

Uso de resinas compuestas precalentadas como agente de cementación en restauraciones indirectas

Use of preheated composite resins as a cementing agent in indirect restorations

Disponible en http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aov

Recepción del trabajo: 12/05/2024

Fecha de inicio: 10/12/2024

Aprobado: 17/03/2025

Luis Alonso Calatrava-Oramas

Profesor Titular (J) Universidad Central de Venezuela (UCV)

Master of Science U. of Michigan. Dr en Odontología UCV

RESUMEN Los cementos de resina se han utilizado tradicionalmente para cementación, debido a su menor viscosidad; sin embargo, no existe ningún material que pueda utilizarse de forma universal o ideal, a pesar de ser uno de los componentes más críticos para el éxito de las restauraciones indirectas. Considerando la evidencia de esa unión adhesiva entre el sustrato dental y la restauración, el uso de resinas compuestas restauradoras precalentadas, pudiera proporcionar propiedades mecánicas optimizadas, como una técnica alternativa, con una ventaja potencial para la longevidad clínica. Estos materiales a base de resina se han precalentado mediante el uso de diferentes técnicas y dispositivos comerciales en la práctica odontológica; sin embargo, no fue posible evaluar algunas variables por falta de un

consenso, como el procedimiento: su protocolo clínico, estandarización de las técnicas de calentamiento para cementación, mantener el material caliente, el grosor de la restauración indirecta y la composición de las resinas compuestas. Para lograr el mejor resultado, los odontólogos deben actualizar sus conocimientos y adquirir una buena comprensión de los materiales de cementación, y tomar una decisión clínica inteligente sobre su selección. El objetivo de esta revisión fue proporcionar información sobre materiales de cementación, en especial sobre las técnicas de calentamiento de las resinas compuestas, identificar los diferentes métodos utilizados para calentarlas y cementar restauraciones adhesivas indirectas. Al determinar los beneficios y limitaciones, se reconoce la necesidad de más investigaciones, en particular, evaluaciones clínicas longitudinales.

Palabras clave: Cemento; espesor de película; cementación; resina compuesta; calentamiento; prostodoncia.

ABSTRACT Resin cements have traditionally been used for cementation due to their lower viscosity; however, there is no universally or ideally suitable material, despite being one of the most critical components for the success of indirect restorations. Considering the evidence of such adhesive bonding between the dental substrate and the restoration, the use of preheated restorative composite resins could provide optimized mechanical properties as an alternative technique, with a potential advantage for clinical longevity. These resin-based materials have been preheated using different commercial techniques and devices in dental practice; however, some variables could not be evaluated due to lack of consensus, such as the procedure: its clinical protocol, standardization of heating techniques for cementation, keeping the material warm, thickness of the indirect restoration, and composition of the composite resins. To achieve the best result, dentists must update their knowledge and acquire a good understanding of

cementation materials, and make an intelligent clinical decision about their selection. The aim of this review was to provide information on cementation materials, particularly on heating techniques for composite resins, to identify the different methods used to heat them and to cement indirect adhesive restorations. In determining the benefits and limitations, the need for further research, particularly longitudinal clinical evaluations, is acknowledged.

Keywords: cements; thin film cement, dental cements, composite resins, heating, prosthodontics.

INTRODUCCION

La selección del cemento dental es uno de los componentes más críticos para el éxito de las restauraciones indirectas; actúa como una interfaz adhesiva entre la restauración y la estructura del diente. Su composición varía ampliamente: desde antiguos, como el cemento de fosfato de zinc, hasta los recientemente introducidos a base de resina, el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC) y el cemento de resina ^{1,2}.

La cementación tradicional se basa principalmente en las fuerzas de fricción entre las superficies dentales preparadas y las paredes de las restauraciones. Los materiales contemporáneos utilizan la adhesión química y micromecánica para unir la superficie del diente, el cemento y el material restaurador. De allí que un medio de cementación ideal debe ser biocompatible, insoluble, resistente a agresiones térmicas y químicas, antibacteriano, simple y fácil de usar. Debe tener propiedades de alta resistencia bajo tensión, cizallamiento y compresión para resistir el estrés en la interfaz restauración-diente, así como tiempos de trabajo y fraguado adecuados. Hasta el momento, ningún

material de cementación posee todas estas propiedades de un cemento ideal ³.

