



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL DE
RESTAURACIONES INDIRECTAS CEMENTADAS CON
DIFERENTES TIPOS DE CEMENTOS DE RESINA COMPUESTA
EXISTENTES EN EL MERCADO NACIONAL**

NICOLE GIGOUX KOCH

VICTORIA PARRA VIDAL

Memoria presentada a la Facultad de Odontología para optar al grado de Cirujano
Dentista.

Profesor Guía: Dr. Marcelo Bader Mattar

Santiago, Chile

2013

Agradecimientos:

Al Dr. Marcelo Bader M, por confiar en mí y guiarme con entusiasmo y comprensión en mi formación profesional. Gracias por toda su paciencia, tiempo, dedicación y buen humor durante el desarrollo de mi tesis.

A mis hermanos, Gastón y Carolina, por su apoyo y comprensión sobre todo durante este último periodo. Gracias por confiar en mí y darme las herramientas necesarias para lograr mis objetivos.

A Felipe Chacón, por ser un pilar fundamental ante toda adversidad. Gracias por entregarme tu amor, ánimo y compañía cada día y enseñarme a no rendirme jamás.

A mis amigos, en especial a Juan Hormazábal, por darme su apoyo, acompañarme y ayudarme durante mi carrera, conteniéndome en situaciones de complejidad y enseñándome el verdadero sentido del compañerismo y amistad.

A todas las funcionarias UFT, en especial a Grace, Angélica, Irene y Emma por ayudarme en todos aquellos momentos en que necesité ayuda, consejos o simplemente un abrazo.

A mis docentes, por entregarme los conocimientos y competencias necesarias para desarrollarme integralmente como estudiante y futura profesional.

Nicole Gigoux Koch.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme esta experiencia llena de aprendizajes.

A mi hermana Miriam Gárate por ser un pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Gracias por el amor incondicional, por creer en mí, por los ejemplos de perseverancia y constancia, y por entregarme las herramientas necesarias para lograr mis objetivos.

A Carlos Toloza, por ser parte importante en mi vida, gracias por entregarme tu amor, por estar presente y apoyarme en todo momento.

A mis amigos por acompañarme durante toda mi carrera. En especial Angélica Ortega por compartir los buenos momentos, gracias por aconsejarme y motivarme en los momentos difíciles, pero por sobre todo, por ser una excelente amiga.

A las funcionarias de la Clínica Odontológica UFT, por estar en los momentos de alegría, y por apoyarme en momentos difíciles en los que necesite una palabra de aliento. En especial a Emma Monje, Grace Martínez y Verónica Rojas.

Al Dr. Marcelo Bader por su amabilidad, disposición y paciencia. Gracias por el tiempo que dedico para que este trabajo culminara exitosamente, por confiar y guiarme en mi formación profesional.

A mis docentes, aquellos que marcaron cada etapa, que me entregaron sus conocimientos y motivación para convertirme en una excelente profesional.

Victoria Parra Vidal.

Resumen

En el presente estudio, se evaluó el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas, cementadas con diferentes tipos de cementos de resina compuesta tanto convencionales como autoadhesivos existentes en el mercado nacional.

Para realizar la medición, se utilizaron 90 molares sanos recientemente extraídos en los cuales se realizaron 2 preparaciones cavitarias, una por vestibular y otra por palatino y/o lingual. Las dimensiones fueron estandarizadas en 5 mm de ancho, 4 mm de alto y 3 mm de profundidad.

Se utilizaron tres marcas: **3M** (cemento convencional RelyX ARC y cemento autoadhesivo RelyX U200), **Dentsply** (cemento Calibra convencional y SmartCem 2 autoadhesivo) y **Bisco** (cemento convencional Duolink y cemento Biscem autoadhesivo). En las caras vestibulares de las muestras, se cementaron las restauraciones indirectas con cemento autoadhesivo, mientras que en la cara palatina y/o lingual, se utilizó el cemento convencional, ambos de la misma marca. Luego, las muestras fueron sometidas a un régimen de termociclado de 100 ciclos entre 5° C y 65°C.

A continuación, se realizaron cortes transversales con discos diamantados abarcando las dos restauraciones realizadas, las cuales se observaron en microscopio óptico con aumento de lupa con una grilla graduada para establecer el grado de penetración del colorante. Los resultados fueron expresados en porcentajes y analizados estadísticamente.

Tanto 3M como Dentsply, no arrojaron diferencias significativas en la filtración marginal entre ambos grupos. Bisco por su parte, arrojó diferencias estadísticamente significativas en la filtración marginal los dos grupos, siendo el cemento de resina autoadhesivo Biscem quien obtuvo el menor porcentaje de filtración.

Índice

| | |
|---------------------------------|----|
| Introducción..... | 1 |
| Marco Teórico..... | 6 |
| Hipótesis..... | 30 |
| Objetivo General..... | 30 |
| Objetivos Específicos..... | 30 |
| Materiales y Métodos..... | 32 |
| Resultados..... | 37 |
| Análisis de los Resultados..... | 43 |
| Discusión..... | 49 |
| Conclusión..... | 53 |
| Sugerencias..... | 55 |
| Bibliografía..... | 56 |
| Anexos..... | 67 |

Introducción

Existen distintos tipos de materiales de cementación utilizados para poder adherir restauraciones indirectas a la pieza dentaria, de acuerdo a lo cual, el procedimiento de cementación puede ser de tipo convencional (cementos fraguables) o adhesiva (cementos de Resina Compuesta).

Los cementos a base de resinas compuestas endurecen a través de una reacción de polimerización, la cual se inicia a partir de monómeros, los que, por reacciones químicas entre ellos forman partículas de mayor tamaño o polímeros. Para lograr que esto suceda, los monómeros deben ser activados mediante un iniciador que formará radicales libres en los monómeros, convirtiéndose en sustancias altamente reactivas por tener un electrón impar. ⁽¹⁾

Los cementos derivados de las resinas compuestas pueden ser activados de diferentes maneras:

Cementos de Resinas Compuestas activados químicamente o de autopolimerización: estos cementos carecen de óptimas características estéticas, por su falta de estabilidad de color, pero tienen la ventaja de poder polimerizar en regiones donde no llega la luz, por ejemplo en cementación de coronas de cerámica sobre metal. ⁽¹⁾

Cementos de Resinas Compuestas activados por Luz: Dentro de sus ventajas están su estabilidad del color a través del tiempo, fácil manipulación y tiempo de trabajo, y facilita la eliminación de excesos antes del endurecimiento. El mayor inconveniente es que en preparaciones muy profundas, no alcanzará a llegar suficiente cantidad de luz produciendo una polimerización incompleta, disminuyendo la adhesión. Este tipo de cementos está indicado para la cementación de incrustaciones de poco espesor y translúcidas (como por ejemplo para la cementación de carillas).

Cementos de Resina Compuesta de activación mixta o dual: Es el sistema que combina los dos sistemas anteriores, por lo que si el material no logra ser activado por la luz, polimerizará mediante la reacción de autopolimerización, mejorando las propiedades físicas del cemento. Están indicados para incrustaciones de grosor mayor a 2,5 mm o en restauraciones que puedan impedir la penetración de la luz.
(1)

La naturaleza química de las resinas compuestas impide la unión específica del material a la estructura dentaria, para lo cual se requiere de un acondicionamiento previo de ella y del uso de sistemas de adhesión que permitan unir la restauración al cemento y el cemento a la pieza dentaria. (1)

Los procedimientos generales de cementación de restauraciones indirectas con cementos de resina compuesta son los siguientes:

Tratamiento de la superficie de la restauración:

1. Acondicionamiento de la cara interna de la restauración y silanizado.
2. Aplicar adhesivo en la restauración, una capa muy fina que no cree desajustes.

Tratamiento de la superficie dentaria:

1. Grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 30-37%, la dentina se acondiciona por 10 segundos, esmalte se acondiciona por 20 segundos.
2. Irrigar con agua para eliminar el ácido y minerales dentinarios disueltos.
3. Secar con aire, protegiendo la dentina con mota de papel absorbente.
4. Dependiendo del sistema adhesivo, se colocarán una o dos capas de él.
5. Soplar con aire de la jeringa triple, para eliminar el solvente y adelgazar la capa de adhesivo.
6. Fotoactivación.
7. Mezclar el cemento de resina, según las indicaciones del fabricante.

8. Aplicar el cemento en la cara interna de la restauración.
9. Posicionar la restauración en la cavidad, y retirar los excesos.
10. Fotoactivar por 60 segundos. ^(1,2)

Entre las ventajas que tiene utilizar un sistema de cementación adhesiva, se puede mencionar que cumple con un rol estético, son los cementos menos solubles en el medio bucal en comparación con otros cementos y logran un buen nivel de retención micromecánica entre la restauración y el diente.

Algunas de las desventajas de la cementación adhesiva son que exige el conocimiento de las técnicas adhesivas, requiere de una manipulación de mayor complejidad y por el número de pasos consume mayor cantidad de tiempo clínico. Quizás una de las desventajas más significativas de la técnica adhesiva con sistema de adhesión de grabado ácido, es el riesgo de generar sensibilidad postoperatoria, la que se produciría principalmente porque al retirar por completo el barro dentinario, quedan expuestos los túbulos, por lo que si existiese una falla en el sellado de éstos, la pulpa dentina quedaría expuesta a la acción de posibles agentes irritantes de tipo químico físico o biológico los que generarían sensibilidad.

⁽³⁾

Para evitar la problemática anterior, se simplificaron los pasos clínicos y se desarrollaron los cementos de resina compuesta autoadhesivos, en los cuales la adhesión se produce a expensas del barro dentinario, lo que se asocia a una menor sensibilidad postoperatoria.

Los cementos de resina autoadhesivos, están diseñados para adherirse a la estructura dental sin el requisito de un adhesivo y un grabado ácido por separado.

Los procedimientos generales de restauraciones indirectas con cementos de resina autoadhesivos son los siguientes:

Tratamiento de la superficie de la restauración:

1. Acondicionamiento de la cara interna de la restauración y silanizado.
2. Aplicar adhesivo en la restauración, una capa muy fina que no cree desajustes.

Tratamiento de la superficie dentaria: ^(4, 5, 6)

1. Limpiar la preparación con piedra pómez y agua. Enjuagar abundantemente.
2. Con la ayuda de papel absorbente, absorber el agua restante en la cavidad, cuidando de no resecarla.
3. Aplicar cemento en las superficies internas de la restauración.
4. Asentar la restauración y retirar el cemento sobrante, para facilitar la eliminación del cemento sobrante, polimerizar ligeramente los márgenes durante 2-3 segundos.
5. Dejar actuar por 2 a 3 minutos y luego activar 60 segundos por cara.

Estos cementos presentan ventajas tales como que: ⁽⁷⁾

- 1) Permite que el proceso de acondicionamiento e infiltración de la resina ocurra simultáneamente, generando una infiltración uniforme y completa de los polímeros en la dentina acondicionada.
- 2) Se evita la deshidratación excesiva de la dentina posterior al lavado y secado del acondicionador de la técnica de grabado total, que puede hacer colapsar la red colágena expuesta.
- 3) No se elimina el barro dentinario, el cual pasa a formar parte de la articulación adhesiva, quedando de esta manera obliterados los túbulos dentinarios, favoreciendo la integridad marginal y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria.
- 4) Se reduce el tiempo de trabajo clínico.

Desventajas:

1) Menor valor de adhesión a esmalte, lo que pudiese favorecer una infiltración más temprana de la restauración.

Si bien estos cementos señalan lograr buenos valores de sellado marginal y de retención de la restauración, existen controversias sobre este punto en comparación con los cementos de resina compuesta convencionales. ^(8, 9, 10)

Dado que los cementos convencionales y cementos de resina autoadhesivos, tienen procedimientos de distintas complejidades, ventajas y desventajas, y existe un limitado número de investigaciones acerca de las características de estos cementos de resina compuesta autoadhesivos en comparación a los convencionales, el propósito de este estudio fue evaluar el grado de sellado marginal in vitro obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con ambos tipos de cementos.

