UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

**Comparación *in vitro* de la microdureza y rugosidad del cerómero antes y
después de su exposición a una bebida energizante**

TESIS

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Hidalgo Acuña, Nataly Celia (0000-0002-8347-6607)

ASESOR

Revoredo de Rojas, Arturo (0000-0002-1489-6720)

Lima, 29 de Enero del 2020

DEDICATORIA

*A mis padres, Marlene Acuña Prado y Oswaldo Hidalgo por apoyarme en todo mi
proceso académico y enseñarme que jamás debo rendirme.
A mi hija Praia, quien fue mi mayor motivación e impulso para poder seguir adelante y
culminar esta etapa universitaria de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme salud y guiarme en todo este largo proceso académico. A mi familia que fueron mi apoyo incondicional.

A mi asesor el Doctor Arturo Revoredo, quién fue mi guía en todo el proceso y desarrollo de la tesis.

A mi revisora la Doctora Leslie Casas Apayco, por su exigencia y experiencia en el campo de investigación.

RESUMEN

Objetivo: Comparar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero antes y después de su exposición a una bebida energizante.

Materiales y métodos: Este estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Se evaluaron 20 discos tipo cilíndricos (6 mm de altura y 4 mm de ancho) del cerómero SR Adoro® divididos en dos grupos para evaluar la microdureza superficial y rugosidad superficial. El desafío erosivo se realizó por 30 minutos/1 vez/ 5 días con la bebida Red Bull®. El análisis estadístico que se utilizó para evaluar la microdureza superficial fue la prueba de Wilcoxon. Sin embargo, para evaluar la rugosidad superficial se utilizó la prueba de T Student.

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al evaluar la microdureza superficial. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas al evaluar la rugosidad superficial del cerómero. La media y desviación estándar de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes del desafío erosivo fue de 55.45 + 6.42 MPa y después del desafío erosivo fue de 38.24 + 6.09 MPa. La diferencia de microdureza superficial inicial y final fue de 17.21+ 0.33 MPa. La media y desviación estándar de la rugosidad del cerómero SR Adoro® antes del desafío erosivo fue de 1.66 + 0.30 y después fue de 1.703 + 0.43 μm . La diferencia de rugosidad inicial y final del cerómero SR Adoro® expuesta a la bebida (Red Bull®) fue de 0.04+ 0.33 μm .

Conclusiones: Existen diferencias estadísticamente significativas al evaluar la microdureza superficial. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al evaluar la rugosidad del cerómero SR Adoro® ($p < 0.05$; $p = 0.808$) al ser expuesta a una bebida energizante Red Bull®.

Palabras claves: Pruebas de dureza, Rugosidad, Bebidas Energéticas, Cerómero

ABSTRACT

Objective: To compare in vitro the superficial microhardness and roughness of the ceromer before and after being exposed to an energizing drink.

Materials and methods: This study was of experimental type in vitro. Twenty cylindrical discs (6 mm high and 4 mm wide) of the SR Adoro[®] ceromer were divided into two groups to evaluate the surface microhardness and surface roughness. The erosive challenge was performed for 30 minutes / 1 time / 5 days with the Red Bull[®] drink. The statistical analysis that was used to evaluate the surface microhardness was the Wilcoxon test. However, the Student's T test was used to evaluate the surface roughness.

Results: Statistically significant differences were found when evaluating surface microhardness. However, no significant differences were found when evaluating the roughness of the ceromer. The mean and standard deviation of the surface microhardness of the SR Adoro[®] ceromer before the erosive challenge was 55.45 ± 6.42 MPa and after the erosive challenge was 38.24 ± 6.09 MPa. The difference of initial and final surface microhardness was 17.21 ± 0.33 μm . The mean and standard deviation of the rugosity of the SR Adoro[®] ceromer before the erosive challenge was 1.66 ± 0.30 μm and then was 1.703 ± 0.43 μm . The initial and final roughness difference of the SR Adoro[®] ceromer exposed to the beverage (Red Bull[®]) was 0.04 ± 0.33 μm .

Conclusions: There are statistically significant differences when evaluating surface microhardness. However, no statistically significant differences were found when assessing the rugosity of the SR Adoro[®] ceromer ($p < 0.05$, $p = 0.808$) when exposed to a Red Bull[®] energy drink.

