



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

“Estudio comparativo de la resistencia adhesiva a dentina de dos vidrios ionómeros modificados con resina *in vitro*”

Francisca Lavandero Barrientos

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL:
Prof. Dr. Marcelo Bader M.**

**TUTORES ASOCIADOS:
Dr. Emilio Díaz D.
Prof. Dr. Pablo Angel A.**

Santiago-Chile
2013

En esta fase final de mi carrera quiero agradecer a aquellas personas que me ayudaron y estuvieron conmigo en esta etapa de mi vida:

A mi papá que día a día me sorprende con su simplicidad, cariño, fuerza y compromiso, porque tiene todo lo que se necesita para triunfar en la vida: pasión, perseverancia y sobre todo... un gran corazón.

A mi mamá que su positivismo, su inteligencia, su alegría, sus ganas de escucharte y ayudarte, su compañerismo y su amor incondicional hacen que sea la mejor amiga con que se puede contar.

A Martín que me apoyó, me ayudó y me mostró que la vida es mucho más linda cuando se está acompañado.

A mis amigos de la "U" que hicieron todos los días universitarios más entretenidos, sobre todo al Rodri y a la Coté que son grandes personas que siempre, pero siempre estuvieron ahí.

A los que me permitieron llevar a cabo esta tesis, los profesores Emilio Díaz, Marcelo Bader y Pablo Angel, por su paciencia, ayuda y disposición.

INDICE

| | | |
|---|-----------------------------|-----------|
| - | Resumen | 4 |
| - | Introducción | 5 |
| - | Marco teórico | 8 |
| - | Hipótesis | 25 |
| - | Objetivos | 26 |
| - | Materiales y métodos | 27 |
| - | Resultados | 34 |
| - | Análisis resultados | 37 |
| - | Discusión | 40 |
| - | Conclusión | 44 |
| - | Sugerencias | 45 |
| - | Anexos | 46 |
| - | Bibliografía | 48 |

RESUMEN

Introducción: Dentro de los materiales de restauración se encuentran los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, los cuales son ampliamente utilizados en la actualidad para restaurar piezas dentales, ya que presentan una unión a los tejidos dentarios predecible en el tiempo, una buena estética y una alta liberación de flúor. En este estudio se evaluó la resistencia adhesiva de dos tipos de cementos de vidrio ionómero modificados con resina: Fuji II LC® (GC corp., Alsip, IL, USA) que es un ionómero híbrido de fotocurado comúnmente utilizado en Chile que se encuentra en una presentación tradicional polvo-líquido y Geristore® (DenMat corp., Santa María, CA,USA), un vidrio ionómero modificado con resina de curado dual que pretende introducirse al mercado chileno con una nueva presentación pasta-pasta de automezcla, dejando atrás la habitual presentación polvo-líquido. Dado que se trata de un material de reciente aparición en Chile y con una nueva presentación, el presente estudio buscó evaluar su grado de adhesión a dentina comparándolo con un material presentación polvo-líquido y de amplio uso de en el país como Fuji II LC®.

Materiales y métodos: 20 terceros molares sanos fueron seccionados para obtener 40 mitades, mesiales y distales. Un cilindro de Fuji II LC® se construyó sobre el segmento mesial y de Geristore®, sobre el segmento distal de cada molar seccionado, formado así dos grupos de 20 muestras cada uno. Los cuerpos de prueba se sometieron a una fuerza de cizallamiento en la máquina de ensayos universal, Marca Tinius Olsen®, Modelo H5K-S para determinar el grado de resistencia adhesiva a dentina que lograron ambos materiales.

Resultados: Los datos obtenidos se sometieron a análisis estadístico. Mediante el Test de Kolmogorov – Smirnov se demostró la distribución normal de los datos, para posteriormente analizarlos con Test T, con lo cual se determinó que no existen diferencias significativas entre ambos grupos.

Conclusión: Se concluye que no existen diferencias significativas en la resistencia adhesiva a dentina de Fuji II LC® y Geristore®.

INTRODUCCIÓN

La caries dental es la enfermedad crónica de mayor frecuencia en la población chilena y en el mundo. Más del 60% del quehacer de los odontólogos en Chile son acciones relacionadas con el tratamiento de dientes afectados por lesiones de caries. La gran incidencia de esta patología en la población ha llevado a la Odontología a buscar opciones para reemplazar el tejido dentario perdido mediante el uso de biomateriales que permitan restablecer forma y función y a la vez presenten características compatibles con el ambiente bucal (1).