Marco Teórico

En Chile, los problemas de salud bucal presentes en nuestra población continúan siendo de alta prevalencia en todos los grupos etarios, y si bien, en general no son una causa de muerte, afectan la calidad de vida de las personas. Las patologías bucales de mayor prevalencia en nuestro país son la caries dental, la enfermedad periodontal, y las anomalías dento-maxilares. ⁽¹¹⁾

La odontología restauradora tiene como principal objetivo resguardar la estructura dentaria y restaurar la pérdida de sustancia ocasionada por caries, trauma o erosión, que modifican o alteran el funcionamiento normal del órgano dentario y el equilibrio del sistema estomatognático. ⁽¹²⁾

La caries dental es una enfermedad que afecta a la mayoría de las personas, y es causada por una compleja interacción de numerosos factores ambientales y de comportamiento, así como también factores genéticos de riesgo. ⁽¹²⁾

La etiología de la caries dental es muy compleja debido a que existen distintos patrones de caries dental generados por la gran variedad de superficies dentarias entre los seres humanos. ⁽¹³⁾

Cuando la integridad de una pieza dentaria se pierde, y no existe la posibilidad de realizar procedimientos no invasivos, se debe optar por la aplicación de procedimientos que permitan limitar y reparar el daño causado por la injuria en ella mediante una restauración de la pieza dentaria, para así devolver la función, morfología, estética y recuperar y mantener la salud del sistema estomatognático mediante el reemplazo del tejido dentario perdido por materiales de obturación. ⁽¹²⁾

Los materiales de restauración deben cumplir con requisitos biológicos, mecánicos, físicos, químicos, estéticos y de sellado marginal. De este punto se ocupa la odontología restauradora, cuyos principales objetivos son: ⁽¹⁴⁾

- 1- Recuperar y mantener el equilibrio del ecosistema bucal.
- 2- Recuperar y preservar la salud del complejo pulpodentinario y óseo periodontario, para dar buen soporte al tratamiento rehabilitador.
- 3- Devolver la forma anatómica a la pieza dentaria.
- 4- Lograr integridad marginal con un adecuado sellado marginal, para evitar la microfiltración y recidiva de la enfermedad.
- 5- Obtener una armonía óptica, para que la restauración pase desapercibida en el resto de la pieza dentaria.

Para poder realizar la restauración de la pieza dentaria, existen diferentes materiales a disposición del odontólogo, quien puede recurrir a ellos para reemplazar los tejidos perdidos. Estos materiales poseen indicaciones de uso específicas de acuerdo a la situación clínica que se presente. En virtud de lo cual, se pueden clasificar de diversas maneras: ^(15, 16, 17)

1. Según la ubicación de la pieza a restaurar en la arcada dentaria:

a) Materiales para piezas dentarias anteriores: En este grupo se encuentran todos aquellos materiales que presentan gran estética, como las resinas compuestas, las porcelanas y los cementos de vidrio ionómero de restauración.

b) Materiales para piezas dentarias posteriores: Se encuentran todos aquellos materiales que presentan propiedades estéticas menores, pero que presentan una mayor resistencia frente a las exigencias mecánicas, (Amalgamas, resinas compuestas posteriores, aleaciones metálicas y porcelanas, ya sea fundida sobre metal o sola).

c) Materiales de multipropósito: Son aquellos que pueden utilizarse indistintamente en ambos sectores de la boca, es decir, el mismo producto se puede utilizar en restauraciones anteriores y posteriores, como serían las resinas

compuestas nanohíbridas, y las porcelanas solas o fundidas sobre metal, entre otros.

2. Según la estructura y origen del material restaurador:

- a) Materiales metálicos: Amalgama y aleaciones metálicas, por ejemplo.
- b) Materiales Cerámicos: Porcelana y cementos de vidrio ionómero.
- c) Materiales Orgánicos: Resinas acrílicas.
- d) Materiales Combinados: Resinas compuestas, compómeros y cerómeros.

3. Según el estado en que se colocan sobre el diente:

a) Materiales plásticos de obturación directa: Estos materiales son llevados a la preparación cavitaria en una consistencia plástica, lo que permite que sean empaquetados en la preparación para luego endurecer in situ. En esta categoría se agrupan materiales de origen cerámico (cementos de vidrio ionómero convencionales), metálico (amalgamas), orgánicos (resinas acrílicas) y combinados (resinas compuestas, compómeros y cerómeros).

b) Materiales rígidos de obturación indirecta: Estas restauraciones indirectas, son confeccionadas fuera de la boca con la colaboración de un técnico laboratorista dental, para luego ser cementadas en la preparación biológica. Estas restauraciones también se pueden confeccionar en distintos tipos de materiales, los que pueden ser:

Materiales de origen metálicos: aleaciones preciosas o no preciosas

Materiales de origen cerámicos: porcelana

Materiales de origen combinados: polímeros reforzados o resinas compuestas.

El éxito clínico de una restauración indirecta, está en parte también muy relacionado con la técnica y el tipo de material cementación utilizados para crear una unión entre la restauración y el sustrato dentario. ⁽¹⁸⁾

Existen distintos tipos de materiales de cementación utilizados para poder adherir restauraciones indirectas a la pieza dentaria, los que pueden ser clasificados de acuerdo a su reacción de endurecimiento en:

- Materiales que endurecen por una reacción de fraguado tipo ácido-base: entre los cuales, se encuentran los cementos de Fosfato de zinc, Policarboxilato de zinc y los Ionómeros vítreos convencionales.

-Materiales que endurecen por una reacción de polimerización de poliadición de tipo radicalica, entre los cuales están los cementos de Resina Compuesta.

-Materiales Híbridos, que endurecen por ambos tipos de reacción, entre los cuales están los Ionómeros vítreos modificados con resina y los cementos de resina compuesta con radicales fosforados o de resina compuesta autoadhesivos. ⁽¹⁹⁾

A pesar del gran número de cementos disponibles en el mercado, ninguno de estos puede ser universalmente utilizado para todo tipo de restauraciones. es fundamental que cada clínico conozca las ventajas y desventajas de cada uno de ellos con relación a su composición química y propiedades mecánicas, el tipo de sustrato a adherir y al diseño de la preparación biológica realizada. La elección del material debe tener en cuenta también, criterios de tipo funcional y biológico. ⁽¹⁹⁾

El procedimiento de cementación puede ser de tipo convencional (cementos fraguables) o adhesiva (Cementos de Resina Compuesta).

En el caso de las restauraciones de tipo metálicas, lo más indicado es la cementación convencional mediante el uso de cemento fraguable como el de

fosfato de zinc o de ionómero vítreo, sin embargo, también se podría utilizar la cementación adhesiva, pero requiere de un tratamiento especial de las estructuras metálicas.

Las restauraciones de cerámica y de resina compuesta indirectas, requieren de cementación adhesiva con resina compuesta, ya que los cementos fraguables o convencionales no permiten una fijación exitosa.

En el caso de la cementación adhesiva se requiere del uso de materiales que derivan de las resinas compuestas, pero especialmente diseñados para cementar. Las resinas compuestas fueron introducidas en el campo de la odontología restauradora en el año 1962, por el Dr. Rafael Bowen quien desarrolló una molécula llamada BIS-GMA de alto peso molecular, en la cual su parte central es la resina epóxica, pero además contiene grupos terminales de metacrilato. Esta molécula reemplazó el metacrilato de metilo, ya que este era un monómero de muy bajo peso molecular y por lo mismo, causante de las propiedades negativas de las resinas acrílicas. A esta nueva molécula que constituiría la matriz orgánica del nuevo material, se le adicionó un relleno inorgánico incorporado a través de un agente de unión (silano) el cual envolvía las partículas de relleno, obteniendo así un enlace químico. Con esto se logró mejorar las propiedades físicas y mecánicas de este material. ⁽²⁰⁾

De acuerdo a lo anterior, estructuralmente las resinas compuestas poseen tres fases:

Fase matriz o fase orgánica: Que es la que permite el endurecimiento o polimerización de estos materiales. Está constituida por un sistema de monómeros de alto peso molecular, como el Bis-Gma (bisphenol glicidil metacrilato), un poliuretano como el UDMA (dimetacrilato de uretano) o por una mezcla de ellos. Dado que ambos monómeros son extremadamente viscosos, lo que hace que sea muy difícil su manipulación clínica, es que se agregan monómeros de baja

viscosidad, tales como el TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato) y el EDGMA (etileno glicol dimetacrilato). Tanto los monómeros de alto y bajo peso molecular se caracterizan por la presencia de doble enlaces entre carbonos que reaccionan formando un polímero. (21, 22, 23, 24)

Fase inorgánica o de relleno: Corresponde a elementos inorgánicos de tamaño pequeño y de formas variables, los que pueden ser de cuarzo fundido, vidrio de aluminosilicato, vidrio de borosilicato, sílice pirolítica coloidal, cristales de silicio con bario, estroncio, zinc o yterbio, y litio e hidroxiapatita sintética. Estos se adicionan a la matriz de la resina, con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de la matriz orgánica (aumentar su dureza y resistencia a la abrasión), contrarrestar el coeficiente de dilatación térmica, otorgar radiopacidad y disminuir la contracción de polimerización. (22, 23, 25, 26)

Agente de acoplamiento o unión. Para evitar que penetre agua en la interfase matriz-relleno y lograr una mejora en las propiedades mecánicas, se necesita una buena unión entre la matriz orgánica y el relleno inorgánico, para lo cual se utilizan los compuestos órgano-silanos, que son moléculas bifuncionales, las que pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, de esta manera este órgano-silano une químicamente el relleno a la matriz resinosa. Es por esto que los fabricantes tratan previamente la superficie de las partículas para permitir su impregnación con la resina monomérica. Hoy en día, la mayoría de los fabricantes someten a las partículas de relleno a un proceso de silanización, para cubrir la superficie de relleno, volviendo a las partículas hidrófobas y capaces de reaccionar químicamente con el monómero de la matriz orgánica. (22, 23, 27)

Las resinas compuestas, endurecen a través de una reacción de polimerización de poliadición de tipo “radicálica”. La reacción de endurecimiento de los composites, se inicia a partir de los monómeros, los que, por reacciones químicas forman partículas de mayor tamaño o polímeros. Para lograr que esto

sucedan, los monómeros deben ser activados mediante un iniciador que formará radicales libres en los monómeros, convirtiéndolos en sustancias altamente reactivas por tener un electrón impar.

El iniciador de la reacción debe ser activado por otro compuesto llamado activador, el que le da la energía necesaria para combinarse con una molécula de BIS-GMA y abrir el doble enlace C=C, combinándose con uno de ellos y dejando libre al otro electrón, el cual puede así reaccionar con más moléculas de BIS-GMA, continuando así el proceso de polimerización hasta que se acaben las partículas.

Como se mencionó, para lograr lo anteriormente citado, el iniciador debe ser activado mediante la adición de energía extra, la que puede ser aportada por medio de estímulos químicos o físicos; en la activación química se actúa por un sistema Red-Ox, usándose el peróxido de benzoilo como el iniciador y una amina terciaria aromática como la N-N bis (2- hidroxieril) para-toluidina como activador del peróxido. El sistema físico por su parte, actúa por temperatura o por una luz de una determinada longitud de onda. En los sistemas de activación mediante luz, actúa como iniciador una alfa dicetona, como la canforoquinona, la cual es activada por luz visible con una longitud de onda de 470 nanómetros, siendo uno de los sistemas más usados en la actualidad, principalmente por su fácil manipulación.

Las RC también pueden ser activadas mediante temperatura, sin embargo su uso se limita a terapias indirectas para la fabricación de incrustaciones de composite (inlays, onlays), carillas, y prótesis fija plural y unitaria.