Keywords: Hardness tests, Roughness, Energy Drinks, Ceromer

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1 Justificación	3
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO 4: OBJETIVOS	4
4.1 Objetivo General.....	4
4.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS	6
5.1 Diseño de estudio	6
5.2 Grupo Experimental	6
5.3 Operacionalización de Variables	7
5.4 Técnicas y Procedimientos	8
5.5 Plan de análisis	10
5.6 Consideraciones Éticas	11
CAPÍTULO 6: RESULTADOS	12
CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN	19
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación in vitro de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®	13
Tabla 2 Evaluación in vitro de la diferencia de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®	15
Tabla 3 Comparación in vitro de la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®	16
Tabla 4 Evaluación in vitro de la diferencia de la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®	17

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Comparación *in vitro* de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®..... 14

GRÁFICO 2 Comparación *in vitro* de la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®..... 18

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Durante décadas, la Odontología ha buscado los materiales más apropiados para restaurar las pérdidas anatómicas de los dientes. Uno de los materiales que más se ha investigado son las resinas compuestas.^(1, 2,3)

En tal sentido, los cerómeros actuales son resinas de laboratorio que presentan beneficios frente a las resinas convencionales en cuanto a abrasión, manipulación, resistencia y brillo superficial. Esto es posible gracias a la gran cantidad de relleno inorgánico nanométrico, ya que presentan un alto grado de conversión, que incluye finísimas partículas de cerámica, envuelto en una matriz de dimetacrilato de uretano (UDMA), una combinación que permite una estructura homogénea del material que brinda excelentes propiedades físicas y una elevada resistencia frente a pigmentaciones, placa y abrasión.⁽⁴⁾

Es un material muy utilizado para todo tipo de restauraciones de prótesis fijas indirectas, especialmente en incrustaciones Inlays, Onlays y Overlays ya que permite la reconstrucción de pérdida de estructura dental muy amplia y con gran compromiso en las fuerzas biomecánicas de la oclusión.⁽⁵⁾ Una de sus ventajas es que permite obtener una restauración con alta morfología oclusal, sin perder las características de la resina de baja abrasividad, alta estética y biocompatibilidad.⁽⁶⁾

Actualmente, las bebidas energizantes son productos que se consumen con mucha frecuencia. Se caracteriza por presentar un alto contenido de azúcar y cafeína que incrementa las capacidades físicas y mentales del consumidor.⁽⁷⁾ Por ello, puede causar un efecto erosivo a nivel de las restauraciones dentales y en los dientes debido a sus bajos

niveles de pH (2,5 a 3,5), provocando la disolución del esmalte, desgaste de las superficies dentales y microdureza superficial y rugosidad de las restauraciones de resina. ⁽⁸⁾

La microdureza y la rugosidad superficial son propiedades físicas que se encuentran relacionadas a la capacidad de las restauraciones a resistir adecuadamente las fuerzas oclusales, así como su acabado y pulido. La microdureza superficial es una propiedad física la cual consiste en la unión máxima de sus moléculas que la conforman impidiendo de esta manera que cualquier cuerpo, objeto o sustancia la penetre. ⁽⁹⁾ Por otro lado, la rugosidad superficial se caracteriza por el grado de relieve de una superficie provocada por una herramienta de corte o elemento utilizado durante su producción. ⁽¹⁰⁾

Se han realizado diversos estudios que han evaluado la microdureza y rugosidad superficial en diferentes marcas comerciales de materiales restauradores expuestos a bebidas gasificadas como por ejemplo Art Glass, Targis, Sculpture, RelyXTM U200, Multilink® Ivoclar Vivadent, Filtek Z350XT(3M ESPE), P60(3M), Gradia-GC, SR Adoro® ^{(11),(12),(13),(14)}, pero existen pocos estudios experimentales que evalúen estas propiedades cuando estos materiales son expuestos a bebidas energizantes con pH bajo.

Por ello, el propósito de esta investigación fue comparar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero antes y después de ser expuesto a una bebida energizante Red Bull®.

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Justificación

El presente estudio tiene una importancia teórica, puesto que brinda aporte a la comunidad científica contribuyendo al conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas del cerómero SR Adoro® al ser expuesto a la bebida energizante Red Bull®.

La literatura es escasa, en artículos o revistas que hablen con mayor énfasis sobre el comportamiento del cerómero SR Adoro® al ser expuesto a bebidas energizantes.

Por otro lado, también proporciona una importancia clínica, debido a que de esta manera el profesional de la salud selecciona el material restaurador más adecuado a utilizar frente a un ataque ácido.

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS

Existe una disminución en la microdureza superficial y aumento de rugosidad superficial del cerómero SR Adoro[®] luego de su exposición a una bebida energizante (Red Bull[®]).

