



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ANÁLISIS IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL OBTENIDO AL
UTILIZAR DIFERENTES TÉCNICAS INCREMENTALES DE RESINA
COMPUESTA; MONOINCREMENTAL, OBLICUA Y HORIZONTAL
EN CAVIDADES CLASE I**

VALESKA BELEN SILVA BUSTOS
MITZI CATALINA URRÁ DÍAZ

Tesis presentada a la Facultad de Odontología para optar al título de
Cirujano Dentista.

Profesor Guía: Dr. Marcelo Bader Mattar.

Santiago, Chile

2013

AGRADECIMIENTOS

- A nuestros padres Rosa Díaz Castro, Mario Urra Solís y Sylvia Bustos, Patricio Silva, por su apoyo, amor y esfuerzo.
- A nuestro profesor guía Dr. Marcelo Bader, por su gran amabilidad, entrega, paciencia y dedicación desde el comienzo de este proyecto hasta su término.
- A nuestros hermanos Javier Silva y Mario Urra.
- A todos los doctores y funcionarios de la Facultad de Odontología, por todos los momentos compartidos y enseñanzas entregadas.
- A todos nuestros amigos que nos apoyaron y acompañaron durante el transcurso de la carrera.
- A Miguel Margas por su apoyo y amor.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el sellado marginal obtenido al utilizar diferentes técnicas incrementales de resina compuesta; monoincremental, incremental oblicua y horizontal en cavidades tipo Clase I”.

Para realizar la medición, se recolectaron 60 terceros molares humanos recientemente extraídos, provenientes de pacientes entre 18 y 23, en las cuales se realizaron preparaciones cavitarias oclusales (Clase I según Black). La configuración de las cavidades se estandarizaron a 4 mm LV o PV, 5 mm MD y 3 mm de profundidad.

Para la obturación de las preparaciones cavitarias Clase I se utilizó resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) con sistema adhesivo Single Bond® Universal (3M ESPE).

Las 60 piezas dentarias se dividieron en 3 grupos de estudio según la técnica de obturación: Oblicua, Horizontal y Monoincremental.

Posterior a esto cada grupo experimental, fue puesto en recipientes de vidrio. Estos fueron llevados a la estufa Pasteur a 37°C durante 48 hrs. Luego los grupos experimentales se sometieron a un proceso de termociclado que consistió en 100 ciclos entre 4° C y 60° C.

Luego, se realizaron 2 cortes con discos adiamantados en las piezas dentarias.; el primero en sentido transversal a 6 mm de la unión de la cara libre con la cara oclusal y el segundo corte se realizó en el segmento coronario en sentido mesio/distal.

Esto se observó en un microscopio estereoscópico óptico con aumento de 10X, con un lente graduado para establecer el grado de penetración del colorante entre la pieza dentaria y la restauración. Los resultados obtenidos fueron expresados en porcentajes y analizados estadísticamente. El valor promedio de infiltración para las distintas técnicas de obturación fueron: técnica monoincremental (control) 100% de infiltración, se observó una menor filtración en los grupos correspondientes a la técnica oblicua y horizontal, con un 33% y un 41,3 % respectivamente.

Luego de los análisis estadísticos se concluyó que existe diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas empleadas, siendo la de menor infiltración la oblicua (33% de infiltración promedio), seguido por la horizontal (41,3 % de infiltración promedio) y finalmente la monoincremental, que presenta la mayor infiltración (100%). Por lo tanto se puede deducir que la técnica oblicua logra menor infiltración al ser comparadas con la técnica horizontal y técnica monoincremental.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	4
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	26
MATERIAL Y MÉTODO.....	28
RESULTADOS.....	36
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	37
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIÓN.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXO.....	58

INTRODUCCION

En la actualidad, las resinas compuestas han tomado un gran protagonismo entre los materiales de obturación directa ^(1,2). Sus indicaciones se han ampliado en las últimas décadas al sector posterior, gracias a las mejoras en sus propiedades físico-mecánicas y estéticas ^(3,4). No obstante, la contracción de polimerización sigue causando problemas en el sellado marginal final de las restauraciones, persistiendo aún en las generaciones actuales de resinas compuestas. Se conoce que durante la polimerización de las resinas compuestas, se produce una contracción volumétrica dirigida hacia el centro de la masa, la cual, cuando la resina compuesta se encuentra adherida a las paredes dentarias, podría provocar un estrés, el cual si no es liberado eficazmente se transferirá a la interfase diente-restauración ⁽⁵⁻⁷⁾.

El estrés resultante durante la contracción volumétrica puede llegar a desarrollar fuerzas capaces de romper la resistencia adhesiva, provocando fallas en el sellado marginal que pueden llevar a la infiltración de los fluidos, pigmentación marginal, sensibilidad post-operatoria y caries secundarias entre otros ⁽⁷⁻⁹⁾.

Se han propuesto, muchas maneras de minimizar la contracción de polimerización ^(10,11), no obstante, las planteadas principalmente son mejoras en el material (desarrollo de materiales con menor contracción volumétrica) ⁽¹²⁾, nuevos sistemas adhesivos capaces de contrarrestar la fuerza de contracción volumétrica ^(13,14), método de fotoactivación ⁽¹⁵⁾, configuración de la cavidad (disminuyendo el factor C) ^(16,17) y técnica de obturación ^(18,19).

En 1987, Feilzer y col. postularon que la configuración geométrica de la preparación cavitaria jugaba un papel importante en la adaptación de la obturación con resina compuesta a las paredes cavitarias, lo que denominaron factor C ⁽²⁰⁾.

El factor de configuración cavitaria o factor C, se define como el resultado de la división de las superficies de resina compuesta adheridas versus las no adheridas en una preparación cavitaria ⁽²¹⁾.

El resultado final de una obturación a base de resina compuesta depende de forma importante de cómo colocar el material de acuerdo a la cantidad de paredes cavitarias. Se plantea que el factor C en cavidades Clase I y V según Black, presentan un valor de factor C igual a 5, y las de menor valor serían las Clase IV con una factor C de 0.5 ⁽²¹⁾.

Muchos autores recomiendan constantemente el uso de la técnica incremental para reducir el estrés producido por la contracción de polimerización ⁽²²⁻²⁸⁾.

La técnica de obturación incremental es mayormente reconocida como un factor importante en la modificación del estrés de contracción. Sin embargo, no está claro cuál es la mejor técnica que debe ser usada para reducir el estrés y generar así un mejor sellado marginal resultante ^(2,11, 29-33).

La técnica incremental oblicua, se ha descrito durante años como el mejor método de colocación del material en una preparación cavitaria con un alto factor C. Ésta técnica produce una disminución del factor C mediante incrementos que

abarcan solo dos paredes cavitarias, dejando una libre, obturando correlativamente hasta llegar al margen cavosuperficial, logrando disminuir el estrés producido en la interfase diente-restauración durante la contracción de polimerización. Por otro lado, la técnica incremental horizontal se describe como una técnica gingivo-oclusal utilizada principalmente para preparaciones pequeñas ya que de lo contrario en preparaciones mayores provocaría un aumento en el factor C ^(16, 34, 35).

Un estudio reciente e interesante, evaluó el impacto de la geometría del incremento en la técnica incremental horizontal en relación al estrés desarrollado en la interfase adhesiva y los tejidos dentarios. Se demostró que esta técnica, fue altamente exitosa en reducir el estrés producido por la contracción de polimerización ⁽³⁶⁾.

En virtud de que no existe consenso sobre cuál es la mejor técnica y considerando que la técnica incremental horizontal es mucho más sencilla, el propósito de este estudio, es analizar el sellado marginal resultante al utilizar 2 técnicas incrementales de resina compuesta; oblicua y horizontal en comparación con la técnica monoincremental en cavidades clase I.

MARCO TEÓRICO

Las resinas compuestas tuvieron sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los cementos de silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían luego de un tiempo de ser colocados ⁽³⁷⁾. A finales de los años 40, aparecen las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA), las cuales tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos bucales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentaban baja resistencia al desgaste y una gran contracción de polimerización y en consecuencia filtración marginal ⁽³⁸⁾.

La era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. R. L. Bowen ⁽³⁹⁾ desarrolló un nuevo tipo de material. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno que se adicionaron a ella.

Inicialmente, las resinas compuestas se indicaban solo para la restauración estética del sector anterior. Posteriormente y gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior. Entre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, y sus características de manipulación y la estética ⁽⁴⁰⁾.

Resina compuesta se puede definir como un sólido formado por dos o más fases distintas que al combinarlas generan propiedades superiores o intermedias a las que presentan sus constituyentes de manera individual ⁽⁴¹⁾.

De allí que las resinas compuestas dentales están constituidas por tres fases diferentes: matriz orgánica, relleno inorgánico y un agente de conexión.

Matriz orgánica: está compuesta por una mezcla de monómeros de dimetacrilatos alifáticos y/o aromáticos, tales como el bisfenol-A-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), el trietilenglicoldimetacrilato (TEGDMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA). Estos tres son los ingredientes de la matriz de resina que más se usan para formar estructuras cruzadas de polímeros. Debido a que el bis-GMA y el UDMA presentan una alta viscosidad por presentar un peso molecular al menos cinco veces mayor al metil metacrilato, es necesaria su dilución mediante la incorporación de monómeros mucho más fluidos y de menor peso molecular para permitir una incorporación mayor de partículas de relleno y una consistencia adecuada para la manipulación clínica. Estos monómeros diluyentes pueden ser cualquier metacrilato fluido, aunque el TEGDMA es uno de los más usados ^(41, 42).

La matriz orgánica además de esta mezcla de monómeros posee otros agregados en pequeñas concentraciones como lo son el sistema iniciador-activador, los inhibidores y los pigmentos ⁽⁴¹⁾.

