



**EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE CEMENTOS
RESINOSOS DE POLIMERIZACIÓN DUAL AUTOADHESIVOS Y
AUTOGRABADORES**

AUTORES

**MIGUEL DARIO CHARFUELAN INAMPUES
MANUEL ALEJANDRO MOSQUERA MUÑOZ
GIANCARLO PUCCINI MANZANO
JIMMY EDFANTD ROZO ALBARRACIN**

**COLEGIO ODONTOLOGICO
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL
SANTAGO DE CALI
9 DE FEB. DE 2022**



**EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE CEMENTOS
RESINOSOS DE POLIMERIZACIÓN DUAL AUTOADHESIVOS Y
AUTOGRABADORES**

AUTORES

**MIGUEL DARIO CHARFUELAN INAMPUES
MANUEL ALEJANDRO MOSQUERA MUÑOZ
GIANCARLO PUCCINI MANZANO
JIMMY EDFANTD ROZO ALBARRACIN**

DIRECTOR

**JAIME ALBERTO DUSSAN
ODONTÓLOGO, ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL, MAESTRIA
EN FISIOPATOLÓGÍA CRANEOCERVICOMANDIBULAR Y DOLOR FACIAL,
DIRECTOR Y DOCENTE POSGRADO REHABILITACIÓN ORAL UNICOC**

ASESOR CIENTIFICO

**JAIME ALBERTO DUSSAN
ODONTÓLOGO, ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL, MAESTRIA
EN FISIOPATOLÓGÍA CRANEOCERVICOMANDIBULAR Y DOLOR FACIAL,
DIRECTOR Y DOCENTE POSGRADO REHABILITACIÓN ORAL UNICOC**

ASESOR METODOLOGICO

**JAIME ALBERTO DUSSAN
ODONTÓLOGO, ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL, MAESTRIA
EN FISIOPATOLÓGÍA CRANEOCERVICOMANDIBULAR Y DOLOR FACIAL,
DIRECTOR Y DOCENTE POSGRADO REHABILITACIÓN ORAL UNICOC**

ASESOR ESTADISTICO

**JULIAN ANDRES TAMAYO CARDONA
ODONTÓLOGO, DOCENTE INVESTIGADOR**

COLEGIO ODONTOLOGICO

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, febrero 9 de 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañandonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos:

*UNIVERSIDAD DEL VALLE, LABORATORIO DE MATERIALES
IMPORTANCIONES DENTAL UNIVERSITARIO*

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN..
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
3. MARCO TEÓRICO.
 - 3.1. Desarrollo de los materiales de cementación .
 - 3.2. Cementos resinosos
 - 3.2.1 Composición.
 - 3.2.2. Clasificación de los cementos resinosos
 - 3.2.3. Propiedades de los cementos resinosos.
 - 3.2.4. Dureza
 - 3.2.5. Medición de la dureza en los materiales dentales
 - 3.2.6. Dureza reportada en materiales dentales.
 - 3.2.7. Efecto del precalentamiento sobre la microdureza de un compuesto de resina
 - 3.2.8. Evaluación de propiedades en materiales que requieren precalentamiento
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.
 - 4.1. OBJETIVO GENERAL.
 - 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS.
 - 5.1. TIPO DE ESTUDIO.
 - 5.2. OBJETO DE ESTUDIO.
 - 5.3. MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO.

5.4. UNIDAD DE OBSERVACIÓN.

5.5. MUESTRA.

5.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

5.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

5.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

5.7. PROCEDIMIENTO.

5.8. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

5.9. ASPECTOS ÉTICOS.

5.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

6. RESULTADOS.

7. DISCUSIÓN.

8. CONCLUSIONES.

RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE TABLAS

1.Tabla 1. Microdureza Vickers de tres cementos resinosos

2. Gráfico 2. Comparación de microdureza Vickers de tres cementos resinosos

LISTA DE GRAFICOS

1. **Figura 1.** Calibración de moldes para construcción para obtener muestras homogéneas
2. **Figura 2.** Polimerización de cada cemento incluido en el molde
3. **Figura 3.** Microindentaciones de los cementos resinosos: **A)** *Choice II* (Bisco®), **B)** *Variolink esthetic LC* (Ivoclar-Vivadent®) y **C)** *ENA* (Micerium®)

GLOSARIO

Bis-GMA: Bisfenol A glicidil dimetacrilato.

HV: unidad de medida de la dureza superficial Vickers (sigla en ingles de “Vickers Hardness”)

LED: Light Emitting Diode, Diodos emisores de Luz.

Nm: Nanómetro

μm : Micrómetro.

p: Valor de significancia.

TEGDMA - Trietilenoglicol dimetacrilato.

UDMA - Uretano dimetacrilato.

1. INTRODUCCIÓN

La cementación durante el proceso de rehabilitación es un factor importantes en el éxito del tratamiento protésico dental. En la mayoría de ocasiones se utilizan cementos que puedan garantizar no solo la adhesión, sino además que puedan tener mayor longevidad. Los cementos resinosos (CR) son biomateriales que recientemente se vienen utilizando con mayor frecuencia. La ultima generación de CR son materiales duales, autoadhesivos y autograbadores, lo que los hace más versátiles y eficientes ,por la facilidad de la manipulación y la disminución en el tiempo de trabajo, respectivamente. Actualmente existen varias casas comerciales que ofertan estos materiales pero no hay suficiente evidencia científica acerca de las propiedades físicas, mecánicas y de superficie, como la microdureza, que es una propiedad identificada como un estándar de calidad para medir materiales dentales. La presente investigación se realiza con el fin de evaluar la micro dureza de tres CR: Choice II (*Bisco®*) , Variolink esthetic LC (*Ivoclar-Vivadent®*), resina ENA (*Micerium®*). Para esto, se elaborarán 9 cuerpos de prueba de cada material, siguiendo la norma ISO 4049. Los cuerpos de prueba se polimerizarán siguiendo las indicaciones de cada casa comercial correspondiente, luego se almacenarán en condiciones estandarizadas. Una vez construidas todas las muestras, se asignarán aleatoriamente y se medirá la resistencia a la penetración con un microdurómetro (*Zwick®*) dotado con una punta de diamante de forma piramidal (1,5mm), del laboratorio de la Universidad Autónoma de Cali. Se obtendrán imágenes de la indentación en cada muestra y se calculará la microdureza Vickers a partir de la fórmula detallada en el estándar. Se obtendrán promedios de cada grupo y se harán comparaciones por medio de análisis de varianza multivariante (ANOVA) ($p < 0,05$). Se espera obtener los promedios de microdureza Vickers de cada demento resinoso y determinar cuál material tiene mejor comportamiento. Estos resultados son aplicables en el contexto clínico porque sumados a otras variables de calidad de materiales, pueden ayudar al especialista a seleccionar el material ideal para cada caso clínico.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los tratamientos más realizados en rehabilitación y restauración son las prótesis fijas, que tienen varios pasos en su proceso, y en el que la cementación es un factor determinante de éxito o fracaso del tratamiento. 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. Los cementos resinosos (CR) son biomateriales utilizados recientemente porque brindan ventajas clínicas sobre otros cementantes. La última generación de CR son materiales duales, autoadhesivos y autograbadores, lo que los hace versátiles y más eficientes.

