



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**MICROINFILTRACIÓN DE RESTAURACIONES CERVICALES
REALIZADAS CON CEMENTOS DE VIDRIO IONÓMERO
CONVENCIONAL, CEMENTO DE VIDRIO IONÓMERO
MODIFICADO CON RESINA Y RESINA COMPUESTA**

CONSTANZA PAULINA MACARENA GUERRERO LIZANA
MARÍA JOSÉ URENDA GROSSMANN

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,
para optar al título de Cirujano Dentista

Profesor Guía: Dr. David Aizencop Colodro
Profesor Colaborador: Dra. Daniela Gutierrez Nieto

Santiago, Chile
2019

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, quienes siempre fueron mi apoyo y pilar incondicional a través de toda esta etapa, en especial a mi madre, gracias por tu paciencia, amor, comprensión y por sobre todo por creer en mí, a mi hermano por sus conocimientos, ya que sin él esta tesis no podría haberse
llevado a cabo.

A mis amigos y compañeros los cuales estuvieron presente en todo este largo
camino.

A mis docentes, les agradezco su dedicación y paciencia, por entregarme las
herramientas para ser una profesional integral.

-Constanza Guerrero Lizana

Para comenzar quiero agradecer a mis padres por su compromiso, optimismo,
paciencia, apoyo y amor incondicional. A mis hermanas, por estar en las
buenas y en las malas, por todo su cariño, e incontables risas.

A mis amigos y compañeros, por la empatía, y por haber hecho más
entretenidos los días en la Universidad.

A mis docentes, por su enseñanza, compromiso y vocación. Por ser
fundamentales en el camino del conocimiento para mi formación como
profesional de la salud

-Maria Jose Urenda Grossmann

Agradecemos de manera especial a nuestros tutores Dr. David Aizencop, Dra.
Daniela Gutiérrez, Dr. Mario Gutiérrez, por su buena disposición, dedicación y
paciencia con la que nos guiaron en esta última etapa de nuestra formación.
Agradecemos a todas las asistentes de botiquín, en especial a Fabiola, por su
cálido afecto y ayuda fundamental en esta última etapa.

Índice

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ● Agradecimientos..... | 1 |
| ● Índice..... | 2 |
| ● Resumen..... | 3 |
| ● Abstract..... | 4 |
| ● Introducción..... | 5,6,7 |
| ● Marco teórico..... | 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20 |
| ● Hipótesis..... | 21 |
| ● Objetivos..... | 21 |
| ● Materiales y Métodos..... | 22,23,24,25,26,27 |
| ● Consideraciones éticas..... | 28 |
| ● Resultados..... | 29 |
| ● Análisis de Resultados..... | 30,31,32 |
| ● Discusión..... | 33.34 |
| ● Conclusión..... | 35 |
| ● Referencias bibliográficas..... | 36,37,38,39,40 |
| ● Anexos..... | 41 |
| ● Información Docente..... | 41 |

Resumen

En el presente estudio, se realizó una comparación del porcentaje de microinfiltración en restauraciones cervicales restauradas con cemento de vidrio ionómero convencional, cemento de vidrio ionómero modificado con resina, o resina compuesta.

Se utilizaron 15 terceros molares sanos previamente extraídos, a los cuales se les realizaron dos preparaciones cavitarias, vestibular y palatina/lingual. Estas preparaciones se estandarizaron en 2 [mm] de profundidad, 3 [mm] de alto y 6 [mm] de ancho. Posteriormente las cavidades fueron restauradas con uno de los siguientes materiales: cemento de vidrio ionómero convencional (Ketac Molar; 3M ESPE); cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Vitremmer; 3M ESPE) o resina compuesta (Filtek Supreme XT; 3M ESPE), según instrucción del fabricante, dando una muestra de 10 por cada material. Posteriormente, se realizó un proceso de termociclado manual (10 ciclos, 30 segundos de inmersión, entre 5°C y 60°C temperatura), y se mantuvieron por 24 horas en azul de metileno al 0.5%, para luego ser cortadas con un disco de carburundum en sentido longitudinal para obtener una muestra constituida de estructura dentaria y restauración, resaltando la interface.

Las observaciones realizadas de la interface de las restauraciones mostró la presencia de una brecha la cual fue teñida con el azul de metileno y fue medida según la escala de penetración del colorante, lo que demostró que las restauraciones realizadas con cemento de vidrio ionómero modificado con resina presentan un menor porcentaje de microinfiltración, mientras que las restauradas con cemento de vidrio ionómero convencional fueron las que presentaban mayor porcentaje de microinfiltración.

Abstract

In this investigation, the objective was to make a comparison of the microleakage percentage in between conventional glass ionomer, glass ionomer modified with resin and resin.

For this procedure, were needed 15 healthy third molars recently extracted, which were prepared with 2 cavities each in mesial and distal faces of the teeth. These cavities were standardized with the measurements of 2 [mm] depth, 3 [mm] wide and 6 [mm] length.

After the cavities were restored with the materials mentioned before with the proper instructions of the manufacture, giving 10 samples per material.

Afterwards they were exposed to a manual thermocycling process (10 cycles, 30 seconds of immersion between 5° C and 60° C) and they were kept submerged for 24 hours in blue methylene, in order to be cut with a carbunum disc in a longitudinal direction to get a sample of restoration and teeth structure at the same time exposing the interface.

The results from the samples showed a presence of a breach, which was dyed with blue methylene and then measured by a penetration scale.

By this, the hypothesis was proven, and conventional glass ionomer presented the most percentage of microleaked, and the less percentage was showed by the modified glass ionomer.

Introducción

En la actualidad existen lesiones dentarias que no se asocian a microorganismos, como lo son las lesiones cervicales no cariosas (LCNC), que a diferencia de la caries común no existen estudios de prevalencia en Chile sobre ellas, pero podemos observarlas en innumerables pacientes, de distintos rangos etarios y aun así la evidencia no es concluyente sobre su etiología y por consiguiente su tratamiento.¹

Las lesiones cervicales no cariosas se definen como la pérdida de estructura dental en el límite amelocementario que no se relaciona con la caries dental². Existen numerosas teorías sobre la formación de las LCNC, como el cepillado traumático causando abrasiones, erosiones por los ácidos que no son originados por bacterias y abfracciones resultado de una flexión dental a partir de una sobrecarga oclusal³.

A partir de estos datos previamente mencionados, la odontología restaurativa ha tomado importancia significativa, pero aun cuando existen y han avanzado en gran manera los múltiples estudios sobre los materiales dentales en cuanto a sus características y propiedades, todavía existen casos en que estos fallan y se tienen que recambiar. Las principales razones para que una restauración falle es la adaptación marginal deficiente y la microfiltración especialmente cuando la terminación cervical se encuentra en dentina⁴.