El sistema iniciador-activador es el encargado de desencadenar el proceso de polimerización mediante la formación de radicales libres, los cuales son compuestos reactivos por presentar un electrón sin par. Cuando estos

radicales libres encuentran un monómero resinoso con conexiones dobles de carbono (metilmetacrilato y dimetilmetacrilato), forma un par con uno de los electrones de la conexión doble, dejando al otro enlace del par, libre e igualmente reactivo, dando comienzo a una polimerización por adición. Las resinas compuestas pueden activar esta reacción mediante una acción química o por la adición de energía de activación física (calor, luz o microondas) ^(41, 42).

El sistema activado químicamente tiene una presentación en dos pastas, una contiene el iniciador (peróxido de benzoílo) y la otra contiene un activador (amina terciaria aromática), de tal manera que al mezclar ambas pastas la amina reacciona con el peróxido de benzoílo para formar radicales libres y desencadenar el proceso de polimerización. Este sistema de activación presenta inestabilidad de color por la reacción formada entre amina-peróxido, inestabilidad que se buscó mejorar mediante las resinas compuestas fotoactivadas ⁽⁴⁰⁻⁴²⁾.

El sistema activado por luz se presenta en una pasta, la cual contiene tanto al iniciador como al activador. Un tipo de canforoquinona es el agente fotosensible que se utiliza más comúnmente, la cual absorbe la luz azul visible de longitud de onda entre 400-500 nm, permitiéndole interactuar con el iniciador que corresponde a una amina alifática para generar radicales libres, desencadenando el proceso de polimerización ^(1, 41-43).

Los inhibidores tienen como funciones minimizar o prevenir la polimerización accidental o espontánea de los monómeros, garantizar un tiempo de trabajo adecuado y aumentar la vida media de almacenamiento de las resinas compuestas ^(1, 41, 44).

Los pigmentos son normalmente partículas de óxidos metálicos en minúsculas cantidades, las cuales se encargan de transmitir las propiedades de tonos y translucidez a la restauración de manera similar a la de la pieza dentaria, ya que los monómeros son incoloros ^(41,43).

Relleno inorgánico: se utilizan rellenos principalmente de cuarzo, cristales y sílice para obtener como propósito principal reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material en la matriz. En su totalidad las partículas de relleno inorgánico representan entre un 30-70% del volumen, o el 50-85% en peso de la resina compuesta, lo que permite mejoras tales como: reducción en la contracción de polimerización, reducción del coeficiente de variación dimensional térmica, aumento de la viscosidad (mejor manipulación), refuerzo de la matriz de resina, disminución de la absorción de agua y aumento de la radiopacidad gracias a la incorporación de cristales de estroncio y bario principalmente ^(1, 41, 42).

Agente de Conexión: es el encargado de lograr la unión entre las partículas de relleno y la matriz orgánica. Los utilizados con mayor frecuencia son los organosilanos. Al interactuar con agua los grupos metoxi del agente de conexión se hidrolizan a grupos silanol que se adhieren con otros grupos silanol de la superficie del relleno mediante una unión siloxano y por otro lado los grupos metacrilato del organosilano forman uniones covalentes con la resina al momento de la polimerización ^(1, 41, 42).

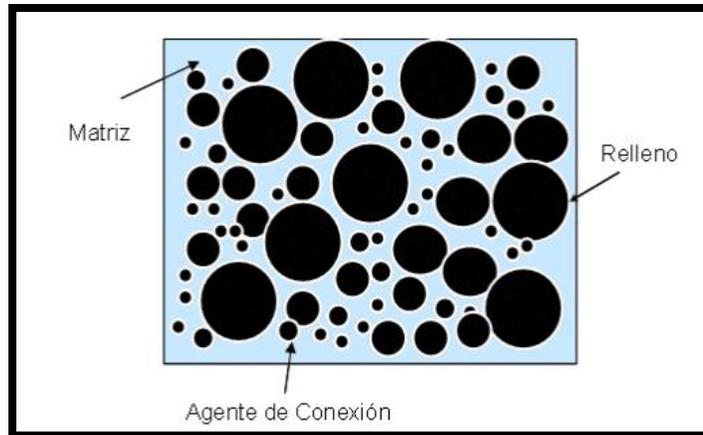


Figura N°1: Esquema de los principales componentes de la resina compuesta. ⁽¹²⁾

Las resinas compuestas se pueden clasificar de diferentes maneras dentro de las cuales se encuentran: Según su sistema de activación, de acuerdo a lo cual pueden ser activadas mediante la acción de medios físicos (fotocurada), químicos (autocurado) o ambos (dual). Según la densidad de las partículas de relleno encontramos resinas compuestas de alta densidad (relleno superior al 80%), media densidad (relleno entre 60-80%) y baja densidad (relleno menor al 60%) y para finalizar, se encuentra la clasificación por tipo de carga, la cual es la más comúnmente utilizada, dividiéndose en tres grupos: resinas compuestas de macrorrelleno, resinas compuestas de microrrelleno y resinas compuestas híbridas ⁽⁴⁵⁾.

Resinas de Macrorrelleno: su nombre se lo adjudican ya que poseen partículas de tamaño entre 15 – 100 micrones. Estas resinas compuestas están constituidas frecuentemente por partículas como el cuarzo, cristales de bario o de estroncio. Favorablemente poseen la característica de haber disminuido el problema de contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmica en comparación a las resinas sin relleno y esto debido a que presentan un relleno que va entre 70-80% en peso o 60-65% en volumen total. Su desventaja principal

era que se obtenía una superficie muy irregular en la restauración, ya que se producía una débil unión entre la matriz orgánica y las partículas de relleno, además de que sus partículas de relleno eran más duras que su matriz orgánica lo que dificultaba e impedía un buen pulido de la restauración, es por esta razón que este tipo de resina compuesta se dejó en desuso ^(41,42, 46).

Resinas de Microrrelleno: estas resinas compuestas nacen de la búsqueda de mejorar el problema de rugosidad superficial. Esto se consiguió utilizando como partícula de relleno la sílice coloidal, la que posee un tamaño promedio aproximado de 0,04 micrones. El contenido final de relleno inorgánico que se le puede agregar a este tipo de resina compuesta es aproximadamente del 50% en peso o 30-40% de volumen, aunque a algunas de estas resinas compuestas de microrrelleno se les realiza además otro proceso de incorporación de partículas de relleno del mismo material previamente polimerizado y luego pulverizado (tamaño entre 5-50 micrones) y si contabilizamos estas partículas como parte del relleno podríamos obtener valores cercanos a 80% en peso o 60% de volumen, mejorando muchas propiedades para este tipo de resinas. Pero aun con este tipo de mejoras, no se logra igualar las propiedades físicas y mecánicas obtenidas por las resinas compuestas de macrorrelleno, debido a que el 40-80% del volumen del material lo constituye la fase orgánica. Debido a sus desventajas este tipo de resina compuesta se debe usar en restauraciones que no soporten grandes tensiones, idealmente en restauraciones clase III y V. A pesar de sus desventajas, las resinas de microrrelleno se siguen utilizando, por lograr superficies muy lisas y pulidas, permitiendo al clínico una alternativa de lograr excelente estética ^(41, 42, 46).

Resinas Compuestas Híbridas: nacen del intento por obtener una resina compuesta con las propiedades físicas y mecánicas de las resinas de macrorrelleno y la capacidad para obtener superficies bien pulidas de las resinas

de microrrelleno. Se pueden dividir en resinas compuestas híbridas y microhíbridas. Las híbridas, como su nombre lo indica, poseen dos clases de partículas de relleno, está compuesta por partículas de sílice coloidal (micropartículas) y por partículas de vidrio triturado (macropartículas) las cuales contienen metales pesados, lo que las hace tener un contenido de relleno de 75-80% en peso. De esta manera se obtiene un material con excelentes propiedades físicas y mecánicas (levemente inferiores a las obtenidas por partículas de macrorrelleno) y además se obtiene un muy buen pulido, aunque inferior al de las resinas compuestas de microrrelleno. Las características logradas por las resinas compuestas híbridas, las convierten en la alternativa para tratar piezas tanto en el sector anterior como posterior, cuando se necesita obtener estética en zonas de alta tensión ^(41, 47, 48).

Mientras las resinas compuestas híbridas están compuestas por partículas de relleno de tamaño por sobre el micrón, las microhíbridas oscilan entre 0.4 – 0.9 μm , bajo el micrón. Proveen una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas. Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez. ^(41, 47, 48)

Un avance que permitió a las resinas compuestas reducir aún más el tamaño y la dimensión de las partículas de relleno fue la nanotecnología. Esta tecnología logra la conformación de un relleno inorgánico basado en partículas de menor tamaño, como zirconio/sílice o nanosílice y es así como se consigue aumentar la cantidad de relleno a un 79.5% en la matriz orgánica lo que trae como consecuencia positiva una menor contracción de polimerización. Además, por presentar partículas tan pequeñas y en gran cantidad se consigue un mejor acabado de la restauración, lo que se traduce en una mejor textura superficial de la misma disminuyendo la posibilidad de biodegradación del material en el tiempo. Esta nueva tecnología logra igualar o superar las propiedades físicas y químicas obtenidas por las resinas compuestas antecesoras ^(1, 28, 49).

Las resinas compuestas nanohíbridas, llamadas así por la incorporación de partículas de nanorelleno dentro de las resinas microhíbridas, poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscilan entre 20 a 60nm. A diferencia de las resinas compuestas de nanorelleno, no poseen un nanoclúster, siendo éste reemplazado por un microrelleno promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte para las nanométricas y otorgarán viscosidad al material, regularán la consistencia, darán el color y la radiopacidad ⁽⁴⁹⁾.

Todas las resinas compuestas como se señaló anteriormente endurecen por una reacción de polimerización. La polimerización consiste en la reacción de transformación de los monómeros en una macromolécula o polímero y, en el caso de las resinas compuestas, es un tipo de reacción por adición mediante radicales libres, la que ocurre en cuatro etapas a saber ⁽⁵⁰⁾.

