UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Evaluación de la resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador provisional en endodoncia

TESIS

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Rodríguez Lozano Christopher Peter (0000-0001-9322-0034)

ASESOR

Caballero García Carmen Stefany (0000-0001-8672-9369)

Néstor Gonzales Soto (0000-0001-8109-1124)

Lima, 4 de Diciembre de 2018

DEDICATORIA

*Con mucho amor a mis padres que siempre estuvieron presentes
en todo este transcurso de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme en todo momento y darme alientos para seguir adelante. A mis asesores por su dedicación, tiempo y paciencia en todo este transcurso de elaboración del estudio.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo del estudio es evaluar la resistencia a la tracción diametral y microdureza del cemento experimental y de materiales de restauración temporal utilizados en endodoncia (Óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional, Clip F® y Coltosol® F).

Materiales y métodos: El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Se confeccionaron 11 muestras para cada cemento provisional, por cada propiedad a evaluar. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente por 24 h. Se midió la resistencia a la tracción diametral por compresión a través de la máquina de ensayo universal Instron® y la microdureza a través del Microdurómetro punta Vickers. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva univariada y para el análisis bivariado se realizó la prueba de Kruskal Wallis.

Resultados: El cemento experimental obtuvo valores mayores de resistencia a la tracción diametral ($0.77 \text{ MPa} \pm 0.34$) en comparación al Coltosol® F ($0.41 \text{ MPa} \pm 0.13$). Además, obtuvo mayores resultados de microdureza ($9.45 \text{ HV} \pm 0.66$) en comparación al Coltosol® F ($6.50 \text{ HV} \pm 0.61$) y Óxido de zinc y Eugenol ($5.62 \text{ HV} \pm 0.61$). Sin embargo, presentó menores valores de resistencia a la tracción diametral en comparación del ionómero de vidrio (24.46 ± 4.55) y Clip F® (23.06 ± 2.91). Asimismo, presentó menores valores de microdureza comparado con el Ionómero de vidrio convencional (38.62 ± 0.67) y Clip F® (26.03 ± 1.07). En ambas propiedades se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Conclusiones: El cemento experimental no demostró ser un buen material a comparación del Ionómero de vidrio convencional y el Clip F®. Sin embargo, obtuvo mejores valores que el Óxido de zinc y Eugenol, y Coltosol®; los cuales son empleados comúnmente en el ámbito odontológico a pesar de tener propiedades deficientes.

Palabras clave: Pruebas de dureza; dureza; resistencia a la tracción; endodoncia; materiales dentales.

Evaluation of diametral tensile strength and microhardness of an experimental cement (based on zinc oxide, portland cement and dolomite clay) as provisional restorative material in endodontics

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to evaluate the diametral tensile strength and microhardness of an experimental cement and temporary restorative materials used in endodontics (Zinc Oxide and Eugenol, conventional glass ionomer, Clip F® and Coltosol® F).

Material and methods: The sample of this in vitro study consisted in 11 samples were made from each provisional restorative materials, for each property to be evaluated. The samples were stored at room temperature for 24 h. The diametral tensile strength by compression was measured through the Instron® universal testing machine and the microhardness through the Vickers tip microdurometer. The results were analyzed using univariate descriptive statistics and the Kruskal Wallis test was performed for the bivariate analysis.

Results: In this study, the experimental cement obtained higher values of diametral tensile strength ($0.77 \text{ MPa} + 0.34$) in comparison of Coltosol® F ($0.41 \text{ MPa} + 0.13$). In addition, it obtained higher microhardness results ($9.45 \text{ HV} + 0.66$) in comparison of Coltosol® F ($6.50 \text{ HV} + 0.61$) and Zinc Oxide and Eugenol ($5.62 \text{ HV} + 0.61$). However, lower diametral strength values were observed compared to glass ionomer ($24.46 + 4.55$) and Clip F® ($23.06 + 2.91$). Also, the microhardness values were lower compared to the conventional glass ionomer ($38.62 + 0.67$) and the Clip F® ($26.03 + 1.07$). In both properties, statistically significant differences were found ($p < 0.05$).

Conclusions: The experimental cement did not prove to be a good material compared to the conventional glass ionomer and the Clip F®. However, it obtained better results than Zinc Oxide and Eugenol, and Coltosol® F; which are commonly used in the dental field despite having poor properties.

Keywords: Hardness Tests, Hardness Tensile Strength, Endodontics, Dental Materials

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1. JUSTIFICACIÓN	3
CAPITULO 3. HIPOTESIS	4
CAPÍTULO 4. OBJETIVOS	5
4.1 OBJETIVO GENERAL	5
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS	6
5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	6
5.2 GRUPO EXPERIMENTAL	6
5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	7
5.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	9
5.5 PLAN DE ANÁLISIS	10
5.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS	11
CAPÍTULO 6. RESULTADOS	12
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN	15
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS	24

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Comparación de la resistencia a la tracción diametral de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador en endodoncia.....	13
--	----

TABLA 2 Comparación de la microdureza de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador en endodoncia.....	14
--	----