Dentro de los materiales más usados para este tipo de restauraciones, aquellas que involucran esmalte y dentina, está la resina compuesta, la cual ha ido incrementando su uso gracias a la gran respuesta estética que permiten lograr y la posibilidad de realizar preparaciones dentarias más conservadoras, esto, debido a su capacidad de unión adhesiva a la estructura dentaria mediante sistemas adhesivos, minimizando la necesidad de preparaciones que proporcionen retención mecánica. Para poder ser utilizadas; deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las fuerzas de la masticación, las fuerzas de al impacto durante el tiempo que van a permanecer en boca. Además, deben ser estables dimensionalmente para soportar los cambios

térmicos y las variaciones de las cargas. Junto con ello, es que deben asegurar el logro del sellado marginal y la protección biomecánica del remanente dentinario⁵. Por otro lado, se encuentran los cementos de vidrio ionómero convencionales los cuales tienen otro tipo de propiedades como la liberación de flúor y adhesión química a la estructura dentaria⁵ y los cementos de vidrio ionómero modificados con resina que han mostrado ser tolerantes a la contaminación con humedad y han dado un buen sellado a la dentina bajo un mayor rango de condiciones, lo que desde el punto de vista clínico tiene un gran valor. Ningún otro material ha demostrado este tipo de unión química, lo que permitiría disminuir la microinfiltración, debido a la potencial invasión bacteriana que se genera en la interfase diente-restauración⁶.

Concentrándonos en estos materiales se conoce que uno de los factores más relevantes al momento de elegir y utilizar una resina compuesta es el grado de contracción por polimerización que genera, siendo una de las principales causas de microfiltración y por consiguiente caries secundarias⁷.

Varias técnicas alternativas se han introducido para reemplazar la resina compuesta como serían los vidrios ionómeros convencionales y posteriormente los vidrios ionómeros modificados con resina evaluando así su mayor longevidad⁸. Tomando esto en cuenta, la odontología restauradora clásica tiende a reconocer a los vidrios de ionómeros como un material intermedio de restauración dejando a las resinas compuestas como el material ideal ya que tienen una mayor sobrevivencia, sin embargo, ha existido una búsqueda constante sobre la obtención de vidrios de ionómeros con mejores cualidades tanto en términos de permanencia en el medio bucal para así lograr una mayor longevidad de las restauraciones⁹.

De acuerdo con lo planteado, es que es importante la elección del material restaurador dentro de una preparación que tiene 2 tipos diferentes de sustrato, tanto esmalte como dentina, y poder evaluar como es el comportamiento de los materiales restauradores en cuanto a su longevidad. En este estudio se analizará cuál es el porcentaje de microfiltración que tienen estos materiales anteriormente mencionados y determinar si existen o no diferencias

significativas tanto por las características del material como en el sustrato al cual están actuando.

Marco teórico

Para la odontología moderna, el manejo de las lesiones cervicales es un problema constante, tanto en la odontología restaurativa como en la preventiva, ya que se producen por múltiples factores y aumenta cada vez más su prevalencia¹⁰. El tipo de material que se emplea para restaurarlas es un proceso crítico, ya que este tipo de lesiones contienen simultáneamente contornos de esmalte, dentina/cemento, por lo que se recomienda ocupar algún tipo de agente adhesivo que permita la interacción efectiva con estos diferentes tejidos, que sea fácil de manejar, rápida aplicación por la dificultad relativa en la accesibilidad de las cavidades y la presencia de los márgenes adjuntos al líquido cérvico crevicular¹¹.

Las lesiones cervicales no cariosas, son la pérdida patológica de la estructura dentaria no asociada a una etiología bacteriana que se ubica a nivel de límite amelo-cementario (LAC)¹². Se presentan en varias formas, con o sin sensibilidad dentinaria, pudiendo llegar a comprometer la pulpa dental¹³.

Estas lesiones pueden clasificarse en:

Erosión: Es la pérdida irreversible de los tejidos superficiales del diente debido a la acción química de ácidos, donde no participan las bacterias. Por eso, el pH crítico determinado por la composición de la placa no es un indicador para que ocurra una erosión¹⁴.

Abrasión: Es el desgaste de la estructura dentaria causada por el frotado, raspado o pulido provenientes de objetos extraños y/o sustancias introducidas en la boca que al contactar con los dientes generan la pérdida de los tejidos duros a nivel del límite amelocementario¹⁵. Puede ser producido en el acto de la masticación o en personas con distintos hábitos, como la utilización de algún instrumento musical que tenga contacto con los dientes o por un cepillado traumático¹⁶.

El primer tejido atacado por abrasión es el cemento porque es 29 veces menos resistente que el esmalte. Se pierde tanto componente inorgánico como orgánico, asociado a la remineralización y el proceso de dentina esclerótica. El aspecto general de estas lesiones es una lesión cóncava pulida, aparece lisa, con un margen limpio y profundidad variable dependiente directamente de la intensidad y duración del traumatismo. Son más frecuentes en el arco opuesto a la mano habitualmente usada durante la higiene personal, mayoritariamente en los molares y premolares ¹⁷.

Abfracción: La abfracción es una lesión cervical que se produce por las fuerzas biomecánicas que se le aplican a la estructura dental en sentido oclusal. Estas lesiones se ubican en el fulcro del diente, es decir, en la unión amelo-cementaria y se caracterizan por ser concavidades con ángulos agudos en forma de cuña ¹⁸. El tejido se observa brillante y de consistencia dura por la aposición de dentina esclerótica.

Sustrato dentario

El esmalte posee un 95% aproximadamente de materia inorgánica, dentro de la cual un 90-92% corresponde a hidroxapatita. El resto de los componentes se dividen en: 1% de estructura orgánica llamada enamulina y un 4% de agua. Tiene una estructura prismática, la que tiene un largo y grosor de entre 50-70 y 20-25 nm respectivamente, pero su longitud es indeterminada. Estos cristales están unidos densamente en la parte más externa y va disminuyendo a medida que se aleja de la superficie, quedando el contenido mineral en mayor cantidad en la corona y disminuyendo hacia la región cervical¹⁹. La dentina posee un 75% aproximadamente de materia inorgánica, fundamentalmente pequeños cristales de hidroxapatita, un 20% de materia orgánica y un 5% de agua, es más soluble que el esmalte y está penetrado por un número de túbulos dentinarios que se extienden desde la pulpa hasta el LAC. Esta diferencia de composición se asimila a los diferentes compuestos que contienen los materiales dentales, en proporción de matriz – relleno ²⁰.

Resinas Compuestas

Adquieren el término de compuestas ya que es una combinación tridimensional de al menos dos sustancias de diferente naturaleza química entre sí, que entre ellas tienen una interfaz definida que une a los componentes. Esta unión genera un material con características mejoradas a las que se podrían obtener con cualquiera de estos materiales actuando por sí solos²¹. Las resinas para uso dental consisten en partículas de relleno inorgánico (relleno) que están inmersas en una matriz orgánica (monómeros a reaccionar) de polímeros, en las cuales estas partículas inorgánicas están cubiertas por un compuesto vinil silano o agente de acoplamiento, que une las partículas del relleno con la resina, formando así la unión de las fases tanto orgánica como inorgánica. Dentro de los monómeros principales se encuentran el Bisfenol Glicidil Metacrilato (BIS-GMA) y el Dimetacrilato de Uretano (DMU) y como monómeros secundarios el Trietileno Glicil Metacrilato (TEGMA), Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado 6 (Bis-EMA 6), Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado 10 (Bis-EMA 10), los cuales todos pueden polimerizar entre sí²². Como características se encuentra la estabilidad de color, alto tiempo de trabajo, son estéticas, alta resistencia mecánica, mayor grado de polimerización, mejor respuesta biológica y una alta contracción de polimerización.