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Comparar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero SR Adoro[®] antes y después de su exposición a una bebida energizante.

4.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero antes de su exposición a una bebida energizante.
2. Evaluar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero después de su exposición a una bebida energizante.

CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño de estudio

Este estudio fue de tipo experimental *in vitro*.

5.2 Grupo Experimental

La unidad de análisis fue conformada por un disco de cerómero SR Adoro® de 6 mm de altura y 4 mm de ancho sometidos a la bebida Red Bull® y donde se evaluó la microdureza y rugosidad superficial.

El tamaño muestral fue de 10 discos de cerómero el cual se determinó mediante el software estadístico Stata 13, utilizando la fórmula de comparación de dos medias en base a los datos de media y desviación estándar encontrados en una prueba piloto en la que se utilizó 20 discos de cerómero SR Adoro® divididos en dos grupos (n=10). (ANEXO 1)

Esta investigación fue exonerada por el comité de ética de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, CEI Nro. 189-09-19.

Los especímenes fueron divididos aleatoriamente en los siguientes grupos de estudio:

Grupo 1: Discos de cerómero SR Adoro® antes y después de ser expuestos a bebida energizante Red Bull® para evaluar la microdureza superficial.

Grupo 2: Discos de cerómero SR Adoro® antes y después de ser expuestos a bebida energizante Red Bull® para evaluar la rugosidad superficial.

Criterios de Selección

Se utilizó discos de cerómero de la marca comercial SR Adoro® confeccionados según las indicaciones del fabricante, que presenten las medidas de 6mm de altura por 4 mm de ancho, totalmente lisos y sin defectos estructurales como líneas de fractura ni burbujas.

5.3 Operacionalización de Variables

Variable	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Microdureza superficial	Resistencia superficial de materiales frente a la penetración y a la deformación.	Micro Durómetro punta Vickers	Cuantitativa	De razón continua	HVN
Rugosidad superficial	Valoración del grado de relieve de una superficie	Rugosímetro	Cuantitativa	De razón continua	μm
Tiempo	Instante en que se realizará la inmersión a bebidas energéticas isotónicas	Reloj	Cualitativa	Nominal Dicotómica	30 minutos, 1 vez al día durante 5 días

5.4 Técnicas y Procedimientos

Materiales y equipos utilizados

Las características de país de fabricación, lote, compañía y composición de los materiales utilizados SR Adoro® y Red Bull® se encuentran ubicados en la tabla del ANEXO 2.

Para la prueba de medición del pH de la bebida energizante Red Bull® se empleó el pH metro (TSG820-860,8100 plus, United Kingdom) en el laboratorio High Technology Certificate.

Para las pruebas de microdureza superficial se utilizó el micro durómetro (Zwick/ Roell ZHV 200gF- 50Kg F, Alemania) y para evaluar la rugosidad se utilizó el rugosímetro (Mitutoyo SJ-201, España). Todas las muestras y pruebas se realizaron en el laboratorio High Technology Certificate.

Preparación de muestras

Las muestras fueron confeccionadas mediante una cavidad cilíndrica de 10mm de diámetro y 2mm de altura.

Primero, se aplicó vaselina sobre una platina de vidrio como agente aislante, se colocó la matriz y se insertó el cerómero SR Adoro® con una espátula para resina TNCIGFT3 (Hu-Friedy) en incrementos de 2mm según las indicaciones del fabricante. Después del último incremento de cerómero, se colocó una matriz celuloide sobre ésta y se acopló una platina de vidrio para evitar la aparición de burbujas en la superficie de la muestra.

Todas las muestras de cerómero SR Adoro® fueron fotocuradas con lámpara LED marca Elipar™ Deep Cure – 3M ESPE (>1470 Mw. /cm²). Se realizó la fotopolimerización 40sg por capa del disco dando la sumatoria de 2 minutos por disco. La lámpara LED fue previamente medida con un radiómetro Digitare (LM- 100 RT- 111, MONITEX, China) obteniendo un rango de longitud de onda entre los 430 – 480nm. Así mismo, la potencia de la unidad LED se verificaba por cada 3 especímenes de prueba, para comprobar si mantenía el mismo valor de potencia. Finalmente, todas las muestras fueron

polimerizadas en un horno digital de polimerización de alta temperatura y presión (Dental Lab Led Light Cure Box - Model LQ-BOX , Rolence Enterprise Inc, Taiwan).