1 INTRODUCCIÓN

En la consulta diaria odontológica, existen distintos materiales restauradores temporales que son empleados en diversas ramas de la odontología, como en la endodoncia. Estos son usados con la finalidad de brindar un sellado de la cavidad por un tiempo a corto plazo, debido a que en algunas ocasiones culminar este procedimiento clínico en una cita resulta imposible. Por ende, estos materiales deben de presentar propiedades mecánicas, físicas y químicas básicas para evitar el paso de fluidos y bacterias hacia los conductos radiculares, y así impedir la contaminación y/o fracaso del tratamiento. ^(1,36)

La literatura menciona que estos cementos deben cumplir con ciertas características como: biocompatibilidad, pH, solubilidad, radiopacidad, estabilidad dimensional, microdureza, citotoxicidad y resistencia a la compresión, tracción y flexión. ^(2,3,4); por ende, existen diversas investigaciones en donde se han evaluado las propiedades de dichos materiales en endodoncia. ⁽⁵⁻⁹⁾ Por un lado, la resistencia a la tracción diametral evalúa la capacidad de soporte de un material a ser fracturado por fuerzas de tracción. Esta es provocada por una carga que tiende a estirar o alargar un cuerpo. ⁽¹⁰⁾ Por otro lado, la microdureza es definida como la resistencia superficial de materiales frente a la indentación y a la deformación de fuerzas ocasionadas por un cuerpo más duro. ⁽¹¹⁾ Estas se deben cumplir para lograr la adecuada protección a la cavidad tratada. Puesto que, este tipo de fuerzas siempre son generadas en el material restaurador provisional por fuerzas masticatorias y/o mandibulares, lo cual generan su fractura. ⁽³⁶⁾

En la actualidad, existen diferentes materiales temporales odontológicos en el mercado, como el Cemento de óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional (CIVC), Coltosol, Clip F, entre otros. Pero, no todos estos materiales son adecuados, ya que no cumplen con todas las propiedades como una buena capacidad de sellado, buena capacidad de resistencia y que perdure por un tiempo determinado. ⁽³⁷⁾ La presente investigación, busca elaborar un cemento experimental el cual cumpla con todas las propiedades requeridas, con el fin de lograr un producto de mejor calidad. El material experimental que se propone está compuesto por óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita. El óxido de zinc es un mineral, el cual es utilizado en el ámbito odontológico, puesto que, al combinarse con otros materiales, genera productos similares a los cementos provisionales. Además, cuenta con

ciertas propiedades como dureza, biocompatibilidad, alta capacidad calorífica y conductividad térmica.⁽¹²⁾ Por otro lado, el cemento Portland está compuesto por silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico y ferrito aluminato tetracálcico; en la cual los silicatos son los elementos que brindan la resistencia necesaria para que se constituya como un elemento esencial para el material a realizarse.^(13,14) Finalmente, la arcilla dolomita es una roca caliza natural que está compuesto por magnesio y calcio. Sus componentes están en forma de carbonatos, en consecuencia, la absorción de estos minerales es favorecida.⁽¹⁵⁾

Al no conocerse la propiedad de resistencia a la tracción diametral y microdureza que presenta la interacción de todos estos compuestos cuando son mezclados para generar un nuevo material de restauración temporal, se propone este estudio. Es por esto que el propósito de la presente investigación fue evaluar la resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental, para posteriormente comparar estas propiedades con otros cementos provisionales que se emplean hoy en día en el tratamiento de endodoncia.

2 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Justificación

El presente proyecto de investigación es de importancia teórica, ya que se busca evaluar dos propiedades mecánicas importantes en materiales de restauración provisional a partir de la elaboración de un cemento experimental. Además, es importante ya que no existen muchos estudios odontológicos que utilicen la arcilla dolomita como componente de un material restaurador provisional. Por ello, se espera que mejore las propiedades mecánicas del material propuesto, comprobando que el nuevo cemento posea las diferentes propiedades anteriormente mencionadas. Además, esto fue de importancia clínica, porque, al brindar los valores de resistencia a la tracción diametral y microdureza de los materiales provisionales, ayudará al odontólogo a optar por el mejor material, aquel que presente mayor resistencia a la fractura.

3 HIPÓTESIS

Existe diferencias en las propiedades mecánicas, resistencia a la tracción diametral y microdureza, al evaluar el cemento experimental (óxido de zinc, cemento Portland y arcilla dolomita) con los demás materiales de restauración provisional, encontrándose mayores valores en este material.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar la resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental como material restaurador provisional (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) en endodoncia.

4.2 Objetivos específicos

- I. Evaluar la resistencia a la tracción diametral del cemento experimental, Óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio, Clip F® y Coltosol® F.
- II. Comparar la resistencia a la tracción diametral del cemento experimental con los materiales de restauración temporal (Óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional, Clip F® y Coltosol® F).
- III. Evaluar la microdureza del cemento experimental, Óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional, Clip F® y Coltosol® F.
- IV. Comparar la microdureza del cemento experimental con los materiales de restauración temporal (Óxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional, Clip F y Coltosol).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño de estudio

El presente estudio fue de tipo experimental *in vitro*.

5.2 Grupo experimental

La unidad de análisis estuvo conformada por un espécimen de 4.5 mm de altura y 4.5 mm de diámetro elaborado en una matriz poliacrítica a base de cemento experimental, Ionómero de vidrio convencional, Óxido de zinc y Eugenol, Clip F® y Coltosol® F de los cuales se midió su resistencia a la tracción diametral y microdureza. Se realizaron las mediciones con la máquina de ensayo universal Instron® de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y con el microdurómetro de la Universidad Nacional de Ingeniería, respectivamente.