Lo tipos de resinas que se encuentran actualmente se diferencian por el tamaño de sus partículas de relleno encontrándose, de macro relleno, las cuales eran muy difíciles de pulir dejando una superficie rugosa, las de micro relleno, las cuales tenían una baja resistencia mecánica por su gran contracción por polimerización, las híbridas, y las micro híbridas, estas últimas lograban aumentar la resistencia mecánica, disminuir la contracción por polimerización, mejorar el pulido y por último las de nano relleno y nano híbridas, siendo estas la mayormente utilizadas actualmente al obtener todas las características anteriores y a su vez mejorando los resultados estéticos²³.

Elas poseen una serie de ventajas en comparación a otro tipo de biomateriales, específicamente la estética, ya que nos permite darle un aspecto muy parecido al diente natural y a su vez al unirse al diente mediante su

técnica adhesiva se han logrado realizar preparaciones más conservadoras. Por otro lado, tienen deficiencias como la falta de adhesión por sí mismas al diente y el fenómeno de contracción por polimerización. Estas características pueden formar una brecha entre el diente y la restauración, lo que genera una microfiltración marginal ²⁴. Ya que el esmalte está cubierto por una capa inorgánica que interfiere con la adhesión, se debe hacer un tratamiento físico-químico para generar una superficie apta para la adhesión, por lo que se crearon los sistemas adhesivos.

Sistemas Adhesivos

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales necesarios en los protocolos clínicos de una restauración de resina compuesta y el cual debe ser capaz de cumplir con el principal objetivo, que es minimizar la interfase diente-restauración²⁵.

Estos adhesivos son materiales resinosos fluidos de composición variable, dentro de ellos siempre existen:

- Solvente, que puede ser agua, etanol, acetona u otra mezcla
- Monómeros orgánicos, dentro de ellos existen funcionales siendo el primer hidrófilo y los formadores de cadena los cuales son hidrófugos
- Relleno, como sílice, cuarzo nano micro
- Extras: camforquinona (foto iniciador) u otros.

Se clasifican según el tratamiento al barro dentinario:

- Grabado y lavado
 - 3 pasos: acondicionamiento + primer + bond
 - 2 pasos: acondicionamiento + primerbonding
- Autolavado
 - Acondicionamiento y primer + bond
 - De manera simultánea se acondiciona, primer, bond

Para el esmalte, se conoce que la fuerza adhesiva de un adhesivo universal se mejora significativamente con un grabado ácido previo, sin embargo, en dentina estudios no reportan diferencias en su adhesión con adhesivos autograbantes o de grabado y lavado, por lo que se ha consensuado realizar un grabado selectivo, que consiste en grabar y lavar el esmalte y autograbar la dentina.²⁶

Las bases de la odontología adhesiva explican que hay que acondicionar la estructura dentaria para así aumentar la energía superficial, esto se logra con el acondicionamiento ácido, para luego promover la interacción hidrófila-hidrófuga con el primer, generando así una capa de interdifusión adhesivo-diente entre el primer y el barro dentinario, para procurar la estabilidad y la durabilidad de la unión adhesivo-diente se fotopolimeriza este material, generando un sellado para posteriormente unirse al material de restauración en base a resina compuesta.

En cuanto a los sistemas adhesivos universales, existen ya de 8^{va} generación, el contenido es en una botella con adhesión de partículas de nanorelleno de 12nm de tamaño, que aumentan la penetración de los monómeros de resina y espesor de la capa híbrida, mejorando las propiedades mecánicas de los sistemas de unión. Los agentes de nano-unión son soluciones de nanorellenos, que producen una mejor resistencia de adhesión del esmalte y dentina, absorción de estrés y una vida útil más larga²⁷.

Estos nuevos agentes de las generaciones de autograbado tienen monómeros hidrófilos ácidos y pueden usarse fácilmente en el grabado de esmalte después de la contaminación con saliva o humedad. El tipo de nano-relleno y el método de incorporación de estas partículas afectan la viscosidad del adhesivo y la capacidad de penetración de los monómeros de resina en los espacios de las fibras de colágeno²⁸

La mayoría de los adhesivos universales contienen monómeros funcionales ácidos, como el 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (MDP). Este MDP contiene un grupo metacrilato polimerizable y un grupo fosfato capaz de formar

una sal estable con el calcio de la hidroxiapatita. Esta estabilidad de la sal cálcica ha sido correlacionada con el alto grado de adhesión del MDP al esmalte y la dentina. Adicionalmente, este MDP es una molécula hidrofóbica que le entrega en parte la hidrofobicidad al adhesivo, disminuyendo su permeabilidad al agua. Esta adición al adhesivo universal ha mejorado el enlace químico al diente y la reducción de la degradación hidrolítica²⁹.

Cemento de vidrio ionómero:

Los cementos de vidrio ionómero pertenecen a una clase de materiales conocidos como cementos de base ácida. Ellos se basan producto de la reacción de polímeros de ácidos débiles con polvo vítreo de característica básica, tienen una adhesión química al diente ya que posee iones polianiónicos los cuales reaccionan con los cationes del polvo y los cationes de la estructura dentaria, liberan flúor, lo cual permite el fortalecimiento de la pieza dentaria en el tiempo, y un coeficiente de variación térmica lineal semejante al diente, en especial a la dentina³⁰.

Se compone de tres componentes esenciales: polímero hidrosoluble ácido, vidrio básico y agua. Estos son comúnmente presentados como una solución acuosa de ácido polimérico y un polvo vítreo finamente dividido, el cual mezclado forma una pasta viscosa que fragua rápidamente. Dentro de los cuales se encuentran:³¹

- Polvo
 - Sílice
 - Alúmina
 - Fluoruro de aluminio
 - Fluoruro de calcio
 - Fluoruro de sodio
 - Fosfato de aluminio
- Líquido
 - Ácido poliacrílico
 - Ácido itacónico
 - Ácido maleico

- Ácido tartárico

Dentro de las propiedades de los vidrios ionómeros están principalmente influenciado en como el cemento es preparado, la relación polvo: líquido, la concentración de poliácido, el tamaño de la partícula vítrea.

Dependiendo de su consistencia, es el uso que se le atribuye. El estándar ISO actual se muestra a continuación:

| Propiedades | Cemento de Base | Cemento de restauración |
|--|-----------------|-------------------------|
| Tiempo de fraguado/min | 2.5-8 | 2-6 |
| Fuerza compresiva/Mpa | 70 (mínimo) | 100 (mínimo) |
| Erosión acida (máxima)/mm h ⁻¹ | - | 0.05 |
| Opacidad, C _{0.70} | - | 0.35-0.90 |
| Acido soluble As/mg kg ⁻¹ | 2 | 2 |
| Acido soluble Pb/mg kg ⁻¹ | 100 | 100 |

ISO 9917-1: Dental Water Based Cements; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2003

Se clasifican según presentación comercial (generaciones) ³²

- 1° Generación que son los convencionales: el cual es un líquido muy viscoso, su manipulación es por dosificación y gotario según fabricante y en general no se espatulan y se usa un papel repelente al agua, dosificando primero el polvo y después el líquido
- 2° Generación que son semi anhidros: donde al igual que los convencionales se mezcla en un block de papel no absorbente y según indicación del fabricante.
- 3° Generación que son anhidros, el envase de líquido se llena con agua destilada, la dosificación es dada por el fabricante y se ocupa como obturación temporal ya que necesita un tiempo mínimo de fraguado de 24 hrs.
- 4° Generación que son modificados con resina, traen un primer para acondicionar la dentina, luego se aplica el vidrio de ionómero y para terminar tiene un sellador para evitar la desecación, en este caso se

requiere una lampara de fotocurado, ya que la resina se tiene que polimerizar.

