

Fuerza de adhesión de cerámica feldespática mediante resina compuesta pre-calentada versus cemento resinoso dual: estudio in vitro.

Feldspathic ceramic force of adhesion through pre-warmed composite resin versus dual-cure resin cement: in vitro study.

Cuesta-Nieto Paul^{1*}, Catalán-Sepúlveda Alfonso²

¹ Docente especialista en Rehabilitación Oral. Universidad Católica de Cuenca. Ecuador

² Docente y director en Rehabilitación Oral, facultad de Odontología Universidad de Concepción. Chile.

*ecuestan@ucacue.edu.ec

Resumen

Objetivo: comparar la fuerza de adhesión de la cerámica feldespática realizada mediante resina compuesta precalentada comparada con la cementación realizada mediante cemento resinoso dual. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio comparativo *in vitro*, prospectivo, se organizaron dos grupos; uno de 9 cilindros de cerámica feldespática cementadas a la estructura dental, a través de composite precalentado en la máquina Ena Heat MICERIUM (Italia), y un segundo grupo usando 9 cilindros de cerámica feldespática cementadas a la estructura dentaria a través de cemento resinoso dual, una vez cementada las dos estructuras, para evaluar la resistencia adhesiva de la cerámica cementada al diente se utilizó el método de cizallamiento con una máquina Universal Tensile Testing machines (Karg Industrietechnik), la cual fue aplicada sobre la cerámica, la estructura dental fue retenida en un cilindro de acero manteniéndose fijo, para generar una fuerza máxima necesaria para separar las 2 estructuras adheridas. **Resultados:** el grupo de cemento dual tuvo un promedio de 18,9(± 7,2) Kgf/cm² mientras que el otro grupo presentó un promedio de 12,1(± 8,2)Kgf/cm². Se realizó la prueba U de Mann Withney p=0,05 **Conclusión:** La diferencia entre ambos grupos fue no significativa.

Palabras clave: Adhesión, Cerámica feldespática, Cemento resinoso, Fuerza.

Abstract

Objetivo: To compare the bonding strength of feldspathic ceramics made with preheated composite resin compared to cementation made with dual resin cement. **Materials and methods:** A comparative study was carried out using *in vitro*, and two groups were organized; one using 9 feldspathic ceramic cylinders cemented to the tooth structure, through composite preheated in the Ena Heat MICERIUM machine (Italy), and a second group using 9 feldspathic ceramic cylinders cemented to the tooth structure through dual resin cement, once the two structures are cemented, In order to evaluate the adhesive strength of the cemented ceramic to the tooth, the shear method was used with a Universal Tensile Testing machine (Karg Industrietechnik), which was applied to the ceramic. The tooth structure was retained in a steel cylinder while it remained fixed, in order to generate the maximum force necessary to separate the two bonded structures. **Results:** the dual cement group averaged 18.9 (underline 7.2) kgf/cm² while the other group averaged 12.1 (underline 8.2) kgf/cm². Mann Withney's U-test was performed p=0.05 **Conclusion:** The difference between both groups was not significant.

Key words: Adhesion, Feldspathic ceramics, Resin cement, Strength.

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, hablar de restauraciones estéticas implica hablar de cerámicas libres de metal. Los cambios y aportes en este campo han sido importantes en los últimos años ya que en la actualidad existen multitud de sistemas cerámicos. La demanda en la odontología estética exige la investigación constante de nuevos materiales y técnicas para lograr

resultados óptimos, mejorando la calidad y la facilidad de manipulación de composites y cementos dentales, cada composite contiene partículas de carga rodeados por una matriz de resina y tiene un fotoiniciador; la diferencia básica es que varían en la cantidad y la configuración de las partículas de carga (porcentaje del volumen).¹ La diversidad de materiales restauradores utilizados en la actualidad requiere de cementos y sistemas específicos para lograr

una unión adhesiva efectiva y duradera. Con respecto a los cementos adhesivos se clasifican según su capacidad de adhesión, en cementos de ionómero de vidrio y cementos resinosos, siendo estos, los que aportan una adhesión por retención micro mecánica en esmalte e hibridación en dentina para lograr un buen sellado y evitar sensibilidades postoperatorias, su composición es similar a la de los composites empleados para las obturaciones, pero más fluidos.²⁻⁵