Inducción: esta etapa es controlada por los procesos de activación e iniciación. Para dar inicio a este proceso de polimerización es necesaria una fuente de radicales libres, la cual se puede generar por activación de moléculas que producen estos radicales. Un requisito para que ocurra la polimerización por adición es la presencia de un grupo no saturado (doble enlace), así como una fuente de radicales libres (átomos que contienen un electrón impar). Los radicales libres poseen la propiedad de liberar electrones y esto permite que formen un doble enlace con un monómero que posea un grupo no saturado, permitiendo así que el radical libre se enlace con el monómero en otro de sus extremos desencadenando la reacción. Sin embargo, para que se logre desencadenar la reacción y pasar a la etapa siguiente, se requiere superar un cierto umbral energético ⁽⁴¹⁾.

Propagación: una vez superado este umbral y por lo tanto realizada la activación de la reacción, al monómero con radical libre se le aproxima otro monómero para formar un dímero, se produce esta unión y este nuevo dímero formado también posee un centro de radicales libres y es así como este proceso continúa a través de la propagación del centro activo. En esta etapa en la que comienza a crecer la cadena se requiere muy poca energía, por lo que el proceso sigue y da lugar a la formación de grandes moléculas de polímeros en pocos segundos ⁽⁴¹⁾.

Transferencia de cadena: proceso en el cual se transfiere el radical libre activo de una cadena en crecimiento a otra molécula, creándose un nuevo radical libre que permitirá el crecimiento de nuevas cadenas ⁽⁴¹⁾.

Terminación: el resultado de terminación de una cadena puede ser por transferencia de cadena, aunque las reacciones de terminación adicionales concluyen frecuentemente al unirse los extremos de dos cadenas con radicales libres o al intercambiar un átomo de hidrógeno entre una cadena en crecimiento y otra ⁽⁴¹⁾.

Como fenómenos anexos a la polimerización, se generan la exotermia y una contracción por polimerización. La contracción por polimerización es una de las principales preocupaciones de la práctica odontológica cuando se trata de restauraciones posteriores en base a resina compuesta ⁽⁵¹⁾.

Una de las formas en que se ha buscado compensar la contracción de polimerización ha sido la optimización de la técnica adhesiva, puesto que las

resinas compuestas no tienen la capacidad de unirse químicamente a las estructuras dentarias. Al no lograr una adhesión con la estructura dentaria se produce una brecha marginal que podría repercutir en el fracaso de la restauración (41).

Para comprender las interacciones entre el material adhesivo y el sustrato dentario, se debe tener en primer lugar conocimiento previo de las características histológicas tanto del esmalte como de la dentina.

El esmalte, o también llamado sustancia adamantina, es un tejido altamente mineralizado que protege y cubre en forma de casquete a la dentina en su porción coronaria. Es de origen ectodérmico y está constituido por un 95% de matriz inorgánica formada por los cristales de hidroxiapatita, 2% de matriz orgánica y 3% de agua. Los cristales de hidroxiapatita se unen conformando la unidad estructural básica del esmalte que corresponde a los prismas de esmalte, los cuales se extienden del límite amelo-dentinario hasta la superficie externa del esmalte. Estos prismas poseen apariencia de varillas, pero si se observan en un corte transversal tiene un parecido similar a una paleta de ping-pong (52, 53).

Cuando se realiza la técnica de grabado ácido en el esmalte, debido a su morfo estructura es posible obtener tres patrones de grabado diferentes (52).

Patrón tipo I: el centro de los prismas aparece erosionado permaneciendo insoluble la periferia.

Patrón tipo II: la periferia de los prismas aparece erosionada y permanece insoluble la zona central.

Patrón tipo III: se produce una erosión generalizada, involucrando tanto a los centros prismáticos como la periferia.

El patrón de grabado menos recomendado para obtener una función retentiva y por lo tanto no lograría una buena adhesión, sería el patrón tipo III, en cambio si se logra tener el patrón de grabado tipo I o II se puede esperar una buena función retentiva.

Por otro lado, la dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. Está constituida aproximadamente por un 70% de materia inorgánica formada principalmente de cristales de hidroxiapatita, 18% de materia orgánica formada en gran parte por fibras colágenas (90% colágeno tipo I) y 12% de agua. Los cristales de hidroxiapatita presentes en la dentina son más delgados y pequeños en comparación a los que encontramos en el esmalte y la orientación de estos cristales es de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria ^(52, 53).

Estructuralmente la dentina está constituida por túbulos dentinarios, dentina intertubular y dentina peritubular ⁽⁵²⁾.

Los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria. Poseen forma de “s” itálica en la porción coronaria. Además

presentan un mayor número en su cercanía a la pulpa (65.000 por mm²) con respecto a la cercanía del límite amelodentinario (20.000 por mm²). Estos túbulos dentinarios son los encargados de alojar en su interior a los procesos odontoblásticos y al fluido dentinario ⁽⁵²⁾.

La dentina peritubular se caracteriza por ser altamente mineralizada y se sitúa alrededor de los túbulos dentinarios formando su pared. La dentina intertubular se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son fibras colágenas y en menor grado de mineralización ⁽⁵²⁾.

Al realizar la preparación cavitaria con elementos cortantes, se forma sobre la superficie dentinaria el denominado barro dentario que se compone de detritus dentario, agua, bacterias y otros componentes del medio oral. El barro dentinario disminuye la permeabilidad dentinaria debido a que bloquea los túbulos dentinarios, lo que dificultaría la adhesión ^(14, 55-58).

Entonces, para conseguir una óptima adhesión se requiere previamente acondicionar la superficie dental y luego utilizar sistemas adhesivos que al polimerizar in situ logren la adhesión a las estructuras dentarias por un lado y a la resina compuesta por la otra. La composición y las propiedades estructurales del esmalte permiten lograr una resistencia adhesiva adecuada, sin embargo, no ocurre lo mismo en el caso de la dentina, por lo que se siguen los estudios en busca del desarrollo de una adecuada adhesión ⁽⁵⁴⁻⁵⁷⁾.

La técnica de grabado ácido busca realizar un acondicionamiento en la superficie dentaria y de esta manera proporcionar la posibilidad de una mejor adhesión ⁽⁵⁵⁾. Actualmente se utiliza con frecuencia la técnica de grabado ácido total promovida por Fusayama en el año 1979, que hoy en día consiste en la utilización de un ácido fosfórico al 37% sobre las superficies dentarias (esmalte y dentina) por un tiempo de 20 segundos para conseguir microporosidades en el esmalte y de 10 segundos en dentina para conseguir una zona de desmineralización y exposición de las fibras colágenas que sean susceptibles de ser imprimadas en toda su profundidad. Al mismo tiempo se busca el retiro completo del barro dentinario de la dentina para facilitar el objetivo anterior ^(55, 59-61).

Luego de acondicionar la superficie dentaria es necesaria la utilización de un sistema adhesivo que nos permita facilitar la retención de la resina compuesta a la preparación cavitaria.

Los sistemas adhesivos buscan relacionar los componentes de la estructura dentaria con los monómeros de las resinas compuestas, para tener la capacidad de copolimerizar en conjunto con las moléculas del material restaurador ⁽⁶²⁾.

El mayor problema que tuvieron que enfrentar los sistemas adhesivos, era la unión con la dentina por el gran contenido de agua que ésta posee y es por eso que se tuvo que lograr una composición que presentara moléculas hidrofílicas en el sistema adhesivo, que permitieran introducirse en la malla colágena de la dentina intertubular y que al momento de polimerizar la deje incluida dentro de ella, generando una estructura en la que coexisten los componentes dentinarios y el material polimerizado y que se conoce con el nombre de capa híbrida ^(54, 62).

Se utilizan tres tipos de técnicas en función de la presentación comercial de los sistemas adhesivos en las resinas compuestas, que son los adhesivos con tres pasos independientes, los adhesivos dentinarios con agente imprimante autoacondicionante y los adhesivos dentinarios de dos pasos independientes ⁽⁶²⁾.

Adhesivos con tres pasos independientes: el primer paso es aplicar la técnica de grabado ácido total a la estructura dentaria, para lo cual se aplica el ácido fosfórico durante 10 segundos en esmalte y luego se procede a grabar esmalte y dentina por 10 segundos más, para luego lavar por el mismo tiempo grabado, obteniendo como resultado el grabado del esmalte y la eliminación del barro dentinario además de la apertura de los túbulos dentinarios, en conjunto con la exposición de la malla colágena. Luego se procede a eliminar el exceso de agua de la superficie dentaria para lo que se sugiere el uso de una mota de papel absorbente estéril para evitar el desecamiento dentinario (colapso de las fibras colágenas). Posterior al secado se aplica el agente imprimante, luego de lo cual el paso siguiente es la eliminación del vehículo del agente imprimante (agua u otros solventes) soplando con aire para luego aplicar el adhesivo, el que al copolimerizar con las moléculas del agente imprimante forman la capa híbrida y se genera la adhesión. Luego se procede a la colocación de la resina compuesta ⁽⁶²⁾.

Adhesivos dentinarios de dos pasos independientes: corresponde a un envase con un líquido que incluye los componentes del agente imprimante y del adhesivo, estos adhesivos son llamados de quinta generación. El primer paso es el grabado con ácido fosfórico y luego se aplica el adhesivo en dos pasos, buscando en una primera aplicación la impregnación de la trama colágena y en una segunda capa, generar la capa adhesiva antes de la colocación de la resina compuesta ^(54, 62).

Adhesivos dentinarios con agente imprimante autoacondicionante: en este caso el agente imprimante trae en su composición el ácido que permite abrirles el camino a las moléculas hidrofóbicas. Se recomienda partir realizando un grabado ácido del esmalte, para mejorar la adhesión a éste, luego proceder a colocar por el agente imprimante el tiempo necesario para que actúe el ácido. Después se procede a secar y colocar el adhesivo y posteriormente su fotoactivación, estos adhesivos son llamados de sexta generación o autograbante ⁽⁶²⁾.

Cuando estos adhesivos, además de contener en su envase el agente imprimante y el adhesivo, contienen el acondicionador (autograbante), no es necesario el paso de lavado, ya que la impregnación y el acondicionamiento dentinario se realiza simultáneamente, estos adhesivos son llamados autograbantes de sexta o séptima generación. La diferencia principal de este sistema autograbante con respecto a los adhesivos anteriores, es que no eliminan el barro dentinario sino que lo modifican, lo transforman e incluyen en la adhesión lo que recibe el nombre de capa de reacción ⁽⁵⁴⁾.