Una vez confeccionados todos los especímenes, se procedió a retirar los excesos con discos de acabado y pulido (Eve Flexi-s 12mm, Alemania) de diferentes granulaciones (grueso, fino, ultra fino) acoplados a la pieza de baja velocidad (30 segundos), los cuales fueron intercambiados cada 2 especímenes. Las muestras fueron almacenadas en 40 ml por agua destilada en vasos precipitados, forrados con papel aluminio y llevados a una estufa (Hotpack Incubator, USA) a una temperatura de $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Desafío erosivo

Se evaluó el potencial de hidrógeno de la bebida energética Red Bull®, con el pH metro (TSG820-860,8100 plus, United Kingdom) Se registró un pH = 3.30.

El desafío erosivo *in vitro* se realizó por 30 minutos, 1 vez al día, durante 5 días. ⁽¹²⁾

Luego de finalizado este proceso se lavaron los discos de cerómero y se sumergieron en agua destilada diariamente.

Antes de las evaluaciones los discos se mantuvieron sumergidos en agua destilada en vasos precipitados durante 12 horas.

Test de microdureza inicial y final

Para el análisis de microdureza inicial y final se utilizó el método de dureza Vickers en un micro durómetro (Zwick/ Roell ZHV 200gF- 50Kg F, Alemania). Se acopló cada disco de cerómero sobre la base del microdurómetro con 3 indentaciones por muestra a una fuerza 500 gr/15 segundos. La medida de la microdureza Vickers fue promediada por el mismo programa, resultando en un valor promedio.

La evaluación de la microdureza superficial se realizó en dos tiempos: antes (microdureza inicial) y después (microdureza final) del desafío erosivo. Los resultados de microdureza inicial y final son registrados en HVN.

Test de rugosidad inicial y final

Para el análisis de rugosidad inicial y final se utilizó un rugosímetro (Mitutoyo SJ-201, España). Brindo perfiles de rugosidad, cuantificando la superficie de desgaste. Se evaluó la rugosidad antes (rugosidad inicial) y después (rugosidad final) del desafío erosivo. Para evaluar la rugosidad el disco tuvo que estar alineado con el instrumento para la medición, la dirección del cepillado cíclico (sentido longitudinal) que se realizó fue perpendicular (90°) con el instrumento para leer la rugosidad. Finalmente, se realizaron en promedio 4 mediciones y se sacó el promedio del área medida. Cada resultado de rugosidad obtenido se registró en Micras (μm).

5.5 Plan de análisis

Para el análisis univariado se procedió a obtener la estadística descriptiva de tendencia central (media y mediana) y las medidas de dispersión (desviación estándar y valores mínimo y máximo) de las variables microdureza y rugosidad superficial.

Para el análisis bivariado, se comprobó que los datos obtenidos para evaluar la microdureza superficial no presentaron normalidad por lo que se usó la prueba de Wilcoxon para la comparación de tiempos inicial y final. En cambio, para evaluar la rugosidad se utilizó la prueba paramétrica T Student, debido a que la comparación de tiempos inicio y final presentaron normalidad. ($p < 0,05$ significancia)

La base de datos se realizó en el programa Microsoft Excel® y se analizaron los resultados mediante el paquete estadístico Stata® versión 13.

5.6 Consideraciones Éticas

Este estudio no presentó implicancias éticas debidas que es una investigación *in vitro* que evaluó la microdureza y la rugosidad superficial en discos de cerómero expuestos a bebidas energizantes.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo comparar *in vitro* la microdureza y rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de ser expuesta a una bebida energizante Red Bull®. Al final del estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas al evaluar la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® ($p=0.007$), por el contrario no existió diferencias significativas al evaluar la rugosidad de este material restaurador. ($p=0.808$)

Los valores media y desviación estándar de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes de ser sumergida en la bebida Red Bull® fueron de 55.45 ± 6.42 HVN y después de ser sumergida fue de 38.24 ± 6.09 HVN por lo que se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.007$). **(Tabla 1, Gráfico 1)**

El valor de la diferencia de microdureza superficial inicial y final del cerómero SR Adoro® expuesta a la bebida (Red Bull®) se realizó mediante la resta de la media y desviación estándar de ambos tiempos y se obtuvo valores de 17.21 ± 0.33 . **(Tabla 2).**

Los valores media y desviación estándar de la rugosidad del cerómero SR Adoro® antes de ser sumergida en la bebida Red Bull® fue de 1.66 ± 0.30 μm y después de ser sumergida fue de 1.703 ± 0.43 μm . por lo que no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.808$). **(Tabla 3, Gráfico 2)**