Las resinas compuestas gracias a su constante evolución y desarrollo han ido optimizando sus propiedades, lo que les ha permitido ser utilizadas para diferentes indicaciones clínicas. Dentro de estas indicaciones, las más utilizadas son como material de restauración directa e indirecta, sellante de puntos y fisuras y como material de cementación.

Los Cementos en base a Resina Compuesta tienen una composición similar al de las Resinas Compuestas convencionales, teniendo como monómeros base las moléculas de BIS- GMA o DMU. La cantidad de relleno es reducida, lo que otorga una mayor fluidez, y así una consistencia adecuada para ser usado como agente de cementación. Dado que la porción resinosa provee un alto grado de contracción de polimerización, se le añaden las partículas de relleno inorgánico para así disminuir esta característica negativa y otorgarle mayor resistencia a la abrasión y mejor manipulación. Al igual que en las Resinas Compuestas de restauración, las partículas son impregnadas previamente con un silano, lo que le otorga compatibilidad química con las moléculas de monómero. ^(28, 29)

Los cementos de resina compuesta pueden ser activados de diferentes maneras:
(1)

Cementos Resinosos Activados químicamente o de autopolimerización: estos cementos carecen de óptimas características estéticas, por su falta de estabilidad de color, pero tienen la ventaja de poder polimerizar en regiones donde no llega la luz, por ejemplo en cementación de coronas de cerámica sobre metal.

Cementos Resinosos Activados por Luz: Dentro de sus ventajas están su estabilidad del color a través del tiempo, fácil manipulación y tiempo de trabajo, y facilita la eliminación de excesos antes del endurecimiento. El mayor inconveniente es que en preparaciones muy profundas, no alcanzaría a llegar la suficiente cantidad de luz produciendo una polimerización incompleta, disminuyendo la adhesión. Este tipo de cementos está indicado para la cementación de incrustaciones de poco espesor y translúcidas.

Cementos de Activación Mixta o Dual: Es el sistema que combina los dos sistemas anteriores, por lo que si el material no logra ser activado, polimerizará mediante la reacción de autopolimerización, mejorando las propiedades físicas del cemento. Están indicados para la fijación de incrustaciones de mayor de 2,5 mm de grosor, o en restauraciones que puedan impedir la penetración de la luz.

Un factor de real importancia para lograr con éxito una restauración, es lograr una unión fuerte y duradera en el tiempo entre el material restaurador y la estructura dentaria, con el fin de impedir la microfiltración marginal y facilitar su retención en boca. Idealmente, en la atención odontológica se busca una adhesión en forma permanente a las estructuras dentarias. ⁽¹⁾

Adhesión, se puede definir como “toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto”. ⁽³⁰⁾

Cuando se pretende adherir dos superficies, uno de los puntos más importantes a buscar es lograr un contacto íntimo entre ellas, lo que no siempre es factible entre sustancias sólidas. Por esta razón, muchas veces es requerido un elemento adicional que gracias a sus características particulares, al ser puesto en contacto con estas superficies, permita lograr su unión. Este elemento, por lo general, es un material semilíquido que luego de endurecido mantiene unidas las estructuras. ⁽³⁰⁾

Adhesión a los tejidos dentarios

La naturaleza química de las resinas compuestas, impide la unión química del material a la estructura dentaria, y por lo tanto, no se genera adhesión específica. Al no adherirse a la estructura dentaria y por la contracción que genera el material al endurecer, se puede producir una brecha marginal, llevando al fracaso de la restauración. ⁽³¹⁾

La fuerza con que las resinas compuestas endurecen durante el proceso de polimerización, alcanzan un mínimo de 14 Mpa, el cual es relativo según el tipo de superficie donde son colocadas. A modo de ejemplo, al colocar el material sobre una superficie plana, al polimerizar y luego contraerse, el estrés interno que se produce se liberará hacia la parte externa (superficie no adherida) a medida que

va cambiando el estado del material ⁽³²⁾, sin embargo, en una cavidad tridimensional, sólo la superficie externa del material está libre, quedando todo su interior adherido a las paredes cavitarias por lo que se acumularan mayores tensiones en esas zonas durante la polimerización, ya que el material al contraerse, buscará separarse del diente y el adhesivo lo tratará de mantener adherido, pero como esto sucede simultáneamente en paredes cavitarias diferentes, puede ocurrir que la adhesión lograda inicialmente ceda en una de ellas, poniendo en riesgo los márgenes de la restauración. De acuerdo a esto, se ha definido que es necesaria una resistencia adhesiva de 17 a 24 Mpa para lograr contrarrestar la tensión generada por la contracción de la resina, ⁽³³⁾ minimizando de esta manera, los problemas como la sensibilidad post operatoria y caries recurrentes, dando mayor durabilidad a la restauración.

La estructura dentaria está compuesta por diferentes tejidos. Estos se diferencian entre sí por su composición, organización y estructura, lo que determina que cada tejido debe ser tratado mediante una forma específica para lograr la anhelada adhesión al material restaurador. ⁽³⁴⁾

Los diferentes tejidos se deben acondicionar para hacer que las superficies de la pieza dentaria y del material restaurador sean más receptivos al adhesivo, a la resina compuesta o al cemento. Se genera así, un sustrato que sea capaz de adherirse con los elementos antes mencionados.

Este tipo de acondicionamiento se puede realizar tanto en esmalte como en dentina:

El esmalte dentario es un tejido hipermineralizado, derivado del ectodermo, que recubre y protege al complejo dentino-pulpar. Está compuesto por un 96% de hidroxiapatita, 2% de agua y 2% de sustancia orgánica. ⁽³⁴⁾

Su unidad estructural son los prismas de esmalte, que se extienden desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa, constituidos por los cristales de hidroxiapatita, generando una apariencia de “varilla”. Su diámetro varía desde 4 μm a 6 μm en su límite superficial. ⁽³⁴⁾

En el esmalte maduro, los prismas adoptan un aspecto morfológico descrito como “paleta de ping pong”, donde se identifica una cabeza ensanchada, un cuello más bien estrecho y una cola con terminación irregular. Alrededor de la cabeza de los prismas, existe una zona angosta de 0.5 μm que corresponde a la vaina del prisma, siendo esta zona la menos mineralizada del esmalte, ya que los cristales presentes en la matriz orgánica son escasos y están muy desorganizados. En la cabeza del prisma los cristales se encuentran muy condensados, lo que hace que sea la zona más mineralizada del esmalte. En la cola del prisma el número de cristales disminuye progresivamente. El espesor del esmalte varía desde 2 a 2,5 mm a nivel de las cúspides de los molares o borde incisal de piezas dentarias anteriores, hasta llegar a cero en la región cervical del diente. ⁽³²⁾

La adhesión al esmalte, tiene relación con el grabado ácido de esta superficie. Este procedimiento pretende cambiar de una superficie suave y lisa, a una irregular, duplicando así su energía superficial. Como consecuencia de esto, una resina fluida de baja viscosidad, puede humedecer esta superficie de alta energía y luego ser arrastrada por tracción capilar dentro de las microporosidades creadas. Luego de su polimerización, estas extensiones de resina en las microporosidades, conocidos como “tags”, forman una trabazón micromecánica y reológica con el esmalte. ⁽³⁵⁾

La adhesión de los materiales resinosos al esmalte fue establecida por M. Buonocore en el año 1955, quien desarrolló una técnica en la que aplicó ácido ortofosfórico al 85% sobre el tejido adamantino. Este ácido, produjo una disolución irregular de su superficie, la cual fue lavada y secada, resultando un área microporosa que permitía una fuerte adhesión micromecánica de la resina a la

estructura dentaria. En la actualidad, este procedimiento es conocido como “Técnica de grabado ácido del esmalte”.⁽³⁶⁾

El grabado ácido para el esmalte dentario es bastante simple, y consiste en acondicionar la superficie del esmalte dentario con ácido fosfórico en una concentración entre 30 a 40% durante 20 segundos, produciendo así una alteración de la morfología superficial del esmalte, generando microporosidades que incrementarán la humectabilidad y el área de contacto expuesta para la adhesión, pudiendo generarse así una unión micromecánica.⁽³⁷⁾

Las investigaciones de Gwinnett, en el año 1967, descubrieron que el grabado ácido en esmalte remueve una capa superficial de aproximadamente 10 μm dejando una capa porosa de entre 5 a 50 μm de profundidad, donde puede fluir una resina de enlace de baja viscosidad hacia las microporosidades. Cuando la resina de enlace polimeriza, se puede evidenciar la presencia de prolongaciones de ella en la microporosidades del esmalte, siendo este el mecanismo de adhesión primario al esmalte grabado. El grabado ácido, también incrementa la humectabilidad y el área superficial de contacto del sustrato de esmalte.⁽³⁷⁾

A comienzos de los años 70 y de acuerdo a la morfología estructural del esmalte, Gwinnett y Silverstone describieron 3 posibles patrones de grabado generados en el esmalte por este procedimiento, que según a su orden de frecuencia corresponden a:^(37, 38)

- Tipo I: El centro de los prismas se disolvía, manteniendo la periferia interprismática relativamente intacta.

- Tipo II: La zona interprismática preferentemente se disolvía, dejando los centros prismáticos intactos.

- Tipo III: Incluye áreas semejando a cada uno de los otros patrones, así como regiones en las cuales el patrón de grabado aparece sin relación a la morfología de los prismas.

Con posterioridad, se demostró que el grabado ácido en altas concentraciones en una aplicación de 60 segundos de ácido fosfórico al 50% producía precipitados de sales como el fosfato monocálcico y que concentraciones menores a un 27% generan precipitados de fosfato dicálcico, los cuales son difíciles de remover de la superficie interfieren con la adhesión, motivo por el cual, se aceptó el uso de ácido fosfórico a una concentración del 37%, pues se reportó que concentraciones de este ácido entre 30 y 40% brindaban superficies de esmalte con un mejor aspecto retentivo. ⁽³⁷⁾

Con el tiempo, se fue disminuyendo el tiempo de grabado ácido en esmalte, que anteriormente era de 60 segundos, disminuyendo a 30 segundos, e incluso en los últimos años se comprobó que un grabado de 15 segundos es capaz de lograr la misma superficie rugosa y con fuerzas de unión equivalentes a las logradas con 60 segundos de acondicionamiento. ^(37, 39)

Las fuerzas logradas de unión a esmalte con la técnica de grabado ácido y el uso de agentes de enlace son por lo general, adecuadas para prevenir las brechas de los márgenes por la contracción de polimerización, pero debido a las sustanciales diferencias en la composición y estructura entre esmalte y dentina, la adhesión a dentina ha sido significativamente más problemática que la adhesión a esmalte. ⁽³⁷⁾

La dentina es un tejido conjuntivo avascular parcialmente mineralizado, compuesto por un 70% de materia inorgánica (cristales de hidroxiapatita, fosfatos cálcicos y sales minerales), 18% de material orgánico (principalmente colágeno tipo I, polisacáridos y lípidos) y un 12% de agua, lo que varía según la edad y el área del tejido dentario que se analiza. ⁽³⁷⁾

La dentina, en comparación con el esmalte, es un tejido conectivo mineralizado de origen mesodérmico, que contiene a los procesos celulares de los odontoblastos, con elevado contenido de materia orgánica y agua, que es la encargada de transmitir estímulos térmicos, químicos y táctiles, transfiriéndolos por diversos mecanismos a los receptores del plexo nervioso subodontoblástico, otorgándole a la pulpa dentaria información rápida y efectiva. ⁽⁴⁰⁾