El soporte estructural, el sellado y la mejora estética también se encuentran entre las numerosas funciones del cemento dental en las restauraciones; por lo cual su evaluación integral ofrece información valiosa sobre su fuerza de unión, adaptación marginal y propiedades de microfiltración, que son factores cruciales que influyen en el éxito en los procedimientos restauradores.

Recientemente, los investigadores han estado examinando el uso de resina compuesta restauradora como material de cementación alternativo debido a sus ventajas sobre los cementos de resina tradicionales. Estas ventajas incluyen mayor resistencia, rentabilidad, menor deterioro marginal y una gama más amplia de opciones de color. Al estudiar este problema, se han explorado métodos como el precalentamiento a temperaturas de 55 °C y 60 °C, para disminuir el espesor y la viscosidad de la película.

Para lograr el mejor resultado clínico, los Odontólogos deben actualizar sus conocimientos y adquirir una buena comprensión de los materiales de cementación al tomar una decisión clínica acertada en su selección y obtener una perspectiva de su desarrollo.

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es evaluar el uso de las resinas compuestas precalentadas como agente de cementación en restauraciones indirectas, analizando su protocolo de aplicación, propiedades, ventajas, limitaciones y su impacto en la calidad y resistencia de la cementación.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de la literatura en bases de datos académicas y repositorios digitales, tales como Google Scholar, PubMed Y Scielo.

Se establecieron criterios claros de inclusión para seleccionar los estudios relevantes, considerando artículos publicados en idioma inglés y español, durante los últimos 10 años, siendo la última fecha de selección diciembre 2024.

Como estrategia de búsqueda se utilizaron los siguientes términos MeSH y otros términos relacionados: ceramics; thin film cement, dental cements, composite resins; heating, prosthodontics.

Los artículos seleccionados fueron analizados en función de su rigor metodológico y la inclusión de la temática en estudio: cementación en restauraciones indirectas, protocolo de aplicación, propiedades, ventajas, limitaciones.

La información recopilada se presentó como un texto narrativo para su análisis crítico.

RESULTADOS

Propiedades de un cemento dental

El estudio de las propiedades mecánicas de los cementos dentales permite determinar su capacidad para soportar las fuerzas masticatorias y la resistencia al daño ⁴. La Guía de la Academia de Materiales Dentales: Resinas Compuestas: ayuda a elegir el método adecuado para evaluar sus propiedades claves, con respecto a su resistencia a la fractura, la

deformación y el desgaste, y en su Sección I señala las siguientes Propiedades Mecánicas ⁵:

La microdureza depende del tipo de monómeros, del contenido, forma y el tamaño de las partículas de relleno, y la densidad de energía de radiación. Por lo tanto, es la resistencia al daño mecánico.

La resistencia a la compresión, se define como la tensión máxima registrada durante la compresión de una muestra, y permite determinar el módulo elástico y la deformación después de superar el límite elástico.

La resistencia a la tracción diametral depende de la composición de la matriz orgánica, las características del relleno, la unión entre el relleno y la matriz y las condiciones de polimerización. Cuanto mayor sea este valor, más resistente será el material a las fuerzas durante la masticación.

Por otro lado, el grado de conversión (DC) es una medida del progreso de la reacción de polimerización y, determina la relación porcentual del número de enlaces dobles de metacrilato que han experimentado reacciones y su contenido inicial en el monómero. El progreso de esta reacción de fotopolimerización, depende de la composición del material, su geometría, la concentración de fotoiniciadores, la intensidad de la luz, el tiempo de exposición, la temperatura del proceso de polimerización y el método de exposición a la luz (con una intensidad constante o variable) ^{6,7}.

Clínicamente, cuando los monómeros se polimerizan, el grado de conversión representa el porcentaje de monómeros que se convierten en polímeros, indicando la capacidad de polimeriza-

ción o la eficiencia de curado de los monómeros de resina, con gran influencia en las propiedades físicas, como la absorción de agua y la solubilidad, las propiedades mecánicas, la dureza, la tenacidad a la fractura, la resistencia al desgaste, y las propiedades adhesivas. El grado de conversión de un monómero y la contracción de polimerización son dos de las principales razones de la posible falla de adhesión entre la estructura del diente y el sustrato de restauración ⁸.

