

Evaluación de la Microdureza Superficial de dos Cementos Resinosos y una Resina Compuesta usados para Cementación. Artículo original

Microhardness Vickers evaluation of two resin cements and a composite used to dental cementation. Original Paper.

Manuel Mosquera¹, Miguel Charfuelan², Giancarlo Puccini³, Jimmy Rozo⁴, Jaime Dussan⁵.

¹Odontólogo, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia – UNICOC, sede Cali.

²Odontólogo, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia – UNICOC, sede Cali.

³Odontólogo, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia – UNICOC, sede Cali.

⁴Odontólogo, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia – UNICOC, sede Cali.

⁵Especialista en Rehabilitación oral, profesor del postgrado de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia – UNICOC, sede Cali.

Evaluación de la Microdureza Superficial de dos Cementos Resinosos y una Resina Compuesta usados para Cementación. Artículo original.

Resumen

Antecedentes. La cementación durante el proceso de rehabilitación es un factor importante en el tratamiento. Uno de los últimos materiales usados para cementar son los cementos resinosos (CR), que son biomateriales cementantes versátiles y eficientes, por la facilidad de la manipulación y la disminución en el tiempo de trabajo. Actualmente, existen diferentes marcas de CR en el mercado, pero no hay suficiente evidencia científica acerca de propiedades biomecánicas como la microdureza, que es estándar de calidad que determina la resistencia de un material a ser penetrado. **Objetivo.** Evaluar la microdureza Vickers los materiales usados para cementación: *Choice II* (Bisco®), *Variolink esthetic LC* (Ivoclar-Vivadent®) y *ENA*

(*Micerium*®). **Métodos.** Se realizó un estudio experimental in vitro. Se construyeron seis cuerpos de prueba de cada material, siguiendo la norma ISO 4049. Se polimerizaron siguiendo las indicaciones de cada casa comercial correspondiente, luego se almacenaron en condiciones estandarizadas. Una vez construidas todas las muestras, se asignaron aleatoriamente y se hicieron treinta indentaciones (n=30) en cada material (Wilson Instruments®) por medio de una punta de diamante de forma piramidal (1,5mm) en el laboratorio de las escuela de ingeniería de materiales de la Universidad del Valle. Se obtuvieron imágenes de la indentación en cada muestra y se calculó la microdureza según la fórmula de Vickers para puntas piramidales. Se obtuvieron promedios de cada grupo y se hicieron comparaciones por medio de análisis de varianza multivariante (ANOVA) ($p < 0,05$). **Resultados.** El valor promedio de microdureza Vickers de *ENA Micerium*® fue significativamente

más alto ($69,63 \pm 10,32\text{HV}$) en comparación con los cementos resinosos *Choice II de Bisco* ($54,44 \pm 2,83\text{HV}$) ($p=0,006$) y con *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent* ($17,77 \pm 1,76$) ($p=0,00001$), que mostró los promedios más bajos entre los grupos.

Conclusiones. La microdureza del cemento resinoso *ENA Micerium®* mostró valores más altos en comparación con *Choice II de Bisco* y *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent*. Es probable que el precalentamiento de *ENA Micerium®* mejore las propiedades mecánicas, se requieren más estudios para determinar si este factor afecta sensiblemente la microdureza, o simplemente obedece a aspectos propios de la molécula de este cemento

Palabras clave: Microdureza, materiales dentales, cementos resinosos, microdureza Vickers.

Microhardness Vickers evaluation of two resin cements and a composite used to dental cementation. Original Paper.

Abstract

Background. The cementation during the dental rehabilitation is an important aspect in treatment. Recently, resinous cements (CR) were developed, which are versatile and efficient biomaterials, due to the ease of handling and the reduction in working time. Currently, offer of CR is variate, but there is not enough scientific evidence about biomechanical properties such as microhardness, which is a quality standard that determines the resistance of a material to be penetrated. **Objective.** Evaluate the Vickers microhardness of three cementation biomaterials: *Choice II (Bisco®)*, *Variolink esthetic LC (Ivoclar-Vivadent®)* and *ENA (Micerium®)*. **Methods.** An experimental in vitro study was carried out. Six samples of each material were built, following the ISO 4049 standard. They were polymerized following the indications of each corresponding commercial company, then stored under standardized conditions. Once all the samples had been constructed, they were randomly assigned and thirty indentations ($n = 30$) were made

