

Evaluación de la microdureza superficial de cementos resinosos y resina compuesta utilizada para cementación

Manuel Mosquera¹
Miguel Charfuelan¹
Giancarlo Puccini¹
Jimmy Rozo¹
Jaime Dussan²

Resumen

Objetivo. Evaluar la microdureza Vickers de dos cementos resinosos Choice II (Bisco®), Variolink esthetic LC (Ivoclar-Vivadent®), y la resina 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 un laboratorio de ingeniería de materiales. 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 del cemento ENA Micerium® fue significativamente más alto (69,63±10,32HV) en comparación con Choice II de Bisco (54,44±2,83HV) (p=0,006) y con Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent (17,77±1,76) (p=0,00001), que mostró los promedios más bajos entre los grupos. **Conclusiones.** La microdureza de la resina ENA Micerium® mostró valores más altos en comparación con los cementos 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.

Surface microhardness evaluation of resin cements and composite resin used for cementation

Abstract

Objective. To evaluate the Vickers microhardness of two resin cements, Choice II (Bisco®), Variolink Esthetic LC (Ivoclar-Vivadent®), and the resin ENA (Micerium®). **Methods.** An in vitro experimental study was conducted following ISO 4049 standards. Six specimens were constructed for each material, polymerized according to the respective commercial instructions, and stored under standardized conditions. After constructing all samples, thirty indentations (n=30) were made in each material using a pyramidal diamond tip (1.5mm) on a materials engineering laboratory (Wilson Instruments®). Images of the indentation were obtained, and microhardness was calculated using the Vickers formula for pyramidal tips. Group averages were compared using multivariate analysis of variance (ANOVA) (p<0.05). **Results.** The average Vickers microhardness value of ENA Micerium® cement (69.63±10.32HV) was significantly higher compared to Choice II by Bisco (54.44±2.83HV) (p=0.006) and Variolink Esthetic LC Ivoclar-Vivadent (17.77±1.76) (p=0.00001), which exhibited the lowest averages among the groups. **Conclusions.** The microhardness of ENA Micerium® resin showed higher values compared to Choice II by Bisco and Variolink Esthetic LC Ivoclar-Vivadent cements. Preheating ENA Micerium® may likely enhance mechanical properties; however, further studies are needed to determine whether this factor significantly affects microhardness or is simply related to intrinsic aspects of this cement's molecule.

Keywords: Microhardness, dental material, resinous cement, hardness Vickers.

Recibido: Julio 2022, Aceptado: Sep 2021, Publicado: Dic 2022

Citación:

Mosquera MA, Charfuelan MD, Puccini G, Rozo JE, Dussan JA. Evaluación de la microdureza superficial de cementos resinosos y resina compuesta utilizada para cementación. Journal Odont Col. 2022;15(30):9-17

1. Odontólogos, Residentes de la Especialización en Rehabilitación Oral. Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC
2. Odontólogo, Especialización en Rehabilitación Oral. Maestría en Fisiopatología Cráneo Vertebral Cráneo Mandibular y Dolor Facia Docente, Institución Universitaria Colegios de Colombia - UNICOC

Autor responsable de correspondencia: Jaime Alberto Dussan Giraldo
Correo electrónico: jdussang@unicoc.edu.co

Introducción

La evaluación de la microdureza en los cementos resinosos es una herramienta valiosa para los profesionales de la odontología, ya que les permite tomar decisiones fundamentadas para garantizar el éxito clínico de los tratamientos restaurativos. En la rehabilitación oral, la cementación es un factor determinante de éxito o fracaso (1). En la mayoría de las ocasiones se utilizan cementos que puedan garantizar no solo la adhesión, sino además que puedan garantizar mayor estabilidad de las prótesis o restauraciones a través del tiempo (2). Los cementos resinosos (CR) son biomateriales utilizados ampliamente, porque brindan ventajas clínicas sobre otros cementantes, 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 tales como la resistencia adhesiva (6) o la resistencia al cizallamiento. Hasta la presente fecha no hay reportes que incluyan la resina ENA-Micerium, 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 una resina 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 y la resina, 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 calidad del material, que está relacionada, junto con otras propiedades mecánicas a la cantidad de carga inorgánica que tienen las resinas compuestas y los cementos resinosos, 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 (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®).

Materiales y métodos

Se realizó un estudio experimental in vitro con tres diferentes materiales resinosos cementantes 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.

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 Mylar 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 385 – 515nm a una potencia de 1400mW/cm² mantenida en contacto directo y siguiendo las instrucciones de tiempo de curado y preparación de cada material según la recomendación de la casa fabricante. La temperatura de precalentamiento para la resina ENA Micerium para realizar los cuerpos de prueba fue de 55°C, según las recomendaciones del fabricante.



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 material evaluado ($n=30$). La muestra fue calculada con una potencia del 95% y basada en el estudio de Ozakar N et al (2012) (13).