Vidrio ionómero convencional (1° Generación)

Estos cementos tienen las características mencionadas anteriormente, principalmente una de las mayores ventajas clínicas que presentan es la adhesión química a la superficie dentaria. Al ser preparados por un ácido poliacrílico o polímeros semejantes, sustancia conocida por promover la adhesión mediante el cemento de policarboxilato de zinc. Esta ventaja fue explotada ya hace varios años, cuando el vidrio ionómero se propuso para reparar las lesiones erosivas cervicales y sellante de fisuras³³.

Por otro lado, se conoce que la fuerza de adhesión habitualmente es mayor en el esmalte que en dentina, lo que sugiere que esta adhesión se produce en la fase mineral³⁴. La adhesión toma lugar en varias etapas; primero la aplicación del cemento en pasta permite una adecuada humectación de la superficie del diente, esto pasa por la naturaleza hidrofílica de tanto el cemento como del diente. La adhesión avanza rápidamente ya que se forman puentes de hidrógeno entre los grupos de carboxilo libre del cemento y de la humedad existente en la superficie dentaria. Luego estos puentes de hidrogeno son reemplazados por enlaces iónicos formados entre los cationes del diente y los grupos aniónicos funcionales del cemento. No se observa interacción con el colágeno existente³⁵.

En general, la adhesión de estos cementos se atribuye a dos fenómenos que se relacionan entre sí:

1. Adhesión micromecánica, causada por los ionómeros al ser autograbantes teniendo su componente poliácido.
2. Adhesión química la cual involucra adhesión iónica formada entre los grupos carboxilato en las moléculas poliácidas y los iones calcio del diente³⁶.

Vidrio ionómero modificado con resina compuesta (4° Generación)

Estos materiales se introdujeron el año 1991 a la profesión dental. Ellos contienen los mismos componentes básicos que los vidrio ionómero convencionales, pero también incluyen un componente monómero e iniciador. El monómero generalmente usado es el metacrilato de hidroxietilo (HEMA) y el iniciador es una camforquinona³⁷.

Ellos polimerizan por los procesos de neutralización (reacción ácido-base) y la adición de polimerización³⁸. Al igual que los vidrios de ionómero convencionales, estos tienen las mismas propiedades, pero la biocompatibilidad de los modificados con resina está comprometida por la liberación del monómero de HEMA las primeras 24 horas de acción, la cantidad de liberación depende de la cantidad de luz para polimerización que recibió. Esta liberación difunde a través de la dentina y es citotóxica para las células de la pulpa³⁹.

Existen una numerosa cantidad de estudios clínicos sobre la retención de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina para restaurar las LCNC mostrando una retención de entre 85-7%-100% y los cementos de vidrio ionómero convencional un 83% en un periodo de 30 años⁴⁰. En un estudio reciente, acerca de restauraciones clase V en UK se mostró que los cementos de vidrio ionómero modificado con resina tenían el menor porcentaje de falla teniendo una retención del 91.4% en comparación con las resinas compuestas que presentaron una retención del 85.4%⁴¹.

Aun cuando los materiales basados en resina compuesta son ampliamente usados en esta época contemporánea⁴², pero la contracción por polimerización, característica inherente a los composites dentales que inducen estrés durante la polimerización de ellas cae dentro de una gran desventaja⁴³. Es ampliamente

aceptado la contracción volumétrica y la solidificación durante el proceso de polimerización de los composites en combinación con la adhesión a los tejidos duros resultando en una transferencia de estrés a las paredes de la cavidad del diente restaurado⁴⁴. Cuando este estrés por contracción supera la fuerza de adhesión a las paredes de la cavidad, el sellado marginal del composite de la restauración se pierde, resultando en fallas en la interfase diente-restauración. Una vez que esto falla, se micro filtran los fluidos orales, bacterias en la interfaz resultando en una sensibilidad postoperatoria, decoloración marginal, caries secundaria o inflamación de la pulpa⁴⁵.

Varias estrategias han sido sugeridas para minimizar el desarrollo del estrés en los márgenes de la cavidad, dentro de ellos se encuentran los cementos de vidrio ionómero convencionales utilizados como liners para proveer una capacidad buffer reduciendo la contracción en la interfaz dentina-resina⁴⁶. Estos aparte de liberar constantemente flúor tienen la habilidad de adherirse a la estructura mineral del diente, pero son más frágiles y su fuerza compresiva y flexural son más débiles que otros materiales como la amalgama. Debido a esto, el cemento de vidrio ionómero convencional fue modificado agregando resina a su composición, su gran ventaja es su mayor tiempo de trabajo, menos sensibilidad a la humedad y mayor conveniencia al momento de trabajar. Al mejorarlos obtuvieron las características antes mencionadas incluyendo biocompatibilidad y polimerización por luz⁴⁷.

Cuando se comparan las resinas con el vidrio ionómero, estas son más estéticas y fáciles de pulir y han demostrado una mejor propiedad mecánica e integridad de superficie a largo plazo⁴⁸. Sin embargo, los vidrios ionómeros también tienen sus ventajas, permiten un buen sellado marginal sin una marcada microfiltración, son menos susceptibles a la humedad, menos que las resinas compuestas, y se pueden ocupar sin goma dique⁴⁹. Por otro lado, algunos estudios han demostrado que los ionómeros convencionales se adhieren por sí solos a los tejidos dentales, al igual que los modificados con resina, pero esta adhesión puede ser menos efectiva que la obtenida con la resina compuesta y su sistema adhesivo⁵⁰.

Como anteriormente fue mencionado, la microfiltración es clínicamente indetectable y es considerada uno de los mayores factores que influyen la longevidad de las restauraciones dentales⁵¹. Los factores adscritos a la microfiltración marginal son las fuerzas adhesivas a diferentes sustratos dentales, los cuales dependen de las características histológicas y morfológicas del esmalte, dentina y cemento⁵².

Microfiltración

La microfiltración marginal es el movimiento de bacterias, fluidos, moléculas, iones o aire entre la pared de la cavidad del diente y el material restaurativo⁵³, es producido por la falta de sellado hermético entre ambas y se denomina brecha.

Esta brecha varía dependiendo de los factores fisicoquímicos que afecten a la unión del sustrato dentario al material restaurador generando consecuencias clínicas como sensibilidad, cambio de color en la interfase diente-material restaurador, caries secundaria y patología pulpar⁵⁴.