El tamaño muestral fue de 11 muestras, el cual se determinó mediante la fórmula de comparación de medias independientes realizado en el programa estadístico EPIDAT versión 4.2. En dicha fórmula se usó un nivel de confianza de 95% y un poder de 80%. Asimismo, se empleó la diferencia de medias a detectar (0,90) y desviación estándar (Coltosol® F: 0,61 y Óxido de zinc-Eugenol: 0,61) encontrados en la prueba piloto. (Anexo 1)

La distribución de los grupos se estableció de la siguiente manera según las dos variables principales a evaluar (resistencia a la tracción diametral y microdureza):

Grupo 1 y 6: Cuerpos de prueba del cemento experimental

Grupo 2 y 7: Cuerpos de prueba del Ionómero de vidrio convencional

Grupo 3 y 8: Cuerpos de prueba del Coltosol® F

Grupo 4 y 9: Cuerpos de prueba del Óxido de zinc y Eugenol

Grupo 5 y 10: Cuerpos de prueba del Clip F®

Criterios de selección

1. Muestras que no presentaron fracturas, grietas ni burbujas.
2. Muestras que estuvieron almacenadas a temperatura ambiente.

5.3 Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Resistencia a la tracción diametral	Es capacidad de soporte de un material a ser fracturado por una carga que tiende a estirar o alargar un cuerpo.	Máquina de ensayo universal Instron ®	Cuantitativa	De razón continua	Mpa
Microdureza	Es la resistencia superficial de materiales frente a fuerzas que originan deformaciones	Microdurómetro, Punta Vickers	Cuantitativa	De razón continua	Kg/mm ²
Materiales de restauración temporal	Conjunto de elementos que se emplean para la obturación parcial de las estructuras dentarias que se han destruido por causas patológicas o traumáticas.	Marcas comerciales	Cualitativa	Nominal politómico	Cemento experimental, Oxido de zinc y Eugenol, Ionómero de vidrio convencional, Clip F® y Coltosol® F

5.4 Técnicas y procedimientos

Solicitud de permisos

Para la fase experimental, se solicitó permiso para el uso del laboratorio y de la máquina de ensayo universal Instron® de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para determinar la resistencia a la tracción diametral. Además, se solicitó permiso a la Universidad Nacional de Ingeniería para el uso del Microdurómetro Huayin HVS.

Confección de muestras

Se distribuyó 5 grupos para cada evaluación (10 grupos en total). Por cada grupo se confeccionaron 11 muestras. Para la elaboración de cada material restaurador provisional, se realizó el protocolo de manipulación según las indicaciones del fabricante y se utilizó una matriz poliacrílica de 4.5 mm de altura y 4.5 mm de diámetro. Posteriormente, se asignó un número del 1 al 5 para cada muestra (tipo de material). (Anexo 2)

Con respecto al Ionómero de vidrio convencional (Ketac™ Molar Easymix 3M), se dispensó una porción de mezcla de 1:1, una cucharada de polvo y una gota del líquido a la platina la platina de vidrio. Antes de realizar el mezclado, se rompió la burbuja del líquido. Se dividió la porción del polvo en dos y se realizó el mezclado con una mitad. Luego se siguió mezclando con la otra mitad del polvo hasta que se obtuvo una mezcla homogénea, viscosa y brillante. Se esperó un tiempo de 60 minutos que es lo que el fabricante indica como periodo de fraguado.

Con el grupo de especímenes preparados con Óxido de zinc y Eugenol (MOYCO), se procedió a dispensar una porción de polvo y una de líquido (1 :1) en una platina de vidrio. Finalmente se realizó el mezclado y espatulado homogéneo del material. Se tuvo cuidado de observar una mezcla líquida y no muy espesa. Se secó el material con una gasa al final y se dejó fraguar 20 - 40 min.

Para el grupo del Coltosol (Coltosol® F), primero se procedieron a retirar pequeñas porciones de masa del frasco con una espátula de resina dispensándolas en los moldes de muestra hasta llenar la matriz. Se dejó fraguar de 2 a 3 horas.

En relación con los especímenes del Clip F (Clip F® VOCO), se procedió a retirar el material con una espátula de resina y se dispuso en los moldes de muestra hasta llenar la matriz. Posteriormente, se fotocuró con una lámpara LED (LEDition 100- 240V, Ivoclar Vivadent) superior a 400 mW/cm² por 40 segundos, comprobando dicha intensidad con el radiómetro GigiRate (Monotex, Taiwan).

Se procedió a elaborar el cemento experimental. Se utilizó una balanza digital (AE ADAM PW124) para obtener la cantidad de mezcla exacta de la composición de este cemento. La distribución de cada componente fue de 25 gr de óxido de zinc (MOYCO), 50 gr de Portland (Cemento Sol, Tipo I) y 25 gr de arcilla dolomita (campo Natura). Posteriormente, se mezcló con agua destilada. Las proporciones del agua destilada se determinaron con mayor precisión al momento de la preparación, puesto que se debió conseguir una mezcla homogénea, de consistencia viscosa y capaz de formar un hilo de 1 cm entre la platina y la espátula.