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 mantuvieron a 4°C .

Posteriormente, los cuerpos de prueba fueron llevados al laboratorio de una escuela de ingeniería de materiales, donde 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 3).

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®.

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 materiales 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.



Figura 3. Microdurómetro en el que se realizaron las microindentaciones

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.

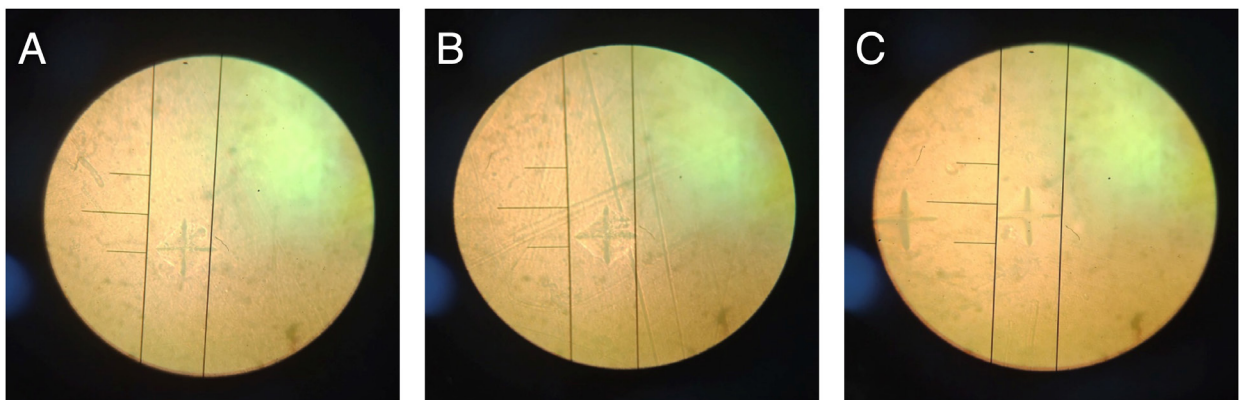


Figura 3. Microindentaciones de los cementos resinosos: A) Choice II (Bisco®), B) Variolink esthetic LC (Ivoclar-Vivadent®) y C) ENA (Micerium®)

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

de microdureza de 59,56 Hv y un valor máximo de 82,10 Hv; 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
Choice II (Bisco)	30	50,85	57,70	54,44	2,83	0,15
Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent	30	16,78	20,90	17,77	1,76	0,05
ENA Micerium®	30	59,57	82,10	69,63	10,32	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 materiales 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 de la resina 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).

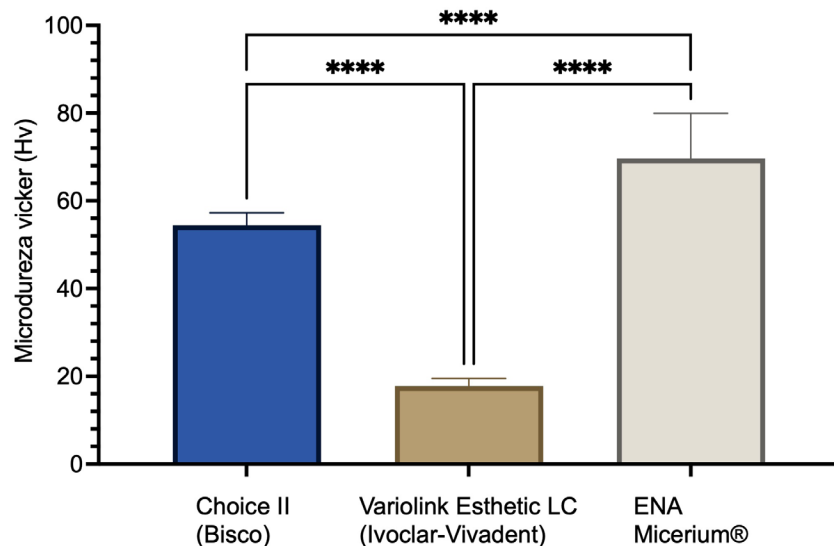


Figura 3. Comparación de microdureza Vickers de tres materiales cementantes resinosos

Discusión

Los cementos resinosos o las resinas cementantes 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 materiales resinosos cementantes 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 ± 3.16) y el iCem con ($16.15 \pm 3.14\text{HV}$). Resultados similares a los encontrados en el presente estudio en el la microdureza Vickers del Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent (17.77 ± 1.76). Estas diferencias se pueden deber a las moléculas estructurales de cada cemento, y a 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 RelyXTM (10.9 ± 2.3) (21), RelyX ARC ($19.99 \pm 3.18\text{HV}$), RelyX U100 ($16.18 \pm 3.41\text{HV}$) y SET ($12.93 \pm 2.8\text{HV}$) (22). De igual manera, en el estudio de Ruales y col (2018) (23) la resina precalentada presentó una disminución de la microdureza comparada 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. Sin embargo; 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).