Una de las principales causas de microfiltración es la pobre adaptación del material restaurador a la superficie dentaria, puede ser por la condición del material luego de ocurrida una contracción de la polimerización en el caso de las resinas compuestas.

Otros factores dependientes del material restaurador son la adhesión a la estructura dentaria, la resistencia compresiva, la resistencia flexural, y la resistencia tensional diametral⁵⁵.

La localización de las paredes en cemento radicular aumenta la microfiltración marginal, debido a que la adhesión de los materiales en esa zona es menor en comparación a esmalte o dentina. La incidencia de microfiltración es menor en esmalte que en dentina y aumenta mientras se acerca al límite amelodentinario⁵⁶.

La importancia del estudio

En la actualidad, diferentes estudios sugieren que la sensibilidad dentinaria producida por las lesiones no cariosas es uno de los principales motivos de consulta por lo que los pacientes acuden al odontólogo⁵⁷. Y es bien sabido que los mayores fracasos en restauraciones dentarias están referidos a restauraciones clase V, debido a la menor adhesión de los biomateriales generando microfiltración⁵⁸.

Es por ello la importancia de este estudio, ya que con los resultados obtenidos en este permitirá, tanto a profesionales y estudiantes de la carrera Odontología conocer el biomaterial que sufre menor grado de microfiltración. De esta forma poder acercarse a un "*gold estándar*" o protocolo de obturación de lesiones cervicales no cariosas y disminuir al máximo la incidencia fracaso de dichas obturaciones.

Para evitar discrepancias entre fabricantes, se utilizarán todos los materiales de la marca 3M ESPE.

- Resina Compuesta Filtek Supreme Z350
 - Se describe como una nanoresina activada por luz, teniendo como resina Bis-GMA, Bis.EMA (6), UDMA con pequeñas cantidades de TEGMA, el relleno contiene una combinación de relleno de nanosilina no aglomerado y un nanocluster de zirconio/sílice
 - Como características se encuentran la alta resistencia, alto resultado estético, excelente pulido y retención.

- Vitremer

- Está compuesto por un polvo coloreado de vidrio fluoroaluminosilicato radiopaco, el líquido es una solución poliacuosa de ácido polialquenoico modificado sensible a la luz.
 - Dentro de las propiedades que explica el fabricante se encuentra la adhesión estructural al diente, la liberación de flúor y la biocompatibilidad.
 - Por otro lado, dice relata que endurece por exposición a luz visible y presenta dos mecanismos de auto polimerización que proporciona un endurecimiento relativamente rápido donde la luz no llega y permite la colocación del material en bloque.
- Ketac Molar
 - Está compuesto por un polvo de vidrio radiopaco de aluminio-calcio-lantando de vidrio fluorosilicato, el líquido es una solución de ácido policarboxílico.
 - En cuanto a las propiedades que se relatan se encuentran la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, resistencia al desgaste, adhesión al esmalte y dentina, liberación de flúor y resistencia a la erosión por ácidos.
 - También existen pruebas que demuestran su velocidad en el mezclado, facilidad de mezclado.

Hipótesis

Existe una mayor microfiltración en restauraciones cervicales utilizando vidrio ionómero convencional en comparación con vidrio ionómero modificado con resina y resina compuesta.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el porcentaje de microinfiltración en restauraciones cervicales utilizando vidrio ionómero convencional, vidrio ionómero modificado con resina y resinas compuestas.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de microfiltración de restauraciones cervicales restauradas con vidrio ionómero convencional.
- Determinar el porcentaje de microfiltración de restauraciones cervicales restauradas con vidrio ionómero modificado con resinas.
- Determinar el porcentaje de microfiltración de restauraciones cervicales restauradas con resinas compuestas.
- Comparar los resultados obtenidos en los grupos de estudio.

Materiales y Métodos

Diseño del estudio

El diseño del estudio es cuantitativo experimental in vitro

Población y muestra.

La muestra necesaria por cada material son 34 muestras, por lo que el total de muestras incluyendo los 3 grupos será de 102 muestras, para lo cual serán necesarios 51 dientes (2 muestras por cada diente), correspondientes a terceros molares permanentes sanos. La muestra fue obtenida mediante el programa G Power adjuntando detalle en anexo 1.

Para este estudio se utilizaron finalmente 15 dientes, obteniendo 30 muestras, 10 por cada material, lo cual se demostró ser significativo para el objetivo del experimento.

Los dientes utilizados en el estudio fueron obtenidos por donaciones por parte de pacientes entre 18 y 35 años, que se sometieron a exodoncia de terceros molares por indicación quirúrgica en las asignaturas de Medicina Estomatológica del Dolor I y II de la Universidad Finis Terrae, bajo consentimiento informado. Se utilizó un muestreo aleatorio simple.

Criterios de inclusión y exclusión.

- **Criterios de inclusión:** Terceros molares sanos en zona cervical.
- **Criterios de exclusión:** No existen

Variables.

| Variable | Tipo de Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional |
|---|--|---|--|
| Microfiltración | Cuantitativa discreta Dependiente | Fluidos, moléculas e iones desde la cavidad bucal a través de la interfaz diente-restauración. | Porcentaje de penetración del agente marcador. |
| Restauración (resina compuesta, cemento de vidrio ionómero convencional y cemento de vidrio ionómero modificado con resina) | Cualitativa nominal Independiente | Sustancia creada que está en contacto con un organismo vivo utilizados para evaluar, curar, corregir o reemplazar cualquier tejido, órgano o función. | Aplicación de resina compuesta, aplicación de cemento de vidrio ionómero convencional, aplicación de cemento de vidrio ionómero modificado con resina. |

Técnicas de recolección de datos.

Los terceros molares fueron obtenidos por donación de diversos alumnos(as) de la Universidad Finis Terrae. Previo a la exodoncia, se consultó a todos los pacientes si accederían a donar su pieza dentaria para fines de esta investigación científica, para lo cual se les informó verbalmente y por escrito acerca de las implicancias del estudio. Todos los que accedieron a donar las piezas dentarias extraídas firmaron una declaración de consentimiento informado entregado en la Universidad.

El estudio experimental in vitro se llevó a cabo en el laboratorio de simulación clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Se trabajó con 15 terceros molares sin caries extraídos recientemente, los cuales se depositaron en suero fisiológico isotónico (cloruro de sodio 0.9%) en un recipiente cerrado, mantenidos a temperatura ambiente hasta ser utilizados.

A cada pieza dentaria se le realizaron 2 cavidades operatorias clase V, estandarizadas en sus dimensiones, siendo de 2 [mm] de profundidad, 3 [mm] de alto y 6 mm de [ancho], todas ellas realizadas por un mismo operador con turbina de alta velocidad a refrigeración constante, piedra de diamante redonda (ISO 0.10) y piedra de diamante cilíndrica (ISO 0.14) ubicadas en mesial y distal, de cada diente, ocupando el tercio inferior de la cara correspondiente, quedando la pared axial en dentina y la pared cervical en cemento.