En la historia de la Odontología se han utilizado muchos tipos de materiales de restauración. En la intensa búsqueda por encontrar el material dental ideal se han introducido desde hace varios años en nuestra profesión los cementos de vidrio ionómero, los cuales además de ser estéticos presentan características únicas como la adhesión química a las estructuras dentarias y la liberación de flúor. Sin embargo, a pesar de las interacciones químicas entre los cementos de vidrio ionómero y la dentina, los valores de fuerza de adhesión de estos materiales continúan siendo bajos cuando se les compara con la fuerza de adhesión de las resinas compuestas, las cuales endurecen mediante polimerización y cuya retención se obtiene por técnica adhesiva (2).

A través del tiempo los cementos de vidrio ionómero han experimentado numerosos cambios con el fin de mejorar sus propiedades clínicas. Diversos tipos han sido descritos desde el primero introducido por Wilson y Kent en Inglaterra, llamado ASPA, hasta llegar a los nuevos materiales "modificados con resina" fotocurables. La aparición de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, fue una consecuencia de las desventajas de los sistemas precedentes, particularmente su tiempo de trabajo

corto y su deficiente resistencia mecánica. Éstos mantienen las cualidades estéticas, adhesivas y de liberación de flúor de los ionómeros convencionales, agregando las cualidades beneficiosas de las resinas compuestas, como polimerizar bajo la acción de la luz y sus buenas cualidades mecánicas. Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina son predominantemente vidrios ionómeros en un 80% con un 20% de resina fotocurada, siendo una combinación de dos materiales químicamente diferentes (3).

Hoy en día existe una gran cantidad de cementos de vidrio ionómeros modificados con resina y son muchas las marcas comerciales que se encuentran el mercado. Asimismo, existen ionómeros con distintas indicaciones, tales como: cementación de restauraciones, bases cavitarias y materiales de restauración. Dentro de los ionómeros indicados como material de restauración, existen dos ionómeros modificados con resina que serán utilizados en este estudio, Fuji II LC® y Geristore® (3).

Fuji II LC® (GC corp., Alsip, IL, USA) es un ionómero híbrido que ha sido muy utilizado por nuestra profesión desde su aparición en el año 1991. Actualmente, con su presentación tradicional de polvo-líquido, es uno de los más usados del mercado chileno, dado su buen rendimiento clínico como material restaurador (4).

Por otro lado, Geristore® (DenMat corp., Santa María, CA,USA) es un ionómero modificado con resina de curado dual que cambió su presentación polvo-líquido por una nueva versión pasta-pasta de automezcla y que con su actual versión desea convertirse en una nueva opción dentro del mercado chileno (5).

Con la introducción de los nuevos cementos vidrio ionómero modificados con resina, se ha presentado un nuevo interés en la capacidad adhesiva de dichos materiales a la estructura dental, ya que uno de los grandes desafíos de la Odontología ha sido

promover una fuerte y duradera adhesión entre el substrato dentinario y los cementos dentales (6).

La resistencia adhesiva de un material dental se define como la tensión máxima que puede soportar el material frente a fuerzas de desalajo sin desprenderse de la pieza dentaria. Desde un punto de vista general, la adhesión es un proceso de unión superficial, determinado por la atracción intermolecular específica entre el material y el diente, a través de reacciones químicas y/o físicas (7).

En el caso de los vidrios ionómeros convencionales y modificados con resina, la unión se genera por una reacción química, que para algunos es la única a la que se puede considerar realmente adhesión. Ésta se produce cuando las partes se mantienen en contacto sobre la base de la fuerza lograda por la formación de uniones químicas entre ambas superficies involucradas, sean primarias o secundarias (7).

Una adecuada resistencia adhesiva es una característica fundamental para que un biomaterial pueda permanecer en boca. Ésta debe ser cuantificada y estudiada en todo nuevo material para asegurar su calidad y viabilidad como cemento restaurador, ya que determina la vida media de éste en la cavidad bucal (7).