Las resinas compuestas poseen diversas propiedades. Entre ellas están la resistencia al desgaste, textura superficial, coeficiente de expansión térmica, sorción acuosa y expansión Higroscópica, resistencia a la fractura, resistencia a la compresión y a la tracción, módulo de elasticidad, estabilidad del color, radiopacidad y contracción de polimerización, de las cuales sólo nos referiremos a la última de ellas ⁽⁶³⁾.

La contracción de polimerización de las resinas compuestas se presenta como un gran problema sin solución efectiva ⁽⁶⁴⁾. Esta contracción se genera como consecuencia del re-ordenamiento molecular en un espacio menor de aquel

que es requerido en la fase inicial de la reacción. Antes de la polimerización, la distancia entre las moléculas era de 0,3 a 0,4 nm, determinado por las fuerzas de Van der Waals. Cuando se establecen las uniones covalentes entre monómeros, la distancia entre ellos pasa a ser de 0,15 nm, resultando en la contracción, por el acortamiento de la distancia entre los monómeros ⁽⁶⁵⁾.

Clínicamente, la contracción de polimerización es la responsable de la formación de una brecha marginal entre la resina compuesta y la estructura dentaria. Esta brecha puede variar desde 1.67% a 5.68% del total del volumen de la restauración ⁽⁶⁾. Este sellado marginal incompleto puede provocar filtración de los fluidos bucales, bacterias, moléculas e iones, pudiendo provocar sensibilidad post-operatoria, desarrollo de caries secundaria y posterior patología pulpar ⁽⁸⁾.

La polimerización de las resinas compuestas pasa por dos fases; una llamada pre-gel y otra post-gel. La contracción del material implica la conjunción de ambas etapas ^(6, 65-69).

El momento en que la resina pasa del estado fluido para el estado viscoso es denominado punto gel. Este punto es muy importante, porque a partir de él, la resina adquiere un alto módulo de elasticidad, pierde la capacidad de escurrir y comienza a transferir el estrés generado en la contracción de polimerización a la interfase diente-restauración, es decir a la superficie de adherida. En la fase pre-gel de la reacción, las moléculas pueden deslizarse y adquirir nuevas posiciones y orientaciones, compensando el estrés de contracción de polimerización. En esta fase, el estrés de contracción generado no es transferido hacia la interfase de unión, debido a la capacidad de escurrimiento de las moléculas. Sin embargo, después del punto gel, se desencadena la fase conocida como post-gel, donde la capacidad de escurrimiento de la resina compuesta queda restringida, debido al aumento de ligaciones cruzadas ya establecidas en la matriz. Todo estrés

producido durante la contracción generada a partir de ese punto será transferido hacia la interfaz de unión diente-restauración, pudiendo sobrepasar la fuerza de unión del sistema adhesivo, generando fallas en el sellado marginal ^(6, 65-69).

Considerando que las tensiones son transferidas hacia la interfaz adhesiva a partir del punto gel, cuanto más extensa es la fase pre-gel, menor será la cantidad de tensiones transferidas, pues la conversión de los monómeros en polímeros se produciría lentamente, permitiendo un mejor escurrimiento del material y reducción de la tensión de contracción en la resina compuesta ⁽⁷⁰⁾.

El estrés producido por la contracción de polimerización es influenciado por las propiedades del material (módulo de elasticidad), método de fotoactivación, técnica de restauración, y configuración de la cavidad o factor “C” ^(20, 71-74).

La configuración o diseño de la cavidad tiene un gran impacto en los resultados de la fuerza de contracción. El diseño de la cavidad determina la capacidad del material restaurativo para contraerse libremente ⁽⁷³⁾.

Si nos ubicamos dentro de una restauración con resina compuesta, la contracción por polimerización origina estrés de tipo residual, es decir, que las resinas al polimerizar producen y acumulan estrés que permanece dentro de la restauración sin poder disiparse por completo ⁽¹¹⁾. Además, cuando la adhesión de la resina compuesta a las paredes cavitarias restringe los cambios volumétricos, el estrés es entonces transferido directamente al diente ⁽⁴⁰⁾.

Considerando que una preparación cavitaria posee varias paredes y que la contracción por polimerización se encuentra dirigida hacia cada una de ellas,

surge el problema de que cada pared tracciona la resina hacia su lado, generándose un juego de tensiones en donde la pared con más bajo valor de adhesión sufrirá el despegamiento de la restauración, generando una brecha en la interfaz diente-restauración ^(41, 42).

El Factor de Configuración o factor C se define como el resultado de la división del número de paredes donde la resina compuesta se encuentra adherida por el número de paredes donde ella no está adherida. Este factor se considera vital para poder predecir la cantidad de estrés que sufrirá una restauración con resina compuesta durante su contracción. Las superficies libres que no están adheridas a alguna de las paredes del diente sirven para aliviar la formación de estrés; entre mayores sean éstas superficies en proporción a las que si están adheridas, la disipación de estrés será mayor ^(42, 43).

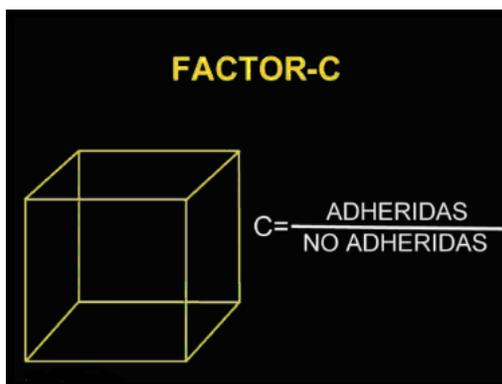


Figura N°2: Esquema de la fórmula del concepto del Factor C ⁽²¹⁾.

Una serie de estudios han resaltado la disminución de las fuerzas adhesivas en preparaciones cavitarias con un índice de Factor C elevado, y es en este tipo de restauraciones donde se vuelve muy importante que las fuerzas de adhesión sean fuertes para mantener la interfase adhesiva intacta y no exista formación de brechas ^(40, 43). Las preparaciones clase I, se describen con un alto factor C,

puesto que presentan 5 paredes adheridas, sin embargo, se sabe que a medida que aumentan las superficies libres disminuye el factor C.

Cavity Pattern		C factor = $\frac{\text{Banded surface}}{\text{Unbanded surface}}$	
I			$\frac{00000}{0} = 5$
II III			$\frac{0000}{00} = 2$
V			$\frac{000}{0} = 1.9$
III			$\frac{000}{000} = 1$
IV			$\frac{00}{000} = 0.5$
IV			$\frac{0}{000} = 0.4$

Figura N°3: Esquema de las distintas opciones de cavidades y su correspondiente Factor-C ⁽²¹⁾.

Existen diversas formas estudiadas para ayudar a contrarrestar o disminuir el efecto del estrés producido por la contracción de polimerización, teniendo en cuenta la configuración de la cavidad ⁽⁴⁴⁾. La técnica incremental es una técnica sugerida para disminuir el desarrollo de estrés que se produce en la interfase diente-restauración durante la polimerización de los composites ^(31, 75). Es una técnica que se realiza en capas material de hasta 2mm de resina compuesta ^{(16,}

⁷⁶⁾, y que busca disminuir el número de paredes al que la resina se adhiere al ser colocada. También ayuda a mejorar las cualidades del sellado marginal y asegurar la polimerización total de la resina compuesta, previniendo daños distorsionales en las paredes cavitarias ^(2,16, 17, 18, 34, 35).

Se han descrito una serie de variantes de esta técnica:

a) Técnica Horizontal: Se realiza ubicando incrementos de resina compuesta en sentido gingivo-oclusal, se utiliza en pequeñas restauraciones y se considera que aumentaría el factor C aumentando también así el estrés provocado por la contracción de polimerización ^(1, 34, 35).

b) Técnica Oblicua: Se realiza ubicando incrementos de resina compuesta de forma triangular en la cavidad, los que son polimerizados indirectamente a través de las paredes cavitarias y directamente desde oclusal. Esta técnica disminuye el factor C y previene la distorsión de las paredes cavitarias ^(34, 45).

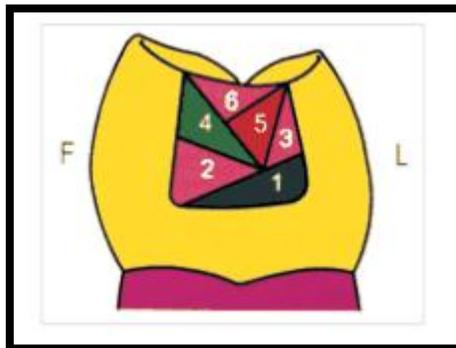


Figura N°4 Esquema representativo de capas incrementales en técnica oblicua ⁽⁶³⁾.

c) Técnica de Construcción de Cúspides: Se aplica el material de a una pared por vez, formando de esta manera las cúspides siguiendo el contorno de sus paredes. Esta técnica también disminuye el factor C ^(46, 47).

Una de las ventajas reconocidas de la técnica incremental, es la existencia de un mínimo contacto del material de resina compuesta con las paredes cavitarias. Por lo tanto, existe un menor factor de configuración (Factor-C), debido a la existencia de una pared cavitaria libre que permite que la resina fluya en la misma dirección en que sucede la contracción durante la polimerización, disminuyendo así el estrés y preservando la interfase adhesiva diente-restauración. ⁽²³⁾.

Múltiples autores recomiendan el uso de la técnica incremental como un método para reducir el estrés producido durante la contracción de polimerización y la deflexión cuspidea, mediante una reducción en el volumen del material de resina compuesta de cada incremento y disminuyendo el factor C ^(22 – 27, 31, 75, 77, 78). Sin embargo, no está claro cuál técnica incremental es la más apropiada, a pesar del hecho que autores proponen la técnica incremental oblicua como la mejor técnica usada en la disminución del estrés generado durante la contracción de polimerización ^(16, 18, 79-81).