Para la obturación de las piezas dentales los composites sin duda son los más utilizados, adhiriéndose micro mecánicamente a la superficie dental, a pesar de las mejoras en los materiales restauradores de resina, algunos inconvenientes aún comprometen su duración. Las limitaciones de su uso, con mayor frecuencia están relacionadas a la contracción durante la polimerización, falta de resistencia a la abrasión y al desgaste, toxicidad, filtración marginal y caries recurrente.^{6,7} De la misma manera son clasificadas según su relleno, composición de la matriz, tamaño de las partículas, consistencia y sistema de polimerización.⁸

Para superar estos inconvenientes, se han hecho intentos para mejorar las propiedades mecánicas de estos materiales, incluidos los cambios en la cantidad, el tamaño y el tipo de rellenos y/o el uso o no de bases de metacrilato. Además, se han propuesto diferentes procedimientos clínicos para compensar el estrés asociado con la contracción de polimerización y para facilitar una mejor adaptación marginal entre la resina compuesta y las paredes de la cavidad. Se han sugerido varias técnicas para colocar restauraciones.⁹⁻¹² Para mejorar el sellado de las restauraciones de resina compuesta, algunos autores indican el uso de resinas fluidas para promover mejor adaptación marginal.^{10,11} Los compuestos fluidos, con su marcada fluidez, se han recomendado con frecuencia como amortiguadores de estrés y promotores de adaptación.¹¹⁻¹⁴ Sin embargo, debido al menor contenido de relleno de los materiales compuestos fluidos, se espera una mayor tensión inducida por la polimerización en relación con los compuestos de resina estándar.^{14,16} Estudios han sugerido que calentar los compuestos de resina tradicionales puede mejorar la adaptación marginal al mejorar la fluidez.^{16,17} Además, las resinas precalentadas pueden mejorar sus propiedades físicas y mecánicas a través de su mayor grado de conversión de monómeros,^{14,18,22} que a su vez se ha asociado con mayor resistencia mecánica, rigidez y resistencia a la degradación en el entorno oral.

El calentamiento de la resina reduce la viscosidad y aumenta la fluidez, lo que facilita una mejor adaptación a las paredes de la cavidad.^{23,24} Esto puede dar como resultado una adaptación marginal superior,^{25,26} reduce la microfiltración y, por lo tanto, mejora la durabilidad de las

restauraciones.^{26,27} El aumento de la temperatura de un compuesto mejora la movilidad tanto de radicales como de monómeros, lo que da como resultado un alto grado de conversión de monómeros,^{28,29} así como una mejora en la velocidad de polimerización.³⁰ Como resultado, se puede anticipar una red de polímeros altamente reticulada y mejores propiedades mecánicas y físicas.

El calentamiento del composite no es una idea nueva; en 1981, Bausch abogó calentar composite autopolimizable para uso clínico para mejorar las propiedades físicas del material, lo que se quiso lograr detrás de este concepto era aumentar la temperatura del composite para mejorar la reacción química de polimerización, así como para elevar el material a una temperatura cerca de su transición vítrea donde la movilidad molecular es mejor.^{31,32} En los últimos años ha habido un interés creciente en la fabricación de resinas de alto relleno menos viscoso, esto se puede lograr a través de un precalentando, sin perjudicar las propiedades del composite.³³⁻³⁵ El precalentamiento puede conseguirse mediante la colocación de los compules o jeringas en una bandeja de calentamiento para resinas, un baño de agua o en calentadores de composite (calentador Ena Heat Micerium, Calset Warmer, Ease It calentador, CanalPro Calentador de jeringas de irrigación COLTENE, Therma-flo, entre otros).³⁶ Entre los beneficios potenciales del precalentamiento de composite de alto relleno están: extrusión más fácil del compule o jeringas; una mayor adaptación del material a las paredes de la cavidad, disminución potencial para atrapar el aire y por lo tanto menos riesgo de microespacios en los márgenes o dentro de la mayor parte del material. Además, disminuye significativamente su espesor de la película.^{37,38}