El mercado actual ofrece al rehabilitador oral una amplia gama de cementos resinosos duales, pero que carecen de suficientes estudios realizados por instituciones independientes de las mismas casas comerciales que los fabrican, por lo que no hay suficiente evidencia científica acerca de sus propiedades físicas, mecánicas y de superficie. Aunque hay reportes de la evaluación de diferentes propiedades de cementos como Choice 2; Variolink Esthetic LC y RelyX Veneer, aún no hay reportes en comparación con ENA, un material que incorpora una técnica de precalentamiento antes de su aplicación para mejorar las propiedades biomecánicas.

La microdureza es una propiedad que se usa para evaluar y comparar un aspecto relevante en la calidad del material y que se puede extrapolar a su comportamiento en las condiciones clínicas. 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. Por lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente pregunta problema: ¿Cuál es la micro dureza Vickers de los cementos resinosos Choice II (*Bisco®*) , Variolink esthetic LC (*Ivoclar-Vivadent®*) y resina ENA (*Micerium®*)

3. MARCO TEORICO

3.1 DESARROLLO DE MATERIALES DE CEMENTACIÓN

Los cementos dentales es una herramienta odontológica fundamental en la práctica, por eso debemos tener en cuenta que son materiales que se aplican en los procedimientos restauradores y rehabilitadores que requieren la reconstrucción parcial protésica del tejido dental que se ha perdido por diferentes factores como caries, trauma dental, afectación por agentes químicos, etc. con el principal objetivo de recuperar aspectos anatómicos, morfológicos, de función y de estética. (4)

Por eso es importante conocer la evolución que ha tenido el material que aparece en el siglo XIX. En 1800 los odontólogos de la época empezaron a utilizar la gutapercha como material restaurador en cavidades. Después 1832, Ostermann crea una forma ideal, que consiste en la unión de Oxido de Calcio con ácido Fosfórico. En 1870 Fletcher describe el cemento de silicato para procedimientos de restauraciones fijas. (5)

En 1873 Chislama introdujo el Eugenol en odontología. En 1879 Pierce presenta trabajos sobre el cemento de ácido Fosfórico y Oxido de Zn calcinado y de igual manera fue el primer cemento fabricado por la casa S.S. White: cemento Weston. Después en 1885 Sorel usa Oxicloruro de Magnesio por descubriendo que tiene un Inconveniente como la muerte pulpar por acidez. En 1887 S.S. White propone la gutaperchar como un material de obturación radicular. (5)

En 1895 Dentos crea un cemento en base a Fosfato de Al de la casa S.S. White en ese mismo año, Chilson emplea Eugenol en vez de ácido fosfórico más creosota

para tratar la irritación pulpar. Después en 1904 Tras varios años de investigación, aparecen en el mercado los cementos de silicato o silicofosfato. (4)(5)

Durante el final del siglo XIX y primera mitad del XX se crean los cementos convencionales que se unen mecánicamente a la restauración y a los tejidos dentarios y arreglando las irregularidades que deja la fresa en la parte interna de las paredes de la cavidad o restauraciones. preparación protésica. (5)

Oscar Hagger crea el Dimetracrilato de ácido glicerofosfórico, que la compañía Amalgamated /De Trey comercializó con el Nombre de Sevriton cavity seal, conjuntamente con una resina restauradora autopolimerizable.

En 1995 Aparecen los cementos plásticos como Cementos de Resina Acrílica, y la técnica del grabado ácido del esmalte, incluyendo algunos estudios realizados por Michael Buonocore. (6)

Después de eso en 1962 Aparecen las resinas compuestas basadas en polímeros multifuncionales (Bis-GMA, Bis- EMA, TEGDMA, UDMA) creada por Ray L. Bowen, que apoyaría la construcción de nuevos cementos. En 1967 Dennis Smith, idea un cemento capaz de unirse químicamente con el Calcio del diente, tales como, los Cementos de Policarboxilato de Zinc. (Durelon- ESPE). La idea original era mezclar un vidrio con un ácido poliacrílico en un intento de obtener un material que retuviera las cualidades estéticas del vidrio y las adhesivas del ácido poliacrílico. (6)

En 1972 Wilson y Kent idean los cementos de Ionómero de Vidrio con diferentes funciones que se basaban en la adhesión química al Calcio del diente. Pero es hasta

1984 que Presentan la fórmula anhidra de Prosser y McLean y Glasser desarrollaron los ionómeros de vidrio llamados CERMET. Pero años después, Sumita Mitra consigue la asociación de los Ionómeros de vidrio con resinas compuestas, lo que McLean denominó como ionómero modificado con resina, Clasificándolos en Tipo I: Cementos, fluyen fácilmente formando una película fina. Tipo II: Materiales restauradores. a) Materiales de obturación estéticos b) Reforzados Tipo III: Cementos liner o base cavitaria. Tipo IV: Cementos selladores de fisuras. Tipo V: Cementos de ortodoncia. Tipo VI: Cementos para construcción de muñones. (6)

En 1980 Desarrollo de cementos resinosos o resinas cementantes hasta la actualidad que se han ido desarrollando a medida de la investigación así de esa manera siendo a base de polímeros diseñados con la finalidad de adherirse a la estructura dental. encontramos el monómero metacrilato, ácidos monómeros funcionales y relleno. Este primero es utilizado como base de resina. Los ácidos monómeros funcionales desmineralizan y facilita la adhesión a la superficie del diente. De estos ácidos depende la formación de un complejo insoluble acuoso entre el calcio y MPD, mientras que el 4-META y fenil-p forma un complejo de calcio con una mayor estabilidad a la disolución. Por último, tenemos el relleno, compuesto de vidrio fluoroaluminosilicato de bario, vidrio de estroncio aluminosilicato cálcico, cuarzo, sílice coloidal, fluoruro de Iterbio y otros rellenos de vidrio. Su disolución parcial neutraliza la acidez de la resina y libera iones de sodio, calcio, silicato y flúor formando parte del fraguado. (4)(5)(6)