Cementos de resina

De los diversos materiales disponibles para la cementación, los tipos de cemento de resina disponibles, se presentan en formas polimerizadas por luz, químicas o dualmente polimerizadas; los de polimerización por luz tienen ventajas sobre los tipos de cemento de polimerización dual, que incluyen estabilidad del color y resistencia al desgaste mecánico debido al aumento de la carga de relleno inorgánico.

Los cementos de resina de curado dual se han desarrollado para estabilizar la restauración con una polimerización rápida inicial bajo curado con luz, y una polimerización completa mediante autocurado, debajo de materiales restauradores que atenúan la luz sobre los cementos ⁹.

Si bien los cementos de resina autoadhesivos son materiales convenientes y menos sensibles a la técnica para los clínicos, presentan un menor grado de conversión debido a los componentes ácidos en su composición ¹⁰. Para superar estas desventajas de la polimerización por componentes ácidos, los cementos de resina autoadhesivos de curado dual contienen sales de sulfonato aromático, como el

bencenosulfonato de sodio y el p-toluenosulfonato de sodio (SPTS), que actúan como aceleradores ¹¹.

Éxito clínico

En las dos últimas décadas, la demanda de restauraciones indirectas de cerámica en la práctica odontológica diaria ha aumentado considerablemente, debido principalmente a la creciente importancia de la estética entre los pacientes. En este contexto, es esencial garantizar una unión adhesiva duradera y fiable entre la restauración indirecta y la estructura dental, ya que esta es la clave del éxito de las restauraciones estéticas.

Existen varios factores que deben considerarse al momento de elegir el cemento más apropiado para cada situación clínica, tales como las propiedades del material restaurador utilizado, los tiempos de trabajo, el costo, la sensibilidad de la técnica, así como la posibilidad de limpiar los residuos de cemento.

El éxito clínico de los procedimientos restauradores se determina, entre otros factores, por el grado de microfiltración entre la restauración indirecta y la estructura dental, varios años después de cementar la restauración. Como la microfiltración aumenta el riesgo de caries secundarias, sensibilidad posoperatoria, integridad pulpar comprometida y vitalidad dental, así como acumulación de placa dental, se ha recomendado invertir todos los esfuerzos posibles en mitigar este fenómeno indeseable ¹².

En procura del éxito, diferentes autores recomiendan varias técnicas de eliminación y acabado del cemento; por ejemplo, eliminar el cemento residual no polimerizado con un pincel humedecido

con un agente adhesivo, o fotopolimerización inicial corta para lograr un estado similar al gel para facilitar la limpieza del exceso de cemento, o la combinación de múltiples técnicas (eliminar el exceso de cemento no polimerizado con un pincel, seguido del curado por adhesión y eliminación con una sonda), lo que podría influir en los resultados a largo plazo de la cementación ¹³.

Sin embargo, se ha afirmado que se requieren más investigaciones para comprender la conexión entre el tipo de defecto y la profundidad de una decoloración a fin de determinar el mejor método de eliminación de cemento, para mejorar la calidad de la cementación ¹⁴.

Resinas compuestas como medio cementante

La menor resistencia mecánica y el aumento de la contracción de polimerización animaron a los clínicos a intentar reducir la viscosidad de las resinas compuestas, sin reducir la cantidad de relleno. El uso del método térmico para reducir su viscosidad, utilizado originalmente solo para restaurar cavidades, permitió la aplicación de este material en el procedimiento de cementación adhesiva para restauraciones indirectas ¹⁵.

Elkaffas A et al. ¹⁶, afirman que, al calentar una resina compuesta, en lugar de dejarla a temperatura ambiente, se produce un aumento de la microdureza y del grado de conversión. Esto es por efecto de la menor viscosidad del material tras el precalentamiento, de la mayor movilidad de los radicales libres y de la mayor frecuencia de colisiones de grupos no reactivos.