Por lo anteriormente mencionado, este estudio comparó la resistencia adhesiva a dentina del cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC® con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®.

MARCO TEÓRICO

La Odontología restauradora es una especialidad que se preocupa del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades que afectan a los tejidos duros dentarios. Las patologías que producen pérdida de estructura dentaria son diversas y dentro de éstas encontramos: caries, traumatismos dentoalveolares, malformaciones dentarias y lesiones no cariosas como erosión, abrasión y abfracción (8).

La más común de estas enfermedades es la caries dental, definida como una enfermedad infecciosa, multifactorial, polimicrobiana, localizada y de tipo crónica que afecta los tejidos duros del diente (9). Este proceso es producto de continuos períodos de remineralización y desmineralización, producidos por el metabolismo bacteriano en la superficie dentaria, que en el tiempo lleva a una pérdida de minerales, lo que puede producir cavitación (1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que entre el 60 y 90% de los niños del mundo presentan lesiones de caries con cavitación evidente (10). En Chile, los últimos estudios de prevalencia realizados por el Ministerio de Salud mostraron la presencia de altos índices de caries en la población infantil, con una prevalencia, en niños de 6 y 12 años, de 70,3% y 62,5%, respectivamente (11,12). En la población adulta chilena, la prevalencia de caries aumenta sostenidamente con la edad, llegando casi al 100% en el grupo de 65 a 74 años (11-16). (Figura 1)

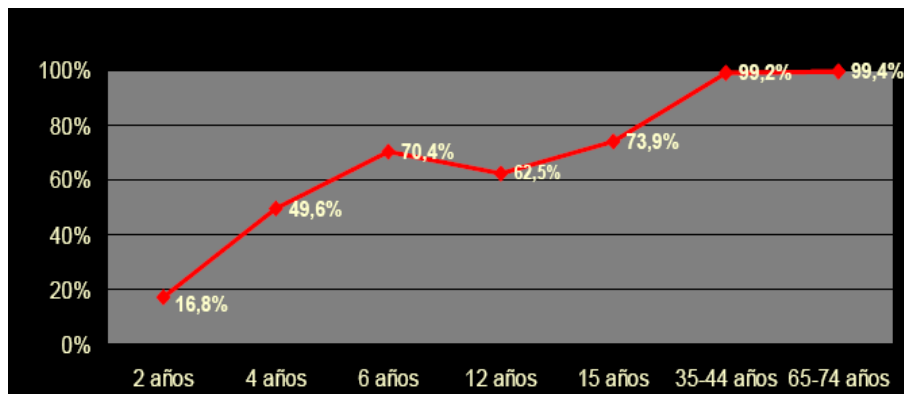


Figura 1. Prevalencia de caries en Chile (MINSAL 2007)

La pérdida o falta de estructura dentaria ha orientado a la Odontología hacia la búsqueda de materiales que permitan su restauración, devolviendo la forma y función de los dientes afectados. Debido a que aún no se ha logrado encontrar el material ideal, es que se siguen realizando constantemente estudios sobre los materiales dentales, lo cual ha permitido grandes avances tecnológicos, mejorando la viabilidad de las restauraciones. Hoy en día se habla de “Biomateriales”, ya que los materiales dentales no actúan como entes independientes, sino que van a constituir una unidad funcional junto a los tejidos biológicos con los que interactuarán, generando sobre ellos un efecto y una respuesta y, al mismo tiempo, recibirán una acción del medio biológico en el que se encuentran, el cual a su vez los puede alterar. Es por esto que los biomateriales deben contar con propiedades adecuadas para permanecer en boca (2).

Existen diversas características que los materiales de obturación deben poseer, tales como: generar un buen sellado entre material y diente, tener baja o nula solubilidad y desintegración en el medio bucal, poseer un coeficiente de expansión térmica cercano al del diente, tener buena resistencia a la abrasión y compresión, ser de fácil inserción y tener buena apariencia estética (7).

Una de las características más importantes de un material restaurador es su adherencia a las estructuras dentarias, permitiendo un buen sellado marginal y resistencia adhesiva, lo que previene la microfiltración, que se define como el paso químicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la cavidad y el material restaurador. Esta propiedad permite obtener un buen desempeño clínico, evitando la aparición de tinciones marginales y caries recidivante o secundaria; y brinda una óptima resistencia adhesiva del biomaterial, lo que influye en la capacidad de la restauración de soportar carga sin desalojarse de su posición (6).