Se describe también la técnica monoincremental. En ésta, la preparación cavitaria es rellenada en un solo incremento de resina compuesta, en bloque, dejando descubierto el margen cavo superficial ^(16, 29). No obstante, en cavidades clase I, usando un solo incremento, la resina compuesta polimerizará dentro de 5 superficies adheridas (una base y cuatro paredes alrededor), dejando sólo una superficie, donde la contracción libre podrá existir, produciéndose así un alto nivel de estrés entre las superficies adheridas ⁽⁸²⁾.

Rueggerberg y cols. Demostraron que no se pueden polimerizar incrementos de más de 2 mm de grosor, lo que refutaría esta técnica en cavidades muy profundas en el que el grosor del incremento sería mayor ⁽⁶³⁾.

Publicaciones recientes ^(31, 36, 83-86), plantean que no existirían diferencias significativas en el sellado marginal de restauraciones en base a resina compuesta convencional ya que se desarrollarían niveles de estrés similares en la interfase diente-restauración tanto en la técnica incremental oblicua como la técnica incremental horizontal. Es por este motivo, que el presente estudio busca evaluar el grado de sellado marginal obtenido en restauraciones realizadas con resina compuesta convencional utilizando técnica incremental oblicua y técnica incremental horizontal.

HIPÓTESIS

Las restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua y horizontal no presentan diferencias en el grado de sellado marginal obtenido.

Objetivo general

Determinar si las restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua y horizontal no presentan diferencias en el grado de sellado marginal obtenido.

Objetivos Específicos

1.- Determinar el grado de sellado marginal resultante utilizando la técnica de obturación monoincremental en cavidades tipo clase I.

2.- Determinar el grado de sellado marginal resultante utilizando la técnica incremental de obturación oblicua en cavidades tipo clase I.

3.- Determinar el grado de sellado marginal resultante utilizando la técnica incremental de obturación horizontal en cavidades tipo clase I.

4.- Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo experimental fue realizado en el laboratorio de simulación clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

1.1 Recolección de la muestra.

Se recolectaron 60 terceros molares humanos provenientes de pacientes entre 18 y 23 años que asistieron al Centro Santa Catalina de Buin durante el período de Mayo a Septiembre del año 2013, quienes donaron sus piezas dentarias previo consentimiento informado (anexo nº 1).

Se consideró para la inclusión en la muestra que las piezas dentarias a estudiar estuviesen sanas, sin procesos cariosos, ni patologías hipoplásicas, hipocalcificaciones o alguna afección al esmalte o dentina.

Las piezas dentarias recolectadas se almacenaron en una solución de suero fisiológico en recipientes cerrados hasta la etapa experimental.

1.2 Preparación de los dientes.

Las piezas dentarias se limpiaron con curetas Gracey 9-10, 11-12 Hu-Friedy para retirar restos de ligamento periodontal y luego se acondicionaron con una

pasta de piedra pómez fina con agua, utilizando una escobilla de copa blanda. Posteriormente a su limpieza, continuaron almacenadas en suero fisiológico.

1.3 Confección de la preparación cavitaria.

Se realizaron preparaciones cavitarias oclusales (Clase I según Black) con fresas de alta y baja velocidad cilíndricas de extremo plano. La configuración de las cavidades se estandarizaron a 4 mm LV o PV, 5 mm MD y 3mm de profundidad. Todo medido con una sonda periodontal Carolina del Norte.

Se desarrollaron cavidades Clase I para poder cuantificar la contracción volumétrica del material, en la situación más crítica en relación al factor C y el volumen de resina compuesta necesario.

1.4 Procedimiento Restaurador.

Para la obturación de las preparaciones cavitarias Clase I se utilizó resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) con sistema adhesivo Single Bond® Universal (3M ESPE).

Las 60 piezas dentarias se dividieron en 3 grupos de estudio según la técnica de obturación:

Grupo 1: Técnica incremental oblicua

- Grabado ácido durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% sólo en esmalte, luego se lavó con spray de agua y secado con aire de la jeringa triple.
- Grabado ácido de esmalte y dentina durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% y fue secado con papel absorbente.
- Se aplicó una única capa de adhesivo single bond universal frotándose durante 20 segundos.
- Se evaporó el solvente y se adelgazó la capa del adhesivo con aire de la jeringa triple durante 5 segundos.
- Se fotoactivó con lámpara de fotocurado durante 20 segundos.
- Se aplicó una 1era capa de Resina Compuesta en sentido oclusomesiovestibular.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.
- Se aplicó una 2da capa de Resina Compuesta en sentido oclusodistovestibular.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.
- Se aplicó una 3era capa de Resina Compuesta en sentido oclusomediopalatino/lingual.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.
- Se aplicó una 4ta capa de Resina Compuesta en sentido oclusodistopalatino/lingual.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.
- Se aplicó una 5ta capa de Resina Compuesta rellenado hasta oclusal.
- Se fotoactivó finalmente desde oclusal durante 1 minuto.

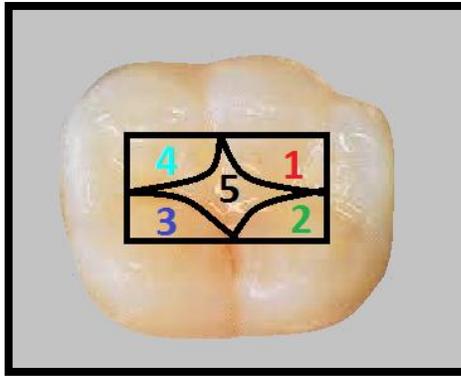


Figura N°5: técnica incremental oblicua

Grupo 2: Técnica Monoincremental (Control Positivo de filtración)

- Grabado ácido durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% sólo en esmalte, luego se lavó con spray de agua y secado con aire de la jeringa triple.
- Grabado ácido de esmalte y dentina durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% y fue secado con papel absorbente.
- Se aplicó una única capa de adhesivo single bond universal frotándose durante 20 segundos.
- Se evaporó el solvente y se adelgazó la capa del adhesivo con aire de la jeringa triple durante 5 segundos.
- Se fotoactivó con lámpara de fotocurado durante 20 segundos.
- Se aplicó un solo incremento de resina compuesta, el cual fue compactado durante 10 segundos.
- Finalmente, el material de resina compuesta se fotoactivó durante 1 minuto desde oclusal.

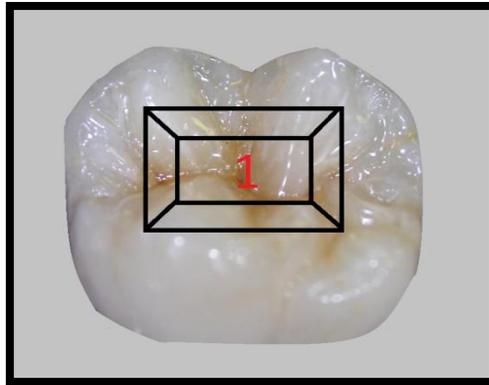


Figura N°6: técnica monoincremental.

Grupo 3: Técnica Incremental Horizontal

- Grabado ácido durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% sólo en esmalte, luego se lavó con spray de agua y secado con aire de la jeringa triple.
- Grabado ácido de esmalte y dentina durante 10 segundos con ácido ortofosfórico al 37% y fue secado con papel absorbente.
- Se aplicó una única capa de adhesivo single bond universal frotándose durante 20 segundos.
- Se evaporó el solvente y se adelgazó la capa del adhesivo con aire de la jeringa triple durante 5 segundos.
- Se fotoactivó con lámpara de fotocurado durante 20 segundos.
- Se aplicó una 1era capa de Resina Compuesta en sentido mesio/distal de un 1mm de grosor en el piso cavitario.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.
- Se aplicó una 2da capa de Resina Compuesta en sentido mesio/distal de un 1mm de grosor sobre la 1era capa.
- Se fotoactivó durante 30 segundos desde oclusal.

- Se aplicó una 3era capa de Resina Compuesta sobre la 2da capa, rellenando la cavidad.
- Se fotoactivó finalmente durante 1 minuto desde oclusal.

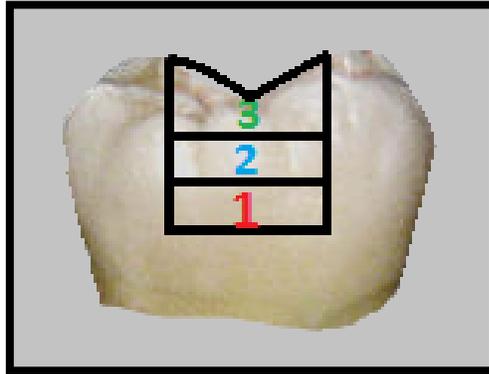


Figura N°7: técnica incremental horizontal.

1.5 Proceso Experimental.

Cada grupo experimental, fue puesto en recipientes de vidrio que fueron llevados a la estufa Pasteur a 37°C y 100% de humedad relativa durante 48 hrs. Una vez retirados de la estufa, se procedió al sellado de los ápices y conductos accesorios con Vidreo Vítreo de fraguado químico. Se pinceló una capa de cianoacrilato en las caras libres de las coronas y posteriormente se pinceló con 2 capas de barniz de uñas en las caras libres de las coronas. Finalmente se utilizó una matriz de silicona, la cual fue rellena con acrílico rosado de autocurado, sumergiéndose raíces y caras libres de los 60 molares, dejando sólo al descubierto la cara oclusal de ellos.

Este procedimiento se realizó para evitar la filtración de la restauración de resina compuesta desde otro lugar que no fuese por oclusal al momento de realizar el termociclado.

Posteriormente, los 3 grupos experimentales se sometieron a un proceso de termociclado que consistió en 100 ciclos donde cada ciclo contuvo 4 fases:

1era Fase: Vaso precipitado con solución acuosa de azul de metileno al 1% a temperatura de 5°C +/- 1°C durante 30 segundos.

2da Fase: Vaso precipitado con agua a temperatura ambiente durante 15 segundos.