3.2 CEMENTOS RESINOSOS

Los cementos a base de resina, también llamados cementos de resina o cementos resinosos(CR) fueron desarrollados ante la necesidad de incorporar características adhesivas en los cementos de uso protésico. Surgieron a partir del avance tecnológico y desarrollo de los mismos composites utilizados como

restauradores directos, con propiedades que mejoran la la técnica de grabado de ácido y garantizan una mejor unión entre la resina y el esmalte remanente cavitario. Además, también incorporan el aspecto del potencial adhesivo entre la dentina previamente preparada con agentes ácidos orgánicos e inorgánicos.

Anteriormente los CR eran fórmulas muy generales, es decir que se utilizaban para diferentes fines clínicos. Hoy en día se desarrollan estos materiales con aplicaciones específicas en la clínica odontológica, como la cementación de incrustaciones, o coronas completas o prótesis fija de varias unidades, incluso, la cementación de materiales protésicos a brackets para tratamiento ortodóntico. Los cementos de resina básicamente son resinas compuestas que tienen una viscosidad baja. ⁽⁷⁾ Los CR se usan generalmente en la cementación de todas las restauraciones cerámicas debido a sus ventajas, que incluyen baja solubilidad, alta resistencia de unión, alta idoneidad estética y excelentes propiedades mecánicas que refuerzan la restauración cerámica. ⁽²⁴⁾

3.2.1 Composición

La composición de los cementos resinosos actuales incluyen un variedad de moléculas que le confieren propiedades físicas y químicas que los hacen diferentes unos de otros, pero en general tienen dos componentes principales: la matriz orgánica y la inorgánica. En primer lugar, la orgánica, es una fase dada por la reacción entre el Bisfenol con el metacrilato de glicidilo, conocida como Bis-Gma. Esta fase le provee características mecánicas importantes a la molécula como la rigidez y la resistencia la flexión). En cuanto a la inorgánica, está formada por el silano principalmente, que se constituye en el agente de de unión.

Esta molécula de los cementos resinosos, aunque es similar a la de los materiales restauradores compuestos, difiere en que tiene un menor contenido de carga y menor viscosidad ⁽⁸⁾. Además, las resinas compuestas, en la mayoría de ocasiones requieren una fotoiniciación en presencia de una canforoquinona y amina terciaria alifática.

Por otra parte, según la composición se pueden encontrar CR con relleno de partículas de sílice o vidrio y/o sílice coloidal, además de contener adhesivo, que generalmente es un monómero que tiene HEMA, 4-META, como un adhesivo líquido que tiene consistencia similar al cemento, producido por que también tienen un agregado de perlas de polímeros, lo que evita utilizar un agente adhesivo adicional.

(7)

3.2.2 Clasificación de los cementos resinosos

Existen diferentes clasificaciones propuestas para los cementos resinosos en las que se tienen en cuenta varios parámetros que son variables entre sí y que con ello afectan tanto la molécula como las propiedades y características. Consecuentemente, los CR se puede clasificar según el tamaño de las partículas, activación y el índice de adhesividad:

En primer lugar, según el tamaño de sus partículas se puede indentificar dos categorías principales, los microparticulados, en la que las partículas inorgánicas de relleno representan un 50% del volumen total, y además, la partícula es pequeña, con tamaños que van desde los $0,02\mu\text{m}$ hasta las $0,04\mu\text{m}$ aproximadamente.

Por otra parte, están los microhíbridos, que son los más comúnmente usados en la práctica odontológica, tienen un tamaño promedio de partículas inorgánica de relleno que va desde los $0.04\mu\text{m}$ hasta los $15\mu\text{m}$. Así mismo, representan un mayor porcentaje de volumen en comparación con los microparticulados, en los que se pueden encontrar que conforman hasta un 80% del volumen total de la molécula.

Los resultados de los estudios son variables, aunque frecuentemente se encuentra que los microhíbridos muestran mejores resultados en las pruebas tanto en laboratorio como la escasa evidencia clínica que se encuentra. Esto se puede deber a que los microhíbridos tienen una menor contracción de polimerización, lo que afecta no solo la estructura del material, sino que además esta característica le

confiere una mayor estabilidad y menor susceptibilidad al fracaso. De igual manera, también tienen una viscosidad media, que permite que tenga una mejor manipulación, además de una relación con el material restaurador ideal.

La segunda clasificación está dada por la forma de activación. Los cementos resinosos pueden ser activados químicamente, fotoactivados e inclusive presentar doble activación; es decir activación dual ⁽¹⁰⁾ ⁽⁹⁾.

Activados Químicamente. La activación química, a pesar de no permitir un tiempo de trabajo adecuado, promueve una polimerización caracterizada por lograr un alto grado de conversión de monómeros en polímeros, por lo que se considera la mejor opción, dentro de los cementos resinosos, para cementar los postes adhesivos no metálicos y las restauraciones o piezas protésicas metálicas.

Después de mezclar la pasta base con su catalizador, se produce una reacción peróxido – amina que inicia la reacción de endurecimiento. Estos materiales, normalmente, no presentan características estéticas, pues la mayoría de las veces presentan un aspecto blanco opaco y pocas opciones de colores. ⁽¹⁰⁾ ⁽⁹⁾. Los cementos de resina compuestos se unen químicamente a los materiales restauradores de composites y a la porcelana silanizada. Las resinas adhesivas aumentan la resistencia a la ruptura de los materiales cerámicos que pueden ser acondicionados y silanizados. ⁽¹¹⁾

Los cementos resinosos Fotoactivados presentan foto iniciadores (tal como la alcanforquinona) que se activan por la acción de un haz de luz de una longitud de onda de 460/470nm ⁽⁹⁾ ⁽¹²⁾⁽¹³⁾. Los cementos resinosos fotoactivados han sido desarrollados y recomendados para cementar carillas cerámicas y no así para coronas completas de cerámica. Aunque el grosor de estas restauraciones es similar, es posible que este cemento también fuera indicado para las coronas de cerámica completa. Una preparación más generosa dando grosor a la corona de cerámica, puede reducir la penetración de luz y subsecuente reducción en el curado

de cemento. Esto puede incrementar la diferencia de tensión entre la cerámica, cemento, y dentina. Siendo la cerámica mucho más rígida (alto módulo de elasticidad) que el cemento o la dentina. Esto puede resultar en estrés más alto de la unión de la cerámica – cemento y la iniciación de grietas, conllevándola al fracaso. Además, la polimerización incompleta de agentes cementantes de resina compuesta pueden dar más altas proporciones de monómeros libres, alterando propiedades físicas, interactuando con ambientes acuosos y posiblemente aumentando la preocupación acerca de la irritación pulpar.