El valor de la diferencia de rugosidad inicial y final del cerómero SR Adoro® expuesta a la bebida Red Bull® se realizó mediante la resta de la media y desviación estándar de ambos tiempos y se obtuvo valores de 0.04 ± 0.33 μm . **(Tabla 4).**

Tabla 1 Comparación *in vitro* de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®

Bebida	Tiempo	Media $\pm$ D.E (HVN)	Mediana	Min	Max	p*
Red Bull®	Inicial	55.45 $\pm$ 6.42	57.2	39	61.8	0.007
	Final	38.24 $\pm$ 6.09	39.45	29	45.4	

*Prueba de Wilcoxon, Nivel de significancia estadística, (p<0.05)

GRÁFICO 1 Comparación *in vitro* de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®

Tabla 2 Evaluación *in vitro* de la diferencia de la microdureza superficial del cerómero SR Adoro[®] antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull[®]

Material	Bebida	Media (HVN)	$\pm$ D.E
Cerómero	Red Bull [®]	17.21	0.33

Tabla 3 Comparación *in vitro* de la rugosidad del cerómero SR Adoro® antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull®

Bebida	Propiedad	Tiempo	Media $\pm$ D.E(μ m)	Mediana	Min	Max	p*
Red Bull®	Rugosidad	Inicial	1.66 $\pm$ 0.30	1.71	1.18	2.07	0.808
		Final	1.703 $\pm$ 0.43	1.54	1.18	2.41	

*Prueba T de Student para muestras Relacionadas, Nivel de significancia estadística, (p<0.05)

Tabla 4 Evaluación *in vitro* de la diferencia de la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro[®] antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull[®]

Material	Bebida	Media	$\pm$ D.E (μm)
Cerómero	Red Bull [®]	-0,04	0,13

GRÁFICO 2 Comparación *in vitro* de la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro[®] antes y después de su exposición a una bebida energizante Red Bull[®]

CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comparar in vitro la microdureza y rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® antes y después de ser expuesto a una bebida energizante Red Bull®. Se encontró diferencias estadísticamente significativas para la propiedad de microdureza superficial ($p=0.007$). Sin embargo no se encontró diferencias significativas para la propiedad de rugosidad del cerómero SR Adoro® ($p=0.808$).

El material de elección fue el cerómero, el cual es un polímero altamente estético que incorpora en su composición partículas de cerámica.⁽¹⁵⁾ Este material está conformado por un alto contenido de relleno inorgánico (75-85%): micropartículas de cerámica y con un relleno intersticial de matriz orgánica de polímeros.⁽¹⁶⁾ A pesar de que no existen estudios donde se evalúe la microdureza y rugosidad superficial de este material restaurador expuesto a bebidas energizantes, en el año 2002 Cho Yong-ho y cols.⁽¹⁷⁾ compararon la rugosidad de distintos tipos de cerómero (Artglass, Targis, Escultura y el grupo control, Z100), donde se obtuvo un aumento significativo sobre esta propiedad en la marca Artglass.

Por otro lado, diversos estudios in vitro han evaluado el poder erosivo de las bebidas energizantes en resinas. Este protocolo de exposición fue similar al utilizado en la investigación de Castilla y cols.⁽¹⁹⁾ con este periodo de tiempo representa el consumo diario que los deportistas ingieren a diario dicha bebida.⁽²⁰⁾ En este estudio se evaluó la microdureza y la rugosidad, propiedades físicas de los materiales dentales.

Existen en la actualidad diversas técnicas para determinar los valores de microdureza superficial de un determinado material, entre ellos están los métodos de Vickers, Brinell,

Rockwell y Knoop. ⁽²¹⁾ El método Vickers es utilizado para realizar ensayos con un porcentaje de éxito tanto para materiales duros como blandos y sobre todo con una mayor relevancia para ensayos de cuerpo delgados y capas muy superficiales. ⁽²²⁾

En este proceso de dureza Vickers se coloca sobre la muestra un indentador de diamante con forma de pirámide cuyas ventajas son las siguientes: comodidad para la medición, forma de improntas geométricamente semejantes, por lo que la propiedad física de dureza será constante con cualquier tipo de carga; por estos motivos se decidió realizar Microdureza Vickers. El presente estudio utilizó un sistema de medición de microdureza superficial similar a la investigación de Quintanilla ⁽²³⁾ en el año 2016 donde la microdureza Vickers se determinó mediante la siguiente fórmula: $MV = \frac{2F \sin \theta}{d^2}$.