in each material (Wilson Instruments®) by means of a pyramidal diamond tip (1.5mm) in the laboratory of the school of materials engineering from the Universidad del Valle. Indentation images were obtained in each sample and microhardness was calculated according to the Vickers formula for pyramidal tips. Averages were obtained for each group and comparisons were made by means of multivariate analysis of variance (ANOVA) ($p < 0.05$). **Results.** The average Vickers microhardness value of the *ENA Micerium*® composite was significantly higher ($69.63 \pm 10.32\text{HV}$) compared to cements *Bisco Choice II* ($54.44 \pm 2.83\text{HV}$) ($p = 0.006$) and *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent* (17.77 ± 1.76) ($p = 0.00001$), which showed the lowest averages between the groups. **Conclusions.** The microhardness of the *ENA Micerium*® resinous cement showed higher values compared to *Choice II Bisco* and *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent*. It is probable that the preheating of *ENA Micerium*® improves the mechanical properties, further studies are required to

determine if this factor significantly affects the microhardness, or is simply due to aspects of the molecule of this cement.

Keywords: Microhardness, dental material, resinous cement, hardness vickers

Introducción

Los tratamientos en rehabilitación y restauración tales como prótesis fija, carillas, incrustaciones, entre otros, tienen varios pasos en su proceso que deben que determinan la calidad definitiva. La cementación es un paso importante que resulta ser un factor determinante de éxito o fracaso (1). En la mayoría de ocasiones se utilizan cementos que puedan garantizar no solo la adhesión, sino además que puedan garantizar mayor estabilidad de la prótesis a través del tiempo (2). Los cementos resinosos (CR) son biomateriales utilizados alternativamente a los cementos tradicionales porque brindan ventajas clínicas como mayor adhesión y resistencia, y mejor manipulación (3).

El mercado actual ofrece al rehabilitador oral una amplia gama de CR, pero que carecen de suficientes estudios realizados por instituciones independientes de las mismas casas comerciales que los fabrican, por lo que la evidencia científica acerca de sus propiedades físicas, mecánicas y de superficie es limitada (4). Aunque hay reportes que muestran diferentes resultados en las propiedades de

cementos como por ejemplo *Choice 2*; *Variolink Esthetic LC*, *RelyX Veneer*, entre otros (5), en los que se hallaron diferencias significativas en propiedades biomecánicas tales como la resistencia adhesiva (6). Hasta la presente fecha no hay reportes que incluyan a *ENA-Micerium*, una resina que incorpora una técnica de precalentamiento antes de su aplicación, que brindan ventajas físicas y clínicas al operador (7)

Las necesidades clínicas han llevado a que las casas comerciales se esmeren en el desarrollo de materiales tipo cemento resinoso, cada vez más versátiles en busca de competir en este amplio sector del mercado de materiales dentales, sabiendo de antemano que un alto porcentaje de éxito de la restauración y la estabilidad en el tiempo se le atribuye a la cementación (1). En estos últimos años, materiales como *Choice II*, *Relyx* y algunas de resina calentada constituyen los materiales que más han experimentado cambios para mejorar sus propiedades.

ENA (*Micerium*®) es un cemento que incorpora una técnica de

precalentamiento antes de aplicar el material, lo que hace que mejore las características de superficie, así como las propiedades físicas y biomecánicas (8). Aunque esta técnica de precalentamiento ha sido bien documentada por la casa comercial, aún faltan más estudios que respalden el uso de este precalentamiento. La propuesta de la presente investigación se base en evaluar la microdureza de los cementos, dado que esta propiedad está asociada con el porcentaje de conversión (9) y la resistencia a la fractura, propiedades que en conjunto mejoran la adaptación y longevidad de los tratamientos (10).