En estudios recientes, se informó el efecto positivo del precalentamiento sobre la resistencia de la unión de los materiales compuestos. Los datos mostraron que el precalentamiento a 55 °C o 60 °C redujo la viscosidad, mejoró la fluidez y disminuyó el espesor de la película de las resinas compuestas restauradoras.³⁹ Además, el precalentamiento de las resinas compuestas fotopolimerizadas dio como resultado una disminución significativamente menor en los márgenes cervicales en comparación de los compuestos fluidos y no precalentados.⁴⁰ Como resultado de la conversión de monómero mejorada, se afirmó que el precalentamiento afecta positivamente propiedades tales como dureza superficial, módulo de flexión, tenacidad a la fractura, resistencia a la tracción.

Por todo lo anteriormente mencionado, se ha visto la necesidad de desarrollar este trabajo investigativo, con el objetivo de evaluar la resistencia adhesiva de la cerámica a la estructura dentaria a través de composite precalentado versus el cemento resinoso dual.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio In Vitro, prospectivo, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Concepción, en el cual se tomó como referencia 18 piezas dentales colocados en suero fisiológico en un envase de plástico cerrados herméticamente, piezas dentales que fueron extraídas por motivos periodontales, movilidad severa, fines protésicos, ortodónticos y quirúrgicos de pacientes con un edad comprendida entre 15 y 60 años, excluyendo piezas dentales con caries, restauraciones, endodoncia, o con alguna anomalía. En cada órgano dental se realizó un corte transversal con un disco diamantado de grano fino, para obtener una superficie lisa y plana, con el objetivo de sujetar los dientes para el ensayo de cizallamiento, todos estos dientes fueron embebidos en yeso dentro de unos cilindros de cobre. (Figura 1)



Fig. 1. Dientes, cubos de cobre con dientes.

Para la confección de la muestra de cerámica feldespática se realizó 18 cubos de acrílico duralay (resina calcinable), con una medida de 4mm de largo por 4mm de ancho, a cada cubo se les unió un vástago, con una angulación de 45° - 60°, con el fin de prensar la cerámica y adopte la forma del cubo. Se procedió al precalentamiento de la mufla en el horno (Súper dental Furnace) posteriormente se inició el prensado de la cerámica, se sacó la mufla del horno y se colocó rápidamente en el horno de prensado (VITA Macumat 6000 MP) a fin de evitar pérdidas de calor. Una vez terminado su procedimiento se retiró el revestimiento y se liberó por completo la cerámica feldespática a través del microarenador (Oxyker Duet). (Figura 2)



Fig. 2. Horno de calentamiento, revestimiento y prensado/cerámica feldespática.

A las estructuras dentales se autograbaron con el

adhesivo (Single Bond Universal Adhesive de 3M™ ESPE™) en la estructura dental se usó dos capas, una durante 20 segundos frotando con un microbrush se pasó un chorro de aire para esparcir el adhesivo y evaporar el solvente, nuevamente se colocó una segunda capa de adhesivo y se realizó la fotopolimerización correspondiente.