En el mismo sentido Skapsk et al. (2022) ⁴, especifican que, debido a las mejores propiedades mecánicas, la resina compuesta calentada es una alternativa ventajosa a los cementos de resinas compuestas, en el procedimiento de colocación de restauraciones indirectas, afirmando que a medida que aumentan los parámetros de resistencia del material de resina compuesta calentado, se puede esperar una mayor resistencia a las fuerzas de compresión y flexión presentes en la cavidad oral y, por lo tanto, una mayor durabilidad de las reconstrucciones cementadas.

Efecto del pre-calentamiento

A inicios de este siglo varios grupos de investigación señalaron que el alto contenido de relleno inorgánico, influía directamente en la viscosidad de una resina compuesta, haciéndola menos fluida y dando lugar a una línea de cementación más gruesa e indeseable en la interfaz adhesiva, y establecieron que el precalentamiento de una resina compuesta antes de la polimerización por luz, similar en una situación clínica, no alteró las propiedades mecánicas ni la conversión de monómeros, pero proporcionó una mejor adaptación de las resinas compuesta a las paredes de la cavidad ¹⁷⁻²⁰.

Fundamentados en estas investigaciones, en lugar de utilizar a los agentes de cementación de viscosidad reducida, se ha sugerido el precalentamiento de las resinas compuestas. Al aumentar la temperatura de 54 °C a 70 °C, el grado de conversión de la resina se vuelve similar al del cemento de resina de polimerización dual, además la consistencia del flujo mejora y se hace posible una línea de cementación más delgada ²¹⁻²³.

Muy reciente, Magne P et al. (2024) ²⁴ reseñan que algunas resinas compuestas restauradoras son capaces de generar películas muy delgadas y pueden utilizarse como cemento con numerosas ventajas, en comparación con los cementos fluidos o de curado dual, afirmando que existe una amplia selección de materiales adecuados disponibles en el mercado.

El tiempo de calentamiento

El procesamiento de la resina compuesta dentro de un calentador, es un parámetro de evaluación importante, siendo el tiempo promedio para que el dispositivo alcance ambas temperaturas preestablecidas probadas (54 °C o 60 °C) de 11 min ²⁵. Por lo tanto, además se debe garantizar que el dispositivo de calentamiento pueda mantener una temperatura controlada y predefinida, y además debe alcanzarse en un tiempo predecible ²⁶.

Se ha informado que una caída en la temperatura de la resina compuesta entre su extracción del dispositivo de calentamiento y la boca, es estimada en un 50% después de 2 min y un 90% después de 5 min, cuando se calienta a 60 °C y se retira del dispositivo, lo que indica la necesidad de calibración durante todos los procesos. Además, reafirman que las resinas compuestas calentadas brindan mejores resultados que las resinas compuestas a temperatura ambiente ^{21,22}.

Espesor de película

Considerando la evidencia clínica que la interfaz adhesiva entre el sustrato dental y la restauración es el eslabón débil de las restauraciones indirectas adhesivas, la unión de la restauración con resina

compuesta precalentada, puede proporcionar una interfaz con propiedades mecánicas optimizadas ²⁷.

Una revisión sistemática ²⁸ ha concluido la existencia del aumento del espesor de la película al utilizar esta técnica en prótesis fijas. Aunque las discrepancias marginales clínicas encontradas en restauraciones indirectas varían entre 100 y 315 µm, el espesor de la película sigue siendo una preocupación cuando se utiliza esta técnica para cementación, ya que muchos factores importantes pueden influir en el espesor de la película, como la propiedad reológica adecuada de la resina compuesta, el asentamiento a temperatura y viscosidad óptimas, el uso de un dispositivo de ultrasonidos y la fotopolimerización bajo presión ²⁷.

Por lo tanto, es necesario presentar una técnica optimizada para la cementación garantizando un espesor de película adecuado como lo encuentran algunos estudios que observaron esos factores críticos ^{15,27,28}. Poubel et al (2024) ²³ expresa que se debe determinar cómo funcionará este enfoque en la práctica clínica, señalando que es importante definir los efectos del tiempo y la temperatura en el protocolo de esta técnica y comprender sus limitaciones.

Protocolo de precalentamiento

A pesar de la evidencia que sugiere las ventajas de precalentar las resinas compuestas, el protocolo para su uso como agente de cementación para restauraciones indirectas aún no se ha dilucidado por completo ²⁶.