3era Fase: Vaso precipitado con solución acuosa de azul de metileno al 1% a temperatura de 60°C +/- 2°C durante 30 segundos.

4ta Fase: Vaso precipitado con agua a temperatura ambiente durante 15 segundos.

Al finalizar los 100 ciclos, se lavaron los dientes con agua de la llave del laboratorio de ciencias biológicas de la Univesidad Finis Terrae.

Luego, se realizaron 2 cortes en las piezas dentarias; el primero en sentido transversal a 6 mm de la unión de la cara libre con la cara oclusal y el segundo corte se realizó en el segmento coronario en sentido mesio/distal.

Para realizar los cortes, se utilizaron discos adiamantados montados en un portadiscos con pieza de mano en el laboratorio de pre-clínico de la facultad de odontología de la universidad Finis Terrae.

Para controlar posibles sesgos dentro del estudio, se utilizaron 3 operadores. Uno para la realización de las cavidades, el segundo para las realización de las obturaciones y un tercero para la medición de la microfiltración, mediante lupa 10X, el cual es una persona experta en el tema.



Figura N° 8: microscopio óptico.

RESULTADOS

Los valores de filtración marginal se tabularon y se presentan en la siguiente tabla:

Nº de Muestra	Técnica 1	Técnica 2	Técnica 3
1	18.86	100	22.2
2	30.00	100	45.45
3	27.27	100	40.00
4	30.00	100	44.44
5	17.24	100	56.60
6	36.36	100	33.33
7	16.00	100	51.11
8	39.65	100	58.82
9	20.63	100	29.54
10	48.07	100	46.66
11	44.64	100	25.00
12	45.45	100	34.61
13	30.00	100	40.00
14	41.66	100	45.45
15	25.45	100	63.15
16	44.44	100	36.36
17	30.00	100	45.45
18	30.00	100	18.18
19	33.33	100	40.00
20	50.00	100	50.00

En esta tabla, la técnica N°1 corresponde a la técnica incremental oblicua, la técnica N°2 corresponde a la técnica monoincremental como control positivo de filtración y finalmente la técnica N°3 corresponde a la técnica incremental horizontal.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las tres técnicas estudiadas, fueron sometidas a un análisis de varianzas de un factor (ANOVA one way), con un nivel de error $\alpha = 0,05$.

Nº de Muestra	Técnica 1	Técnica 2	Técnica 3
1	0,1886	1,0000	0,2220
2	0,3000	1,0000	0,4545
3	0,2727	1,0000	0,4000
4	0,3000	1,0000	0,4444
5	0,1724	1,0000	0,5660
6	0,3636	1,0000	0,3333
7	0,1600	1,0000	0,5111
8	0,3965	1,0000	0,5882
9	0,2063	1,0000	0,2954
10	0,4807	1,0000	0,4666
11	0,4464	1,0000	0,2500
12	0,4545	1,0000	0,3461
13	0,3000	1,0000	0,4000
14	0,4166	1,0000	0,4545
15	0,2545	1,0000	0,6315
16	0,4444	1,0000	0,3636
17	0,3000	1,0000	0,4545
18	0,3000	1,0000	0,1818
19	0,3333	1,0000	0,4000
20	0,5000	1,0000	0,5000
PROMEDIO	0,3295	1,0000	0,4132
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,1050	0,0000	0,1197
MEDIANA	0,3000	1,0000	0,4222
MODA	0,3000	1,0000	0,4545

Al comparar las tres técnicas, la probabilidad de que existan diferencias en la filtración promedio de las técnicas es **casi absoluta**, cercana al 100%.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5,339317525	2	2,669658763	316,038719	1,41839E-31	3,158842719
Dentro de los grupos	0,481493375	57	0,008447252			
Total	5,8208109	59				

RESUMEN							
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	<i>Desviación estandar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Técnica 1	20	6,5905	33,0%	0,0110169	10,5%	22,5%	43,4%
Técnica 2	20	20	100,0%	0	0,0%	100,0%	100,0%
Técnica 3	20	8,2635	41,3%	0,01432485	12,0%	29,3%	53,3%

La técnica dos presenta 100% de infiltración. Se observa una menor infiltración en los grupos correspondientes a las técnicas uno y tres, con un 33% y un 41.3% respectivamente.

Si comparamos los rangos de desviación estándar entre las técnicas uno y tres, estos tienen una variación de un 20.9% y un 24% respectivamente (mínimo de 22.5% y un máximo de 43.4% para la técnica uno y un mínimo de 29.3% y un máximo de 53.3% para la técnica tres). La desviación estándar de la técnica dos es igual a cero.

Si comparamos de manera separada dos de las tres técnicas analizadas, con un error alfa de 0.05., la técnica dos presenta una probabilidad casi del 100% de infiltración, en relación a las técnicas uno y tres respectivamente.

N° de Muestra	Técnica 1	Técnica 2
1	0,1886	1,0000
2	0,3000	1,0000
3	0,2727	1,0000
4	0,3000	1,0000
5	0,1724	1,0000
6	0,3636	1,0000
7	0,1600	1,0000
8	0,3965	1,0000
9	0,2063	1,0000
10	0,4807	1,0000
11	0,4464	1,0000
12	0,4545	1,0000
13	0,3000	1,0000
14	0,4166	1,0000
15	0,2545	1,0000
16	0,4444	1,0000
17	0,3000	1,0000
18	0,3000	1,0000
19	0,3333	1,0000
20	0,5000	1,0000
PROMEDIO	0,3295	1,0000
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,1050	0,0000
MEDIANA	0,3000	1,0000
MODA	0,3000	1,0000

Al ser comparada la técnica dos con la técnica uno, el nivel de probabilidad de error entre grupos es de **2,72855699548541E-27**.

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Técnica 1	20	6,5905	33,0%	0,0110169	10,5%	22,5%	43,4%
Técnica 2	20	20	100,0%	0	0,0%	100,0%	100,0%

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,49536726	1	4,49536726	816,085473	2,73E-27	4,09817173
Dentro de los grupos	0,20932116	38	0,00550845			
Total	4,70468841	39				

N° de Muestra	Técnica 2	Técnica 3
1	1,0000	0,2220
2	1,0000	0,4545
3	1,0000	0,4000
4	1,0000	0,4444
5	1,0000	0,5660
6	1,0000	0,3333
7	1,0000	0,5111
8	1,0000	0,5882
9	1,0000	0,2954
10	1,0000	0,4666
11	1,0000	0,2500
12	1,0000	0,3461
13	1,0000	0,4000
14	1,0000	0,4545
15	1,0000	0,6315
16	1,0000	0,3636
17	1,0000	0,4545
18	1,0000	0,1818
19	1,0000	0,4000
20	1,0000	0,5000
PROMEDIO	1,0000	0,4132
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,0000	0,1197
MEDIANA	1,0000	0,4222
MODA	1,0000	0,4545

Por otra parte, si comparamos la técnica dos con la técnica tres, el nivel de probabilidad de error es de **3,59645972893455E-23**. Se rechaza por lo tanto la hipótesis nula en ambas comparaciones grupales.

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
Técnica 2	20	20	100,0%	0	0,0%	100,0%	100,0%
Técnica 3	20	8,2635	41,3%	0,01432485	12,0%	29,3%	53,3%

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,44363581	1	3,44363581	480,791764	3,60E-23	4,09817173
Dentro de los grupos	0,27217222	38	0,00716243			
Total	3,71580802	39				

Quando comparamos de manera separada la técnica uno y tres, con un error alfa 0.05.

Nº de Muestra	Técnica 1	Técnica 3
1	0,1886	0,2220
2	0,3000	0,4545
3	0,2727	0,4000
4	0,3000	0,4444
5	0,1724	0,5660
6	0,3636	0,3333
7	0,1600	0,5111
8	0,3965	0,5882
9	0,2063	0,2954
10	0,4807	0,4666
11	0,4464	0,2500
12	0,4545	0,3461
13	0,3000	0,4000
14	0,4166	0,4545
15	0,2545	0,6315
16	0,4444	0,3636
17	0,3000	0,4545
18	0,3000	0,1818
19	0,3333	0,4000
20	0,5000	0,5000
PROMEDIO	0,3295	0,4132
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,1050	0,1197
MEDIANA	0,3000	0,4222
MODA	0,3000	0,4545

La probabilidad de error de que existan diferencias de infiltración es de **0,0240704528690182**. La técnica que presenta el menor grado de infiltración es la técnica 1, con un 33 %. La técnica 3 tiene un grado de infiltración de un 41,3 %.

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Técnica 1	20	6,5905	33,0%	0,0110169	10,5%	22,5%	43,4%
Técnica 3	20	8,2635	41,3%	0,01432485	12,0%	29,3%	53,3%

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,069973225	1	0,06997323	5,52236581	0,02407045	4,09817173
Dentro de los grupos	0,481493375	38	0,01267088			
Total	0,5514666	39				

Se rechaza por lo tanto la hipótesis nula, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas empleadas, siendo la de menor infiltración la técnica uno (33% de infiltración promedio), seguido por la técnica tres (41.3% de infiltración promedio) y finalmente la técnica dos, que presenta la mayor infiltración (100%). Las diferencias se presentan al analizar los tres grupos en conjunto, como relaciones de dos grupos.

Se concluye, con las limitaciones del estudio, que la técnica uno logra menor infiltración al ser comparadas con la técnica dos y la técnica tres. Es importante mencionar que la técnica puede tener limitaciones relacionadas al tamaño muestral, por lo que se sugiere replicar el presente estudio con un tamaño muestral mayor.

DISCUSIÓN

Hoy en día, las resinas compuestas son el material de primera elección en la práctica odontológica cuando se realizan obturaciones de forma directa. A pesar de las múltiples ventajas del material, la contracción por polimerización y el estrés asociado a ella, continúa siendo una gran preocupación en la práctica odontológica general.

Este estrés producido durante la contracción por polimerización puede provocar fallas en el sellado marginal en la interfase diente-restauración.