El grabado ácido sobre la dentina no puede dar los mismos resultados de descalcificación que en el esmalte, debido principalmente a sus diferencias estructurales. A esto se le suman la presencia de túbulos dentinarios y prolongaciones odontoblásticas en la dentina que facilitan la penetración del ácido y de los adhesivos, con la posibilidad de que se produzca algún grado de agresión biológica si no se realiza de forma controlada. Además, como resultado de los procedimientos de corte manual o rotatorio en la superficie dentaria, se forma una película de componentes orgánicos, inorgánicos, agua y bacterias llamada barro dentinario. Su grosor varía de 0.5 a 5 μm . Este barro ocluye los túbulos dentinarios actuando como una barrera de difusión, que disminuye la permeabilidad y afecta la unión de los adhesivos con la dentina subyacente, por lo que muchos lo consideran un impedimento para generar una correcta adhesión y preconizan su remoción para lograr unir el adhesivo y la resina compuesta al sustrato dentario. ^(37, 41, 42)

Diversos estudios han demostrado que las fuerzas de unión son menores en presencia de este barro dentinario, en comparación a una superficie dentinaria libre de él. Los sistemas adhesivos que no eliminan el barro dentinario, ya que tratan de unirse químicamente a la porción mineral, orgánica o acuosa de la dentina y que estaban basados en uniones estéricas, grupos amonios, fosfonatos, isocianatos y glutaraldehidos, resultaron en uniones débiles porque son hidrolizados por el fluido dentinario, generando importantes fracturas adhesivas o cohesivas en la unión de la dentina con la resina adhesiva. ⁽⁴³⁾

Fusayama desarrolló en el año 1979 la técnica de grabado ácido total, mediante la cual se desmineraliza el esmalte conjuntamente con la dentina, logrando así eliminar la capa de barro dentinario, abrir los túbulos, aumentar la permeabilidad dentinaria y descalcificar la dentina, logrando de esta manera mejorar los valores de resistencia adhesiva existentes hasta la época. ^(37, 38)

Con el grabado ácido total de esmalte y dentina, se obtiene la remoción de los cristales de hidroxiapatita dejando una malla de colágeno en la dentina que puede colapsar y contraerse debido a la pérdida de soporte inorgánico. ⁽³⁷⁾ Es por esto que, debe aplicarse un agente imprimante (primer) que contiene monómeros hidrofílicos que difunden a través de la dentina desmineralizada, estabiliza la malla de colágeno hidratada y desplaza el agua con monómeros polimerizables, evitando su colapso. ⁽⁴⁴⁾

Para cumplir esa función, el agente imprimante posee moléculas bifuncionales como HEMA, BPDM y 4-META, ⁽⁴⁵⁾ que por un lado poseen un lado hidrofílico y por el otro un grupo hidrofóbico (metacrilato). El grupo hidrofílico se une al sustrato húmedo de la dentina, dejando expuesto al grupo hidrofóbico que copolimeriza con una resina sin relleno que penetra en la dentina imprimada y actúa como agente de enlace para el composite. De esta manera, se forma la llamada “capa híbrida”, compuesta por la capa desmineralizada, la malla de colágeno impregnada por el agente imprimante y la resina de enlace polimerizada. ^(38, 32)

La capa híbrida brinda unión micromecánica para la resina compuesta y tanto ésta en forma especial, como las proyecciones de resina en el interior de los túbulos dentarios (tags) son imprescindibles para lograr un buen sellado y una buena adhesión. Los tags de resina van a contribuir a mejorar la fuerza de adhesión, siempre y cuando se encuentren firmemente unidos a las paredes de los túbulos, además mantendrán los túbulos taponados reduciendo la

permeabilidad tubular y su potencial para desencadenar una irritación pulpar. (32, 47, 48)

La desecación excesiva de la dentina acondicionada con ácido, puede jugar un rol decisivo en la penetración del agente imprimante, ya que podría causar un colapso de las fibras colágenas de la superficie dentinaria e interferir con la penetración del monómero del agente imprimante entre ellas. (44, 49)

Diversas investigaciones han dado valores del grosor de la capa híbrida, fluctuando entre 3 a 8 μm , considerando un valor promedio de 4 a 5 μm . (48, 50)

Se ha determinado también, que la penetración de los tags de resina, que se introducen dentro de los túbulos dentinarios llega a valores entre 50 - 100 μm , con un promedio de 80 μm . (50)

Luego del acondicionamiento se deben utilizar adhesivos que tengan características adecuadas para penetrar y unirse a las microporosidades generadas.

Los sistemas adhesivos desarrollados hasta ahora, han sido agrupados de diferentes formas en el tiempo. Según generación del adhesivo, tipo de solvente y según su forma de aplicación clínica.

Según el procedimiento clínico de aplicación existen:

a) Un primer grupo de adhesivos que modifican la capa de barro dentinario y la incorporan en el proceso de adhesión, dentro de los cuales se distinguen sistemas adhesivos de uno o dos pasos clínicos según la presentación de una resina de enlace única o un agente imprimante más resina de enlace. Estos adhesivos requieren de un acondicionamiento del esmalte por separado, sin embargo, ya casi no se utilizan por su baja performance clínica. (48)

b) Un segundo grupo que elimina completamente la capa de barro dentinario, dentro de los cuales existen sistemas adhesivos de dos o tres pasos clínicos ya sea que usen separados o combinados el agente imprimante y la resina de enlace. ⁽⁴⁸⁾

Estos sistemas necesitan un paso previo de grabado ácido de esmalte y dentina. Su mecanismo y función principal se basa en la formación de la llamada “capa híbrida” y las prolongaciones intracanaliculares de resina. Algunos de estos sistemas adhesivos otorgan como agentes grabantes acondicionadores dentarios a ácidos tales como el ácido cítrico, maleico, nítrico, y oxálico como alternativa al ácido fosfórico, aspecto sobre el que existen algunas controversias sobre la real eficacia de los primeros pero que aún no ha sido bien aclarado, motivo por el cual, el ácido fosfórico continúa siendo el acondicionador por excelencia en la actualidad. ⁽⁴⁸⁾

c) El tercer grupo de adhesivos son los sistemas autograbantes que disuelven y remueven al mismo tiempo la capa de barro dentinario incorporándolo en la adhesión puesto que combinan en un solo frasco el agente imprimante y el ácido, sin requerir la etapa previa de grabado ácido convencional. ⁽⁴⁸⁾ La base de estos adhesivos es que a medida que desmineralizan superficialmente la dentina, la van infiltrando con los monómeros que polimerizarán in situ.

Según su aparición en el mercado los adhesivos han sido clasificados en distintas generaciones:

Los de primera generación aparecen en la década de los 70 y fueron propuestos por Bowen, luego en los 80 aparecen primero los de segunda generación y posteriormente se introducen los de tercera generación. Ninguno de estos adhesivos obtuvo resultados exitosos. ⁽⁵¹⁾

Los adhesivos de Cuarta generación, aparecieron a comienzo de los años 90 y transformaron la odontología. Su principal característica es la formación de la llamada capa híbrida, que se basa en la impregnación y difusión de la resina de enlace en la dentina descalcificada, la que polimeriza en forma interdigitada con la malla de colágeno. Estos adhesivos pueden ser autopolimerizables, fotopolimerizables o duales. Su alta fuerza de unión a la dentina, entre 17-25 Mpa, y la disminución de la sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores, impulsaron a muchos profesionales a cambiar el uso de la amalgama por resinas compuestas en obturaciones directas posteriores. Para lograr el proceso adhesivo mediante estos productos son necesarios tres pasos: el primer paso es la aplicación del gel acondicionador y su posterior lavado, luego la aplicación del agente imprimante (monómero reactivo hidrofílico) y por ultimo la aplicación del adhesivo. ^(51, 52)

Adhesivos de Quinta Generación: Estos se desarrollaron debido a la complejidad de la técnica de los adhesivos anteriores, y combinan el agente imprimante y el adhesivo en un solo frasco siendo llamados adhesivos en una sola botella o monobotella. Estos logran fuerzas adhesivas de 20 a 25 MPa y sus pasos son: grabado ácido total y luego la aplicación del sistema adhesivo en dos etapas. ⁽⁵¹⁾

Adhesivos de sexta generación son los sistemas autograbantes, los que surgen con el objetivo de simplificar los pasos operatorios, disminuyendo las etapas en la técnica y solucionar los problemas de sensibilidad post operatoria. Poseen en su composición un ácido débil como el ácido poliacrílico al 10%, el cual modificaría la superficie dentaria acondicionándola, pero al mismo tiempo la dejaría suficientemente húmeda para realizar una buena adhesión. Primero se aplica el agente acondicionador y el agente imprimante contenidos en una misma botella y luego el adhesivo, ahorrándose el paso del grabado ácido y su posterior lavado y secado, con lo que se elimina el riesgo de colapso de las fibras colágenas; ellos acondicionan parcialmente la capa de barro y la superficie

dentinaria subyacente sin remover los remanentes de la capa de barro disueltos ni destapando los túbulos dentinarios, presentan una fuerza adhesiva de 18 a 23 MPa. ^(38, 53, 54)

Adhesivos de Séptima Generación: Simplifica la multitud de materiales de la 6° generación, reduciéndolos a un sistema de un solo frasco. Tanto los adhesivos de 6° como los de 7° generación se basan en el autograbado y en procedimientos perfeccionados, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria. ⁽⁵⁵⁾

La introducción de los llamados adhesivos autograbantes, simplificó la técnica adhesiva y minimiza el riesgo de sensibilidad post-operatoria. Clínicamente se ha visto a los adhesivos autograbantes como materiales que pueden grabar dentina y esmalte en una sola aplicación, y también los perciben como sistemas con los que pueden aplicar el agente imprimante en el mismo paso. Estos factores juntos han impulsado a muchos clínicos a dejar sus sistemas convencionales para adoptar este modo de adhesión a las estructuras dentarias que perciben como mejor, más rápido, más fácil de aplicar y de pronóstico más certero. ⁽⁵⁵⁾

En general, durante la última década se han establecido dos sistemas adhesivos como los de mayor desarrollo: los adhesivos monobotellas y los adhesivos con primer autograbante. Por supuesto, este mayor desarrollo ha sido en respuesta a la búsqueda de una simplificación de los pasos clínicos para disminuir el tiempo ocupado en su aplicación así como para lograr una menor sensibilidad de la técnica y un funcionamiento equivalente en esmalte y dentina. ⁽⁴⁷⁾

Los cementos de resina compuesta al igual que el material restaurador, requieren de estos sistemas de acondicionamiento para unirse a la pieza dentaria, sin embargo, como una manera de evitar la complejidad que conlleva el acondicionamiento dentario requerido por los sistemas de cementos de resina compuesta convencionales, aparecen los cementos de Resina Compuesta

Autoadhesivos, cuya aplicación se resume en un solo paso clínico. El material se aplica directamente sobre la superficie a adherir, no requiere grabado ácido de la superficie dentaria, como tampoco la aplicación de un agente imprimante. Estos cementos han sido incorporados recientemente en la práctica odontológica, siendo presentados como una alternativa a los cementos resinosos que necesitan acondicionamiento previo. Reúnen en un solo producto el fácil manejo de los cementos convencionales, la capacidad de autoadhesión, y la liberación de flúor de los cementos de vidrio ionómero y las propiedades mecánicas, la retención micromecánica alcanzadas por los cementos resinosos.