La microdureza es una propiedad que se usa para evaluar y comparar un aspecto relevante en la superficie del material que se puede extrapolar a su comportamiento en las condiciones clínicas (11). Las pruebas de microdureza generalmente se realizan sobre materiales restauradores, pero también es una prueba válida para materiales cementantes en la medida que en una situación de dos materiales en contacto, aquel, que es más duro, raya o penetra al más

blando, además, la microdureza se encuentra estrechamente relacionada con el grado de conversión, lo que afecta la calidad en el proceso clínico de restauración. De igual forma, la microdureza vickers se encuentra relacionada con la estructura molecular de los materiales, dado que los macrorellenos tienden a ser menos duros superficialmente en comparación con los microrellenos (12).

Por lo anteriormente expuesto se plantea el objetivo de evaluar la microdureza Vickers de los cementos resinosos Choice II (*Bisco®*) Variolink esthetic LC (*Ivoclar-Vivadent®*) y la resina ENA (*Micerium®*).

Métodos (Materiales y métodos)

Se realizó un estudio experimental *in vitro* con tres diferentes cementos de uso odontológico: *Choice II (Bisco)*, *Variolink esthetic LC de (Ivoclar-vivadent)* y *ENA Micerium*). Según la Resolución 8430 del 93 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, por ser un estudio *in vitro*, sin utilización de muestras biológicas, se clasificó como investigación sin riesgo. Todos los aspectos éticos fueron

avalados por el comité de ética de la Institución Universitaria Colegios de Colombia – UNICOC. (Cementos *Choice II (Bisco)*, *Traslucent*, Lote 2000007913; *Variolink esthetic LC*, (Ivoclar-vivadent) *Neutral*, Lote Z00V0N de y *Resina ENA Micerium*, UD0, Lote 2020001838.)

Se construyeron los cuerpos de prueba según las norma ISO 4049 sobre un molde metálico de 10 mm de diámetro y 2,5 mm de profundidad (Figura 1) una vez dispensado el cemento en cada molde, se aisló con tira de milar y se presiona firmemente con loseta de vidrio para ser polimerizado con una unidad de curado LED marca VALO Cordless REF: 5941 de ULTRADENT, con longitud de onda de 480nm sostenida en contacto directo y siguiendo las instrucciones de tiempo de curado y preparación de cada material según la recomendación de la casa fabricante. Los cuerpos de prueba de ENA fueron precalentados a 55°C para incluirlos en el molde y luego fotocurarlos.

Figura 1. Calibración de moldes para construcción para obtener muestras homogéneas



Se construyeron cinco cuerpos de prueba de cada muestra y se hicieron seis indentaciones en cada uno, para un total de treinta indentaciones por cada grupo de cemento evaluado (n=30). La muestra fue calcula con una potencia del 95% y basado en el estudio de Ozakar N et al (2012) (13) y se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Cálculo muestral. } n = \frac{Z_{\alpha}^2 * S^2}{d^2}$$

$$= ((1,96^2) * (5,29)) / (3)$$

Figura 2. Polimerización de cada cemento incluido en el molde



Los cuerpos de prueba fueron almacenados en condiciones controladas de temperatura y exposición a la luz antes de la indentación, fueron colocados aleatoriamente en cajas de plástico herméticas y se llevaron a 4°C hasta la fecha programada para indentación (una semana después).

Posteriormente, los cuerpos de prueba fueron llevados al laboratorio de ingeniería de materiales de la Universidad del Valle. Fueron indentados con una carga estandarizada previamente 100 Gf y durante un tiempo constante de 15 segundos en el microdurómetro Wilson Instruments (Modelo:401 MVD) (Figura 2). Se utilizó una punta de diamante piramidal con una longitud de cada diagonal de 0,5mm. La medición de la microdureza Vickers se realizó en la parte superior de cada cuerpo de prueba y de cada cemento de resina. Se registró el valor de cada indentación en una base de datos en Microsoft Excel®.

