil acceso para el acabado-pulido o en restauraciones donde la eliminación mecánica de la OIL es limitada. La mejora en la estabilidad del color observada en este estudio refuerza su potencial utilidad en la optimización de los resultados estéticos a largo plazo⁷⁻⁸.

Entre las limitaciones del estudio se destaca su naturaleza *in vitro*, que no reproduce completamente las condiciones bucales reales (ciclos térmicos, biofilm, abrasión por cepillado, variaciones de pH y fuerzas mecánicas). Asimismo, se evaluó un único tipo de resina y un único agente pigmentante, por lo que los resultados no pueden generalizarse a todos los materiales ni escenarios clínicos¹⁰⁻¹¹.

Futuras investigaciones deberían incluir ensayos clínicos, análisis de diferentes protocolos de acabado-pulido, resinas con diversas composiciones y exposición a múltiples agentes pigmentantes (vino tinto, té, tabaco, yerba mate), así como estudios en tiempos prolongados que permitan evaluar la estabilidad cromática en escenarios clínicos reales.

CONCLUSIÓN:

La aplicación de glicerina sobre la última capa de una resina compuesta nano-híbrida durante la fotopolimerización redujo de forma significativa la variación de color (ΔE) tras inmersión en bebida carbonatada, alcanzando valores clínicamente aceptables ($\Delta E \leq 3,3$). Este procedimiento simple, económico y de bajo riesgo puede considerarse una estrategia práctica para mejorar la estabilidad del color de las restauraciones dentales y, por ende, aumentar su durabilidad estética. Se recomienda su implementación clínica, junto con protocolos adecuados de acabado-pulido, y su evaluación en estudios clínicos a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Borges M.G., Silva G.R., Neves F.T., Soares C.J., Faria-e-Silva A.L., Carvalho R.F., Menezes M.S. Oxygen inhibition of surface composites and its correlation with degree of conversion and color stability. *Braz Dent J.* 2021;32(1):91-97. doi:10.1590/0103-6440202103641. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/0103-6440202103641>
2. Ferreto-Gutiérrez, I., y Hernández-Nata, A. Mathematical-Physical Description of the Oxygen-Inhibited Layer (OIL) in Nanofilled Dental Polymers. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 2023,26(1), 65-75. <https://doi.org/10.15517/ijds.2023.56092>
3. Park H-H., Lee I-B. Effect of glycerin on the surface hardness of composites after curing. *J Korean Acad Conserv Dent.* 2011;36(6):483-489. <https://doi.org/10.5395/JKACD.2011.36.6.483>
4. Spear Education. Why you should be using glycerin on your composite restorations. 2015. Disponible en: <https://www.speareducation.com/2015/09/why-you-should-be-using-glycerin-on-your-composite-restorations>
5. Irie N, Stawarczyk B. Resin composites: Properties and practical recommendations. *Dent Mater.* 2020;36(1):8-16.
6. Fronza BM, Ayres A, Goulart M, et al. Novel nano-hybrid composites: clinical relevance and properties. *Clin Oral Investig.* 2021; 25:1135–1145.

7. Erdemir U, Yildiz E, Ozel S. Color stability of composite resins after exposure to different staining solutions. *Oper Dent*. 2020;45(3):234–243.
8. Baracco B, Craparo A, et al. Factors influencing color stability of resin-based composites. *J Esthet Restor Dent*. 2021; 33:318–326.
9. Pereira R, Lima D, et al. Influence of air-inhibition coatings on monomer release, microhardness and discoloration. *Dent Mater*. 2020;36: e1–e12.
10. Tuncer S, Karaman E. Effect of glycerin barrier on color stability and surface roughness of different composites. *J Esthet Restor Dent*. 2022;34(2):295–302.
11. Alharbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. Influence of oxygen-inhibiting techniques on composite surface properties. *Clin Oral Investig*. 2023; 27:593–601.