Una de las razones fundamentales para el uso de estos cementos, es la reducción de pasos clínicos, por lo que se disminuyen las posibilidades de errores en comparación con los sistemas adhesivos de pasos múltiples. Su aplicación se resuelve en un paso clínico: tras la mezcla de las pastas base y catalizadora o la activación de las cápsulas monouso, el material se aplica directamente sobre el material a adherir. Según informaciones entregadas por los fabricantes, se debería lograr una reducción de la sensibilidad post operatoria ya que estos cementos se aplican sobre la dentina cubierta con barro dentinario. Gracias a la estética, a las propiedades mecánicas y a la interacción micromecánica con los sustratos dentales, estos cementos se acercan a los resultados obtenidos con los cementos resinosos convencionales, aunque la técnica adhesiva de los cementos autoadhesivos presenta valores de unión inferiores en comparación con la técnica adhesiva de grabado total. ^(56, 57, 58, 59)

El mecanismo de adhesión consta de una retención micromecánica e interacción química entre los monómeros ácidos del cemento y el componente mineral (hidroxiapatita) de la dentina. Como consecuencia de la simplificación de su aplicación, el cemento debiese ser capaz de desmineralizar y simultáneamente infiltrar el sustrato dental, actuando aún en presencia de barro dentinario. Estudios in vitro, han evidenciado que los cementos autoadhesivos desarrollan una fuerza de adhesión inferior cuando se utilizan sobre el esmalte. ^(60, 61, 62)

Una mejoría en la fuerza de adhesión se mostró al grabar la superficie del esmalte con una solución de ácido fosfórico al 35%. ^(59, 62)

Estudios morfológicos de la interfase entre cementos auto-adhesivos y dentina, demostraron que a pesar de la elevada acidez de los monómeros hidrofílicos, estos no determinan la formación de una capa híbrida ni de tags de resina ^(60, 62, 63, 64)

Este aspecto se evidenció especialmente comparando los cementos auto-adhesivos con cementos resinosos convencionales que utilizan adhesivos de grabado ácido total o autograbantes. ⁽¹⁰⁾

El éxito de una restauración indirecta se ve influenciado por la elección del material de cementación a utilizar, a pesar de que existen un gran número de cementos en el mercado ninguno puede ser utilizado de manera universal, por lo que es fundamental que el clínico conozca los procedimientos generales de cementación junto con las ventajas y desventajas de los materiales que ocupará. ⁽¹⁹⁾

Los procedimientos generales para la cementación de restauraciones indirectas con cementos de resina compuesta con grabado ácido total son los siguientes:

Tratamiento de la superficie de la restauración:

1. Acondicionamiento de la cara interna de la restauración y silanizado.
2. Aplicar adhesivo en la restauración, una capa muy fina que no cree desajustes.

Tratamiento de la superficie dentaria: ^(2, 65)

1. Grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 30-37%, la dentina se acondiciona por 10 segundos, esmalte se acondiciona por 20 segundos.
2. Irrigar con agua para eliminar el ácido y minerales dentinarios disueltos.
3. Secar con aire, protegiendo la dentina con mota de papel absorbente.
4. Dependiendo del sistema adhesivo, se colocarán una o dos capas.
5. Soplar con aire de la jeringa triple, para eliminar el solvente y adelgazar el adhesivo.
6. Activación.
7. Mezclar el cemento de resina, según las indicaciones del fabricante.
8. Aplicar el cemento en la cara interna de la restauración.
9. Posicionar la restauración en la cavidad, y retirar los excesos.
10. Activar por 60 segundos.

Las ventajas del sistema de la cementación adhesiva son; cumplen un rol estético, son los cementos menos solubles en el medio oral en comparación con otros cementos, logran retención micromecánica entre la restauración y el diente.

⁽³⁾

Algunas de las desventajas de la cementación adhesiva son que exige el conocimiento de las técnicas adhesivas, manipulación de mayor complejidad y por el número de pasos requieren de mayor tiempo clínico. Pero una de las desventajas más significativas de la técnica adhesiva con sistema de adhesión de grabado ácido, es la posibilidad de generar sensibilidad postoperatoria, la cual se produciría principalmente porque al retirar por completo el barro dentinario, quedan expuestos los túbulos, por lo que si existiese una falla en el sellado de éstos, podrían penetrar potenciales irritantes químicos del monómero hacia los túbulos que generarían sensibilidad. ⁽³⁾

Para optimizar los resultados, se simplificaron los pasos clínicos, los cementos de resina autoadhesivos, la adhesión se produce a expensas del barro dentinario, lo que se asocia a una menor sensibilidad postoperatoria. ⁽³⁾

Los cementos de resina autoadhesivos, están diseñados para adherirse a la estructura dental sin el requisito de un adhesivo y un grabado por separado.

Los procedimientos generales de restauraciones indirectas con cementos autoadhesivos son los siguientes: ^(4, 6, 66)

Tratamiento de la superficie de la restauración:

1. Acondicionamiento de la cara interna de la restauración y silanizado.
2. Aplicar adhesivo en la restauración, una capa muy fina que no cree desajustes.

Tratamiento de la superficie dentaria:

1. Limpiar la preparación con piedra pómez y agua. Enjuagar abundantemente.
2. Eliminar toda el agua de la superficie aplicando un potente chorro de aire en la preparación durante 3 ó 5 segundos. No desecar.
3. Aplicar cemento en las superficies internas de la restauración.
4. Asentar la restauración y retirar el cemento sobran, para facilitar la eliminación del cemento sobrante, polimerizar ligeramente los márgenes durante 2-3 segundos.
5. Dejar actuar por 2 a 3 minutos y luego activar 40 segundos por cara.

Estos cementos presentan ventajas como:

- 1) Permite que el proceso de desmineralización e infiltración de la resina ocurra simultáneamente, generando una infiltración uniforme y completa de los polímeros en la dentina acondicionada.

2) También se evita la deshidratación excesiva de la dentina posterior al lavado y secado del acondicionador de la técnica de grabado total, que puede hacer colapsar la red colágena expuesta.

3) No se elimina el barro dentinario, el cual pasa a formar parte de la articulación adhesiva, quedando de esta manera obliterados los túbulos dentinarios, favoreciendo la integridad marginal y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria.

4) Se reduce el tiempo de trabajo clínico

Desventajas:

1) Menor adhesión a esmalte

Existen estudios que hablan de una mayor microfiltración en comparación con los cementos convencionales, pero estos no son concluyentes. ^(9, 32, 62)

En virtud de lo anteriormente expuesto, el presente trabajo busca evaluar el grado de sellado marginal (interfase diente - restauración) que podrían lograr a las estructuras dentarias los diferentes tipos de cementos, tanto de resinas convencionales como autoadhesivos, comparándolos entre las muestras de su misma marca.

Hipótesis

“Existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cementos de resina convencional, en comparación con las cementadas con cementos de resina autoadhesivos”

Objetivos Generales

Evaluar el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas cementadas con cementos de resina convencionales y con cementos de resina autoadhesivos.

Objetivos Específicos

1) Determinar el grado de sellado marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta, cementadas con cementos de resina convencionales:

- RelyX ARC (3M)
- Calibra (Dentsply)
- Duolink (Bisco)

2) Determinar el grado de sellado marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta, cementadas con cementos de resina autoadhesivos:

- RelyX U200 (3M)
- Smartcem 2 (Dentsply)
- Biscem (Bisco)

3) Analizar comparativamente los resultados obtenidos de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta, con cementos de resina convencionales y autoadhesivos, de una misma marca.

- RelyX ARC – RelyX U200 (3M)
- Calibra – Smartcem 2 (Dentsply)
- Duolink – Biscem (Bisco)

Materiales y Métodos

Este trabajo experimental se realizó en los laboratorios de simulación clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae y en el área de materiales dentales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se utilizaron 90 piezas dentarias humanas, correspondientes a terceros molares sanos extraídos por distintas indicaciones, los cuales fueron almacenados en una solución de suero fisiológico de cloruro de sodio al 9% con formalina al 2% en un recipiente rotulado y cerrado, con el objetivo de mantener su hidratación, hasta su utilización en la etapa experimental.

Previo a la exodoncia, se informó y consultó a los pacientes si accederían a donar su pieza dentaria a la investigación científica. Para lo cual todos firmaron una declaración de consentimiento informado, cuyo formato se adjunta en el anexo 1.

Las piezas dentarias fueron limpiadas con curetas para el retiro de restos de ligamento periodontal. Posteriormente, se limpiaron con una suspensión de piedra pómez y agua, aplicada mediante una escobilla blanda.

En cada pieza dentaria se realizaron preparaciones dentarias clase V, una por vestibular, y otra por palatino o lingual. Dichas preparaciones fueron estandarizadas en 5 mm de ancho, 4 mm de alto y 3 mm de profundidad. Todas las preparaciones fueron realizadas por ambos operadores, es decir, 90 cada uno, 180 preparaciones en total. Fueron talladas en el tercio medio de la cara en cuestión, 1 mm hacia coronal del límite amelocementario, dejando la pared axial en dentina.

Las cavidades fueron realizadas utilizando turbina refrigerada y piedras de diamantes cilíndricas de extremo redondeado, de alta velocidad, N 014 ISO, cambiando la fresa cada 4 cavidades realizadas. Posterior a la realización de la

cavidad, las piezas fueron nuevamente conservadas en suero fisiológico isotónico de cloruro de sodio al 9% hasta ser restauradas.

Las obturaciones se realizaron con Resina Compuesta Z350, directamente sobre la cavidad de la pieza dentaria, colocando un solo incremento, previo aislado con aislante para acrílico.

Las muestras fueron agrupadas en 3 grupos distintos: A (3M), B (Dentsly) y C (Bisco), contando cada grupo con 30 molares numerados, en los que se cementarán las restauraciones indirectas de resina compuesta en la cara palatina con un cemento convencional y en la cara vestibular con un cemento de resina autoadhesivo de su misma marca.

Los procedimientos generales de cementación de restauraciones indirectas utilizados para cementos de resina compuesta convencionales fueron los siguientes:

Tratamiento de la superficie de la restauración:

1. Acondicionamiento de la cara interna de la restauración.
2. Aplicación de adhesivo One Coat (Coltène Whaledent) en la restauración, una capa muy fina que no cree desajustes.
3. Fotoactivación por 30 segundos.

Tratamiento de la superficie dentaria:

1. Limpieza de la preparación con piedra pómez y agua para retirar aislante de la cavidad. Enjuagar abundantemente.
2. Grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 30-37%, la dentina se acondiciona por 10 segundos, esmalte se acondiciona por 20 segundos.
3. Irrigar con agua para eliminar el ácido y minerales dentinarios disueltos.
4. Secar con aire, protegiendo la dentina con papel absorbente.
5. Aplicación de una capa de adhesivo One Coat (Coltène Whaledent).

6. Soplar con aire de la jeringa triple, para eliminar el solvente y adelgazar la capa de adhesivo.
7. Fotoactivación 30 segundos.
8. Mezclar el cemento de resina, según las indicaciones del fabricante.
9. Aplicar el cemento en la cara interna de la restauración.
10. Posicionar la restauración en la cavidad, y retirar los excesos.
11. Fotoactivar por 60 segundos.

Los procedimientos generales para la cementación de las restauraciones indirectas con cementos de resina autoadhesivos fueron los siguientes:

Tratamiento de la superficie dentaria:

1. Limpiar la preparación con piedra pómez y agua. Enjuagar abundantemente.
2. Con la ayuda de papel absorbente, absorber el agua restante en la cavidad, cuidando de no resecarla.
3. Aplicar cemento en las superficies internas de la restauración.
4. Asentar la restauración y retirar el cemento sobrante, (para facilitar la eliminación del cemento sobrante, polimerizar ligeramente los márgenes durante 2-3 segundos).
5. Dejar actuar por 2 a 3 minutos y luego activar 60 segundos por cara.