Figura 2. Microdurómetro en el que se realizaron las microindentaciones



Posteriormente, la base de datos se exportó y se analizó en el paquete estadístico SPSS (V 21) y las variables fueron descritas por medio de medidas de tendencia central como promedios y de variación como desviación estándar. Se realizó

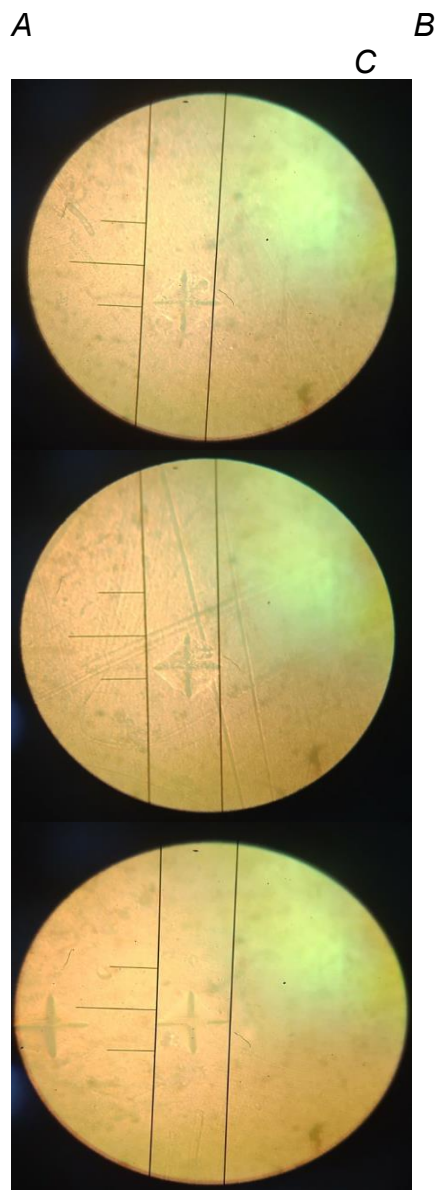
comparación de medias entre cementos mediante el análisis de varianza multivariante (ANOVA), previas pruebas de normalidad. El valor de la significancia que se estableció para todas las pruebas fue de 0,05.

Resultados

Todos los cuerpos de prueba fabricados cumplieron con los estándares de calidad y fueron aceptados para realizar las indentaciones (n=30). El proceso de estandarización permitió identificar una carga máxima para realizar indentación sobre cementos resinosos de 150gN durante 15 segundos.

El análisis de microdureza Vickers (Hv) mostró que en el grupo de *Choice II (Bisco)* se evidenció un valor mínimo de 50,85Hv, un valor máximo de 57,70Hv, y un valor promedio de $54,44 \pm 2,83$ Hv.

Figura 3. Microindentaciones de los cementos resinosos: **A)** *Choice II (Bisco®)*, **B)** *Variolink esthetic LC (Ivoclar-Vivadent®)* y **C)** *ENA (Micerium®)*



El grupo de *Variolink esthetic LC de Ivoclar-vivadent* presentó un valor mínimo de 16,78Hv y un máximo de 20,90Hv; el valor promedio fue de $17,77 \pm 1,76$ Hv. Finalmente, los resultados de microdureza observados en el cemento *ENA Micerium®* mostraron un mínimo de

microdureza de 59,56Hv y un valor máximo de 69,63Hv; el valor promedio hallado fue de $69,63 \pm 10,32$ Hv (Tabla 1).

Tabla 1. Microdureza Vickers de tres cementos resinosos

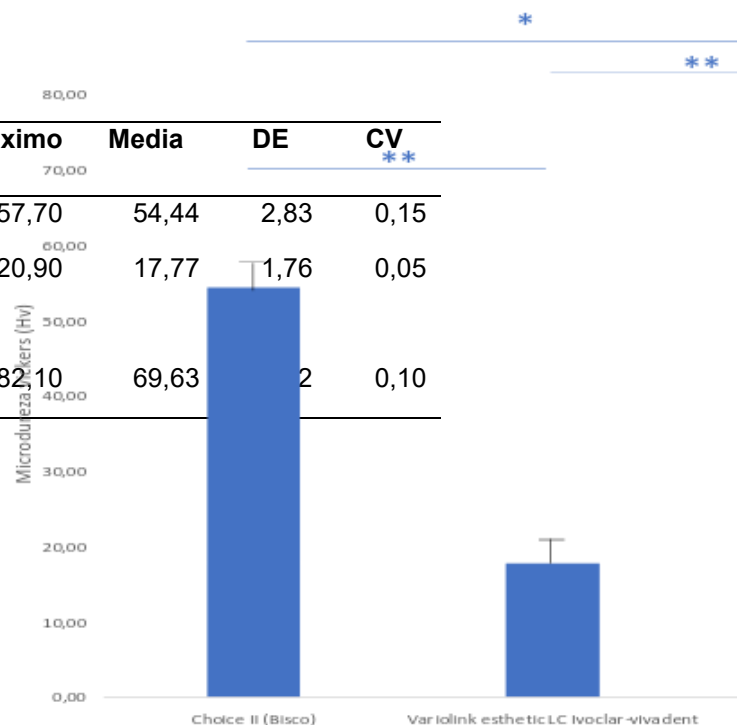
Cemento	n	Mínimo	Máximo	Media	DE	CV
<i>Choice II (Bisco)</i>	30	50,85	57,70	54,44	2,83	0,15
<i>Variolink esthetic LC</i>	30	16,78	20,90	17,77	1,76	0,05
<i>Ivoclar-vivadent</i>						
<i>ENA Micerium®</i>	30	59,57	82,10	69,63	2	0,10