Si el grosor de la cerámica evita la completa fotopolimerización, la capa híbrida y el cemento son más vulnerables a romperse mediante la hidrólisis y el ataque bacterial. La falta de interfaces adhesivas intactas entre el cemento y la cerámica pueden predisponer a iniciar el agrietamiento desde la superficie de la cerámica (9). También se reporta que el tiempo de exposición a la luz (30s a 40 s), las diferentes técnicas utilizadas para la cementación y su exposición en cada superficie de la restauración (palatino, oclusal, lingual, etc.); pueden ser factores que influyan en el éxito en la cementación de restauraciones con cementos resinosos fotoactivados. (10) Disponibles en diversos colores y opacidades, su formulación química permite su adhesión a diversos sustratos dentales. La adhesión al esmalte dental ocurre a través de retenciones micromecánicas de la resina los cristales de hidroxiapatita del esmalte acondicionado. La adhesión a la dentina es más compleja, envolviendo la penetración de monómeros hidrofílicos a través de la capa de dentina acondicionada y parcialmente desmineralizada.

Una adecuada polimerización de los cementos a base de resina es un pre-requisito importante para la estabilidad y la compatibilidad de la restauración. El incremento de la temperatura de la luz de fotocurado durante la polimerización es un resultado de la reacción de la polimerización exotérmica en el mismo material y la energía absorbida durante la irradiación, como también el incremento de temperatura que proviene de las unidades de curado. La rapidez de la reacción exotérmica de los cementos resinosos incrementa cuando incrementa la intensidad

de la unidad de curado. Un incremento de la temperatura de 3.7° no es crítico para la salud pulpar ⁽¹¹⁾.

Según la literatura algunos de los cementos de fotocurado presentan algunas ventajas sobre los cementos de curado dual como, por ejemplo: menor tiempo de trabajo, fácil remoción de los excesos, mayor estabilidad de color, fácil dispensado. Otra ventaja del fotocurado es que no hay necesidad de mezclar los dos componentes, que produce incompleta homogenización de componentes. ⁽¹⁴⁾ ⁽⁹⁾

La tercera clasificación es por el sistema adhesivo que requieren. Por su parte, hay un grupo de Cementos resinosos que requieren que se les aplique un sistema adhesivo que puede ser de acondicionado ácido o de autoacondicionador. Los cementos resinosos que necesitan un sistema de acondicionamiento ácido, se adhieren a la estructura dental por medio de retenciones micromecánicas que se obtienen por medio de un acondicionamiento con ácido fosfórico al esmalte y dentina, complementado posteriormente con la aplicación de un primer y un agente adhesivo.

Los autoacondicionantes reciben ese nombre porque prescinden de un acondicionamiento con ácido fosfórico previo ya que utilizan un primer ácido seguido de la aplicación de un agente adhesivo para poder modificar la estructura dentaria y así obtener la adhesión requerida. ⁽⁹⁾

El otro grupo son los cementos resinosos autoadhesivo que fueron introducido en el 2002 como un nuevo subgrupo de cementos resinosos. Estos cementos fueron diseñados con la intención de superar las diferencias entre los cementos convencionales, los cementos de ionómero de vidrio y los cementos resinosos propiamente dichos; así como concentrar los beneficios de diferentes clases de cementos en un solo producto.

Los cementos autoadhesivos no requieren ningún pretratamiento de la superficie del diente. Una vez que el cemento es mezclado, el procedimiento de

aplicación es bastante simple. El proceso de aplicación es de un solo paso clínico, similar al procedimiento de aplicación del fosfato de Zinc y el Policarboxilato, se dice que estos cementos son resistentes a la humedad y que liberan flúor como los cementos de ionómero de vidrio ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.

Además, se espera que los cementos autoadhesivos ofrezcan buena estética, optimas propiedades mecánicas, estabilidad dimensional y adhesión micromecánica. Tal combinación de propiedades favorables de cementos resinosos y convencionales hacen a los cementos autoadhesivos adecuados para un gran rango de aplicaciones. Al mismo tiempo estos cementos responden a las demandas de los clínicos por una simplificación de la técnica, esta técnica de aplicación no deja espacios para errores inducidos por la sensibilidad de la técnica. ⁽¹⁵⁾ Como este tipo de cementos es relativamente nuevo, la información detallada de su composición y sus propiedades adhesivas es limitada. Sin embargo, el mecanismo de adhesión básico parece ser el mismo para todos los cementos adhesivos, productos como el RelyX Unicem (3M ESPE) son los más explicados por el fabricante ⁽¹⁷⁾⁽¹⁵⁾. Este cemento fue el primero de la clase de autoadhesivos que fue introducido en el mercado. Hoy en día existen muchas marcas en el mercado, y todas son materiales radiopacos de curado dual que virtualmente pueden emplearse para cualquier restauración indirecta. El único procedimiento en el cual los cementos autoadhesivos están contraindicados es para la cementación de venares ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾.

3.2.3 Propiedades de los cementos resinosos

Las propiedades de los materiales en conjunto con la habilidad de quien los manipula tiene un efecto directo en el éxito o fracaso de un procedimiento clínico dental, particularmente el cemento contribuye significativamente al éxito clínico de una restauración indirecta. Existen muchas propiedades en los materiales dentales, pero particularmente los cementos deben tener algunas como por ejemplo: Alta

adhesión tanto con la estructura dental como con la restauración, propiedades mecánicas buenas y baja frecuencia de sensibilidad post-operatoria.