Las muestras de cerámica feldespática fueron acopladas a una silicona de condensación tipo pesada/masilla para fijarlas previamente tratadas con un chorro de óxido de aluminio, posteriormente se acondiciono con ácido fluorhídrico al 9,5% (PorcelainEtch, Ultradent) por 90 segundos, luego se lavó por 1 minuto. Se aplicó el silano Angelus) y se dejó actuar durante un minuto. Una vez silanizada la cerámica se pasó a aplicar la resina adhesiva para mejorar la humectación (Single Bond Universal Adhesive de 3M™ ESPE™), y aire para eliminar el solvente. (Figura 3)

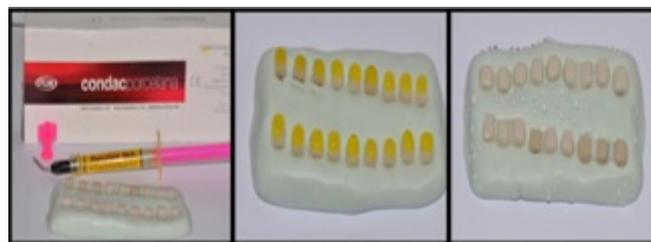


Fig. 3. Ac. Fluorhídrico, proceso de grabado.

La estructura del diente fue retenida a través de yeso extra duro (Velmix), en un cilindro de cobre para mantenerlo fijo, posteriormente a esta estructura dentaria, se le cementó la estructura de cerámica feldespática, eliminando los excesos rebosantes de cemento con un microbrush, se cementaron ambas estructuras cerámica/diente #9 con un cemento resinoso dual (RelyX™ Ultimate Clicker™), y #9 con composite (Filtek™ Z350 XT) precalentado a través de Ena Heat MICERIUM (Italia) cada muestra se fotopolimerizó durante 60 segundos a través de una lámpara de luz LED (Smartlite, Dentsply). (Figura 4)

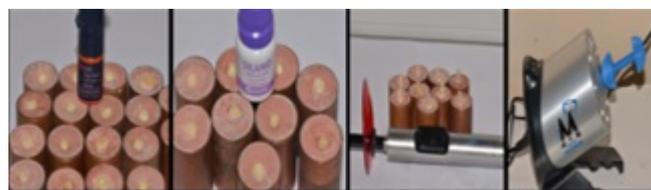


Fig. 4. Cilindro de cobre con diente fijo/cementación.

Una vez cementada las dos estructuras, este complejo diente-cemento/composite-cerámica, se sometió a un ensayo



Fig. 5. Prueba de Cizallamiento con maquina Universal Tensil Testing machines.

de cizallamiento con una maquina Universal Tensil Testing machines (Karg Industrietechnik), en la UDT, Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción, con el objetivo de generar una fuerza máxima necesaria para separarlos. (Figura 5)

3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron evaluados con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para determinar normalidad en la distribución de la variable “adhesión”.

La medición de la Resistencia de la unión a la tracción a través del ensayo de cizalla se realizó experimentalmente en dos grupos de un total de 18 muestras: grupo A con un cemento dual Relyx Ultimate y un grupo B con composite precalentado Z350 XT Universal

De acuerdo a la información presentada en la figura 6, de resultados al cizallamiento, los valores de fuerza máxima fueron: En el grupo A (Relix ultimate 3M) van desde mínimo 9,193 (muestra 3) hasta máximo 27,904 Kgf (muestra 1); en el grupo B (Composite Z350 xt 3M) van de 6,011 como mínimo (muestra 9), hasta 30,604 Kgf como máximo (muestra 2).

Se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar normalidad en la distribución de la variable “adhesión” en Grupo A y Grupo B. Al encontrarse que solo el Grupo A presentaba distribución normal, se optó por utilizar la Prueba U de Mann-Withney para la comparación

de promedios.

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN

Grupo	Promedio	D.E.	Valor-p
A	18,9	7,2	0,05
B	12,1	8,2	

Tabla 1. Prueba U de Mann-Whitney.

Se muestran las adhesiones promedio (con sus respectivas desviaciones estándar) en ambos grupos y dado que el valor p de significancia es igual a 0,05 se considera que no hay diferencias estadísticamente significativa en la adhesión que muestran ambos grupos. (Tabla 1)

4 DISCUSIÓN

El proceso de cementación reúne una serie de variables que actúan en conjunto, donde una falla en cualquiera de sus etapas lleva al fracaso de todo el procedimiento. El tipo de cementación (convencional o adhesiva) está directamente relacionada a la resistencia mecánica de la cerámica utilizada. El tiempo de grabado con ácido fluorhídrico hacia la cerámica, el lavado del mismo, el uso de silano, el uso de un horno para calentar y mejorar las propiedades del silano,⁴² entre otros diferentes protocolos.