Almacenamiento de los especímenes

Cada grupo se almacenó en un recipiente durante 24h a temperatura ambiente después de su elaboración, retirando previamente las muestras de la matriz hasta el momento de la medición.

Evaluación de la resistencia a la tracción diametral

Se realizó la evaluación de la resistencia a la tracción diametral por compresión por medio de la máquina de ensayo universal Instron ® modelo 3382-USA. Las muestras se colocaron en la máquina de manera horizontal y se aplicó una carga de compresión de 100KN a una velocidad de 0.5 mm/min hasta su fractura. Los valores se expresaron en MPa. El protocolo empleado redujo al mínimo la variación entre los diferentes fragmentos por el parámetro de selección de bloques que se empleó. (Anexo 3)

Evaluación de la microdureza

Se realizó la prueba de microdureza de las superficies de los cementos provisionales por medio del método de Vickers mediante el microdurómetro Huayin HVS de la Universidad Nacional de Ingeniería. El microdurómetro aplicó cargas de 50 gr en un tiempo de 15 segundos en las muestras. Además, se realizaron cuatro indentaciones en la superficie de las muestras, a una distancia de 100 mm entre cada una de éstas. Las 4 medidas que se obtuvieron durante la medición de cada muestra fueron promediadas por el propio programa. (Anexo 4)

Recolección de datos

Los datos de resistencia a la tracción diametral y microdureza se registraron en la ficha de datos obtenidos. (Anexo 5)

5.5 Plan de análisis

Para el análisis univariado se procedió a realizar la estadística descriptiva de las variables resistencia a la tracción diametral y microdureza, para ello se obtuvieron medidas de tendencia central (media y mediana), y desviación estándar, valor mínimo y máximo como medidas de dispersión.

Por otro lado, para el análisis bivariado se utilizó la prueba Kruskal Wallis para la comparación de los outcomes con respecto a los materiales temporales, luego de comprobar los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Finalmente, se realizó una prueba Post hoc no paramétrica para determinar las diferencias estadísticas entre dos grupos.

Toda la base de datos se realizó en el programa Microsoft Excel 2010 y se analizaron los datos mediante el software Stata versión 14.0.

5.6 Consideraciones éticas

El presente estudio buscó evaluar la resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental y cementos ya existentes actualmente en el mercado (Óxido de zinc y Eugenol, Clip F[®], Coltosol[®] F, Ionómero de vidrio convencional), por lo que no se identificó un riesgo en la investigación, ya que no existió intervención o contacto con personas.

Para la autorización de la ejecución del proyecto, se realizó una solicitud dirigida al Comité de Ética de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, la cual fue aprobada (FCS/055-06-18). (Anexo 6)

6 RESULTADOS

La tabla 1, comparó la resistencia a la tracción diametral de los materiales de restauración temporal. El valor del cemento experimental fue de 0.77 ± 0.34 MPa, obteniendo mayor resultado que el Coltosol® F (0.41 ± 0.13 MPa); sin embargo, el cemento de Óxido de zinc y Eugenol (4.18 ± 3.90 MPa), Clip F® (23.06 ± 2.91 MPa) y Ketacmolar™ Molar Easymix (24.46 ± 4.55 MPa) obtuvieron mayores resultados. Al comparar el cemento experimental con los distintos materiales restauradores temporales, se denotaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), menos con el Coltosol.

Se comparó en la tabla 2 la microdureza de los materiales de restauración temporal. El valor del cemento experimental fue de 9.45 ± 0.66 Kg/mm², obteniendo mayor resultado de microdureza que el Coltosol® F (6.50 ± 0.61 Kg/mm²) y cemento de Óxido de zinc y Eugenol (5.62 ± 0.61 Kg/mm²); sin embargo, el y Ketacmolar™ Molar Easymix (38.62 ± 0.67 Kg/mm²) y Clif F® (26.03 ± 1.07 Kg/mm²) obtuvieron mayores resultados. Al comparar el cemento experimental con los distintos materiales restauradores temporales, se denotaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

Tabla 1

Comparación de la resistencia a la tracción diametral de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador en endodoncia

Grupo	Media (MPa)	Mediana	D.E	Mínimo	Máximo	p*
Cemento experimental	0,77 ^a	0,70	0,34	0,40	1,60	
Ketacmolar™ Molar Easymix	21,46 ^b	19,80	4,55	16,40	28,60	
Coltosol® F	0,41 ^a	0,40	0,13	0,20	0,60	<0,001
Óxido de zinc y Eugenol	4,18 ^c	3,90	0,67	3,40	5,40	
Clip F®	23,06 ^b	23,60	2,91	18,70	27,60	

*Prueba Kruskal Wallis

Nivel de significancia estadística, $p < 0,05$

Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas (a,b,c)

Tabla 2

Comparación de la microdureza de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador en endodoncia

Grupo	Media (Kg/mm ²)	Mediana	D.E	Mínimo	Máximo	p*
Cemento experimental	9,45 ^a	9,50	0,66	8,70	10,50	
KetacmolarTM						
Molar Easymix	38,62 ^b	38,60	0,67	37,70	39,90	
Coltosol[®] F	6,50 ^c	6,50	0,61	5,70	7,50	<0,001
Óxido de zinc y Eugenol	5,62 ^c	5,60	0,61	4,70	6,40	
Clip F[®]	26,03 ^d	26,10	1,07	24,30	27,50	