Una de las propiedades más evaluadas en estos materiales es la reacción de polimerizado de radicales, que es la responsable de la eficiencia en las propiedades mecánicas, lo que genera una respuesta en la estabilidad dimensional. De igual forma, también se evalúa el grado de reticulación y el peso molecular de los polímeros, en los que se espera que tengan coeficientes altos en los cementos resinosos, porque afecta otras características como la solubilidad, la expansión y la compatibilidad.

Por otra parte, también existen diferentes pruebas mecánicas para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los cementos resinosos, como por ejemplo la resistencia a la fractura, la resistencia al cizallamiento o de superficie como la dureza superficial o microdureza, que se usa actualmente para evaluar gran cantidad de materiales dentales.

3.2.4 Dureza

La dureza superficial es aquella propiedad que tiene un material en su capa superficial que le permite resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, luego de incidir esfuerzos directos sobre la superficie, generalmente ocasionado por otro material más duro, como por ejemplo el diamante, que no sea susceptible de recibir deformaciones. En la medida en que un material tenga más volumen de relleno, mejor será la dureza. Esta propiedad se encuentra muy relacionada con otras propiedades mecánicas como el módulo elástico ($r=0,89$), resistencia a la fractura y resistencia flexural ⁽¹⁹⁾.

Para poder establecer la dureza de un material han sido desarrollados diferentes pruebas. Los primeros test de dureza estuvieron basados en una escala de minerales naturales basados solamente en la habilidad de un material para rayar a otro que fuera más blando. Todos estos ensayos, conllevaron a una variabilidad en las definiciones de dureza según la forma en que se miden: Resistencia a la

indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración), absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote), resistencia a la abrasión (dureza por desgaste) y resistencia al rayado (dureza por rayado). Aunque hoy en día, los comités de calidad han identificado que la dureza por penetración es la más indicada en materiales dentales (20,21).

3.2.5 Medición de la dureza en los materiales dentales

La “Academia de Materiales Dentales” propuso una guía clara y concisa de los métodos y técnicas para la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales dentales con el fin de obtener datos estandarizados y comparables en todo el mundo. Se identificaron y clasificaron en un ranking, y las que están en primer lugar de prioridad son: la fuerza, módulo elástico, resistencia a la fractura, fatiga, dureza a la indentación.

Hay diferentes métodos para determinar la dureza, dentro de los más aceptados está en orden de prioridad: Martens (Universal) (E DIN50359), Vickers (ISO 6507-1), Knoop (ISO 6507-1), Rocwell (ISO 2039-2) y Brinell (ISO 6506-1:200). Particularmente la dureza Vickers (HV, por sus siglas en inglés), es una de las más utilizadas. Es una prueba estandarizada que se basa en penetrar el material con una punta de diamante en forma piramidal de cuatro caras (19).

Para realizar el ensayo de microindentación, la forma del indentador debe ser geométricamente semejante, por lo cual la dureza para un mismo material es constante, independientemente de la magnitud de la carga; además. la dureza con la pirámide coincide con la dureza Brinell para los materiales de dureza media; lo que indica que este método es aplicable con igual éxito para materiales blandos y duros, sobre todo para los ensayos de probetas delgadas y capas superficiales

El método implica que la punta piramidal incide en forma perpendicular a los cuerpos de resina que se utilizan para la prueba, y va presionando el material con una carga de valor conocido y generado por el equipo indentador, durante un tiempo conocido. Luego se retira el equipo y se mide la diagonal de la marca generada

dentro del cuerpo de prueba de resina mediante análisis microscópico y software de medición. El promedio de las diagonales se sustituyen en la siguiente fórmula y se estima el valor de dureza en unidades Vickers (HV).

$$HV = \frac{1,8544 \times P}{D^2} = \frac{1,8544 \times \text{carga}(Kg)}{\text{área de impresión en mm}^2}$$

El valor medio de las diagonales y el valor de la carga se sustituyen en la fórmula para obtener el valor de la dureza Vickers. Lo indicado es realizar varias indentaciones (22).

3.2.6 Dureza reportada en materiales dentales

Diferentes estudios han demostrado que la dureza de los materiales es una propiedad que se puede estimar *in vitro* pero que está muy relacionada con el comportamiento del material *in vivo*, por lo que ha sido ampliamente analizada en los diferentes materiales dentales disponibles en el mercado. Por ejemplo, se ha reportado que el oro tiene un índice de dureza Knoop de 32, mientras que la amalgama es de 900, los cementos de silicato de 70 y la resina acrílica de 15, es decir que los cementos no son tan penetrables. (22)

La polimerización incompleta del cemento puede afectar negativamente sus propiedades físicas y biológicas, incluida la dureza de la superficie, la estabilidad del color, la toxicidad de los monómeros residuales y la resistencia de la unión entre el diente y la restauración cerámica. La dureza de la superficie es un indicador utilizado para evaluar la eficiencia de la polimerización, y se entrelaza con la intensidad de la luz aplicada durante la activación de la polimerización. Varios parámetros afectan la polimerización del cemento de resina, incluido el grosor, la

sombra y la translucidez de la cerámica; el tipo de polimerización; y la composición de cemento de resina. (24).

3.2.7 Efecto del precalentamiento sobre la microdureza de un compuesto de resina.

Las restauraciones de resina compuesta (RC), especialmente en zonas posteriores, ha aumentado dramáticamente en los últimos años. La longevidad de la resina compuesta con carga puede ser comparable a la de la amalgama, sin embargo, al usar composiciones más viscosas como RC densificados o híbridos de alto contenido de relleno, estos no se adaptan completamente a la preparación de la cavidad creando vacíos en la interfase (diente/resina), dando como resultado una integridad marginal deficiente. (23).

La viscosidad de los materiales RC se puede reducir mediante el precalentamiento antes de la colocación y la polimerización, las temperaturas van de los 20 a 35 ° C, hasta los 68°C. se ha demostrado que un aspecto fortuito de dicho precalentamiento, es la mejora de los parámetros de polimerización, aumentando la velocidad de reacción y el grado de conversión. Por lo anterior, podría esperarse que el precalentamiento previo a la polimerización, mejoraría las propiedades mecánicas de la RC y se ha informado de tal efecto. Además, se ha informado la estrecha correlación entre la microdureza de la superficie y el grado de polimerización, de modo que el primero (por ejemplo, el número de dureza Vickers, VHN) puede ser apropiado como un simple monitor de resistencia mecánica. (23).