Más aun, se ha señalado que no todas las resinas compuestas restauradoras son adecuadas para la

cementación ²⁴, ya que incluso después de calentarlas, no son adecuadas para la disminución de la viscosidad necesaria para la cementación. La elección de una resina compuesta con una calidad reológica inadecuada puede impedir una fluidez óptima y un asentamiento adecuado de las restauraciones; así como existen resinas compuestas con una gran cantidad de rellenos inorgánicos, excelentes propiedades mecánicas y ópticas que podrían estar indicadas para la cementación ²⁹.

Las resinas compuestas se pueden calentar en diferentes dispositivos de calentamiento en seco, siempre que la temperatura este controlada y permanezca estable hasta su uso clínico. Normalmente se precalientan en un dispositivo que está programado para alcanzar una temperatura determinada cuya precisión debe confirmarse y que debe monitorearse y controlarse durante el almacenamiento en el calentador. Un dispositivo disponible comercialmente (Calset, AdDent Inc.) que, según el fabricante, precalienta y almacena las resinas compuestas a temperaturas de 54 °C, 60 °C o 64 °C hasta que estén listas para su uso. Los fabricantes, de los dispositivos de calor Calset (AdDent Inc.) y ENA (Micerium) están diseñados para acoplar una jeringa, que actúa como recipiente ²⁶.

También se ha descrito precalentamiento en un calentador de cera, donde el tiempo fue de alrededor de 2 a 3 minutos, y se debe garantizar que el dispositivo de calentamiento pueda mantener una temperatura controlada y predefinida, en un tiempo predecible ²⁶.

Diferentes grupos señalan que no se encontró consenso con respecto a los dispositivos de precalentamiento recomendados, la duración del

calentamiento o las temperaturas para este procedimiento clínico. Señalando que se deberían realizar más estudios para investigar el efecto en el espesor de película clínicamente aceptable ²⁹⁻³¹. reafirmando que el rendimiento general de la técnica de precalentamiento depende de la selección adecuada del material.

DISCUSION

A pesar de los esfuerzos sustanciales de investigadores y fabricantes, la capacidad de predecir el rendimiento clínico de los materiales y procedimientos restauradores, no es suficiente para orientar la selección y su colocación. Se correlacionan las propiedades específicas y el rendimiento clínico, pero la ciencia sigue siendo en gran medida empírica. Por otro lado, la espera de respuestas de una evaluación clínica, retrasan la aceptación de un producto o técnica; si permiten su uso inmediato, es solo con un grado de incertidumbre ³². Igualmente se ha expresado que existe una tendencia hacia procedimientos de aplicación simplificados, induciendo a una pérdida de eficacia, correlacionando el rendimiento clínico con estudios de laboratorio y predecir mediante ellos ³³.

Pero para la selección del cemento dental no existe ningún material que pueda utilizarse de forma universal o ideal, a pesar de ser uno de los componentes más críticos para el éxito de las restauraciones indirectas; actúa como una interfaz adhesiva entre la restauración y la estructura del diente ¹. Y los protocolos exitosos prevendrían las complicaciones mecánicas y biológicas ^{2,3,34}.

Ya en 2011, Deb et al. ³⁵ del Departamento de Biomateriales, King's College London Dental Institute,

concluyeron que el precalentamiento de las resinas compuestas mejoraba su flujo y el grado de conversión, pero el nivel de flujo variaba según los diferentes materiales. Más reciente Magne P et al.¹⁵, han recomendado el uso de resina compuesta restauradora precalentada como agente de cementación para incrustaciones, onlays y overlays, afirmando que las preocupaciones de los clínicos con respecto a la colocación incompleta de la restauración, debido a la viscosidad de las resinas compuestas, no están justificadas, según los hallazgos actuales^{19,22,24,27,28,30,36-38}.

El precalentamiento disminuye la viscosidad, aumenta el grado de conversión, la microdureza de las resinas compuestas y mejora la adaptación marginal, por lo tanto, puede beneficiar el manejo y las propiedades fisicoquímicas de las resinas compuestas; de allí la importancia de determinar el tiempo que tarda una resina compuesta en alcanzar la temperatura de calentamiento y luego enfriarse a temperatura ambiente. Las temperaturas para precalentar resinas compuestas descritas en la literatura varían de 54 °C a 68 °C, con tiempos de calentamiento de 5 a 60 minutos^{15,25,29,38}, mostrándose una alta heterogeneidad entre los protocolos de precalentamiento, recomendando formalizar más investigaciones sobre la viscosidad²⁹⁻³¹.