Las cementaciones de las piezas dentarias fueron realizadas en 3 días consecutivos (cada día correspondiendo a una marca) y a la misma hora (14:00-18:00). Luego, fueron guardadas en un frasco rotulado en una estufa con control de humedad y temperatura, con 100% de humedad ambiental y a 37° C durante 48 horas. Con el fin de evitar la filtración del agente marcador por otras vías distintas al margen de las restauraciones, antes de realizar el termociclado, se aplicó un tapón de vidrio ionómero de fraguado químico (Ketac Molar) en aquellas piezas dentarias con una apertura apical mayor a 1 mm. Posteriormente toda la superficie radicular fue sellada con una capa de adhesivo a base de cianocrilato y dos capas de esmalte de uñas dejando libre solo las restauraciones con un

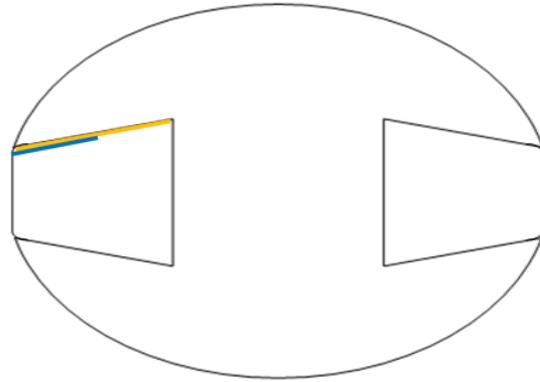
margen alrededor de ellas de 1 mm. Por último, se cubrió toda zona con acrílico de autopolimerización.

Las muestras así preparadas fueron sometidas a un proceso de termociclado, el cual es un tratamiento que consiste en someter la muestra a 100 ciclos en baños de entre 5° C y 65° C, manteniendo los especímenes 30 segundos en cada baño térmico de una solución acuosa de azul de metileno al 1% y temperándose a 23° C durante 15 segundos antes de cambiar de un baño a otro.

Una vez terminado el proceso de termociclado, las muestras fueron lavadas y cortadas transversalmente, en forma perpendicular al eje mayor de los dientes, asegurándose que abarque las 2 restauraciones realizadas en cada diente con el propósito de exponer adecuadamente la interfase diente-restauración y evaluar el grado de microfiltración. El corte será realizado con discos diamantados.

Luego fueron observadas por un operador entrenado en un microscopio óptico, con un lente graduado con aumento de lupa y con una grilla graduada, para establecer el grado de penetración del colorante entre la pieza dentaria y la restauración.

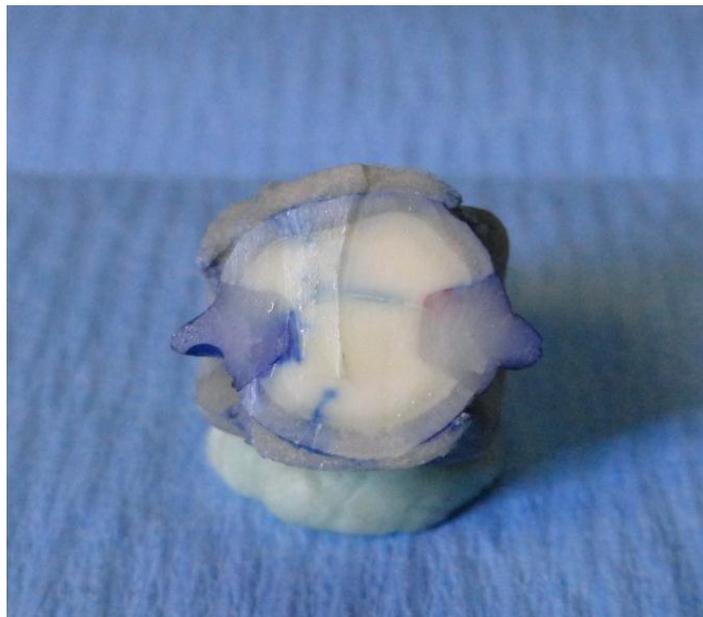
Se midió la longitud total desde el borde cavo superficial hasta la pared pulpar y luego, el grado de penetración del colorante por la misma pared. Entonces se calculó con una regla de 3 simple el porcentaje de infiltración del azul de metileno. (Figura 1)



— Longitud total de la cavidad
— Longitud de infiltración

Figura 1. Esquema de medición de porcentaje de infiltración de las restauraciones

Figura N. 2: Imagen de la muestra donde se observa microfiltración en restauración cementada con cemento convencional por palatino.



Los resultados obtenidos fueron recolectados en una planilla Excel, en la cual las columnas están representadas por el porcentaje de infiltración del azul de metileno de los grupos y en las filas corresponden a las muestras numeradas del 1 al 30, en tres tablas diferentes, correspondientes a cada una de las marcas.

Los resultados obtenidos, fueron en relación al porcentaje de microfiltración de azul de metileno en cada uno de los grupos recolectados, los cuales fueron tabulados en una planilla Excel y expuestos en porcentaje y analizados mediante la prueba Shapiro-Wilk para determinar si la muestra presenta una distribución normal o no. De acuerdo a lo cual, se realizó un análisis paramétrico o no paramétrico para establecer si existen diferencias significativas entre los grupos, en cuanto al grado de sellado marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cementos convencionales y autoadhesivos.

Resultados

Los resultados alcanzados en cada grupo fueron tabulados y graficados como se expone a continuación.

Tabla N°1 3M:

| N° de Muestra | Cemento ARC (Convencional) Porcentaje de Filtración | Cemento RelyX U200 (Autoadhesivo) Porcentaje de Filtración |
|---------------|--|---|
| 1 | 20 | 27 |
| 2 | 22,2 | 14,8 |
| 3 | 12,5 | 30 |
| 4 | 37,5 | 44,1 |
| 5 | 13,2 | 11,1 |
| 6 | 0 | 7,5 |
| 7 | 16,7 | 20 |
| 8 | 25 | 22,2 |
| 9 | 12,5 | 10 |
| 10 | 7,5 | 14,3 |
| 11 | 16,7 | 15 |
| 12 | 28,6 | 26,3 |
| 13 | 0 | 13,3 |
| 14 | 27,8 | 30,6 |
| 15 | 12,5 | 9,1 |

| | | |
|-------|-------|------|
| 16 | 38,9 | 26,3 |
| 17 | 37,5 | 27,8 |
| 18 | 0 | 23,3 |
| 19 | 33,3 | 20 |
| 20 | 50 | 38 |
| 21 | 40 | 0 |
| 22 | 28,6 | 23,3 |
| 23 | 0 | 12,5 |
| 24 | 0 | 0 |
| 25 | 25 | 0 |
| 26 | 39,5 | 0 |
| Media | 20.98 | 17,9 |

Tabla N°2: Denstply

| N° de muestra | Cemento Calibra (Convencional) Porcentaje de Filtración | Cemento SmartCem 2 (Autoadhesivo) Porcentaje de Filtración |
|---------------|---|--|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 9,09 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 |
| 8 | 20 | 20 |
| 9 | 11,36 | 11,36 |
| 10 | 16,66 | 16,66 |
| 11 | 25 | 25 |
| 12 | 13,16 | 13,16 |
| 13 | 100 | 100 |
| 14 | 0 | 0 |
| 15 | 33,30 | 33,30 |
| 16 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 |

| | | |
|-------|-------|-------|
| 19 | 0 | 0 |
| 20 | 100 | 100 |
| 21 | 25 | 25 |
| 22 | 0 | 0 |
| Media | 16,07 | 16,22 |

Tabla N°3: Bisco

| N° de muestra | Cemento Biscem (Autoadhesivo) Porcentaje de Filtración | Cemento Duolink (Convencional) Porcentaje de Filtración |
|---------------|--|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 39,47 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 12,50 |
| 9 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 |
| 11 | 7,89 | 26,31 |
| 12 | 0 | 14,28 |
| 13 | 0 | 20 |
| 14 | 0 | 10,20 |
| 15 | 12,50 | 0 |
| 16 | 0 | 25 |
| 17 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 |

| | | |
|-------|------|------|
| 19 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 |
| Media | 0,97 | 7,03 |

Análisis de los Resultados

Los datos fueron sometidos primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo, los cuales permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. En segundo término, se realiza el análisis inferencial a través de la prueba de T test.

El nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha = 0,05$

| Cementos | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|-----------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Filtración marginal | ARC, 3M | ,943 | 26 | ,160 |
| | RelyX U 200, 3M | ,964 | 26 | ,469 |
| | Calibra, Dentsply | ,597 | 22 | ,000 |
| | Smart Cem 2, Denstply | ,697 | 22 | ,000 |
| | Biscem, Bisco | ,351 | 21 | ,000 |
| | Duolink, Bisco | ,676 | 21 | ,000 |

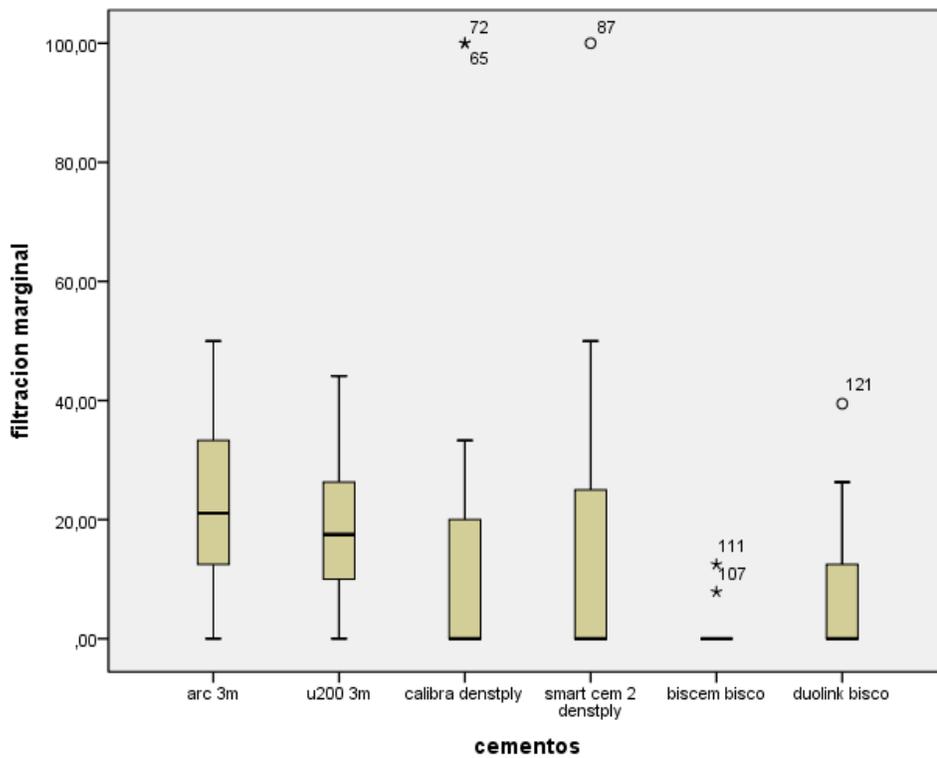
La distribución normal de los datos de los grupos en estudio, es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial t test. Es por esto, que el primer paso, es realizar una prueba de normalidad debido al número de muestras. El test utilizado es el de Shapiro Wilk, (menos de 50 muestras). La tabla indica que solo en los grupos “ARC, 3M” y RelyX U200 3M” el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto, se ratifica la distribución normal de los datos (la hipótesis nula se refiere a que “existe distribución normal de los datos” y esta es ratificada por los resultados mostrados en la tabla). En el resto de los grupos en estudio no existe distribución normal.

| Descriptivos | | | |
|---------------------|--------------------------|------------|-------------|
| Cementos | | | Estadístico |
| Filtración marginal | RelyX ARC, 3M | Media | 20,9808 |
| | | Mediana | 21,1000 |
| | | Varianza | 218,338 |
| | | Desv. típ. | 14,77628 |
| | RelyX U200, 3M | Media | 17,9423 |
| | | Mediana | 17,5000 |
| | | Varianza | 138,515 |
| | | Desv. típ. | 11,76922 |
| | Calibra Dentsply | Media | 16,0714 |
| | | Mediana | ,0000 |
| | | Varianza | 844,712 |
| | | Desv. típ. | 29,06393 |
| | Smart cem 2 Dentstply | Media | 16,2282 |
| | | Mediana | ,0000 |
| | | Varianza | 640,946 |
| | | Desv. típ. | 25,31692 |
| Biscem Bisco | Media | ,9710 | |
| | Mediana | ,0000 | |
| | Varianza | 9,935 | |
| | Desv. típ. | 3,15202 | |
| | Duolink Bisco | Media | 7,0362 |

| | | | |
|--|--|------------|----------|
| | | Mediana | ,0000 |
| | | Varianza | 134,982 |
| | | Desv. típ. | 11,61817 |

En la segunda tabla se muestra los Valores estadísticos descriptivos. En ella se observa, que la media del grupo “RelyX ARC, 3M” es superior.