*Prueba Kruskal Wallis

Nivel de significancia estadística, p<0,05

Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas (a,b,d)

7 DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar las propiedades mecánicas de resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental como material restaurador provisional para endodoncia. La hipótesis planteada en el estudio fue rechazada, encontrándose diferencias en las propiedades mecánicas del cemento experimental con el cemento de Óxido de zinc - Eugenol y Coltosol® F, pero no con el ionómero de vidrio convencional y Clip F®. Por lo que se concluye que este cemento no es el más idóneo para ser utilizado como material restaurador temporal en endodoncia y que se debería, por el contrario, realizarse más estudios de un cemento que cumpla con las expectativas.

Durante el tratamiento endodóntico, se pueden presentar diversas circunstancias o inconvenientes que no permiten la finalización del tratamiento pulpar en una sola cita. Por tal motivo, se emplean materiales de restauración provisional con el objetivo de sellar y mantener aislada el área de trabajo para evitar la contaminación, y así contribuir al éxito del tratamiento.⁽¹⁶⁾ Es por ello, que estos materiales cumplen con ciertas propiedades mecánicas, físicas y químicas que permiten su permanencia en la cavidad oral por un tiempo determinado.⁽¹⁷⁾ Según el estudio realizado por Jensen et al., uno de los factores relacionados al fracaso del tratamiento endodóntico es debido al material restaurador provisional empleado y el tiempo que permanecerá en boca. Puesto que, a largo plazo, estos materiales se fracturan, agrietan o desprenden de la pieza dentaria por causa de las fuerzas oclusales generando el paso de fluidos a la cavidad.⁽¹⁸⁾ Además, Li Y y col. determinaron que la fractura es una de las principales razones del fracaso en la restauración. Esto es debido a la existencia de alguna interfaz entre el tejido dental y el material, lo cual durante la masticación genera el quiebre del material.⁽²⁶⁾

Una de las maneras para evaluar la capacidad de resistencia del material a fracturarse es la tracción diametral. Esta propiedad puede ser evaluada mediante el método de ensayo de tracción axial, pero no es indicado realizarlo en materiales frágiles. Por tal motivo, en el presente estudio se evaluó esta propiedad con el método de compresión⁽²³⁾, el cual consiste en aplicar una fuerza a la muestra, colocada en posición horizontal, hasta evidenciar la primera línea de fractura; siendo la metodología empleada en diferentes estudios.^(23,24,27) Rehman A et al. utilizó la misma metodología para evaluar esta propiedad a materiales

restauradores luego de haberlos sumergidos en agua destilada, saliva artificial y etanol. ⁽²⁷⁾ Así mismo, Ranjkesh B et al. evaluó la resistencia a la tracción diametral del cemento de silicato de calcio de fraguado rápido con fluoruro (CSC) por medio de la máquina universal Instron por el método de compresión. ²³ También, Alrahlah A. evaluó la resistencia a la tracción diametral por compresión a materiales restauradores. ⁽²⁴⁾

Con formato: Español (Perú)

La propiedad de microdureza puede ser evaluada mediante los métodos Rockwell, Brinell, Vickers y Knoop. ⁽¹⁰⁾ En esta investigación se empleó el método Vickers, debido a es la prueba universal que se utiliza en investigaciones de materiales restauradores ^(11,19,20,21,24), porque cuenta con diversas ventajas como aproximación en la repetibilidad de la indentación, utiliza un solo indentador, es un método rápido y útil. También, las huellas que se realizan son bien perfiladas, las cuales resultan menos complicadas al momento de su medición. ⁽¹⁰⁾ Kazemipoor M et al., utilizó la prueba Vickers para evaluar la microdureza del agregado de trióxido mineral (MTA). ²⁰ También Shokouhinejad N et al. comparó “la microdureza de la superficie de las muestras de agregado de trióxido mineral (MTA) con diferentes espesores” utilizando el método Vickers. ²¹ Es así que en endodoncia esta forma de medición de la microdureza es ampliamente utilizada.

La variable independiente del presente estudio corresponde a los diferentes materiales de restauración temporal utilizados en endodoncia. Uno de ellos, el cemento experimental (óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) que surge como idea de tener un nuevo material que cumpla con las propiedades que todo material restaurador provisional debería tener, con el propósito de que permanezca y proteja la cavidad realizada en la estructura dentaria durante el tratamiento endodóntico.