Una investigación, Bueno et al. (2025) evaluó el resultado del precalentamiento sobre las propiedades físico-mecánicas-químicas de diferentes compuestos de resina; la búsqueda utilizó un calentador a temperaturas de 22 °C, 37 °C, 54 °C y 68 °C. Los materiales Filtek Supreme/FS, Filtek Supreme Flowable/FSF, Filtek One/FO y Filtek Bulk Fill Flowable/BBF, mostraron propiedades similares o mejoradas después del precalentamiento, excepto

Admira/ADM y Vitra/VIT, concluyendo que los efectos del precalentamiento dependen del material³⁹.

Recientemente ha aparecido una nueva resina compuesta con “tecnología termoviscosa” (VisCalor, Voco, Cuxhaven, Alemania) que podría generar una película delgada; el precalentamiento redujo hasta un 66% la fuerza necesaria para extraer el material de su cápsula, y no se observó ningún efecto adverso de polimerización prematura⁴⁰.

Por lo descrito en esta revisión de literatura, el uso de resina compuesta precalentada como agente de cementación para carillas y otras restauraciones indirectas delgadas, es cada vez más popular, en estudios clínicos y de laboratorio. Sin embargo, el espesor de la película producida se debe evaluar para facilitar la selección adecuada y la técnica^{28,34,37}.

Basado en los resultados de los estudios incluidos, la cementación representa la última etapa en la realización de restauraciones indirectas y su calidad contribuye significativamente al éxito clínico de la terapia realizada.

CONCLUSIONES

1. Existen varias técnicas de precalentamiento en resinas compuestas utilizadas para la cementación de restauraciones indirectas; los dispositivos de calentamiento han demostrado eficacia; deben estar libre de humedad y calibrados para alcanzar una temperatura predeterminada (entre 54 °C y 68 °C) al calentarse, y mantenerla después del calentamiento.
2. El precalentamiento disminuye la viscosidad, aumenta el grado de conversión, la microdureza

de las resinas compuestas y mejora la adaptación marginal; por lo tanto, podría beneficiar el manejo y las propiedades fisicoquímicas de las resinas compuestas

3. El mantener el material caliente hasta el procedimiento de cementación y la composición de las resinas compuestas, pueden afectar directamente el resultado del procedimiento. El material debe usarse rápidamente después de retirarlo del dispositivo.

4. La restauración indirecta debe tener un espesor inferior a 2 mm, y la técnica está especialmente indicada en la colocación de restauraciones CAD/CAM mínimamente invasivas, onlays, crownlays, vennerlays y carillas.

5. Algunos autores han concluido que las resinas restauradoras son capaces de generar películas muy delgadas y pueden utilizarse como cemento, pero es importante realizar más estudios para investigar el efecto del espesor de película clínicamente.

6. Para lograr buenos resultados y orientar al clínico sobre su uso, es necesario estandarizar las técnicas de calentamiento de resinas para cementación.

7. Se necesitan más investigación sobre estas técnicas; en particular, estudios clínicos longitudinales.

BIBLIOGRAFÍA

- Hussain Alhamoudi F, Vyas R, Vaddamannu SK, Aldosari LIN, Alshadidi AAF, Kaur Aulakh S, Kamal Badiyani B, Kumar A. A Comparative Evaluation of the Bonding Strength, Marginal Adaptation, and Microleakage of Dental Cements in Prosthodontics: An In Vitro Comparative Study. *Cureus*. 2024 Jul 27;16(7):e65534.
- Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, Mustafa M, Rokaya D, Avetisyan A.

Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. *Molecules*. 2023 Feb 8;28(4):1619

- Leung GK, Wong AW, Chu CH, Yu OY. Update on Dental Luting Materials. *Dent J (Basel)*. 2022 Nov 3;10(11):208.
- Skapska A, Komorek Z, Cierech M, Mierzwinska-Nastalska E. Comparison of Mechanical Properties of a Self-Adhesive Composite Cement and a Heated Composite Material. *Polymers (Basel)*. 2022 Jun 30;14(13):2686.
- Ilie N., Hilton T.J., Heintze S.D., Hickel R., Watts D.C., Silikas N., Stansbury J.W., Cadenaro M., Ferracane J.L. Academy of Dental Materials Guidance-Resin Composites: Part I-Mechanical Properties. *Dent. Mater.* 2017;33:880–894.
- Fidalgo-Pereira R, Torres O, Carvalho Ó, Silva FS, Catarino SO, Özcan M, Souza JCM. A Scoping Review on the Polymerization of Resin-Matrix Cements Used in Restorative Dentistry. *Materials (Basel)*. 2023 Feb 13;16(4):1560.
- Calheiros F., Daronch M., Rueggeberg F., Braga R. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dent. Mater.* 2014;30:613–618.
- Ling L, Chen Y, Malyala R. Assessment of Degree of Conversion and Volumetric Shrinkage of Novel Self-Adhesive Cement. *Polymers (Basel)*. 2024 Feb 21;16(5):581.
- Ilie N., Simon A. Effect of curing mode on the micro-mechanical properties of dual-cured self-adhesive resin cements. *Clin. Oral Investig.* 2012;16:505–512
- Moon HK, Won JE, Ryu JJ, Shim JS. The Effect of the Initiator/Activator/Accelerator Ratio on the Degree of Conversion, Film Thickness, Flow, and Cytotoxicity of Dual-Cured Self-Adhesive Resin Cements. *Materials (Basel)*. 2024 Jul 19;17(14):3572.
- de Albuquerque P.P.A.C., Rodrigues E.C., Schneider L.F., Moraes R.R., Cesar P.F., Rodrigues Filho L.E. Effect of an acidic sodium salt on the polymerization behavior of self-adhesive resin cements formulated with different adhesive monomers. *Dent. Mater.* 2018;34:1359–1366
- Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res*. 2018 Feb;97(2):132-139.
- Stegall D, Tantbirojn D, Perdigão J, Versluis A. Does Tack Curing Luting Cements Affect the Final Cure? *J Adhes Dent*. 2017;19(3):239-243.
- Gaile M, Papia E, Zalite V, Locs J, Soboleva U. Resin Cement Residue Removal Techniques: In Vitro Analysis of Marginal Defects and Discoloration Intensity Using Micro-CT and Stereomicroscopy. *Dent J (Basel)*. 2022 Apr 1;10(4):55
- Magne P., Razaghy M., Carvalho M., Soares L. Luting of inlays, onlays, and overlays with preheated restorative composite resin does not prevent seating accuracy. *Int. J. Esthet. Dent*. 2018;13:318–332.
- Elkaffas A., Eltoukhy R., Elnegoly S., Mahmoud S. The effect of preheating resin composites on surface hardness: A systematic review and meta-analysis. *Restor. Dent. Endod*. 2019;44:e41.
- Daronch M., Rueggeberg F. A., De Goes M. F. Monomer conversion of pre-heated composite. *Journal of Dental Research*. 2005;84(7):663–667.