En el año 2010 Sergio Gómez Basurto y cols ⁽³⁾ realizaron un estudio donde comparó la dureza de distintas marcas de resina (Tetric Evo Ceram, Filtek Z250, Filtek Z350, Filtek P60, Filtek Supreme XT, y Premisa) y luego fueron sumergidos al desafío erosivo por 7 días concluyendo que existió disminución significativa de la microdureza superficial en la mayoría de las resinas sometidas a esta acción de la bebida gaseosa, exceptuando Tetric Evo Ceram. ⁽²⁴⁾

En el año 2018 Suárez ⁽²⁵⁾ realizó un estudio comparando dos tipos de resinas (Tetric[®] N-Ceram Bulk Fill y Aura Bulk Fill) sumergidas en bebidas energizantes (Hype Energy[®], Red Bull[®]), los resultados fueron similares al de esta investigación, pues en ambos casos existió una disminución de la microdureza luego del desafío erosivo sobre estos materiales restauradores.

Para la evaluación de la rugosidad se empleó el rugosímetro (Mitutoyo SJ-201), el cual realiza mediciones de cualquier parte de una pieza de trabajo y de cualquier tamaño, lo que lo hace el más efectivo y adecuado para este tipo de procedimientos in vitro. Una de las ventajas del rugosímetro es que permite mediciones en zonas de difícil acceso por medio de avance independiente, así como mediciones por encima de la cabeza. Aparte tiene un almacenamiento de hasta 10 condiciones de medición. Es así que, en el año 2016, Hernando Rodríguez y cols ⁽³⁾ realizó un estudio donde comparó la rugosidad de tres tipos de cerómero (GC GRADIA, NEXCO y CERAMAGE) luego del pulido. Los resultados son similares a nuestro estudio, pues no hubo diferencias significativas en cuanto a la rugosidad en los 3 tipos de marcas. ⁽²⁶⁾

Las bebidas energizantes tienen un alto grado de acidez lo que provoca una degradación sobre la superficie del cerómero, el cual presenta moléculas muy unidas lo que lo hace más resistente frente a algún agente externo, sin embargo, esto dependerá mucho de la frecuencia y tiempo con que el paciente ingiera estas bebidas en su dieta. ⁽²⁷⁾ Si bien es cierto que las personas tienen un alto consumo de bebidas gasificadas y energizantes, no saben la cantidad de sustancias nocivas y ácidas que afectan la salud de sus restauraciones indirectas y sobre todo de sus tejidos duros como el esmalte y la dentina. ⁽²⁸⁾

En este estudio se encontró diferencias estadísticamente significativas al evaluar la microdureza superficial ($p < 0.05$; $p = 0.007$). Similar a las investigación realizada por Xavier ⁽²⁾ quien evaluó diferentes tipos de materiales restauradores (GC Fuji II LC[®], GC Fuji IX[®], ionómero Nano Glass[®], Resina y Nano compuesto) expuestos a bebidas gasificadas; donde se produjo una disminución de la microdureza superficial donde la más afectada fue el cemento ionómero Nano Glass. Ambos estudios son similares porque las bebidas energizantes y gasificadas empleadas en los dos tienen un pH bajo, lo que

ocasiona una degradación sobre la superficie de los materiales restauradores utilizados posterior al desafío erosivo. ⁽²⁹⁾

AL-Samadani KH en el año 2013 ^(30, 31, 32) evaluó tres bebidas energizantes (Red Bull[®], Bison[®] y Power Horse[®]) sobre las resinas Filtek Z350 XT, Tetric EvoCeram y Filtek Z250 XT, donde se pudo concluir que si hubo una diferencia estadísticamente significativa en la rugosidad de estas superficies y con mayor degradación en el grupo de Red Bull luego de 6 meses.

Finalmente, las limitaciones de este estudio de investigación están sujetas al tamaño muestral: 10 discos de cerómero, si bien se determinó mediante el software estadístico Stata 13 (90% de confiabilidad y poder de test 80%) se sugiere aumentar la cantidad de muestra para delimitar mejor los resultados del estudio.

Según los estudios revisados, el poder erosivo de las bebidas energizantes causa graves consecuencias sobre la superficie de los materiales restauradores y en estructuras dentales como esmalte y dentina. Se sugiere en futuras investigaciones evaluar el efecto de la microdureza y rugosidad del cerómero utilizando otro tipo de bebidas y/o alimentos con pH ácidos para corroborar el efecto sobre estos materiales dentales.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

Existen diferencias estadísticamente significativas al evaluar la microdureza superficial del cerómero SR Adoro® ($p= 0.007$) al ser expuesto a una bebida energizante Red Bull®. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al evaluar la rugosidad superficial del cerómero SR Adoro® ($p=0.808$).