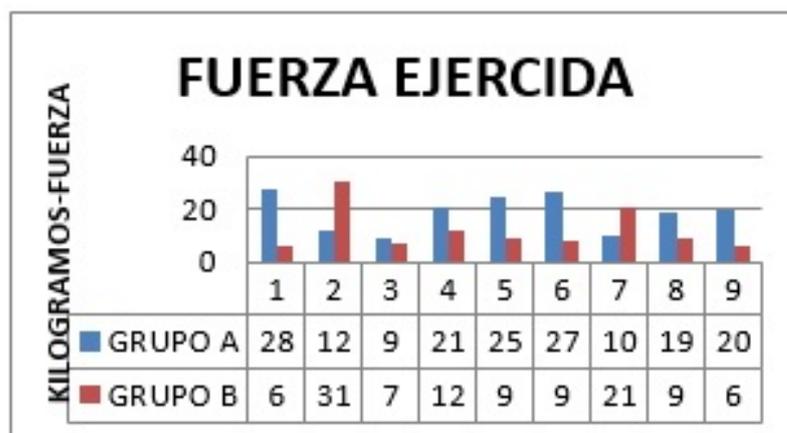


Fig. 6. Valores de fuerza máxima representada en kilogramos fuerza (kgf).

En la actualidad, los cementos convencionales (fosfato de zinc, eugenol zinc, policarboxilato o ionómero de vidrio) ya no se indican, cementos resinosos compuestos son materiales de elección en la cementación adhesiva. Desafortunadamente, muchos productos están disponibles comercialmente con diferentes modos de iniciación de polimerización (auto, foto, o dual), y diferentes viscosidades. Para la técnica de cementación usada en este estudio, los autores recomiendan el uso de materiales compuestos híbridos o nanohíbridos de restauración fotopolimerizables junto con un sistema adhesivo fotopolimerizable compatible. Hay varias razones para esta recomendación: en primer lugar, las resinas compuestas restauradoras presentan las mejores propiedades biomecánicas y una tensión de contracción de polimerización inferior. Además, su mayor viscosidad asegura un más fácil manejo durante la eliminación de excesos de material, Sin embargo, una viscosidad más alta puede impedir el asentamiento completo de la restauración. El proceso del precalentamiento del composite hace menos viscoso; es importante difundir todo el material dentro de la cavidad preparada ya sea para incrustación o carillas, antes de la inserción de la cerámica, y, ojalá insertar la cerámica con la técnica de inserción por ultrasonidos, de esta forma, se evita un material adicional en el consultorio dental sólo para la cementación. Además, La técnica propuesta implica el uso de composite de interfase entre diente y restauración indirecta como cementantes, con el uso de una alta potencia de luz de fotocurado.^{43,45}

Los composite precalentados pueden mejorar sus propiedades físicas y mecánicas a través de un mayor grado de conversión de monómero, que a su vez ha sido asociado con una mayor resistencia mecánica, rigidez y resistencia a la degradación en el medio ambiente oral.³⁷

En los últimos años ha habido un interés progresivo en

la fabricación de resinas de alto relleno menos viscoso, a través de un precalentando, sin afectar las propiedades del composite.^{34,46} El calentamiento tradicional del composite puede perfeccionar el ajuste marginal a través de su mejor fluidez. Wagner et al., 50.