(DE) Desviación Estándar, (CV) Coeficiente de Variación

El análisis de varianza de un factor (ANOVA) utilizado para examinar las diferencias de las medias entre los tres cementos evaluados mostró que por lo menos un par de los grupos evaluados presentaba diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$). El valor promedio de microdureza Vickers del cemento *ENA Micerium®* fue significativamente más alto en comparación con *Choice II de Bisco* ($p=0,006$) y con *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent* ($p=0,00001$), que mostró los

promedios más bajos entre los grupos (Gráfico 2).

Gráfico 2. Comparación de microdureza Vickers de tres cementos resinosos



Discusión

Los cementos resinosos son cada vez más utilizados en la práctica de la odontología actual, que realiza procedimientos de restauración y rehabilitación fundamentados en la adhesión. Existen diversas pruebas estandarizadas para evaluar los materiales dentales, entre éstas, la microdureza, que es una de las

propiedades biomecánicas que representa un estándar importante de calidad (14). La oferta de marcas de cementos resinosos es alta y aun son pocos los estudios que evalúan este parámetro. El presente estudio tuvo por objetivo. Evaluar la microdureza Vickers de los cementos: Choice II (*Bisco®*) , Variolink esthetic LC (*Ivoclar-Vivadent®*) y ENA (*Micerium®*).

Aunque la evaluación de la microdureza generalmente se realiza en materiales de restauración como resinas, bases intermedias o reconstructores de muñón (15,16,17), entre otros, también se puede aplicar sobre materiales cementantes que en una situación de dos materiales en contacto, aquel, que es más duro, raya o penetra al más blando, de igual forma, se ha demostrado que la microdureza tiene una relación directamente proporcional con el grado de conversión, que es otro parámetro que determina la calidad de cementación (18).

En este estudio se escogió la microdureza según la fórmula de vickers porque esta prueba mejora

algunos aspectos del ensayo de microdureza según la fórmula de Brinell (19), que también es ampliamente usado como estándar en materiales dentales. En el ensayo de Vickers la presión del indentador es mucho menor que en el ensayo Brinell, lo que resulta más adecuado para materiales como el cemento, que evidentemente son menos duros que los materiales restauradores, y además, normalmente se aplican en capas muy delgadas en comparación con otros materiales usados en operatoria dental (19).

En este estudio se encontraron valores promedio de microdureza Vickers más similares hallados en el estudio de Ilie y col (2014) (20) en el que evaluaron la microdureza vickers -entre otras propiedades mecánicas- de ocho cementantes, y encontraron los valores más altos en el cemento resinoso *RelyXUnicem®* ($65,87 \pm 1,17\text{HV}$) y *Dentin build®* ($56,97 \pm 2,22\text{HV}$). En el presente estudio el valor más alto fue el reportado por *ENA Micerium®* ($69,63 \pm 10,32\text{HV}$) y *Choice II de Bisco* ($54,44 \pm 2,83\text{HV}$).