REFERENCIAS

1. Hamouda IM. Effects of Various Beverages on Hardness, Roughness, and Solubility of Esthetic Restorative Materials. *J Esthet Restor Dent*. Oct 2011; 23(5): 315-22.
2. Urgiles M. Incrustaciones de cerómero en dientes posteriores. Tesis para licenciatura. Universidad de Guayaquil. 2012.
3. Baena M. Prótese Adhesiva à Base de Compósito Reforçado por Fibra de Vidrio como Opção Estética para Perda de Elemento Dental Posterior – Relato de Caso. *J Health Sci*. 2016; 18(3): 188-94.
4. Angeletaki F, Gkogkos A, Papazoglou E, Kloukos D. Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. Oct 2016; 53:12-21.
5. Niekawa CT, Kreve S, Ávila GB, Godoy GG, Eduardo Vieira da Silva JR, Días SC. Analysis of the Mechanical Behavior and Surface Rugosity of Different Dental Die Materials. *J Int Soc Prev Community Dent*. Feb 2017; 7(1):34-40.
6. Dejak B, Młotkowski A. A comparison of stresses in molar teeth restored with inlays and direct restorations, including polymerization shrinkage of composite resin and tooth loading during mastication. *Dent Mater*. Mar 2015; 31(3):77-87.
7. Ramón-Salvador, Diana M, Cámara-Flores, Cabral-León, Francisco J, Juárez-Rojop, Isela E., Díaz-Zagoya, Juan C., Consumo de bebidas energéticas en una población de estudiantes universitarios del estado de Tabasco, México. *Salud en Tabasco* 2013,19 (Enero-Abril)
8. Ahmadizenouz G, Esmaeili B, Ahangari Z, Khafri S, Rahmani A. Efecto de las bebidas energéticas sobre la decoloración de las resinas compuestas a base de silorano y dimetacrilato. *J Dent*. 2016; 13 (4): 261-27.

9. Colquehuanca C. Microdureza de la superficie del esmalte sometido al clareamiento dental externo con peróxido de hidrógeno al 35% estudio *in vitro*. E.A.P Odont. 2009
10. Nasoohi N. Effects of wet and dry finishing and polishing on Surface roughness and microhardness of composite resins. J Dent Tehran, 2017; 14(2):69-75.
11. Cho yong y Col. Effect of tooth brushing and termal cycling on a Surface change of ceromers finished with different methods. J Oral Reha. Oct. 2002; 29(9): 816-82.
12. Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. J Prosthet Dent. Oct. 2014; 112 (4):942-8.
13. López F y cols. Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de usos odontológico: Estudio *in vitro*. Rev Cient Dent. 2014; 2:67-74.
14. Bonilla A y cols. Comparación *in vitro* de la resistencia a la fractura ante carga compresiva y la dureza de dos cerómeros y dos resinas empacables con o sin tratamiento térmico. Rev Usta Salud. 2011; 10:36-42.
15. Xing W, Jiang T, Ma X, Liang S, Wang Z, Sa Y, et al. Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. J Dent. 2010; 38 Suppl 2:87-94.
16. Silva Ma. Evaluation of the surface roughness and microleadkage of dental composites exposed to different beverages. J Contemp Dent Pract. 2015; 16(10):800-4.
17. Cho yong y Col. Effect of tooth brushing and termal cycling on a Surface change of ceromers finished with different methods. J Oral Reha. Oct. 2002; 29(9): 816-82.
- Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. J Prosthet Dent. Oct. 2014; 112 (4):942-8.

18. Al- Samadani Kh. Effect of energy drinks on the Surface texture of nanofilled composite resin. J Contemp Dent Pract. 2013; 14(5):830-5.
19. Castilla O. Comparación in vitro de la microdureza superficial de dos resinas compuestas (Tetric[®] n- ceram y Filtek[™] z350xt) sumergidas en una bebida isotónica (Gatorade[®]) y una bebida energizante (Red Bull[®]). Tesis para licenciatura. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015
20. Heneman K, Zidenberg-Cherr S. Some facts about energy drinks. Nutrition and Health Info-Sheet for Health Professionals. 2007, 12. 2012.
21. López F y cols. Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de usos odontológico: Estudio *in vitro*. Rev Cient Dent. 2014; 2:67-74.
22. Lopes y cols. The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites. Saudi Dent J. 2018; 30(3):197-20.
23. Quintanilla C, Comparación de la microdureza superficial in vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización. Tesis para maestría. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2016
24. Gómez S. Evaluación *in vitro* de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa. Rev Odont Mex. 2010; 14(1). 8-14.
25. Kirchner G y cols. influence of various acidic beverages on tooth erosion. Evaluation by a new method. Plos one. 2015; 10(6). 1-8.
26. Rodríguez H y col. Estudio comparativo de la rugosidad superficial entre tres resinas de laboratorios después del pulido. Tesis de maestría. Universidad Católica Madre y Maestra. 2016.