El precalentamiento se logra sumergiendo la resina en una bandeja con agua y llevándola a un calentador compuesto. Se ha demostrado que dicho calentamiento es capaz de reducir el grosor de la película en algunos materiales convencionales facilitando su manipulación y ha resultado en una menor filtración in vitro.

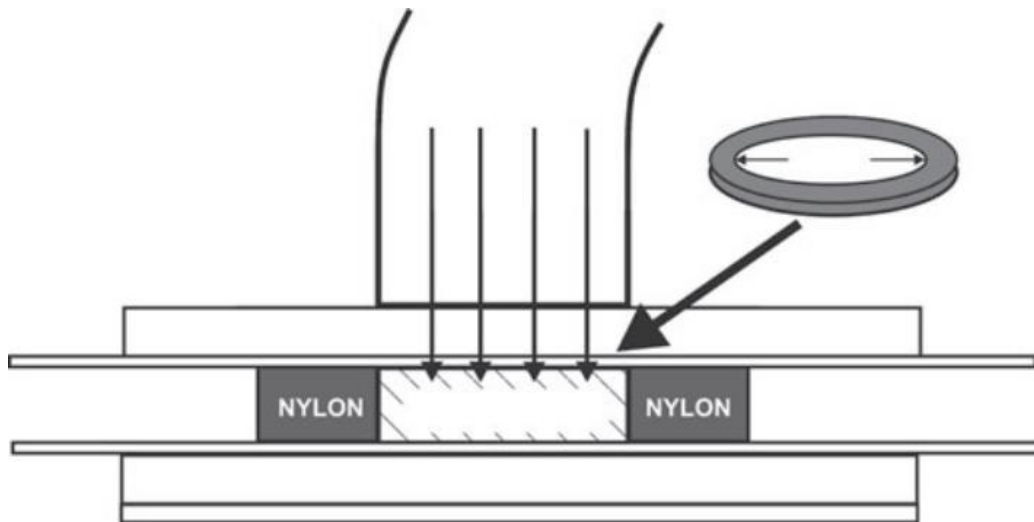
Informes recientes indican un incremento en la microdureza de diferentes materiales de resina compuesta del mercado con precalentamiento mas no se acompaña de datos de viscosidad complementarios. (23).

3.2.8 Evaluación de propiedades en materiales que requieren precalentamiento.

En un estudio reciente evaluaron la viscosidad de materiales que requieren precalentamiento sin curar, medidos con un reómetro de temperatura variable y una configuración de placa paralela, la cual asegura que la velocidad de corte sea relativamente constante en todo el material que se está probando. (Grupo 1 a 60°C y grupo 2 a 24°C).

Después de calentar y dispensar el material RC sobre la placa inferior, se procedió a bajar la placa superior (presenta un diámetro de 40mm) de modo que el espacio entre las placas superior e inferior se ajustó a 2 mm, El reómetro se usó en modo oscilación continua a una frecuencia de 5Hz. Para conveniencia las lecturas del reómetro fueron registradas en lapsos de tiempo posterior a la dispensación de 10, 30, 60, 90, 120s y se hizo un análisis estadístico mediante el programa SPSS para Windows (Versión 15). (23).

En el estudio de Huwet, evaluaron la microdureza en muestras de resina precalentada a diferentes grados de temperatura, polimerizados por 30 s. Se consideró una profundidad de 1.5 mm como profundidad incremental curado de compuestos de resina. Se precalentó el material a 60°C en horno seco por 15 min antes de la exposición. Cada muestra se retiró del horno y se expuso inmediatamente a la LCU a temperatura ambiente (24°C) con la punta de fotopolimerización colocada en 0.9 mm por encima de la superficie de la muestra (grosor del portaobjetos de separación del microscopio).



Utilizaron un fondo reflexivo debajo de cada muestra, que también había sido precalentado a 60 C. La superficie superior e inferior de VHN se registró 24 h después de la exposición. Durante este intervalo de tiempo, se almacenaron las muestras secas en una caja opaca a 24°C. las muestras fueron comparadas con cuerpos de prueba indentado de manera similar a temperatura ambiente(24°C) sin precalentamiento. Todas las mediciones de microdureza se tomaron mediante un penetrador Vickers calibrado con una carga de 300 g y un tiempo de permanencia de 10s.

En este estudio se encontró que hubo diferencias estadísticamente significativa ($P < 0.001$) entre el grupo precalentado y el control. Concluyeron que la colocación y el curado de RC a temperatura elevada deberían conferir los beneficios discutidos. En las relaciones de microdureza superior, esta observación es realmente beneficiosa ya que puede producirse una mayor profundidad de curado a la temperatura más alta como resultado del aumento de la dureza de la superficie superior observada. (23). Además, también sugieren que se requieren más estudios con respecto a estos materiales que requieren precalentamiento en comparación con los cementos curados con técnica convencional.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar la microdureza de tres cementos resinosos de uso odontológico partiendo de sus propiedades mecánicas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la micro dureza del cemento Choice II de Bisco.
- Identificar la micro dureza del cemento Variolink esthetic lc de Ivoclar vivadent.
- Identificar la micro dureza del cemento ENA Micerium.
- Brindar al profesional mediante la evidencia científica la mejor opción al momento de la elección entre estos tres materiales cementantes.

5. METODOLOGÍA

Este proyecto se llevará a cabo por 4 estudiantes del programa de rehabilitación oral bajo la asesoría de un docente tutor. Se busca evaluar la micro dureza de tres cementos resinosos diferentes, Choice II de la casa Bisco, Variolink Esthetic de Ivoclar Vivadent y ENA de Micerium, los cuales serán sometidos a una prueba de fuerza teniendo en cuenta principalmente el patrón de dureza Vicker, uno de los más utilizados y consiste en una prueba estandarizada que se basa en penetrar el material con una punta de diamante en forma piramidal de cuatro caras. Para ello las muestras serán trasladadas hasta la Universidad del Valle quienes cuentan con el aparato en donde se depositará cada muestra para realizarles el debido proceso.

5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Experimental *in vitro*

5.2 POBLACIÓN OBJETIVO

Cementos resinosos: Choice II (Bisco), Variolink esthetic LC (Ivoclar-vivadent), y resina compuesta ENA (Micerium)

1.1. TAMAÑO DE Muestra Y MUESTREO

Se realizara la toma de nueve (9) muestras en total, distribuidas de manera equitativa para cada cemento y los datos se examinarán mediante el análisis de varianza multivariante (ANOVA).