Ha habido preocupación expresada en la literatura debida que al someter el composite a ciclos de precalentamiento reduciría la vida útil del composite no utilizado. Sin embargo, existe estudios los cuales demostraron que ni los ciclos de precalentamiento extendido de precalentamiento durante 55 horas causaron cambios significativos en la conversión del monómero. Además, un estudio reciente³⁵ demuestra que el calentamiento de un composite a una temperatura de 60 °C en varias ocasiones o durante largos períodos de tiempo no causa polimerización prematura significativa, por lo que se puede hacer de manera segura.

Kerstin Bitter y colaboradores, en el año del 2006 compararon la resistencia adhesiva al cizallamiento del cementado de cerámica disilicato de litio (IPS-Empress II) a esmalte dentina y bloques de resina a través de diferentes tipos de cementos resinosos (Variolink II/Excite DSC en cilindros de cerámica de disilicato de 2,5x2,5x2,5 mm³). Los discos fueron grabados con ácido fluorhídrico al 5 °C por 20 segundos y se les aplicó silano (Monobond S, Ivoclar Vivadent) durante 60 segundos y se polimerizó. El valor obtenido para el cemento en dentina fue de 8,2 MPa en esmalte 9,8 MPa y en el bloque de resina fue de 9,7 MPa. El protocolo empleado en este estudio es diferente al empleado en nuestro estudio, ya que no se utilizó cilindros de cerámica, se utilizó cubos y la altura de los cilindros fue mayor. Estos valores son mucho mayores a los obtenidos en nuestro estudio. Esto podría sugerirnos que una altura igual y menor a 2 mm de los cubos podría aumentar los valores de

resistencia adhesiva al cizallamiento.

Abdolrahim D. y colaboradores en el año 2014 evaluaron la resistencia adhesiva de 2 tipos de resina Filtek p60 y Filtek Z250 a 3 diferentes tipos de temperatura 4 °C, 23 °C y 37 °C, generando cilindros de 8mm de diámetro y 4mm de longitud, cementados a piezas dentales en dentina, que previamente fueron regularizados la zona oclusal con disco y fresas de alta velocidad, las superficies preparadas se grabaron con ácido (ácido fosfórico al 35 %, grabador de enlace escocés, 3M ESPE, St Paul, MN, EE. UU.) Durante 15 segundos. Después de 15 segundos de enjuague con agua y secado suave al aire, el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, MN, EE. UU.) Se aplicó en dos capas durante 10 segundos, con un secado suave al aire de 2 a 5 segundos y se fotopolimerizó con Unidad de fotocurado LED para obtener una superficie plana, por medio de cizallamiento a través de una máquina de prueba universal (SD Mechatronik -MTD-500 Alemania). La carga en la falla se registró en Newton [N] y para expresar los valores de resistencia de la unión en MPa, la carga se dividió en el área unitaria de la interfaz composite-dentina. La prueba mostró que los valores de resistencia de la unión fueron significativamente más altos usando FiltekP60 a 37 °C de temperatura.

Naranjo J. y colaboradores en el año 2015 evaluaron la resistencia adhesiva por medio del cizallamiento usando una maquina (Instron) en cerámica de disilicato de litio cementado a dentina y a esmalte, utilizando dos tipos de diferente cemento resinoso, de autograbado y autoadhesivo, con un grabado fluorhídrico al 5 % más silano, el valor obtenido fue 15,1MPa en dentina y 20,4MPa en esmalte.

5 CONCLUSIONES

En este estudio se concluye que la fuerza de adhesión más alta de la cerámica unida hacia el diente, con el cemento resinoso dual Relix Ultimate Dual fue de 28 Kgf/cm², con composite Z350 XT Universal precalentado fue de 31 Kgf/cm². También se observó que la mayor fuerza ejercida por la máquina de cizallamiento para separar las muestras, fue en la prueba de unión de la cerámica al diente con composite precalentado, cabe recalcar que en resultados globales el ReliX Ultimate, tubo mejor adhesión, pero se recomienda realizar a estudios futuros más número de muestras para tener mejor fiabilidad de resultados, e independizar la unión es decir sobre esmalte dental y sobre dentina.