27. Sánchez J y cols. Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud. Esc de Nutr y Diet. 2014; 17(1):79-91. López F y cols. Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de usos odontológico: Estudio *in vitro*. Rev Cient Dent. 2014; 2:67-74.
28. Flores R. Revisión de estudios sobre dureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos realizados en los últimos 30 años en la facultad de estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Tesis para cirujano dentista. Universidad Cayetano Heredia. 2018.
29. Xavier AM, Sunny SM, Rai K, Hegde AM. Repeated exposure of acidic beverages on esthetic restorative materials: An in-vitro surface microhardness study. J Clin Exp Dent. Jul 2016; 8(3): 312-7.
30. Silva Ma. Evaluation of the surface roughness and microleakage of dental composites exposed to different beverages. J Contemp Dent Pract. 2015; 16(10):800-4.
31. Hernán W y cols. comparación del grado de micro filtración entre las incrustaciones inlays en cerómeros y en cerámicas. Rev Odont. 2011; 7(12):52-62.
32. López F y cols. Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de usos odontológico: Estudio *in vitro*. Rev Cient Dent. 2014; 2:67-74.
33. Ostrowska A, Szymanski W, Kolodziejczyk L, Bolstacz-Rzepkowska. Evaluation of the Erosive Potential of Selected Isotonic Drinks: In Vitro Studies. Adv Clin Exp Med. 2016 Nov-Dec; 25(6): 1313-13.

ANEXOS

Anexo 1

Materiales utilizados en este estudio

Materiales	Lote	País	Compañía	Composición
Cerómero SR Adoro Dentin A2 Ivoclar Vivadent	W85401	Japón	Ivoclar Vivadent	(Masas Margin, Dentin, Incisal, Effect, Gingiva e Intensive Gingiva) Dimetacrilatos (17%-19% en peso); copolímero y dióxido de silicio (82%-83% en peso). Otros materiales son estabilizantes, catalizadores y pigmentos.
Red Bull®	1626105	Austria	Dietrich Mateschitz	Agua carbonatada, sacarosa, Glucosa, Taurina (400mg/100ml), Cafeína (32mg/100ml), Vitaminas (B3, B5, B6, B12), Acidulante (Ácido cítrico), Regulador de Acidez (Bicarbonato de Sodio, Carbonato de Magnesio), Aromatizantes, Colorantes Caramelo I y Riboflavina.

Anexo 2

Carta de aprobación de comité de ética

FSC.CEI/189-09-19

Chorrillos, 11 setiembre de 2019

Alumna,
Hidalgo Acuña, Nataly
 Programa de Odontología
 Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Presente.

PI129-17: Comparación *in vitro* de la microdureza y rugosidad superficial del cerómero antes y después de ser expuesto a una bebida energizante.

Estimada investigadora:

Hemos recibido el protocolo de investigación y su solicitud de cambio de título los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión el Comité de Ética e investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud, ha determinado aprobar el cambio de título de su investigación, por lo tanto, el nuevo título es:

PI 124-19 Comparación *in vitro* de la microdureza y rugosidad del cerómero antes y después de su exposición a una bebida energizante.

En tal sentido se considera al presente estudio **EXONERADO (EXTENTO DE REVISION)** adicional y se le otorga nueva carta de aprobación con código de registro: **PI124-19**. La aprobación tiene una duración de 18 meses a partir de la fecha de emisión de esta carta.

A la investigadora se le solicita informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no– que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, a la investigadora o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a la investigadora que la ejecución de un proyecto de investigación sin una aprobación ética vigente es una falta grave la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Sin otro particular, quedo de usted.

 Dr. Rodrigo Rondón Herz
 Presidente del Comité de Ética
 Facultad de ciencias de la Salud

25 años
UPC
 exige, innova.

UPC

Universidad Peruana
 de Ciencias Aplicadas

Av. Alameda
 San Marcos cuadra
 3 Chorrillos
 Lima 9 –
 Perú T. 511
 313 3033
www.upc.edu.pe

exige, innova