Con respecto a los resultados obtenidos del cemento experimental, el valor de la resistencia a la tracción diametral fue similar que del Coltosol® F pero con un valor mayor. En la evaluación de la microdureza, obtuvo mayores valores con respecto al Coltosol® F y el cemento de Óxido de zinc y Eugenol. Los resultados obtenidos en ambas propiedades pudieron deberse a la composición del cemento experimental, ya que Ribero S. et al. afirman que el cemento Portland cuenta con una composición química y propiedades físicas, antibacterianas y biológicas muy similares al MTA como buena compatibilidad, alta resistencia y buena adaptación marginal. ⁽³³⁾ Aparte de ello, es un material utilizado como base en la ingeniería civil por sus buenas propiedades mecánicas. Por otro lado, el óxido de

zinc al contener pequeñas partículas de resina blanca en su composición disminuye la fragilidad del cemento generando enlaces más fuertes, disminuye el proceso de endurecimiento aumentando la elasticidad, lo que genera, ante alguna fuerza de compresión, mayor capacidad de elongación y/o deformación hasta su fractura.⁽³⁴⁾ Finalmente, la arcilla dolomita es un material que se está usando ampliamente en el rubro de medicina.⁽¹⁵⁾ El carbonato de calcio y magnesio, elementos de su composición, son utilizados en la industria del caucho, puesto que conserva la maleabilidad, aumenta la elasticidad y la resistencia. De esta manera, la combinación de estos tres elementos (Óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) podría formar un material de buena calidad y resistencia mecánica.

En cuanto a los demás materiales de restauración temporal evaluados en el presente estudio, se encontró que el KetacTM Molar Easymix fue el material que presentó mayores valores de resistencia a la tracción diametral y microdureza. Esto es debido a las partículas de vidrio que tiene en su composición, ya que incrementan la resistencia y dureza del material. Además, al entrar el polvo en contacto con el líquido, se genera una reacción ácido-base, en consecuencia, genera enlaces más fuertes entre moléculas, aumentando la resistencia del material.⁽³⁵⁾ En cambio, el Coltosol[®] F fue el material que presentó menores valores con respecto a la resistencia la tracción diametral y microdureza. Esto pudo ser debido a que está compuesto únicamente por óxido de zinc y sulfato de zinc sin Eugenol; en consecuencia, al no tener Eugenol, sus enlaces son más débiles a comparación de cemento de Óxido de zinc y Eugenol.⁽²⁵⁾

No existen muchos estudios que evalúen la resistencia a la tracción diametral y microdureza de los materiales restauradores temporales. Sin embargo, solo se tiene precedente que el valor del cemento de Óxido de zinc y Eugenol encontrado en esta investigación fue de 4,8 MPa, el cual es un valor mucho menor al de fosfato de zinc (8,1 MPa), indicado por Craig R.⁽³¹⁾ Esto pudo haberse debido a que el fosfato de zinc contiene en su composición óxido de zinc, óxido de magnesio y es mezclado con un líquido que contiene ácido fosfórico, agua y solución reguladora, a diferencia del cemento de Óxido de zinc y Eugenol. Siendo el óxido de magnesio uno de los componentes en la fabricación del cemento Portland, el cual brinda resistencia mecánica. Aparte de ello, Anusavice K menciona que los materiales frágiles, como los cementos de restauración temporal (Óxido de zinc y Eugenol, Coltosol, entre otros), cuentan con una resistencia a la tracción diametral menor a la compresiva, debido a la incapacidad del material a deformarse plásticamente.⁽²⁵⁾ En el estudio realizado por Reyes

C et al. ⁽³²⁾ se evaluó la resistencia compresiva de los materiales empleados en esta investigación, al compararlos con los resultados de este estudio, observamos que los valores de la resistencia a la tracción diametral fueron menores que de la compresiva. Por ende, se pudo comprobar lo mencionado por Anusavice K y los resultados de este estudio son correctos.

Con respecto a la microdureza, el valor obtenido del CIVC cemento experimental fue de 38,62 Kg/mm², siendo un resultado menor al del estudio realizado por Panahandeh N et al. ⁽³⁰⁾, donde se obtuvo un valor de 52 Kg/mm². Esta discrepancia de valores pudo deberse a la carga utilizada, puesto que, al variar el tipo de carga en una misma muestra, se altera el valor y/o resultado. ⁽¹⁰⁾ Se empleó una carga de 50 gr al evaluar los distintos materiales de restauración temporal utilizados en este análisis; a diferencia de la investigación de Panahandeh N et al. donde se empleó una carga de 100 gr.

Finalmente, el cemento experimental si bien no obtuvo mejores valores que el ionómero de vidrio convencional y Clip F[®], logró obtener mejores resultados que el cemento de Óxido de zinc - Eugenol y Coltosol[®] F, lo que conlleva a seguir realizando estudios sobre sus propiedades y donde evalúen más a fondo este nuevo cemento experimental. Debido a que existen materiales que no cumplen con todas las propiedades necesarias para tener una adecuada capacidad de resistencia a la fractura, pero son empleados comúnmente en el ámbito odontológico, siendo inclusive el cemento de Óxido de zinc y Eugenol.

Además, se recomienda realizar estudios sobre los distintos materiales provisionales empleados en endodoncia, ya que no existe mucha información sobre ellos, debido a que, posiblemente al ser materiales que se empleen por un corto tiempo, no son tomados en cuenta como objetos de estudios. Por tal motivo, se debería realizar estudios que evalúen las propiedades mecánicas, físicas y químicas de estos materiales.

8 CONCLUSIONES

En conclusión, el cemento experimental ha comprobado tener valores más altos a comparación del Coltosol en cuanto a la resistencia a la tracción diametral y, en cuanto a la microdureza, mayores valores que el cemento de Óxido de zinc y Eugenol, y Coltosol® F. Como mencionamos anteriormente, esto pudo deberse debido a la mezcla del óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita.