Se recomienda diseñar estudios futuros empleando los tratamientos de superficie y protocolos estandarizados que ofrezcan mayores valores de adhesión según la evidencia disponible para cada uno de los materiales cerámicos utilizados y un mayor número de muestras, para obtener

mejor fiabilidad en los resultados.

Esto podría abrir una nueva área de aplicación de la resina precalentada; entregando al odontólogo un material de fácil manipulación y de excelentes características ópticas. Además, los composites al ser más económicos son una opción más accesible para el profesional y para los pacientes. Debido a sus excelentes propiedades, es posible que de mejor resultado que un cemento resinoso.

Referencias

- Martínez Rus F, Pradíes Ramiro G, Suárez García MJ, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE 2007;12(4): 253-263.
- Interfacial Phenomena and Related Properties 198 (2005).
- K.J. Anusavice. 854 (Elsevier: 2004).
- Shillimborg HT, H. S. Fundamentos en Prostodoncia Fija. Quintessence books 582 (2000).
- Pegoraro, T. a, Da Silva, N. R. F. a & Carvalho, R. M. Cements for use in esthetic dentistry. Dental clinics of North America 51, 453-71, x (2007).
- Van Meerbeek, B. et al. Comparative SEM and TEM Examination of the Ultrastructure of the Resin-Dentin Interdiffusion Zone. Journal of Dental Research 72, 495-501 (1993).
- Kubo, S., Kawasaki, A. & Hayashi, Y. Factors associated with the longevity of resin composite restorations. Dental materials journal 30, 374-83 (2011).
- Shinkai K1, Taira Y1, Suzuki S1,2, Kawashima S1, Suzuki M1. Effect of filler size and filler loading on wear of experimental flowable resin composites. J Appl Oral Sci. 2018 Feb 1;26:e20160652
- Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. Dent Mater. 1991;7(2):107-13.
- Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. J Adhes Dent. 2007;9(2):189-94.
- Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. J Dent. 2011;39(10):643-7.
- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. Oper Dent. 1994 Jan-Feb;19(1):26-32.
- Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. J Dent. 2012;40(6):500-5. Epub 2012 Mar 3. f resin composite. Oper Dent. 1994;19(1):26-32.
- Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. Dent Mater. 2011;27(3):e51-9.