Se han propuesto varios métodos clínicos para reducir este estrés. Las técnicas incrementales; horizontal y oblicua entre otras, se presentan como capaces de disminuir este efecto mediante una reducción en el volumen de material a utilizar y el factor C. No obstante, no se tiene claridad en cuál sería la técnica incremental que asegura un mejor sellado marginal, ya que ninguna técnica es capaz de eliminar totalmente la filtración marginal.

Se analizó en el presente estudio, el porcentaje de filtración marginal en ambas técnicas, tanto incremental oblicua como incremental horizontal, teniendo como control positivo de filtración la técnica monoincremental, la cuál presentó una filtración del 100%.



Figura N°8: Pieza dentaria con corte mesio/distal en técnica monoincremental.

Al comparar los porcentajes de filtración marginal entre la técnica incremental oblicua y la técnica incremental horizontal, se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas, presentando la técnica incremental oblicua un menor porcentaje de filtración marginal, llegando a un 33%, en cambio la técnica incremental horizontal tuvo un mayor porcentaje de filtración marginal llegando a un 41.3%.



Figura N°9: Pieza dentaria con corte mesio/distal en técnica incremental horizontal.

Por lo tanto, y en acuerdo a los resultados, podemos plantear que la técnica incremental oblicua es la mejor técnica de elección a la hora de controlar el estrés producido durante la contracción de polimerización.



Figura N°10: Pieza dentaria con corte mesio/distal en técnica incremental oblicua.

Esto puede explicarse, a través del concepto del factor C, ya que en este se plantea que cuanto mayor sea el número de paredes a la cual la resina compuesta este adherida, versus las paredes no adheridas, mayor será el valor de este factor, produciéndose así una mayor generación de estrés en la interfase diente-restauración.

En una cavidad clase I, el factor C se presenta de la manera más alta. Sin embargo, al utilizarse la técnica incremental oblicua, se disminuyen las superficies adheridas del material a la pieza dentaria, dejando una superficie libre para que la resina compuesta pueda fluir hacia las paredes adheridas, disminuyendo así el factor C en cada incremento. Dejando así en evidencia, que sería la técnica de elección en obturaciones con un alto factor C.

Hansen EK, planteó en 1986 al comparar en cavidades profundas la aplicación del material de resina compuesta en capas paralelas a la superficie libre (horizontalmente), que no se produce una disminución significativa de la brecha marginal, mientras que al utilizar capas oblicuas del material, se produce una disminución cercana al 25% en la brecha marginal, corroborando que la técnica incremental oblicua asegura de mejor manera el sellado marginal. Así también

fue planteado por Lutz y cols. en 1991, en su estudio acerca de la calidad y durabilidad de la adaptación marginal en restauraciones con resina compuesta.

En un estudio realizado el año 2009 por Moezyzadeh M. y cols., se estudió el efecto del uso de diferentes técnicas de inserción del material sobre el sellado marginal en cavidades clase V con resina compuesta. Este estudio presentó 5 técnicas de inserción del material; (1) incrementos horizontales (gingivo-oclusal), (2) incrementos horizontales (ocluso-gingivales), (3) incrementos oblicuos (gingivo-oclusales), (4) incrementos oblicuos (ocluso-gingivales) y (5) técnica en bloque o monoincremental. Las muestras se sometieron a 500 ciclos de termociclado y posteriormente seccionados para su evaluación en lupa 16X. De acuerdo a los resultados obtenidos, entre sus conclusiones se encontró que la técnica incremental oblicua (gingivo-oclusal) mostró los menores valores de filtración marginal, mientras que la técnica monoincremental presentó los valores más altos, seguida de la técnica incremental horizontal (gingivo-oclusal), y finalmente la técnica incremental horizontal (ocluso-gingival), y la técnica incremental oblicua (ocluso-gingival), respectivamente.

Braig M.M. y cols en el año 2012, evaluaron el sellado marginal usando distintas técnicas para la inserción del material de resina compuesta y liners en preparaciones cavitarias con un alto factor C, obteniendo los mejores resultados para la técnica incremental oblicua, estadísticamente significativos cuando se compararon con la técnica incremental horizontal y en bloque. Resultados en concordancia con lo planteado en el presente estudio.

Los resultados del presente estudio coinciden con los encontrados con investigaciones previas ^(18, 35, 79-81), pero no está en acuerdo con otros autores ^(31, 36, 83-86). Sin embargo, cabe destacar las diferencias en los procedimientos

experimentales de cada estudio en comparación, como por ejemplo en el tipo de preparación cavitaria, el tipo de adhesivo, el tipo de termociclado, entre otros.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se rechaza la hipótesis nula.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a la metodología utilizada en el presente estudio y a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- Se descarta el uso de la técnica monoincremental al ser utilizada con resina compuesta convencional en obturaciones clase I, ya que no otorga sellado marginal en la interfase diente-restauración.
- La mejor técnica a utilizar en el área clínica en restauraciones clase I con resina compuesta convencional, es la técnica incremental oblicua ya que presenta diferencias estadísticamente significativas en relación a la técnica incremental horizontal (33% versus 41.3% respectivamente).
- En virtud de lo anterior, se rechaza en este estudio la hipótesis nula. “Las restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua y horizontal no presentan diferencias en el grado de sellado marginal obtenido”.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Borjou-Escribano A, For-Galve P. Composite resins. A review of materials and clinical indications. *Med Oral Patol. Oral Cir. Bucal.* 2006; 11: 215-20.
- 2.- Lekha S, Kusum B, Gururaj N. The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high Cfactor: An in vitro study. *J Conserv. Dent.* 2008 Jul-Sep; 11(3): 112-116.
- 3.- Jordan RE, Suzuki M. Posterior composite restorations: where and how they work best. *JADA.* 1991; 122(12): 30-37.
- 4.- Christensen GJ. Amalgam vs. composite resin. *JADA.* 1998; 129: 1757-1759.
- 5.- Hansen EK. Visible light cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansions. *Scans. J. Dent. Res.* 1982 Aug; 90 (4): 329-335.
- 6.- Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite–dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *Journal of Dental Research.* 1984; 63(12): 1396-1399.
- 7.- Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131(4): 497-503.
- 8.- Brannstrom M. The cause of postoperative sensitivity and its prevention. *Journal of Endodontics.* 1986; 12: 475-481.
- 9.- Cox CF. Microleakage related to restorative procedures. *Proc. Finn Dent. Soc.* 1992; 88: 83-93.
- 10.- Sarcev I, Petronijevic B, Atanackovic. A biomechanical model for a new incremental technique for tooth restoration. *Acta of Bioengineering and Biomechanics.* 2012; 14 (3): 85.
- 11.- Bardwell S, Deliperi DN. An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J. Am. Dent. Assoc.* 2002; 133(10): 1387-1398.

- 12.- Rodriguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en Resinas Compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008; 46: 19.
- 13.- Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. *Operative Dental*. 1996; 21: 17-24.
- 14.- Swift E, Jr, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int*. 1995; 26: 95-110.
- 15.- Koran P, Kurschner R. Effect of sequential versus continuous irradiation of light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization. *Am J Dent*. 1998; 11: 17–22.
- 16.- Lutz F, Krijci I, Barbkow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded Composite restorations. *Dent. Mat*. 1991; 7: 107-113.
- 17.- Mixson JM, Eick JD, Moore DL, Tira DE. Effect of two dentin bonding agents on microleakage in two different cavity designs. *J. Prosthet Dent*. 1992; 67: 441-445.
- 18.- Hansen EK. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dental cavities. *J. Dent Res*. 1986; 65: 1319-1321.
- 19.- Versluis A Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental technique reduces polymerization shrinkage stresses?. *J Dent Res*. 1996; 75: 871-878.
- 20.- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite restorations in relation to the configuration of the restoration. *J. Dent. Res*. 1987; 66(11): 1636-1639.
- 21.- Valencia C. C-factor in operative dentistry. *Revista ADM*. Mar.-Ab. 2010; XVII (2): 83- 87.
- 22.- Jensen ME, Chan DCN. Polymerization shrinkage and microleakage in posterior composite resin dental restorative materials. The Netherlands: Peter Szulc Publishing Co.; 1985.
- 23.- McCulloch AJ, Smith BG. In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. *Br. Dent. J*. 1986; 161: 405-409.

- 24.- Lutz F, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.* 1986; 17: 777-784.
- 25.- Segura A, Donly KJ. In vitro posterior composite polymerization recovery following hygroscopic expansion. *J. Oral Rehab.* 1993; 20: 495-499.
- 26.- Suliman AA, Boyer DB, Lakes RS. Cusp movement in premolars resulting from composite polymerization shrinkage. *Dent. Mater.* 1993; 9: 6-10.
- 27.- Figueiredo Reis A, Giannini M, Ambrosano GM, Chan DC. The effects of filling techniques and a lowviscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J. Dent.* 2003; 31: 59-66.
- 28.- Macorra-García J. Polymerization contraction of composite resin restorative materials. *Odontologia Conservadora.* 1999; 2: 24- 35.
- 29.- Donly KJ, Jensen ME. Posterior composite polymerization shrinkage in primary teeth: an in vitro comparison of three techniques. *Pediatric Dent.* 1986; 8: 209-212.
- 30.- Versluis A, Douglac WH, Cross M y Sakapchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage shesses? *J. Dent. Res.* 1996; 75(3): 871-878.
- 31.- Park J, Chang J, Ferracane J, Lee I-B. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?. *Dental Materials.* 2008; 24: 1501-1505.
- 32.- Petrovic L, Drobaca M, Stojanaca I, Atanackovic T. A method of improving marginal adaptation by elimination of singular stress point in composite restorations during resin photo-polymerization. *Dental Materials.* 2010; 26: 449-455.
- 33.- Feilrer A, de Gee AJ y Davidsan CL. Curing contraction of composites and glassionomer cements. *J. Pros. Dent.* 1998; 59(3): 297-300.
- 34.- Spreafico RC, Gagliani M. Composite resin restorations on posterior teeth. *Quintessence.* 2000; 3:253-276.