De igual manera, Ilie y col. (21) también reportaron valores muy bajos de microdureza Vickers en otros cementos como el Celarfil SA® ($14,77 \pm 3,16$) y el iCem con ($16,15 \pm 3,14$ HV). Resultados similares a los encontrados en nuestro estudio en el la microdureza Vickers del *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent* ($17,77 \pm 1,76$). Estas diferencias se pueden deber a los moléculas estructurales de cada cemento, y que aunque todos son a base de Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y dimetacrilato trietilenglicol (UDMA), los otros componentes, como los iniciadores o estabilizadores que hacen parte de cada molécula podrían ser los que afectan la microdureza. Se requieren más estudios a nivel químico para dilucidar más a fondo este aspecto

Por otra parte, los valores promedio de *ENA Micerium®* fueron los más altos en este estudio, y aun así es mucho más alto que lo reportado con otros cementos evaluados en diferentes estudios, como por ejemplo *RelyX™* ($10,9 \pm 2,3$) (21), *RelyX ARC* ($19,99 \pm 3,18$ HV), *RelyX U100*

($16,18 \pm 3,41$ HV) y *SET* ($12,93 \pm 2,8$ HV), (22). Contrariamente, en el estudio de Ruales y col (2018) (23) demostraron una menor microdureza de la ENA precalentada en comparación con la resina sin precalentar. Estos resultados se pueden deber a que la técnica de precalentamiento del material, recomendado por la misma casa comercial le provee mejores propiedades mecánicas; se requieren más estudios para determinar si este factor afecta sensiblemente la microdureza, o simplemente obedece a aspectos propios de la molécula de este cemento en particular.

Una de las posibles limitaciones del presente estudio puede ser que la indentación no fue realizada inmediatamente que se construyeron los cuerpos de prueba debido a aspectos logísticos del laboratorio, y que aunque fueron almacenados con las mismas condiciones todos los cementos, se desconoce si el tiempo de almacenamiento pudo afectar la dureza de alguno de los cementos ensayados en particular. Estudios recientes han mostrado que la dureza disminuye después de 7 días en comparación con las 24 horas del

curado, y luego se estabiliza. Pero así mismo, se pudo evidenciar que esta disminución no es significativa, aunque puede variar levemente entre un cemento y otro (22).

Para finalizar, la microdureza es una prueba mecánica que indica calidad en el material en la medida que está correlacionada con el grado de conversión, y al tener mayores valores de HV, representa un cemento que brinda mayor adhesión. Los resultados acá obtenidos brindan una información valiosa para hacer una mejor selección del cemento y esto conlleva a tener mejores resultados en las restauraciones adhesivas. Los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles que tendrán repercusiones clínicas tales como micro-filtración, caries marginal y sensibilidad postoperatoria (24).

Conclusiones

El cemento resinoso *ENA Micerium®* mostró valores más altos de microdureza Vickers en comparación con *Choice II de Bisco* y *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al laboratorio de materiales de la Universidad del Valle por su colaboración en este estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Bibliografia

1. Lad P, Kamath M, Tarale K, Kusugal P. Practical clinical considerations of luting cements: A review. *Journal of international oral health : JIOH*. 2014;6(1).
2. Hill E. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dental clinics of North America*. 2007;51(3).
3. Subashini N. Resin cements forge ahead in luting agents. *Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2018;18(Suppl 2).
4. Lawson N, Litaker M, Ferracane J, Gordan V, Atlas A, Rios T, et al. Choice of cement for single-unit crowns: Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2019;150(6).
5. Aldryhim H, El-Mowafy O, McDermott P, Prakki A. Hardness of Resin Cements Polymerized through Glass-Ceramic Veneers. *Dentistry journal*. 2021;9(8).
6. Farias D, Gonçalves L, Walter R, Chung Y, Blatz M. Bond strengths of various resin cements to different ceramics. *Brazilian oral research*. 2019;33.
7. Ayub K, Santos G, Rizkalla A, Bohay R, Pegoraro L, Rubo J, et al. Effect of Preheating on Microhardness and Viscosity of 4 Resin Composites | *jcd*. *J Can Dent Assoc*. 2014;80:e12.
8. Tosco V, Monterubbianesi R, Orilisi G, Sabbatini S, Conti C, Özcan M, et al. Comparison of two curing protocols during adhesive cementation: can the step luting technique supersede the traditional one? *Odontology*. 2021;109(2).
9. De Souza G, Braga R, Cesar P, Lopes G. Correlation between clinical performance and degree of conversion of resin cements. *Journal of applied oral science*. 2015;23(4).
10. Kelch M, Stawarczyk B, Mayinger F. Time-dependent degree of conversion, Martens parameters, and flexural strength of different dual-polymerizing resin composite luting materials. *Clinical oral investigations*. 2021.
11. Stenhagen I, Mulic A. Hardness testing of dental materials and tooth substance | NIOM 2021 [Available from: <https://niom.no/hardness-testing-of-dental-materials-and-tooth-substance/>].