- 15 Oliveira LC, Duarte S Jr, Araujo CA, Abrahão A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater.* 2010;26(3):e159-69.
- 16 Wagner WC, Aksu MN, Neme AM, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008;33(1):72-8.
- 17 Santos RE, Lima AF, Soares GP, Ambrosano GM, Marchi GM, Lovadino JR, et al. Effect of preheating resin composite and light-curing units on the microleakage of Class II restorations submitted to thermocycling. *Oper Dent.* 2011;36(1):60-5.
- 18 Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2005;84(7):663-7.
- 19 Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res.* 2006;85(1):38-43.
- 20 Eliades GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA. Degree of double bond conversion in light-cured composites. *Dent Mater.* 1987;3(1):19-25.
- 21 Tarumi H, Imazato S, Ehara A, Kato S, Ebi N, Ebisu S. Postirradiation polymerization of composites containing bis-GMA and TEGDMA. *Dent Mater.* 1999;15(4):238-42.
- 22 Ginu Rajan, Raju Raju Sagar Jinachandran, Paul Farrar, Jiangtao Xi and B. Gangadhara Prusty Polymerisation Shrinkage Profiling of Dental Composites using Optical Fibre Sensing and their Correlation with Degree of Conversion and Curing Rate *Sci Rep.* 2019; 9: 3162
- 23 Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, & Hannigan A (2010) Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite *Journal of Oral Rehabilitation* 37(4) 278-282.
- 24 Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, & Millar BJ (2011) Prewarming of dental composites *Dental Materials* 27(4) e51-e59.
- 25 Froes-Salgado NR, Silva LM, Kawano Y, Francci C, Reis A, & Loguercio AD (2010) Composite pre-heating: Effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties *Dental Materials* 26(9) 908-914.
- 26 Lohbauer U, Zinelis S, Rahiotis C, Petschelt A, & Eliades G (2009) The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage *Dental Materials* 25(4) 514-519.
- 27 Wagner WC, Aksu MN, Neme AM, Linger JB, Pink FE, & Walker S (2008) Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage *Operative Dentistry* 33(1) 72-78.
- 28 Daronch M, Rueggeberg FA, & De Goes MF (2005) Monomer conversion of pre-heated composite *Journal of Dental Research* 84(7) 663-667.
- 29 El-Korashy DI (2010) Post-gel shrinkage strain and degree of conversion of preheated resin composite cured using different regimens *Operative Dentistry* 35(2) 172-179.
- 30 Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, & Giudici M (2006) Polymerization kinetics of pre-heated composite *Journal of Dental Research* 85(1) 38-4.
- 31 Bausch JR, de Lange C, Davidson CL (1981). The influence of temperature on some physical properties of dental composites. *J Oral Rehabil* 8:309-317.
- 32 Bagis, Y. H. & Rueggeberg, F. A. Effect of post-cure temperature and heat duration on monomer conversion of temperature on some physical properties of dental composites. *J Oral Rehabil* 8:309-317.
- 33 Park, S. H. & Lee, C. S. The difference in degree of conversion between light-cured and additional heat-cured composites. *Operative dentistry* 21, 213-7 (1996).
- 34 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* 37, 278-82 (2010).
- 35 Daronch, M., Rueggeberg, F. A., Moss, L. & De Goes, M. F. Clinically relevant issues related to preheating composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry.[et al.]* 18,340-50; discussion 351(2006)
- 36 Rickman L, Padipatvuthikul P, Chee B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. *British Dental Journal.* 2011; 211(2): p. 63-67.
- 37 Muñoz, C. A., Bond, P. R., Sy-Muñoz, J., Tan, D. & Peterson, J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *American journal of dentistry* 21, 215-22 (2008).
- 38 Daronch, M., Rueggeberg, F. A. & De Goes, M. F. Monomer conversion of pre-heated composite. *Journal of dental research* 84, 663-7 (2005).
- 39 Knight JS, Fraughn R, Norrington D. Effect of temperature on the flow properties of resin composite. *Gen Dent* 2006;54:14- 16. 71.
- 40 Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res* 2006;85:38-43.
- 41 Magne, P., Cascione, D. & Angeles, L. Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. 96, (2006).
- 42 Magne P, B. U. Restauraciones de porcelana adherida en los dientes anteriores. Quintessence Books. 1a Edición, (2004)
- 43 Hofmann, N., Hugó, B. & Klaiber, B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *European journal of oral sciences* 110, 471-9 (2002).
- 44 Park, S.-H., Kim, S.-S., Cho, Y.-S., Lee, C.-K. & Noh, B.-D. Curing units' ability to cure restorative composites and dual-cured composite cements under composite overlay. *Operative dentistry* 29, 627-35 (2004).
- 45 K. Hikita, b, B. Van Meerbeek a, J. De Munck a, T. Ikeda, C., K. Van Landuyt a & T. Maidab, P. Lambrechts a, M. P. a Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel.

- Dental materials journal 3, 71–80 (2005).
- 46 Blalock, J. S., Holmes, R. G. & Rueggeberg, F. A. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. The Journal of prosthetic dentistry 96, 424–32 (2006).
 - 47 El-Korashy, D. I. Post-gel shrinkage strain and degree of conversion of preheated resin composite cured using different regimens. Operative dentistry 35, 172–9 (2010).
 - 48 Ayub, K. V et al. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. Journal (Canadian Dental Association) 80, e12 (2014).
 - 49 Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P. & Vanherle, G. Porcelain veneers: a review of the literature. Journal of dentistry 28, 163–77 (2000).

Recibido: 06 de Noviembre del 2019

Aceptado: 07 de Marzo del 2020