Finalmente, si bien el cemento obtuvo menores valores que el Clip F® y Ketac molar™ Molar Easymix, podría ser un material provisional que puede ser utilizado en endodoncia para tiempos cortos de sellado de la cavidad. Además, es un material con un costo menor en cuanto a su preparación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sivakumar j, Suresh B, Shyamala P. Role of provisional restorations in endodontic therapy. *J pharm bioallied sci.* 2013; 5 (1): 120-124.
2. Borges Á, Orçati Dorileo M, Dalla Villa R, Borba A, Semenoff T, Guedes O, et al. Physicochemical Properties and Surfaces Morphologies Evaluation of MTA FillApex and AH Plus. *ScientificWorldJournal.* 2014; 2014: 1-6.
3. Eun-Su Lim, Young-Bae Park, Young-Sun Kwon, Won-Jun Shon, Kwang-Won Lee, Kyung-San Min. Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: in vitro and in vivo study. *BMC Oral Health.* 2015; 15(1); 129.
4. Pintado I, Torre N, Dos Santos M, et al. Development of a dual-cure mineral trioxide aggregate-based cement: biological, physical, and mechanical properties. *J conserv dent.* 2018; 21 (1): 74-79.
5. Guimarães B, Prati C, Duarte M, Bramante C, Gandolfi M. Physicochemical properties of calcium silicate-based formulations mta repair hp and mta vitalcem. *J appl oral sci.* 2018; 26: 1-8.
6. Marciano M, Camilleri J, Lucateli R, Costa R, et al. Physical, chemical, and biological properties of white MTA with additions of AlF₃. *Clin Oral Invest* [internet]. 2018 [consultado el 23 de noviembre del 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29654562>.
7. De Castro P, Pereira J, Sponchiado E, Marques A, Garcia F. Evaluation of marginal leakage of different temporary restorative materials in Endodontics. *Contemp Clin Dent.* 2013; 4(4); 472-5.
8. Shahi S, Samiei M, Rahimi S, Nezami H. In Vitro Comparison of Dye Penetration through Four Temporary Restorative Materials. *Iran Endod J.* 2010; 5(2); 59-63.
9. Mohammadi Z, Shalavi S. Clinical applications of glass ionomers in endodontics: a review. *Int Dent J.* 2012; 62(5); 244-50.
10. Macchi R. *Materiales dentales.* 4ta edición. Buenos Aires: Medica Panamericana, 2009.
11. Poggio C, Lombardini M, Gaviati S, Chiesa M. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. *J Conserv Dent.* 2012; 15(3):237-41.

12. Bezerra R, Maschietto C, Araujo D, Rossi A, da Silva R, et al. Physicochemical Properties of Root Canal Filling Materials for Primary Teeth. *Braz Dent J.* 2016, 27(2): 196-201.
13. Negm A, Hassanien E, Abu-Seida A, Nagy M. Physical evaluation of a new pulp capping material developed from portland cement. *J Clin Exp Dent.* 2016;8(3): 278-83.
14. Vazquez-garcia F, Tanomaru-filho M, Moraima G, Bosso-martelo R, Bassobernardi M. Effect of Silver Nanoparticles on Physicochemical and Antibacterial Properties of Calcium Silicate Cements. *Braz. Dent. J.* 2016; 27(5):08–14.
15. Mizoquchi T. Dolomite supplementation improves bone metabolism through modulation of calcium-regulating hormone secretion in ovariectomized rats. *J Bone Miner Metab.* 2005; 23(2):140-6.
16. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part iii: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J endod.* 2010; 36(3):400–13.
17. Chen S, Shi L, Luo J, Engqvist H. A novel fast-setting mineral trioxide aggregate: Its formulation, chemical-physical properties and cytocompatibility. *ACS Applied Materials & Interfaces.* 2018, 10 (24), 20334-20341.
18. Jensen AL, Abbott PV, Castro Salgado J. Interim and temporary restoration of teeth during endodontic treatment. *Aust Dent J.* 2007; 52(1): 83-99.
19. Nasoohi N, Hoorizard M, Tabatabaei S. Effects of wet and dry finishing and polishing on surface roughness and microhardness of composite resins. *J dent.* 2017; 14 (2): 69-75.
20. Kazemipoor M, Azizi N, Farahat F. Evaluation of microhardness of mineral trioxide aggregate after immediate placement of different coronal restorations: an in vitro study. *J dent.* 2018; 15(2):116-122.
21. Shokouhinejad N, Jafargholizadeh L, Khoshkhounejad M, Nekoofar M, Raoof M. Surface microhardness of three thicknesses of mineral trioxide aggregate in different setting conditions. *Restor dent endod.* 2014; 39(4):253-7.
22. Lewinstein I, Zenziper E, Block J, Kfir A. Incorporation of chlorhexidine diacetate in provisional cements: antimicrobial activity against streptococcus mutans and the effect on tensile strength in vitro. *Int endod j.* 2012; 45(11):1010-7.