La medida de microdureza permite evaluar la capacidad de un material para resistir la penetración de un objeto duro, y en el caso de los cementos resinosos, esto está directamente relacionado con su durabilidad y longevidad en el entorno bucal. Al evaluar la microdureza de los cementos resinosos, se puede conocer la idoneidad de estos materiales para aplicaciones específicas, como la cementación de restauraciones.

Además, la información obtenida a través de pruebas de microdureza puede orientar la selección del material más apropiado para las condiciones clínicas particulares de cada paciente. Esto contribuye a mejorar la calidad y la durabilidad de las restauraciones, así como a optimizar los resultados clínicos a largo plazo.

Por último, la microdureza es una prueba mecánica que indica calidad en el material, al conocer estos valores, se puede hacer una mejor selección del cemento y esto conlleva a tener mejores resultados en las restauraciones adhesivas y se puedan proporcionar a los pacientes una adecuada salud bucodental, ya que los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles que tendrán repercusiones clínicas tales como la micro filtración, caries marginal y sensibilidad postoperatoria (24).

Conclusiones

La resina ENA Micerium® mostró valores más altos de microdureza Vickers en comparación con los cementos resinosos 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.

Referencias bibliográficas

- Lad PP, Kamath M, Tarale K, Kusugal PB. Practical clinical considerations of luting cements: A review. *J Int Oral Health*. 2014;6(1):116-20.
- Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):643-58, vi.
- Subashini. Resin cements forge ahead in luting agents. *J Indian Prosthodont Soc*. 2018 ;18(Suppl 2):S83.
- Lawson NC, Litaker MS, Ferracane JL, Gordan VV, Atlas AM, Rios T, Gilbert GH, McCracken MS; National Dental Practice-Based Research Network Collaborative Group. Choice of cement for single-unit crowns: Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *J Am Dent Assoc*. 2019 150(6):522-530.
- Aldryhim H, El-Mowafy O, McDermott P, Prakki A. Hardness of Resin Cements Polymerized through Glass-Ceramic Veneers. *Dent J (Basel)*. 2021;9(8):92.
- Farias DCS, Gonçalves LM, Walter R, Chung Y, Blatz MB. Bond strengths of various resin cements to different ceramics. *Braz Oral Res*. 2019;33:e095.
- Ayub KV, Santos GC Jr, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH, Santos MJ. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. *J Can Dent Assoc*. 2014;80:e12.
- Tosco V, Monterubbianesi R, Orilisi G, Sabbatini S, Conti C, Özcan M, Putignano A, Orsini G. Comparison of two curing protocols during adhesive cementation: can the step luting technique supersede the traditional one? *Odontology*. 2021;109(2):433-439.
- De Souza G, Braga RR, Cesar PF, Lopes GC. Correlation between clinical performance and degree of conversion of resin cements: a literature review. *J Appl Oral Sci*. 2015;23(4):358-68.
- Kelch M, Stawarczyk B, Mayinger F. Time-dependent degree of conversion, Martens parameters, and flexural strength of different dual-polymerizing resin composite luting materials. *Clin Oral Investig*. 2022;26(1):1067-1076.
- Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, Stansbury JW, Cadenaro M, Ferracane JL. Academy of Dental Materials guidance-Resin composites: Part I-Mechanical properties. *Dent Mater*. 2017;33(8):880-894.
- Alkhdhairi 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. *Pak J Med Sci*. 2018;34(2):253-259.
- Alkhourays M, Alqahtani F. Influence of Different Luting Cements on the Shear Bond Strength of Pretreated Lithium Disilicate Materials. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(9):1056-1060.
- Yanıkoğlu N, Sakarya N. Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review. *J Mater Res Technol*. 2020; 18(5): 9720-9734.
- Kelić K, Matić S, Marović D, Klarić E, Tarle Z. Microhardness of Bulk-Fill Composite Materials. *Acta Clin Croat*. 2016;55(4):607-614.
- 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.
- 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;23(3):322-328.
- 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.
- Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Materials-E-Book: Craig's Restorative Dental Materials-E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2011. Chapter 5 - Testing of Dental Materials.
- 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(2):505-12.
- Mendes LC, Matos IC, Miranda MS, Benzi MR. Dual-curing, self-adhesive resin cement: influence of the polymerization modes on the degree of conversion and microhardness. *Mat Res*. 2010;13(2):171-176.
- 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.
- Ruales-Guerrero R, Saldarriaga-Martínez LA, Gallego-Chávez X, Jaramillo-Echeverry A, Tamayo-Cardona JA, Martínez Cajas CH, Urrego-Cuero AG. Evaluación in vitro de la dureza en una resina micro híbrida de última generación con y sin precalentamiento. *Journal odont col*. 2019;12(23):23-32.
- 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.