- 35.- Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J. Prosthetic Dent.* 1992; 67(1): 62-66.
- 36.- Dietschi D, Argente A, Krejci I, and Mandikos M. In Vitro Performance of Class I and II Composite Restorations: A Literature Review on Nondestructive Laboratory Trials-Part I. *Operative Dentistry.* 2013 Sep/Oct; 38 (5): 166-181.
- 37.- Leinfelder K. Composite Resins. *Dent. Clin. North. Amer.* 1985; 29: 359-372.
- 38.- Albers H. *Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales.* 1era ed. Barcelona: Labor; 1988.
- 39.- Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidel methacrylate. 1962; 3 : 112.
- 40.- Ada C. Direct and indirect restorative materials. *JADA.* 2003; 134 (4): 463-472.
- 41.- Anusavice KP. *Ciencia de los Materiales Dentales.* 11ª.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004.
- 42.- Chain MB. *Restauraciones Estéticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores.* Sao Paulo, Brasil: Artes Médicas; 2001.
- 43.- Craig RG, O'Brien WJ, Powers JM. *Materiales Dentales.* 6ta ed. Madrid, España. Editorial Mosby; 1996.
- 44.- Uribe J. *Operatoria Dental Ciencia y Práctica.* Madrid, España: Avances Medico Dentales; 1990.
- 45.- Henostroza G., et al. *Estética en Odontología Restauradora.* Madrid, España: Medica Ripano; 2006.
- 46.- Alves J, Nogueira E. *Estética Odontológica Nueva Generación.* Sao Paulo, Brasil: Artes Medicas Latinoamericana; 2003.
- 47.- Beun S, et al. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent. Mat.* 2007; (23): 51-59.
- 48.- Wakefield C, Kofford K. Advances in restorative materials. *Dent. Clin. North Am.* 2001; 45(1):7-29.

- 49.- Ferracane J. Current trends in dental composite. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 1995; 6(4): 302-318.
- 50.- Lopez G. et al. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int.* 2002; 33: 213-244.
- 51.- Giaghetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Gradini R. A review of polymerization shrinkage stress; current techniques for posterior direct resin restorations. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2006 Sept.; 4 (7): 79-88.
- 52.- Gómez M, Campos A. *Histología y embriología bucodental*. 2ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2002.
- 53.- Moncada G, Urzúa I, Lagraña G, Oyarzun A, Mustakis A, Aranguiz V, et al. *Cariología Clínica*. Santiago, Chile: Editores Gustavo Moncada C, Iván Urzúa A; 2008.
- 54.- Carvalho R, Busato A, Borgia E, Henostroza G, Costa C, Corts J, et al. *Adhesión en Odontología Restauradora*. Curitiba, Brasil: Maio; 2003.
- 55.- Watson V, Armellini D. Adhesión estado actual. *Act. Odont. Ven.* 1996; 34(1): 11-16.
- 56.- Cova J. *Biomateriales Dentales*. Bogotá, Colombia: Amolca; 2004.
- 57.- Toledano M. et al. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am. J. of Dent.* 2001; 14(4): 205-210.
- 58.- Munksgaar E, et al. Dentin polimer bond promoted by Gluma and various resins. *J. Dent. Res.* 1985; 64: 1409-1411.
- 59.- Fusuyama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion to enamel and dentin. *J. of Dent. Rest.* 1979; 58(4): 1364-137.
- 60.- Van Meerbeek B, et al. The clinical performance of adhesives. *J. of Dent.* 1998; 26(1): 1-20.
- 61.- Swift E, et al. Dentin/Enamel adhesives: Review of the literature. *Pediatric Dent.* 2002; 24(5): 451-456.
- 62.- Macchi R. *Materiales Dentales*. 3era ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2000.

- 63.- Cuevas C. Resina Polimerizada por apertura de anillos, nueva posibilidad de material compuesto en Odontología. Tesina para obtener título de Licenciado en Cirujano Dentista, San Agustín Tlaxiaca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Mayo 2010.
- 64.- Chikawa H, Inai N, Cho E, Kishkawa R, Otsuki M, Foxton R.M, Tagami J. Effect of incremental filling technique on adhesion of light-cured resin composite to cavity floor. *Dent. Mater.* 2006; 25: 503-508.
- 65.- Suh BI. Controlling and understanding the polymerization shrinkage induced stresses in light-cured composites. *Compend. Cont. Educ. Dent.* 1999; 20 (25): 34-41.
- 66.- Sakaguchi RL. A review of the curing mechanics of composites and their significance in dental applications. *Compend. Cont. Educ. Dent.* 1999; 20 (25): 16-23.
- 67.- Rueggerberg E. Contemporary issues in photocuring. *Compend. Cont. Educ. Dent.* 1999; 20 (25): 4-15.
- 68.- Kanca J, Suh B.I. Pulse activation: Reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. *Am. J. Dent.* 1999; 12 (3): 107-112.
- 69.- Versluis A, Tantbirojn O. Theoretical considerations of contraction stress. *Commend. Cont. Educe. Dent.* 1999; 20 (25): 24-32.
- 70.- Linden LA, Jakubiak J. Contraction shrinkage in polymerization. Part II. Dental resin composites. 2001; 46(9): 590-5.
- 71.- Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stress produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials.* 2005; 21: 36-42.
- 72.- Miguel A, de la Macorra JC. A predictive formula of the contraction stress in restorative and luting materials attending to free and adhered surfaces, volume and deformation. *Dental Materials.* 2001;17:241-6.

- 73.- Braga RR, Ballester Y, Ferracane JL. Factor involved in development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental Materials*. 2005; 21: 962–70.
- 74.- Ferracane JL. Placing dental composites a stressful experience. *Operative Dentistry*. 2008; 33 (3): 247–57.
- 75.- Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dental Materials*. 2007; 23: 288–295.
- 76.- Davidson CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J. Prosthetic Dent*. 1986; 55: 446-447.
- 77.- Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankeberger R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dental Materials*. 2004; 20: 579–585.
- 78.- Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of Dentistry*. 1997; 25: 435–440.
- 79.- Hansen EK, Asmussen E. Comparative study of dentin adhesives. *Scand. J. Dent. Res*. 1985 Jun; 93(3): 280-7.
- 80.- Moezyzadeh M, Kazemipoor M. Effect of Different Placement Techniques on Microleakage of Class V Composite Restorations. *Journal of Dentistry*. 2009; 6 (3): 121-125.
- 81.- Baig MM, Mustafa M, Al-Jeaidi ZA, Al-Muhaiza M. Microleakage evaluation in restorations using different resin composite insertion techniques and liners in preparations with high c-factor – An in vitro study. Dept. of Conservative Dental Sciences, College of Dentistry, Salman Bin Abdulaziz University. 2012 Dec. 14.
- 82.- Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives, *Journal of Dentistry*. 1997; 25 (6): 435–440.

- 83.- Schneider LF, Cavalcante LM, Silikas N. Shrinkage Stresses Generated during Resin-Composite Applications: A Review. *J. Dent. Biomech.* 2010; 3(1): 96-100.
- 84.- St Georges A, Wider AD, Perdigao J, Swift Jr E. Microleakage of class V composites using different placement. and curing techniques. An in vitro study. *Am. J. Dent.* 2002; 15: 244–247.
- 85.- Costa K M, Acosta AC, Ccahana-Vásquez R A, Consani S. Influence of filling techniques on shrinkage stress in dental composite restorations. *Journal of Dental Sciences.* 2013; 8: 53-60.
- 86.- Duarte S, Dinelli W, Carmona da Silva MH. Influencia de la técnica de inserción del composite en preparaciones con un factor C elevado. *Quintessence Int.* 2007; 38(10): 829-35.

Anexo N°1 FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DE LA INVESTIGACION:

“Análisis in vitro del sellado marginal obtenido al utilizar 3 diferentes técnicas incrementales de resina compuesta; monoincremental, oblicua y horizontal en cavidades tipo Clase I”

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no (o permitir participar a su hijo/a o familiar) en una investigación médica.

Los alumnos Valeska Silva Bustos y Mitzi Urra Díaz, como alumnos de sexto año de Odontología de la Universidad Finis Terrae, están realizando un estudio cuyo objetivo principal es: “Evaluar el grado de sellado marginal obtenido con 3 técnicas incrementales distintas en cavidades tipo clase I con resina compuesta convencional.”

Nuestro estudio pretende evaluar el sellado marginal obtenido al utilizar 3 técnicas incrementales distintas; monoincremental, oblicua y horizontal, en cavidades clase I con resina compuesta, para lo cual se requiere realizar las pruebas sobre piezas dentarias sanas.

Usted ha concurrido a esta Clínica porque requiere extraerse algunos molares por indicación de su Odontólogo. Por esta razón le solicitamos nos permita utilizar las piezas molares que le serán extraídas en las clínicas y pabellones de Cirugía de la Universidad Finis Terrae, las que serán usadas únicamente para el propósito de esta investigación.

Las muestras serán almacenadas indefinidamente, en un medio acuoso de suero fisiológico y formalina, hasta su utilización en el laboratorio para el fin anteriormente explicado.

Usted (o su hijo/a o familiar) no se beneficiará por participar en esta investigación médica. Sin embargo, la información que se obtenga será de gran utilidad para conocer más acerca del comportamiento de los Biomateriales mencionados y los alcances que ellos puedan tener en optimizar los resultados clínicos de las terapias a realizar con ellos.

Esto no tendrá costos para Ud. (su hijo/a o familiar). Es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo su nombre (o de su hijo/a o familiar) no será divulgado.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención médica que le preste nuestra institución.

Para cualquier duda, favor contactar a:

Nombre de los investigadores: Valeska Silva Bustos

Mitzi Urra Díaz

Teléfonos de los investigadores: 96115524

57327353

Se me ha explicado el propósito de esta investigación médica (o a mi hijo/a o familiar). Firmo este documento voluntariamente. Se me entregará una copia firmada de este documento.

Nombre del Participante

Nombre del padre/madre (o apoderado legal)

Individuo que obtiene Consentimiento (nombre y firma)