23. Ranjkesh B, Sidor F, dalstra M, Løvschall H. Diametral tensile strength of novel fastsetting calcium silicate cement. *Dent mater j.* 2016; 35(4):559-63.
24. Alrahlah A. Diametral tensile strength, flexural strength, and surface microhardness of bioactive bulk fill restorative. *J contemp dent pract.* 2018; 19(1):13-19.
25. Anusavice K. *Phillips ciencia de los materiales dentales*. 11ª edición. Madrid: elseiver, 2004.
26. Li Y, Carrera C, Chen R, Li J, Chen Y. Fatigue failure of dentin-composite disks subjected to cyclic diametral compression. *Dent mater.* 2015; 31(7): 778–788.
27. Rehman A, Amin F, Abbas M. Diametral tensile strength of two dental composites when immersed in ethanol, distilled water and artificial saliva. *J Pak Med Assoc.* 2014; 64(11): 1250-4.
28. Baroudi K, Mahmoud R, Tarakji B. Liberación de fluoruro de ionómero de vidrio después del blanqueamiento con dos materiales de blanqueo diferentes. *Eur J Dent.* 2013; 7: 196-200.
29. Faridi M, Khabeer A, Haroon S. Flexural Strength of Glass Carbomer Cement and Conventional Glass Ionomer Cement Stored in Different Storage Media over Time. *Med Princ Pract.* 2018; 27(4): 372-377.
30. Panahandeh N, Torabzadeh H, Aghaee M, Hasani E, Safa S. Effect of incorporation of zinc oxide nanoparticles on mechanical properties of conventional glass ionomer cements. *J Conserv Dent.* 2018 Mar-Abr; 21 (2): 130-135.
31. Craig R. *Materiales de odontología restauradora*. 10ª edición. Harcourt brace: madrid, 1998.
32. Reyes C, Moscoso M. Comparación de la resistencia a la compresión de un cemento experimental con el Óxido de zinc y Eugenol, Coltosol® F, ketac™ molar y clip F [tesis para optar grado de cirujano dentista]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); 2018.
33. Ribeiro S, Dias J, Francescato D, Brandão T, Masako L. Portland cement versus MTA as a root-end filling material. A pilot study. *Acta cir. Bras.* 2015; 30(2): 160-164.
34. Gómez P. Cementos selladores en endodoncia. *Ustasalud odontología.* 2004; 3(1): 100-7.
35. 3M ESPE. Ketac™ Molar Easymix Material de Obturación de Ionómero de Vidrio [Internet]. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/281923O/ketacmolar-info-tecnica.PDF>

36. Jung D, Noh Y, Lee H, Chang H, Ryu H, Min K. Microleakage of Endodontic Temporary Restorative Materials under Dynamic Loading. KACD. 2008; 33(3): 198-203.
37. Sivakumar J, Suresh B, Shyamala P. Role of provisional restorations in endodontic therapy. J Pharm Bioallied Sci. 2013;5(1):120-124.

ANEXOS

Anexo 1

Evaluación del tamaño muestral

```
. tabstat mcdz, by(grupo) stats (mean sd p50 min max)
```

Summary for variables: mcdz
by categories of: grupo (grupo)

grupo	mean	sd	p50	min	max
cemento experime	9.445455	.6623649	9.5	8.7	10.5
ketac molar	38.61818	.6660603	38.6	37.7	39.9
coltosol	6.5	.6082763	6.5	5.7	7.5
eugenato	5.627273	.6133366	5.6	4.7	6.4
clip f	26.02727	1.071532	26.1	24.3	27.5
Total	17.24364	13.14096	9.5	4.7	39.9

[3] Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes:

Datos:

Varianzas: Distintas
Diferencia de medias a detectar: 0,900
Desviación estándar esperada:
Población 1: 0,610
Población 2: 0,610
Razón entre tamaños muestrales: 1,00
Nivel de confianza: 95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
80,0	9	9	18

Anexo 2

Confección de muestras

Anexo 3

Evaluación de la resistencia a la tracción diametral

Anexo 4

Evaluación de la microdureza

Anexo 5

Ficha de recolección de datos

Microdureza (Kg/mm ²)					
	Ketac Molar	Eugenato	Cemento Experimental	Coltosol	Clip F
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Resistencia a la tracción diametral (MPa)					
	Ketac Molar	Eugenato	Cemento Experimental	Coltosol	Clip F
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Anexo 6

Carta de Exoneración del Comité de Ética

FCS/226-11-18

Chorrillos, 08 de Noviembre de 2018

Alumno
Christopher Rodriguez Lozano
Alumno de la Carrera de Odontología
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Presente.-

PI021-18: Evaluación de la resistencia a la tracción diametral y microdureza de un cemento experimental (a base de óxido de zinc, cemento portland y arcilla dolomita) como material restaurador provisional en endodoncia

Estimado(a) investigador(a):

Hemos recibido el protocolo de investigación, y los documentos de soporte, los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión, se concluye que esta investigación queda **EXONERADA (EXENTA) DE REVISIÓN** adicional por parte del Comité de Ética e Investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud y pueden proceder con su ejecución. La determinación de esta categorización se basa en lo establecido en el reglamento del Comité.

Los investigadores deben de 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, los investigadores 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 los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación que contemple aspectos no meritorios de la categorización de "exenta de revisión" es una grave falta 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.

Atentamente

Dr/ Rodrigo Ramón Herz
Presidente del Comité de Ética
Facultad de Ciencias de la Salud

UPC
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Calle San Antonio 118
Lima 15123
T: 011 221 1234
www.upc.edu.pe