5.2.1 Criterios de selección

5.2.1.1 Criterios de inclusión.

Todas las muestras que no presenten grandes porosidades o cualquier tipo de defecto en su superficie según la norma ISO 4049.

5.2.1.2 Criterios de exclusión.

Las muestras con grandes poros o rayones en la superficie o que se deterioren mediante la manipulación en el tiempo de realización de las pruebas.

5.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES

5.3.1 Variables.

a) Variable resultado (dependiente)

Dureza en Vickers vs tipo de cemento (3 grupos) = Prueba ANOVA de 1 vía para muestras independientes o kruskal wallis.

5.3.2 Cuadro operacional de las variables

		MICRODUREZA			
		Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CEMENTO	1	59,5666667	82,1	69,6266667	10,31846107
	2	50,85	57,7	54,4366667	2,825710334
	3	16,78333333	20,9	17,76666667	1,756219108
ANOVA					
MICRODUREZA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7108,141	2	3554,071	90,712	0,000
Dentro de grupos	470,158	12	39,180		
Total	7578,299	14			

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Luego de someter el material al procedimiento de medición micro dureza en medidas Vickers, se recopilará la información en un base de datos en hoja de cálculo Excel. Posteriormente se exportará para análisis en el paquete estadístico SPSS (V 21) y las variables se analizarán por medio de medidas de

tendencia central como promedios y de variación como desviación estándar. Se realizará comparación de medias entre cementos mediante el análisis de varianza multivariante (ANOVA), previas pruebas de normalidad.

5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

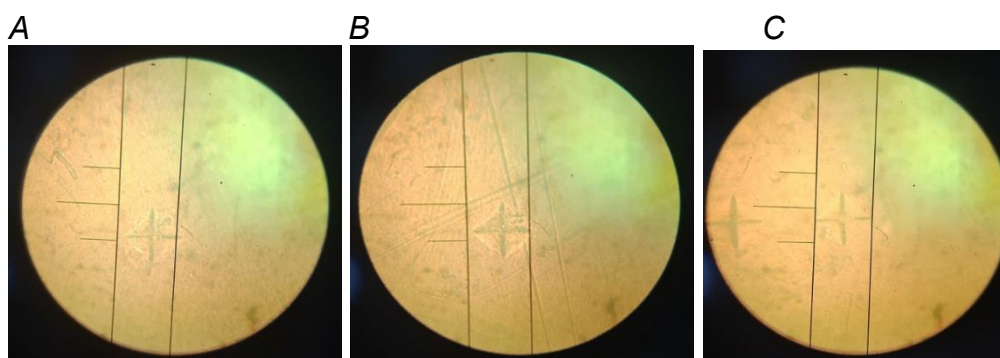
Por ser un estudio in vitro, sin utilización de muestras biológicas, y según la Resolución 8430 del 93 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, en donde se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia. Esta investigación se puede clasificar como “investigación sin riesgo”, pues no se hace intervención directa en personas que puedan poner en exposición su salud.

6. 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 la resina *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

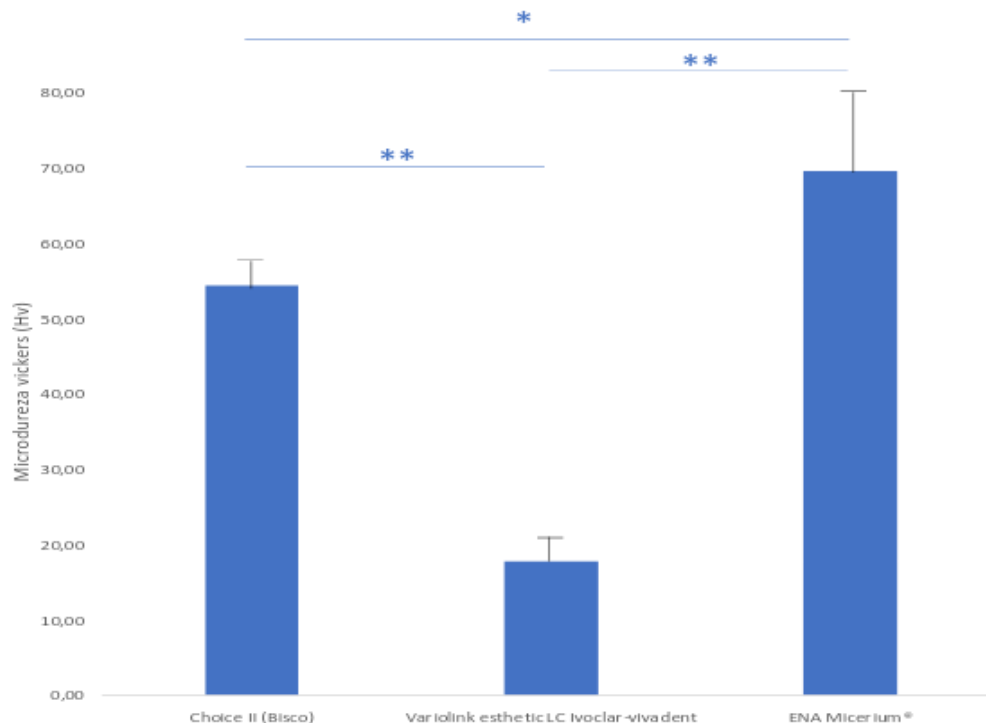
Cemento	n	Mínimo	Máximo	Me dia	D E	C V
<i>Choice II (Bisco)</i>	30	50,85	57,70	54,44	2,83	0,15

<i>Variolink</i>	3	16,78	20,	17,	1,	0,
<i>esthetic LC Ivoclar-</i>	0		90	77	76	05
<i>vivadent</i>						
<i>ENA Micerium®</i>	3	59,57	82,	69,	1	0,
	0		10	63	0,32	10

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

El análisis de varianza de un factor (ANOVA) utilizado para 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).

7. Gráfico 2. Comparación de microdureza Vickers de tres cementos resinosos



8. DISCUSION

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±10,32HV) y *Choice II de Bisco* (54,44±2,83HV).

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±3,14HV). Resultados similares a los encontrados en nuestro estudio en el la microdureza Vickers del *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent* (17,77±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±2,3) (21), *RelyX ARC* (19.99±3.18HV), *RelyX U100* (16.18±3.41HV) y *SET* (12.93±2.8HV), (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).