Los datos de esta tabla son representados en el gráfico de cajas y bigotes, ratificándose en ellos el análisis antes descrito.



A continuación, se realiza el análisis inferencial que determina si existe o no diferencias estadísticas entre los grupos estudiados.

Análisis inferencial RelyX ARC v/s RelyX U200:

Para esto, se utiliza el test student.

Uno de los requisitos para realizar este análisis inferencial, es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ratificado con el test de shapiro wilk.

Otro requisito es que la variable independiente debe ser Nominal, estas variables corresponden a los dos grupos denominados “RelyX ARC y RelyX U200”. El último requisito, es que la variable Dependiente, es decir los valores de “filtración marginal”, deben ser numéricos.

| Prueba de muestras independientes | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|
| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) |
| Filtración marginal | Se han asumido varianzas iguales | 1,941 | ,170 | ,820 | 50 | ,416 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | ,820 | 47,617 | ,416 |

En este caso, se asumen varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor F es 0,170). El nivel de significancia del t test es 0,416, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados NO presentan diferencias significativas. Es decir los valores de “filtración marginal” de los grupos estudiados no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Análisis inferencial Calibra v/s Smart cem 2:

Debido a que el nivel de significancia en el test de normalidad presentó 0.00, el análisis inferencial en este caso de tipo no paramétrico se realiza utilizando el test de U Mann-Whitney.

| Estadísticos de contraste | |
|----------------------------------|---------------------|
| | Filtración marginal |
| U de Mann-Whitney | 236,000 |
| W de Wilcoxon | 489,000 |
| Z | -,156 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,876 |

El valor de significancia es de 0,876, lo cual indica que no existen diferencias estadísticas entre los grupos estudiados.

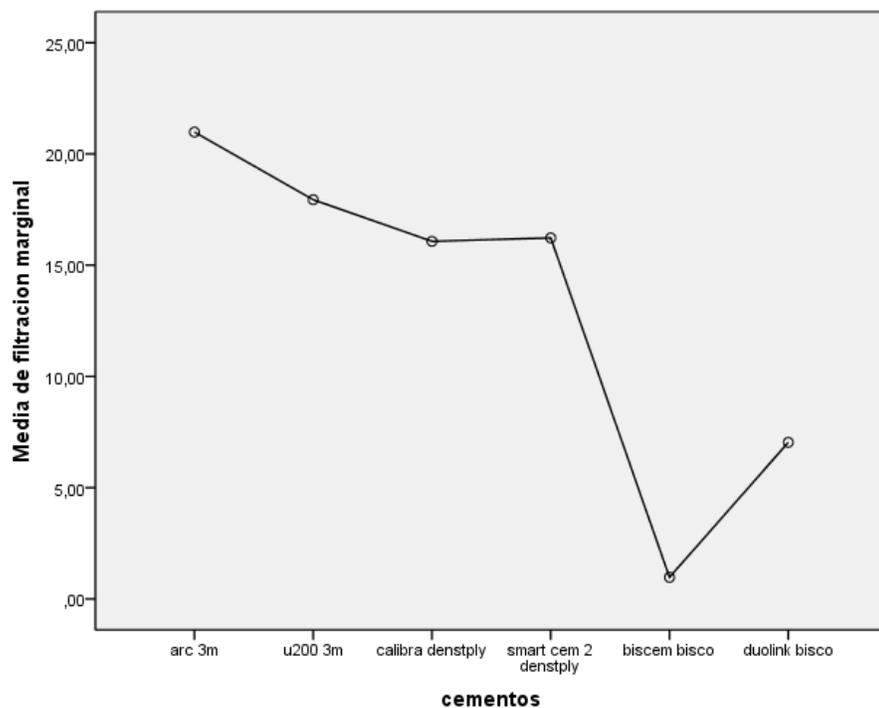
Análisis inferencial Biscem v/s Duolink:

Aquí, el test de normalidad nuevamente determinó la no existencia de dicha distribución, por lo tanto, debemos aplicar el test de U de Mann-Whitney.

| Estadísticos de contraste | |
|---------------------------|---------------------|
| | Filtración marginal |
| U de Mann-Whitney | 162,500 |
| W de Wilcoxon | 393,500 |
| Z | -2,033 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,042 |

En este caso el nivel de significancia es de .042, lo cual indica que sí existen diferencias estadísticas entre los grupos en estudio.

Para complementar el análisis inferencial presentamos un grafico de las Medias:



Discusión

En la actualidad, existen distintos tipos de materiales de cementación utilizados para poder adherir restauraciones indirectas a la pieza dentaria. Estos cementos tienen que tener una unión fiable tanto a las estructuras dentarias como al material restaurador para lograr el éxito, dando una buena retención a largo plazo y una buena adaptación y sellado marginal.

Los cementos pueden ser clasificados según su composición química en: cementos de fosfato de zinc, cementos policarboxilatos, cementos de ionómeros de vidrio, cementos híbridos (cementos de vidrio ionómero modificados y compómeros) y cementos resinosos.

Los cementos resinosos fueron desarrollados frente a la necesidad de fijar restauraciones estéticas indirectas, ya sean de porcelana o composite, incrustaciones tipo inlay y onlay, coronas libres de metal y puentes adhesivos, postes endodónticos de fibra y carillas laminadas.

Existen cementos de resina compuesta que necesitan de un acondicionamiento previo, técnica minuciosa que se basa en el uso de un ácido, enjuague y aplicación de adhesivo, esta técnica es compleja y sensible a errores. Para simplificar los múltiples pasos y reducir errores en el manejo clínico, están disponibles en el mercado cementos de resina autoadhesivos que requieren de un solo paso clínico para fijar la restauración a la pieza dentaria.

Existe un limitado número de investigaciones acerca de las características de estos cementos de resina compuesta autoadhesivos en comparación a los convencionales. Es por esto que en este estudio se compararon los porcentajes de microfiltración de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con distintos cementos de resina compuesta convencionales y autoadhesivos.

Los resultados analizados para las tres marcas comerciales corresponden a los siguientes:

- **3M:** para el cemento convencional RelyX ARC v/s el cemento autoadhesivo RelyX U200, los valores de filtración marginal de los grupos estudiados no presentan diferencias estadísticamente significativas.
- **Dentsply:** para el cemento convencional Calibra v/s el cemento autoadhesivo Smartcem2, los valores de filtración marginal de los grupos estudiados muestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los grupos estudiados.
- **Bisco:** para el cemento convencional Biscem v/s el cemento autoadhesivo Duolink, los valores de filtración marginal de los grupos estudiados muestra que sí existen diferencias estadísticas entre ambos grupos en estudio, siendo Biscem, el que menor filtración marginal presentó.

En el estudio realizado por Corral C, Bader M y col. se evaluó grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cemento autoadhesivo y cemento con sistema adhesivo de grabado y enjuague. Se encontró que no existe diferencia significativa en el grado de sellado marginal obtenido con un cemento de resina convencional y un cemento autoadhesivo. Estos resultados se correlacionan con los obtenidos en el presente estudio en dos de las marcas estudiadas, (3M y Dentsply) en las que no existen diferencias estadísticas entre cemento de resina convencional y cemento de resina autoadhesivo. ⁽⁶⁸⁾

En el estudio de Behr M. y cols. "Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-trie systems." indicó que los cementos autoadhesivos sin pretratamientos pueden otorgar una adaptación

marginal comparable con agentes cementantes establecidos. Estos resultados se correlacionan los resultados obtenidos en dos de las marcas estudiadas (3M y Dentsply), en las que no existen diferencias significativas de infiltración entre un cemento de resina autoadhesivo y un cemento de resina convencional. ⁽⁶⁹⁾

Según el estudio de Radovic, I. “Self-adhesive resin cements: a literature review”, de acuerdo a los resultados de estudios in vitro, los cementos autoadhesivos presentan una adhesión a dentina comparable con los cementos de resina de múltiples pasos, mientras que en esmalte parece ser débil en las propiedades de unión, lo que se correlaciona con los resultados obtenidos en el presente estudio, para las marcas 3M y Dentsply. ⁽⁷⁰⁾

En el estudio hecho por Piwowarczyk A, y cols. se observó que los valores de microfiltración para un cemento de resina autoadhesivo fueron menos en esmalte y dentina, en comparación con un cemento de grabado y enjuague. Estos resultados se correlacionan con los encontrados por el presente estudio en la marca Bisco en donde se muestra una diferencia significativa entre el cemento de resina convencional “Duolink” y autoadhesivo “Biscem”, siendo este último el que arrojó menor filtración. Estos resultados se pueden deber a la menor cantidad de pasos de la técnica para cementos autoadhesivos, a diferencia de la técnica utilizada para cementos convencionales que requieren una mayor cantidad de pasos lo que podría aumentar la posibilidad de errores. ⁽⁷¹⁾

En el caso de los cementos utilizados de las marcas 3M y Dentsply no se encontraron diferencias entre cementos de resina convencionales y cementos de resina autoadhesivos, lo que puede deberse a que este último tiene un efecto adecuado de acondicionamiento dentario para lograr un sellado marginal suficiente. Por otro lado puede deberse a que el cemento autoadhesivo en comparación con el cemento convencional, al tener un alto porcentaje de relleno, tiene un cambio dimensional menor.

En los cementos utilizados en la marca Bisco, el comportamiento de los cementos autoadhesivos no solo igualó a los cementos convencionales, sino que se observó que tienen un mejor resultado en cuanto al sellado marginal, lo que puede deberse a un adecuado Ph del cemento, que podría acondicionar de mejor forma la superficie.

Estos resultados podrían deberse también al espesor del material, siendo los cementos autoadhesivos más viscosos en comparación con los cementos convencionales, por lo que podrían tener un menor grado de contracción de polimerización y un menor coeficiente de expansión térmica, viéndose esto reflejado en un mejor sellado marginal.

La cementación con cementos de resina convencionales es una técnica que requiere de múltiples pasos, lo que aumenta las posibilidades de error. Por otra parte, los cementos de resina autoadhesivos, cuentan con una técnica mucho más sencilla alcanza valores iguales de sellado marginal que los cementos de resina convencionales.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos con la metodología utilizada en este estudio, podemos concluir que:

1.- En **3M**:

Las restauraciones indirectas cementadas con el cemento convencional "RelyX ARC" obtuvieron un promedio de 20.98% de filtración marginal, mientras que las cementadas con el cemento autoadhesivo "RelyX U200", obtuvieron un 17.9%.

2.- En **Dentsply**:

Las restauraciones indirectas cementadas con el cemento convencional "Calibra" obtuvieron un promedio de 16.07% de filtración marginal, mientras que las cementadas con el cemento autoadhesivo "SmartCem 2", arrojaron un promedio de 16.22%.

3.- En **Bisco**:

Las restauraciones indirectas cementadas con el cemento convencional "Duolink" obtuvieron un promedio de filtración marginal de 7.03% mientras que las cementadas con el cemento autoadhesivo "Biscem" obtuvieron un promedio de 0.97%.

4.- No existen diferencias estadísticamente significativas de filtración marginal entre los grupos 3M y Dentsply, mientras que en el grupo Bisco, existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la filtración marginal, siendo Biscem quien obtuvo el menor porcentaje de filtración.