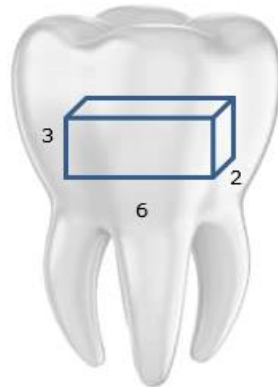


Figura n°1: Dimensiones cavidad

A continuación, cada cavidad se restauró con un material distinto, siendo resina compuesta (3M Filtek Supreme Z350), cemento de vidrio ionómero convencional (Ketac Molar®, 3M ESPE) o cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Vitremmer®, 3M ESPE), cada uno aplicado según instrucción del fabricante.

Para evitar errores de infiltración del agente marcador por otras vías diferentes al margen cervical de las restauraciones, en aquellas piezas dentarias que tengan un diámetro del foramen apical mayor a 1 mm, los ápices de cada pieza dentaria serán selladas con cianoacrilato de etilo.

Al igual que se aplicará una capa de cianoacrilato de etilo a los márgenes cervicales de la preparación sin un incluir un área de 1mm de la periferia. Para identificar cada material se pincelo con un color característico.

Las piezas se sometieron a un proceso de termociclado, así se generaría una interfase durante la contracción y expansión del material y el diente por los cambios de temperatura. Este proceso consistió en sumergir 15 molares ya preparados, en 3 diferentes vasos de precipitado; el primero con agua sometida por un mechero a temperatura de 60°C controlado en todo momento con un termómetro; un segundo vaso con agua a temperatura ambiente; y un tercer vaso parecido de hielo, para mantenerlo a temperatura de 5°C (controlado con un termómetro al igual que el primer vaso).

Luego se mantuvieron las piezas dentarias en azul de metileno al 0.5% por 24 horas para que se infiltrara el agente penetrante en la brecha generada.

Posteriormente se realizaron cortes con discos de carborundum en sentido longitudinal de las muestras, con el fin de exponer la interfaz diente-restauración y evaluar la penetración del agente marcador (azul de metileno) en la pared cervical.



Figura n°2: Corte longitudinal

La severidad de la penetración del colorante se analizó acorde a una escala: del 0 al 3.

| | |
|---|--|
| 0 | No existe penetración del colorante |
| 1 | Existe penetración del colorante hasta la mitad del piso gingival |
| 2 | Existe penetración del colorante más de la mitad del piso gingival |
| 3 | Existe penetración hasta la pared axial |

Loguercio AD, Reis A, Singer M. Microleakage in Class II Composite Resin Restorations: Total Bonding and Open Sandwich Technique. 2002

Para hacer uso de esta escala, se siguen los procedimientos pertinentes de calibración de los investigadores, dándose a entender la calibración intra e interpersonal.

Figura n°3: Lado izquierdo Ketac
Lado derecho Vitremer



Figura n°4: Lado izquierdo Ketac
Lado derecho Vitremer



Figura n°5: Lado izquierdo Resina Compuesta
Lado derecho Vitremer



Figura n°6: Lado izquierdo Vitremer
Lado derecho Resina Compuest

Consideraciones éticas

Se solicitó al comité de ética una dispensa para el desarrollo de este trabajo de investigación, debido a que las muestras son obtenidas mediante el consentimiento informado que firman los pacientes previos al inicio de su tratamiento, el cual expresa que a través de ese convenio el paciente y/o el apoderado autorizan la donación de muestras de material biológico , entendiéndose como tal: dientes, restos dentarios, entre otros, comprometiéndose la institución a resguardar su privacidad personal, imagen e identidad conforme a la Ley 20.584 y que su uso queda enmarcado solo dentro de propósitos académicos.

Resultados

Los porcentajes de microinfiltración obtenidos en cada grupo fueron tabulados como se expone a continuación, con el fin de comparar el grado de microinfiltración de las restauraciones:

Tabla 1: Valores de porcentaje de microinfiltración obtenidos con los distintos materiales restauradores.

| Vitremer | Ketac | Resina |
|----------|-------|--------|
| 0 | 3 | 1 |
| 0 | 2 | 1 |
| 0 | 3 | 1 |
| 0 | 2 | 0 |
| 0 | 3 | 2 |
| 1 | 3 | 1 |
| 0 | 2 | 0 |
| 0 | 3 | 1 |
| 0 | 2 | 0 |
| 1 | 3 | 1 |

| | | |
|--------------|---------------|---------------|
| 0,2 | 2,6 | 0,8 |
| 6,67% | 86,67% | 26,67% |

Análisis de Datos

Los datos obtenidos fueron tabulados en una planilla Excel, luego la información por el software IBM SPSS.

Tabla de contingencia material * escala

| | | | Escala | | | | Total |
|----------|----------|----------------------|--------|-----|-----|-----|-------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| Material | Vitremar | Recuento | 8 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| | | % dentro de material | 80% | 20% | 0% | 0% | 100% |
| | Ketac | Recuento | 0 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| | | % dentro de material | 0% | 0% | 40% | 60% | 100% |

| | | | | | | | |
|--------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-----|------|
| | Resina | Recuento | 3 | 6 | 1 | 0 | 10 |
| | | % dentro de material | 30% | 60% | 10% | 0% | 100% |
| Total | | Recuento | 11 | 8 | 5 | 6 | 30 |
| | | % dentro de material | 36,7% | 26,7% | 16,7% | 20% | 100% |

Tabla 2: Como se muestra en la tabla de contingencia el Vitremer tiene el total de su escala dentro de los porcentajes de menor microinfiltración, mientras que el Ketac lo tiene en los mayores porcentajes de microinfiltración.

Tabla Descriptiva

| Material | Estadístico | |
|-----------------|--------------------|-------|
| Vitremer | Media | 6,66 |
| | Mediana | 0 |
| | Mínimo | 0 |
| | Máximo | 33,33 |
| Ketac | Media | 86,66 |
| | Mediana | 100 |
| | Mínimo | 66,67 |

| | | |
|---------------|---------|-------|
| | Máximo | 100 |
| Resina | Media | 26,66 |
| | Mediana | 33,33 |
| | Mínimo | 0 |
| | Máximo | 66,67 |

Tabla 3: Prueba del Programa IBM SPSS

Prueba de Hipótesis

| Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--|-------|----------------------------|
| La distribución de porcentaje entre las categorías de material. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | 0,000 | Rechazar la hipótesis nula |

Tabla 4: Según la prueba de hipótesis, se rechaza la hipótesis, indicando que existe una diferencia de porcentaje entre los materiales.

| Dunn's multiple comparisons test | Mean Rank diff. | Significant? | Summary | Adjusted P Value |
|----------------------------------|-----------------|--------------|---------|------------------|
| Vitremer vs. Ketac | -17,4 | Yes | **** | <0,0001 |

| | | | | |
|----------------------------|-----|-----|----|--------|
| Vitremer vs. Resina | 5,4 | No | ns | 0,4582 |
| Ketac vs Resina | 12 | Yes | ** | 0,0045 |

Tabla 5: Acorde a los resultados del test indica que existe una diferencia significativa entre Vitremer vs. Ketac y Ketac vs. Resina, no así entre Vitremer vs. Resina donde el Sig. es >0.05.