18. Lucey S., Lynch C. D., Ray N. J., Burke F. M., Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2010;37(4):278-282.
19. Fróes-Salgado N. R., Silva L. M., Kawano Y., Francci C., Reis A., Loguercio A. D. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dental Materials*. 2010;26:908-914.
20. Silva JC, Rogério Vieira R, Rege IC, Cruz CA, Vaz LG, Estrela C, Castro FL. Pre-heating mitigates composite degradation. *J Appl Oral Sci*. 2015 Nov-Dec;23(6):571-9.
21. Lopes L. C. P., Terada R. S. S., Tsuzuki F. M., Giannini M., Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review. *Clinical Oral Investigations*. 2020;24(12):4225-4235.
22. Lousan do Nascimento Poubel D, Ghanem Zanon AE, Franco Almeida JC, Vicente Melo de Lucas Rezende L, Pimentel Garcia FC. Composite Resin Preheating Techniques for Cementation of Indirect Restorations. *Int J Biomater*. 2022 Mar 23; 2022:5935668.
23. Poubel DLDN, da Silva RC, Ribeiro APD, Garcia FCP. Effect of preheating on the viscosity of composite resins. *J Conserv Dent Endod*. 2024 Apr;27(4):360-365. doi: 10.4103/JCDE.JCDE_75_23. Epub 2024 Apr 5. PMID: 38779215; PMCID: PMC11108411.
24. Magne P, Alawie S, Magne M, Carvalho M, Milani T. Comparison of Film Thickness of Restorative Composites Considered for Thermo-Modified Cementation. *J Esthet Restor Dent*. 2024 Nov 14.
25. Daronch M., Rueggeberg F. A., Moss L., De Goes M. F. Clinically relevant issues related to preheating composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2006;18:340-351.
26. Lousan do Nascimento Poubel D, Ghanem Zanon AE, Franco Almeida JC, Vicente Melo de Lucas Rezende L, Pimentel Garcia FC. Composite Resin Preheating Techniques for Cementation of Indirect Restorations. *Int J Biomater*. 2022 Mar 23;2022:5935668.
27. Marcondes RL, Moraes RR, Pereira J, de Carvalho MA. Preheated restorative composite resin for luting ceramic laminate veneers: An optimized technique report. *J Clin Exp Dent*. 2023 Feb 1;15(2):e165-e168.
28. Souza TJS de, Freitas A da S, Ferreira DMTP, Maia LC, Rabello TB. Does the use of preheated restorative resin composite as a luting agent influence the adaptation of fixed dental prostheses? A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2022:S0022-3913(22)00091-9
29. Marcondes R. L., Lima V. P., Barbon F. J., et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dental Materials*. 2020;36(10):1356-1364.
30. Barbon FJ, Isolan CP, Soares LD, Bona AD, de Oliveira da Rosa WL, Boscato N. A systematic review and meta-analysis on using preheated resin composites as luting agents for indirect restorations. *Clin Oral Investig*. 2022 Apr;26(4):3383-3393.
31. Patussi AFC, Ramacciato JC, da Silva JGR, Nascimento VRP, Campos DES, de Araújo Ferreira Munizz I, de Souza GM, Lima RBW. Preheating of dental composite resins: A scoping review. *J Esthet Restor Dent*. 2023 Jun;35(4):646-656
32. Ferracane JL. Resin-based composite performance: are there some things we can't predict? *Dent Mater*. 2013 Jan;29(1):51-8.
33. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005 Sep;21(9):864-81.
34. Maletin A, Knežević MJ, Koprivica DĐ, Veljović T, Puškar T, Milekić B, Ristić I. Dental Resin-Based Luting Materials-Review. *Polymers (Basel)*. 2023 Oct 19;15(20):4156.
35. Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent Mater*. 2011 Apr;27(4):e51-9.
36. Castro-Ramirez LC, Ladera-Castañeda MI, Cachay-Criado HR, Alvino-Vales MI, López-Gurreonero C, Cervantes-Ganoza LA, Cayo-Rojas CF. Comparative Evaluation of Microtensile Bond Strength in Three Different Dentin Luting Agents: An In vitro Study. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2023 Nov 7;14(1):43-51
37. Goulart M, Borges Veleza B, Damin D, Bovi Ambrosano GM, Coelho de Souza FH, Erhardt MCG. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *Int J Esthet Dent*. 2018;13(1):86-97. PMID: 29379905.
38. Abdulsattar YH, Kadhim AJ. Effect of immediate dentin sealing on the fracture strength of indirect overlay restorations using different types of luting agents (A comparative in vitro study). *J Conserv Dent Endod*. 2023 Jul-Aug;26(4):434-440.
39. Bueno T, Masoud N, Akkus A, Silva I, McPherson K, Furuse AY, Rizzante F. Effects of pre-heating on physical-mechanical-chemical properties of contemporary resin composites. *Odontology*. 2025 Jan;113(1):135-142. doi: 10.1007/s10266-024-00953-x. Epub 2024 May 27. PMID: 38797796.
40. Soares BM, Barbosa MP, de Almeida RV, Jardim RN, da Silva EM. Marginal integrity and physicomechanical properties of a thermoviscous and regular bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig*. 2024 Aug 23;28(9):496.