5.- En consecuencia de lo anterior, se rechaza la hipótesis planteada, la cual señalaba: "Existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cementos de resina

convencional, en comparación con las cementadas con cementos de resina autoadhesivos” para los grupos 3M y Dentsply, mientras que dicha hipótesis, se acepta para el grupo Bisco.

Sugerencias:

- 1- Debido al escaso tiempo que poseen los cementos autoadhesivos en el mercado, es preciso desarrollar más investigaciones que permitan medir las propiedades mecánicas que poseen dichos cementos.

- 2- Es necesario también desarrollar estudios que permitan determinar el grado de polimerización alcanzados por los cementos autoadhesivos.

- 3- Medir resistencia adhesiva.

Bibliografía

1. Shen C. Cementos Dentales. En: Anusavice, KJ. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11^a.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. p. 486-488.
2. 3M RelyX™ ARC. Laboratorio de Productos Dentales 3M Center. Citado el 27 de Julio del 2013. Disponible en:
<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?6666660Zjcf6IVs6EVs666C0yCOrrrrQ->
3. Aguilera A, Guachalla J, Urbina G, Sierra M, Valenzuela A. Sistemas adhesivos de autograbado. Revista Dental de Chile. 2001 Agosto; 92(2): 23-28.
4. Bico Biscem dual-cured self- adhesive resin cement. Instrucciones de uso. Citado el 27 de Julio del 2013. Disponible en:
http://www.bisco.com/instructions/IN-154R6_Spanish.pdf
5. 3M Espe RelyX™ Unicem 2 Automix. Instrucciones de uso. Citado el 27 de Julio del 2013. Disponible en:
http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8_en8mxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--
6. SmartCem2 cemento autoadhesivo. Instrucciones de uso. Citado el 27 de julio del 2013. Disponible en:
<http://www.dentsplyargentina.com.ar/Smart%20Cem%202%20DFU.pdf>
7. Ehrmantraut M, Terrazas P. Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. 2011 Dic; 4(3): 106-109.

8. Lin J, Shinya A, Gomi H. Bonding of Self-Adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluations. Dent. Mat. J. 2010 Aug; 29 (4) 425-32.
9. Ghazy M, El-Mowafy O, Roperto R. Micrleakege of porcelain and composite machined crowns cemented with self-adhesive or conventional resin cement. J. Prosthodont. 2010 oct; 19 (7):523-30.
10. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater. 2004 Dec; 20(10):963-71.
11. Ministerio de salud. Chile: 2012. Situación de Salud Bucal en Chile. Citado el 17 de abril del 2013. Disponible en:
<http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/9c81093d17385cafe04001011e017763.pdf>
12. Urzúa I, Stanke F, Mariné A. Tratamiento de la caries como enfermedad infectocontagiosa. Revista. Dental de. Chile. 1996; 87(3): 25-29.
13. Anderson M. Risk assessment and epidemiology of dental caries. Pediatric Dentistry. 2002; 24(5): 377–385.
14. Bader M. Introducción al estudio de los biomateriales de uso odontológico. En: Bader M, Astorga C, Baeza R, Ehrmantraut M, Ribera C, Vergara J. Texto de Biomateriales Odontológicos. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2004. p. 12-13.

15. Collet A, Guglielmotti B. Patologías dentarias de etiología no infecciosa. En: Barrancos J. Operatoria Dental. 3ª.ed. Argentina: Panamericana; 1999. p. 567-578.
16. Romanelli H. Periodoncia y Operatoria Dental. En: Barrancos J. Operatoria Dental. 3ª.ed. Argentina: Panamericana; 1999. p. 657-690.
17. Anusavice, KJ. Estructura de la materia y principios de la adhesión. En: Anusavice KJ. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. p. 13-32.
18. Hickel R, Manhart J. Longevity of the restorations in posterior teeth and reasons for failure. Septiembre 2001. Citado el 10 de mayo del 2013. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11317384>
19. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current Status of Luting Agents for Fixed Prosthodontics. Revista The Journal of Prosthetic Dentistry. 1999 Febrero; (2): 135-141.
20. Ehrmantraut M, Bader M. Polimerización de Resinas Compuestas a través de estructuras dentarias. Revista Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 1994; (12): 22-27.
21. Lanata, EJ. Operatoria Dental Estética y Adhesión. Argentina: Grupo Guía; 2003.
22. Craig R. Materiales Dentales Restauradores. En: Craig R. Materiales Dentales, propiedades y manipulación. 6ª.ed. Madrid: Mosby; 1996. p. 237-266.

23. Spadiliero M, Uribe J. Sistemas resinosos compuestos. En: Uribe E. Operatoria dental, ciencia y práctica. Madrid: Ayuntamiento de Baga; 1990. p. 207-225.
24. Henostroza, G. Estética en Odontología Restauradora. Madrid: Ripano; 2006.
25. Hervás GA, Martínez LM, Cabanes VJ, Barjau EA, Fos GP. Composite resins: A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006 marzo; (11): 15-20.
26. Ribera C, Quevedo E, Bader M. Análisis comparativo in vitro de las propiedades físicas mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su antecesora. Revista. Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 2000; (18): 25-33.
27. Peutzfeldt A. Resin composite in dentistry: The monomer systems. Eur J Oral Sci. 1997 abril; (105): 97-116.
28. Anusavice, KJ. Estructura de la materia y principios de la adhesión. En: Anusavice, KJ. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11^a.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. p. 25-39.
29. Anusavice, KJ. Propiedades físicas de los materiales dentales. En: Anusavice, KJ. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11^a.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. p. 45-66.

30. Bader M. Adhesión. En: Bader M, Astorga C, Baeza R, Ehrmantraut M, Ribera C, Vergara J. Texto de biomateriales odontológicos. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2004. p. 49.
31. ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc. 2003 abril; (33): 213-224.
32. Swift E, Perdigão J, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int. 1995 Feb; 26 (2):95-110.
33. Swift E, Perdigão J, Heymann H. Enamel bond strengths of "one-bottle" adhesives. Pediatric Dentistry 20(4): 259-262. 1998.
34. Montenegro M A, Mery C, Aguirre A. Esmalte: composición química y estructura. En: Aguirre A, Hernández C, Montenegro M A. Histología y embriología del sistema estomatognático. Santiago, Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile; 1986.p.63-64.
35. Macchi R. Principios de la adhesión a estructura dentaria. En: Barrancos J, Barrancos P. Operatoria Dental. 4ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2006. p. 717-720.
36. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M. Relationship Between adhesive thickness and microtensile bond strength. Operative Dentistry. 2001; (26): 97-104.

37. Swift E, Perdigao J, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int. 1995 Feb; 26(2):95-110.
38. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa B. T. Lopes M. No-bottle v/s Multi-bottle dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study. Dent Mater. 2001 Sep; 17(5):373-80.
39. Barkmeier W, Hammesfahr P, Latta M. Bond Strength of Composite to Enamel and Dentón Using Prime & Bond 2.1. Oper Dent. 1999 Ene-Feb; 24 (1): 51-6.
40. Barrancos J, Frydman J. Histología Dentaria. En: Barrancos J, Barrancos P. Operatoria Dental. 4ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2006. p. 266-269.
41. Swift E. Jr. Dentin/Enamel Adhesives: Review of the Literature. Pediatric Dent. 2002 Sep-Oct; 24 (5):456-61.
42. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW Jr. The influence of dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs a total etch system. Dent Mater. 2003 Dec; 19(8):758-67.
43. Toledano M, Osorio R, de Leonardi G, Rosales-Leal JI, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self primer on the resin adhesion to enamel and dentin. Am J Dent. 2001 Aug; 14(4):205-10.
44. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha J. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. Journal of Dentistry.2001 Enero; (29): 55-61.

45. García A, Martínez MA, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006 Mar; 11(2):E215-20.
46. Feilzer J, De Gee J, Davidson L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J Dent Res. 1987; (66):1636-1339.
47. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The Clinical performance of adhesives. J Dent. 1998 Jan; 26(1):1-20.
48. Arroyo S, Martínez J. Un Adhesivo Autograbador: XENOIII. Unidad de Patología y Terapéutica Dental. Universidad de Barcelona. Mayo 2003.
49. Asmussen E., Peutzfeldt A. The influence of Relative Humidity on the Effect of Dentin Bonding Systems. J Adhes Dent. 2001; 3(2):123-7.
50. Ariño p. Adhesivos Dentales del Nuevo Milenio: La Membrana Adhesiva. Industria y Profesiones. Ciencia. 2000; N° 110. Citado el 28 de Julio del 2013. Disponible en: www.gacetadental.com
51. Macchi R. Principios de la adhesión a estructura dentaria. En: Barrancos J, Barrancos P. Operatoria Dental. 4ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2006. p. 721-724.
52. Swift EJ, Triolo PT. Bond strengths of scotchbond multi-purpose to moist dentin and enamel. Am J Dent. 1992; (5):3 18-320.

53. Sundfeld RH, Valentino TA, de Alexandre RS, Briso AL, Sundfeld ML. Hybrid layer thickness and resin tag length of a self-etching adhesive bonded to sound dentin. *J Dent.* 2001; 33 (8): 675-681.
54. Craig R, O'Brien W, Powers J. *Materiales Dentales restauradores*. En: Craig R. *Materiales para Restauraciones Estéticas Directas*. 6ª.ed. Madrid: Mosby; 1996. p. 55-75.
55. Barrancos P. Manipulación y comportamiento de los composites. En: Barrancos J, Barrancos P. *Operatoria Dental*. 4ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2006. p. 778-779.
56. Tay FR, Pashley DH, Yiu CH, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. part I. Single step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003; (5): 27-40.
57. Pfeifer C, Shih D, Braga RR. Compatibility of dental adhesives and dual-cure cements. *Am J. Dent* 2003; 16 (4): 235-238.
58. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical dual cured composites: two steps versus one steps systems. *Oper Dent* 2003; 28:(6): 747-755.
59. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007 Enero; 23(1):71-80.

60. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.* 2006; (8): 327–35.
61. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clinical Oral Investigations.* 2005 Septiembre; 9(3):161-7.
62. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004 Dic; 20(10): 963-71.
63. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater.* 2006 Jan; 22(1):45-56.
64. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007 Jul; 23(7):829-39.
65. Macchi R. Principios de la adhesión a estructura dentaria. En: Barrancos J, Barrancos P. *Operatoria Dental.* 4ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2006. p. 717-720.
66. 3M Espe RelyX™ Unicem 2 Automix. Instrucciones de uso. Citado el 27 de Julio del 2013. Disponible en:
http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUO8_en8mxevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--

67. Lin J, Shinya A, Gomi H. Bonding of Self-Adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluations. *Dent. Mat. J.* 2010 Aug; 29 (4): 425-32.
68. Corral C, Bader M, Astorga C. Estudio comparativo in vitro del grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cemento autoadhesivo y cemento con sistema adhesivo de grabado y enjuague. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehab. Oral.* 2009; 2 (1):10-15.
69. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater.* 2004 Feb; 20 (2):191-7.
70. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008 Aug; 10(4):251-8.
71. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater.* 2005 May; 21(5):445-53.

Anexos:

Anexo N.1

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DE LA INVESTIGACION:

“Estudio comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones indirectas cementadas con diferentes tipos de cementos de resina compuesta existentes en el mercado nacional”

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.

Las alumnas Nicole Gigoux Koch y Victoria Parra Vidal, como alumnas de sexto año de Odontología de la Universidad Finis Terrae, están realizando un estudio cuyo objetivo es: “Evaluar el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas cementadas con cementos de resinas convencionales y cementos de resina autoadhesivos”.

Nuestro estudio pretende evaluar si existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cementos de resina convencional, en comparación con las cementadas con cementos de resina autoadhesivos.

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:

Nicole Gigoux Koch

Victoria Parra Vidal

Teléfonos de los investigadores:

78730978

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)