Discusión

La microinfiltración de estos materiales ha sido estudiada ampliamente a través del tiempo, evaluando los distintos factores que le afectan y modificando sus características para mejorar este efecto indeseado, sin embargo, aún no se ha obtenido un material que logre eliminar este fenómeno por completo. Esta investigación tiene una gran relevancia al momento de tomar una decisión clínica para lograr una mejor longevidad de las restauraciones ⁵⁹.

El presente estudio buscó evaluar el nivel de infiltración que tenían las restauraciones cervicales, las cuales tienen la diferencia con una restauración oclusal, que en este caso no solo tiene el sustrato de esmalte y dentina, sino que también posee una pared de cemento radicular. Esto fue sumamente relevante en el estudio, ya que los materiales no se comportaron los artículos relatan, su nivel de adhesión a estos sustratos cambio y se evidencio en las muestras.

Los resultados mostraron que ninguna de las técnicas eliminó completamente la microinfiltración, aunque el porcentaje de microinfiltración en los cementos de

vidrio ionómero modificado con resina, en comparación con los otros dos materiales fue significativamente menor.

Es importante destacar la sensibilidad de la técnica de restauración en los tres materiales utilizados, en especial al restaurar con Vitremer y resina compuesta, por la cantidad de pasos que posee. En el caso de las resinas compuestas es fundamental tener en cuenta los tiempos y tipos de grabado ácido que existen. En este caso para poder omitir el sesgo por operador, todas las restauraciones fueron realizadas por un mismo operador. Sin embargo, este trabajo tiene una limitación en cuanto a los resultados, debido a que estos porcentajes de microfiltración son registrados por un operador a través de su observación, en la cual, su precisión tiene un rango de error dado por el observador ⁶⁰.

El termociclado es el método más utilizado para medir la microfiltración marginal en estudios in vitro, debido a que es un método confiable, simple de efectuar y de bajo costo. Pero no hay un único método estandarizado, donde puede haber variaciones tanto en el número de ciclos como en el agente marcador ⁶¹.

Alb C y cols el 2015, testearon la microinfiltración bajo microscopía electrónica de barrido el comportamiento de resinas compuestas y cementos de vidrio ionómero, obteniendo también la presencia de una significativa microinfiltración del cemento de vidrio ionómero convencional en comparación con las resinas.

Tomando esto en consideración, se logró apreciar que justamente, donde estaba la pared cervical, los materiales que tenían adhesión química, es donde mayor infiltración existía.

En un estudio de Ryan Jin Young K et al., se llegó a la conclusión que existe una relación estrecha entre el estrés por contracción y el aumento en la interfaz diente-restauración. Al igual que en nuestro estudio, los cambios térmicos generaron este estrés por contracción generando la filtración de fluidos.

Según un estudio realizado el 2015 por Naoum SJ, se concluyó que el uso de vidrios ionómeros modificados con resina reducen significativamente la magnitud y proporción de contracción por polimerización al compararlo con resinas compuestas.

Sin embargo debido a la poca evidencia científica respecto al uso de estos materiales en cemento radicular, se sugiere la necesidad de continuar esta línea de investigación, realizando pruebas tanto in vitro como in vivo, para determinar efectivamente que técnica restauradora es más efectiva en la reducción de la microfiltración marginal.

Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se acepta la hipótesis.

Conclusión

De acuerdo con la metodología utilizada en este estudio y los resultados obtenidos de este se puede concluir que:

- De acuerdo con los resultados, las restauraciones con cemento de vidrio ionómero modificado con resina tuvo en promedio un menor porcentaje de penetración del agente marcador en la interfaz diente-restauración que las restauraciones con cemento de vidrio ionómero convencional y resina compuesta, presentando diferencias estadísticamente significativas con los otros dos materiales.
- No existe diferencia significativa entre el porcentaje de microinfiltración entre cemento de vidrio ionómero modificado con resina y la resina compuesta.
- Las restauraciones con cemento de vidrio ionómero convencional se infiltraron en un 100% en diferentes grados.

- De acuerdo con esto, podemos concluir que se valida la hipótesis planteada al inicio de este trabajo, las restauraciones con cemento de vidrio ionómero convencional tiene un mayor porcentaje de microinfiltración que las realizadas con cemento de vidrio ionómero modificado con resina y resina compuesta.

Referencias bibliográficas

1. Haralur SB, Alqahtani AS, AlMazni MS, Alqahtani MK. Association of Non-Carious Cervical Lesions with Oral Hygiene Habits and Dynamic Occlusal Parameters. *Diagnostics (Basel)*. 2019
2. Kolak V, Pešić D, Melih I, Lalović M, Nikitović A, Jakovljević A. Epidemiological investigation of non-cariou cervical lesions and possible etiological factors. *J Clin Exp Dent*. 2018
3. Newman, Michael G. Takei, Henry H. Carranza, Fermín A., Carranza: Periodontología Clínica. Décima edición. México, Editorial McGraw-Hill, 2010.
4. Klaff D J. Blending incremental and stratified layering techniques to produce an esthetic posterior composite resin restoration with a predictable prognosis. *J Esthet Restor Dent*. 2011
5. Mickenautsch S, Mount G, Yendopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: An overview of evidences. *Aust Dent J*.

6. Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dent Mater J*. 2012
7. Mjör IA. The location of clinically diagnosed secondary caries. *Quintessence Int* 2009.
8. Yap AUJ, Mok BYY, Pearson G. An in vitro microleakage study of the “bonded-base” restorative technique. *J Oral Rehabil* 2008.
9. Uno S, Finger WJ, Fritz U. Long-term mechanical characteristics of resinmodified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater*. 2006.
10. Pecie R, Krejci I, Garcia-Godoy F, Bortolotto T. Noncarious cervical lesions--a clinical concept based on the literature review. Part 1: prevention. *Am J Dent*. 2011.
11. Yazici AR, Tuncer D, Dayangaç B, Ozgünaltay G, Onen A. The effect of saliva contamination on microleakage of an etch-and-rinse and a self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2011.
12. Nascimento M, Dilbone D, Pereira P, Geraldeli S, Delgado A, Duarte W. Abfraction lesions: etiology, diagnosis, and treatment options. 2019.
13. Cendoya P, Hernández J, Dufeu E. Análisis computacional de lesiones cervicales no cariosas en un premolar superior. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*. 2011.
14. Torres, D., Fuentes, R., Bornhardt, T., & Iturriaga, V. Erosión dental y sus posibles factores de riesgo en niños: revisión de la literatura. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 2016.
15. Nascimento M, Dilbone D, Pereira P, Geraldeli S, Delgado A, Duarte W. Abfraction lesions: etiology, diagnosis, and treatment options. 2019.
16. Calabria Díaz H. Lesiones no cariosas del cuello dentario: patología moderna, antigua controversia, 2019.
17. Carlo B, Barabanti N, Piccinelli G, Faus-Matoses V, Cerutti A. Microbiological characterization and effect of resin composites in cervical lesions. *J Clin Exp Dent*. 2017.
18. Amaíz-Flores, A. J. Título: Lesiones de abfracción, etiología y tratamiento. *Revista Científica Odontológica*, 2015.