9. RECOMENDACIONES

- Los autores sugerimos realizar **otras pruebas físicas y biomecánicas a la resina ENA Micerium** siguiendo los mismos protocolos de precalentamiento.
- También recomendamos una buena selección de cementos para la practica clínica teniendo en cuenta todas sus propiedades y composición.

10. CONCLUSIONES

- La resina *ENA Micerium®* precalentada mostró valores más altos de micror dureza Vickers en comparación con los cementos *Choice II de Bisco* y *Variolink esthetic LC Ivoclar-vivadent*.
- El cemento *choice II* mostro valores mas altos con respecto al cemento *Variolink esthetic Lc ivoclar vivadent*.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Ayar MK. **The durability of adhesion to Er,Cr:YSGG laser-irradiated enamel. Laser Therapy** . 2018 Jun 30 [cited 2020 Mar 1];27(2):124–30
- 2) NAUMOVA EA, ERNST S, SCHAPER K, ARNOLD WH, PIWOWARCZYK A. **Adhesion of different resin cements to enamel and dentin.** Dental Materials Journal . 2016 May [cited 2020 Mar 1];35(3):345–52.
- 3) Saker S, Ibrahim F, Ozcan M. **Effect of different surface treatments on adhesion of In-Ceram Zirconia to enamel and dentin substrates.** The Journal Of Adhesive Dentistry . 2013 Aug [cited 2020 Mar 1];15(4):369–76.
- 4) Guzman Bravo, Enrique. **Historia de la Odontología.** Primera Parte 1, México: s.n., Noviembre 2005- Enero 2006 de 2006, Revista Mexicana de Odontología Clínica, Vol. 1. 4.
- 5) Jurado, Carlos Eduardo. **Cronología de la Historia de la Odontología.** 6, 2004, Tribuna Odontológica, Vol. 1. 5.
- 6) Ring, Malvin E. **Historia Ilustrada de la Odontología.** Barcelona: Mosby/ Doyma Libros, 1995.
- 7) Phillips. Ciencias de los materiales dentales. Onceava ed. Barcelona: Elsevier ; 2007.
- 8) Mezzomo E. Rehabilitación Oral Contemporánea. Primera ed. Lima-Perú: Amolca; 2010.
- 9) Henostroza H. Gilberto Editor. Adhesión en Odontología Restauradora. 2da ed. Madrid: Editorial Ripano; 2010.
- 10) Toledano M, Osorio R, Sánchez F, Osorio E. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Madrid. Ediciones avances medico – dentales, S.L. 2003.
- 11) Botino M, Ferreira Quintas A, Miyashita E, Giannini V. Estética en Rehabilitación Oral Metal Free. São Paulo. Editora Artes Médicas Ltda. 2001.
- 12) Nuray A, Tam L, Mc Comb D. Mechanical And Physical Properties Of Contemporary Dental Luting Agents. J Prosthet Dent. 2003; 89: 127 – 34.
- 13) Carrieri T, De Freitas P, Navarro S, Eduardo P, Mori M. Adhesion of composites luting cement to Er:YAG-laser-treated dentin. Lasers Med Sci. 2007;22:160-170.
- 14) Gu X, Kern M. Marginal Discrepances and Leakage of All Ceramic – Crowns: Influence of Luting Agents and Aging Condition. Int J Prosthodont. 2003: 16; 109 – 116.
- 15) Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic Z, Ferrari M. Self-adhesive Resin Cements: A Literature Review. J Adhes Dent 2008; 10: 251-258
- 16) Abo-Hamar S, Hiller K, Jung H, Federlin M, Friedl K, Schmar G. Bond strength of a new universal self-adhesive luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest. 2005; 9: 161-167.
- 17) RelayX Unicem ; 3M ESPE , product profile.
- 18) Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. J Adhes Dent 2006;8:327-335.

- 19) Thomaidis S, Kakaboura A, Mueller WD, Zinelis S. Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations. *Dent Mater.* 2013;29(8):e13.
- 20) Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review. *Oper Dent.* 2018;43(4):E173-e90.
- 21) Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, et al. Academy of Dental Materials guidance-Resin composites: Part I-Mechanical properties. *Dent Mater.* 2017;33(8):880-94.
- 22) Quinn G, bradt R. On the Vickers Indentation Fracture Toughness Test | NIST. *J Am Ceram Soc.* 2007;90(3):673-80.
- 23) LUCEY S, LYNCH C, RAY N, BURKE F, HANNIGAN A. Restorative Dentistry, University Dental School and Hospital, Wilton, Cork, Ireland, Heath Park, Cardiff CF14 4XY, UK, and Mathematics & Statistics, University of Limerick, Limerick, Ireland.
- 24) Jafari Z, Alaghehmand H, Samani Y, Mahdian M, Khafri S. Transmisión de luz de cerámicas CAD / CAM con diferentes tonos y espesores y microdureza del cemento de resina fotopolimerizable subyacente . *Restor Dent Endod.* 2018 agosto; 43 (3): e27. <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e27>

ANEXOS

PRESUPUESTO GENERAL

Rubros	Recursos Existentes	Financiado	Total
Equipos			
Materiales e insumos			630.000
Personal Científico	4.640.000		4.640.000
Publicaciones y Patentes			
Viajes			
Total Financiado por Convocatoria			
Servicios			234.000
Total			5.504.000

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSUMOS

EQUIPOS						
Equipo	Descripción	Justificación	Moneda	Unidad	Valor Unitario	Total (Pesos)
Total						

MATERIALES E INSUMOS					
Materiales	Descripción	Justificación	Unidad	Valor Unitario	Total
Choice II	Cemento de resina		1	120.000	120.000
Variolink esthetic LC	Cemento de resina		1	175.000	175.000
ENA	Resina precalentada		1	190.000	190.000
	Molde de teflón		9	70.000	630.000
	Indentaciones		9	26.000	234.000
Total					1.349.000

DESCRIPCIÓN GASTOS EN PERSONAL

RECURSO HUMANO				
PERSONAL	Horas/Semana	Semanas	Valor/hora	Total
Jaime Dussan	2	32	25.000	800.000
Manuel Mosquera	4	32	15.000	960.000
Jimmy Rozo	4	32	15.000	960.000
Giancarlo Puccini	4	32	15.000	960.000
Miguel Charfuelan	4	32	15.000	960.000
Total				4.640.000

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]