12. Alkhudhairy F, AlKheraif A, Naseem M, Khan R, Vohra F. Degree of conversion and depth of cure of Ivocerin containing photo-polymerized resin luting cement in comparison to conventional luting agents. *Pakistan journal of medical sciences*. 2018;34(2).
13. Alkhurays, M., & Alqahtani, F. Influence of Different Luting Cements on the Shear Bond Strength of Pretreated Lithium Disilicate Materials. *The journal of contemporary dental practice*. 2019;20(9), 1056–1060.
14. Yanıkoğlu N y Sakarya N. Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review, *Journal of Materials Research and Technology*. 2020; 18(5): 9720-9734. doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.06.049.
15. Kelić K, Matić S, Marović D, Klarić E, Tarle Z. Microhardness of Bulk-Fill Composite Materials. *Acta Clin Croat*. 2016; 55(4):607-614. doi:10.20471/acc.2016.55.04.11
16. Verma V, Mathur S, Sachdev V, Singh D. Evaluation of compressive strength, shear bond strength, and microhardness values of glass-ionomer cement Type IX and Cention N. *J Conserv Dent*. 2020; 23(6):550-553. doi:10.4103/JCD.JCD_109_19.
17. Ozkanoglu S, G Akin EG. Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Niger J Clin Pract*. 2020 Mar;23(3):322-328. doi: 10.4103/njcp.njcp_306_19
18. Faraji F, Heshmat H, Banava S. Effect of protective coating on microhardness of a new glass ionomer cement: Nanofilled coating versus unfilled resin. *J Conserv Dent*. 2017; 20(4):260-263. doi: 10.4103/JCD.JCD_83_16
19. Ronald L. Sakaguchi, John M. Powers. Chapter 5 - Testing of Dental Materials and Biomechanics, *Craig's Restorative Dental Materials (Thirteenth Edition)*, Mosby, 2012: 83-107, ISBN 9780323081085. doi.org/10.1016/B978-0-323-08108-5.10005-2.

20. Ilie, N., & Simon, A. (2011). Effect of curing mode on the micro-mechanical properties of dual-cured self-adhesive resin cements. *Clinical Oral Investigations*, 16(2), 505–512. doi:10.1007/s00784-011-0527-x 1
21. Luis Claudio MendesI,*; Irma Cunha MatosII; Mauro Sayão Mirandall; Marcia Regina Benzil Dual-curing, self-adhesive resin cement: influence of the polymerization modes on the degree of conversion and microhardness
22. Aguiar TC, Saad JRC, Pinto SCS, Calixto LR, Lima DM, Silva MAS, Bandéca MC. The Effects of Exposure Time on the Surface Microhardness of Three Dual-Cured Dental Resin Cements. *Polymers*. 2011; 3(3):998-1005. <https://doi.org/10.3390/polym3030998>
23. Ruales R, Saldarriaga LA, Gallego X, Jaramillo A, Tamayo JA, Martínez CH, Urrego AG. Evaluación in vitro de la dureza en una resina micro híbrida de última generación con y sin precalentamiento. *Journal odont col [Internet]*. 28 de junio de 2019 [citado 15 de noviembre de 2021];12(23):23-32.
24. Lopes Cde C, Rodrigues RB, Silva AL, Simamoto Júnior PC, Soares CJ, Novais VR. Degree of Conversion and Mechanical Properties of Resin Cements Cured Through Different All-Ceramic Systems. *Braz Dent J*. 2015; 26(5):484-9. doi: 10.1590/0103-6440201300180