19. Words K. Dental Erosion – An Overview with Emphasis on Chemical and Histopathological Aspects. 2011.
20. Shortall A, Price R, MacKenzie L, Burke F. Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units - Part 1. *British Dental Journal*, 2016.
21. Carrillo C, Monroy A. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Rev. ADM*, 2010.
22. Anusavice KJ, Phillips RW. *Ciencia de los materiales dentales*. 11^a.ed. Madrid, España, 2014.
23. Hervás García Adela, Martínez Lozano Miguel Angel, Cabanes Vila Jose, Barjau Escribano Amaya, Fos Galve Pablo. *Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas*. *Med. oral patol. oral cirugía bucal*, 2016.
24. Anusavice K, Shen C, Rawls H. *Phillips' Science of Dental Materials*. 12^o Edition. Elsevier Saunders, 2013.
25. Perdigão J, Dutra-Corrêa M, Saraceni CH, Ciaramicoli MT, Kiyari VH, Queiroz CS. Randomized clinical trial of four adhesion strategies: 18-month results. *Oper Dent*. 2012.
26. Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson R, Latta M, Miyazaki M. Effect of phosphoric acid pre-etching on fatigue limits of self-etching adhesives. *Oper Dent.*, 2015.
27. G.J. *Color Atlas of Glass Ionomer Cement*, 2nd ed.; Martin Dunitz: London, UK, 2012.
28. Mandri M, Aguirre A, Zamudio M. *Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora, Odontoestomatología*. 2015.
29. Su B. *Principles of Adhesion Dentistry*. AEGIS Publications; India, 2013
30. Mount, G.J. *Color Atlas of Glass Ionomer Cement*, 2nd ed.; Martin Dunitz: London, UK, 2012.
31. Zhou W, Liu S, Zhou X, Hannig M, Rupf S, Feng J, Peng X, Cheng L. Modifying Adhesive Materials to Improve the Longevity of Resinous Restorations. *Int J Mol Sci*. 2019.
32. Kampanas NS, Antoniadou M. Glass Ionomer Cements for the Restoration of Non-Carious Cervical Lesions in the Geriatric Patient. *J Funct Biomater*. 2018.

33. Nicholson, J.W. Chemistry of glass-ionomer cements: A review. *Biomaterials* 1998.
34. Powis, D.R.; Folleras, T.; Merson, S.A.; Wilson, A.D. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J. Dent. Res.* 1999.
35. Hien-Chi, N.; Mount, G.; McIntyre, J.; Tuisuva, J.; Von Doussa, R.J. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: An in vivo study. *J. Dent.* 2006.
36. Strassler, H.E.; FADM, F. Glass Ionomers for Direct-Placement Restorations. *Dent. Econ.* 2011.
37. Van Meerbeek B., Yoshida Y., Inoue S., De Munck J., van Landuyt K., Lambrechts P. Glass-ionomer adhesion: The mechanisms at the interface. *J. Dent.* 2006.
38. Mitra, S.B. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J. Dent. Res.* 1991.
39. Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition. *J Dent Res.* 2010.
40. Nicholson, J.W.; Czarnecka, B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent. Mater.* 2008.
41. Stewardson, D.A.; Thornley, P.; Bigg, T.; Bromage, C.; Browne, A.; Cottam, D.; Dalby, D.; Gilmour, J.; Horton, J.; Roberts, E.; et al. The survival of Class V restorations in general dental practice. Part 2, early failure. *Br. Dent. J.* 2011.
42. Azevedo LM, Casas-apayco LC, Andres C, Espinoza V, Wang L, Fidela M, et al. Effect of resin-modified glass-ionomer cement lining and composite layering technique on the adhesive interface of lateral wall. 2015.
43. Bicalho AA, Valdívia AD, Barreto BC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material - part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent.* 2014.
44. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent.* 2015.

45. Geerts S, Bolette A, Seidel L, Guéders A. An in vitro evaluation of leakage of two etch and rinse and two self-etch adhesives after thermocycling. *Int J Dent*. 2012.
46. Sampaio PC, Almeida Júnior AA, Francisconi LF, Casas-Apayco LC, Pereira JC, Wang L, et al. Effect of conventional and resin- modified glass-ionomer liner on dentin adhesive interface of Class I cavity walls after thermocycling. *Oper Dent*. 2011.
47. Dutta, B.N., Gauba, K., Tiwari, A., Chawla, H.S., Silver amalgam versus resin modified glass ionomer cement class II restoration in primary molars. Twelve month clinical evaluation. *J. Indian Soc. Prev. Dent*; 2001.
48. Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dent Mater*. 2010.
49. Croll TP, Bar-Zion Y, Segura A, Donly KJ. Clinical performance of resin-modified glass ionomer cement restorations in primary teeth: a retrospective evaluation. *J Am Dent Assoc*. 2001.
50. Gilboa I, Cardash HS, Baharav H, Demko CA, Teich ST. A longitudinal study of the survival of interproximal root caries lesions restored with glass ionomer cement via a minimally invasive approach. *Gen Dent*. 2012.
51. Radhika M, Sajjan G, Kumaraswamy B, Mittal N. Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent*. 2010.
52. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater* 2005.
53. Arguello Ortega R, Guerrero Ibarra J, Celis Rivas L. In vitro microleakage of three adhesive systems with three different solvents. *Revistas.unam.mx*. 2019
54. Valverde Tejada T, Quispe Mendoza S. Microfiltración marginal. 2013
55. Poggio, C.; Chiesa, M.; Dagna, A.; Colombo, M.; Scribante A. Microleakage in class V gingiva-shaded composite resin restorations, 2012.

56. XY Zhao, SB Li, LJ Gu, and Y Li. Detection of Marginal Leakage of Class V Restorations In Vitro by Micro-Computed Tomography. Operative Dentistry: March/April, 2014.
57. Mamaladze, M.; Khutsishvili, L.; Zarkua, E. Distribution of carious and non-carious cervical lesions and gingival recessions at age related aspects. Georgian Med News. 2016.
58. Korkmaz, Y., Ozel, E., Attar, N. Microleakage and scanning electron microscopy evaluation of all-in-one self-etch adhesives and their respective nanocompositers prepared by erbium:yttrium-aluminium-garnet laser and bur et al. Lasers Med Sci , 2010.
59. Klaff D J. Blending incremental and stratified layering techniques to produce an esthetic posterior composite resin restoration with a predictable prognosis. J Esthet Restor Dent. 2011
60. Campos M. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones clase ii de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua versus técnica incremental horizontal; 2014
61. Domínguez Burich R. Universidad de chile facultad de odontología departamento de odontología restauradora. Universidad de Chile;2014.

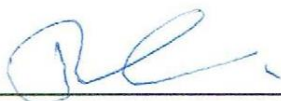
10. Anexos

ANEXO 1

| | |
|---|--|
| F tests | ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way |
| Input: Effect Size | f = 0.4 |
| α err prob | 0.05 |
| Power (1- β err prob) | 0.95 |
| Number of groups | 3 |
| Output: Noncentrality parameter λ | 16.320000 |
| Critical F | 3.088240 |
| Numerator df | 2 |
| Denominator df | 99 |
| Actual Power | 0.95473 |

11. Información Docente

Firma Profesor Guía



Fecha: 20 / 08 / 2019.