La resistencia adhesiva es un criterio importante que habitualmente se usa para determinar la longevidad de un material restaurador (17-20). De este modo, una adecuada resistencia adhesiva adquiere gran importancia por sobre otras propiedades, dado que siempre existirán fuerzas que tiendan a desalojar el material de su posición, tales como: las fuerzas oclusales, fuerzas generadas durante las parafunciones, fuerzas de tracción producidas por alimentos adhesivos o la misma contracción inherente al material por su proceso de endurecimiento, que tenderá a dificultar la unión al tejido dentario remanente (2).

Dentro de la gama de biomateriales existen aquellos destinados para restauraciones indirectas y aquellos para restauraciones directas: los materiales de restauración indirecta, son llevados en forma sólida a la cavidad bucal, requiriendo una etapa de laboratorio previa y el uso de un medio de cementación; y los materiales de restauración directa, son llevados en forma plástica a la cavidad bucal, solidificando mediante un proceso químico obteniendo así las propiedades adecuadas para cumplir su función (21).

Aunque las restauraciones indirectas tienen gran longevidad, las restauraciones directas siguen siendo la primera opción para restaurar piezas dentarias con pérdida de

estructura, debido a la menor remoción de tejido dentario sano, a nuevos avances en la tecnología de estos materiales y al bajo costo respecto a las indirectas. Dentro de las restauraciones directas se encuentran: las amalgamas, las resinas compuestas y los cementos de vidrios ionómeros, ya sea convencionales o modificados con resina (9).

La amalgama ha sido el material restaurador preferido para la restauración de piezas dentarias posteriores durante el siglo veinte, presentando una serie de ventajas como: bajo costo relativo, longevidad y menor sensibilidad de la técnica clínica en comparación a otros materiales de restauración directa. Sin embargo, posee importantes limitaciones, tales como: falta de estética, ausencia de adhesión específica a los tejidos dentales y necesidad de conformar una cavidad operatoria mayor para dar retención (7). Debido a estas limitaciones, en la década de los ochenta este material disminuye su popularidad, agregándose problemas propios a su naturaleza, tales como: su corrosión, la potencial toxicidad del mercurio y las tinciones que provoca en la estructura dentaria (22-24).

Durante la década del cincuenta un grupo de odontólogos y científicos ingleses decidió desarrollar un material que tuviese propiedades térmicas, mecánicas y ópticas coincidentes con las propiedades de los dientes y que además, tuviese un efecto terapéutico. La razón de esto fue que se buscaba que los materiales restauradores ya no se considerasen sólo materiales de relleno sino, sustitutos de esmalte y dentina. Esta tarea no fue fácil, tomó varios años y se requirió de muchas investigaciones, tanto científicas como clínicas, para poder desarrollar los materiales que hoy utilizamos (25).

Es así que en la década del sesenta aparecieron las resinas compuestas, material que dio buenos resultados a corto plazo, y en pruebas de laboratorio, pero que a largo plazo presentaba un alto porcentaje de fallas, debido a la contracción de polimerización y la consecuente filtración marginal, entre otras. Sin embargo, hoy en día han

presentado grandes mejoras en su composición y con su técnica adhesiva son una de las mejores opciones para recuperar la estética perdida en piezas dentarias, preservando mayor tejido dental en comparación a la amalgama dental (26).

En la misma década aparece el cemento de vidrio ionómero, el cual fue creado por Wilson y Kent en 1969 en el Laboratorio Government Chemistry en Londres, UK (27). Este cemento nace como una mejora del antiguo cemento de silicato, que era un material de restauración ya existente en el mercado. Se utilizó un polvo muy similar al que éste poseía y se cambiaron los componentes del líquido por ácidos orgánicos copolímeros (2).

El vidrio ionómero se considera un cemento y desde el punto de vista de composición y estructura los cementos son materiales que se preparan a partir de la combinación de un polvo con un líquido. El polvo está constituido por una base, que es un óxido metálico, o sea un compuesto cerámico, ya que contiene átomos metálicos y no metálicos. El líquido por otro lado, es considerado químicamente como un ácido. Una vez realizada la mezcla y obtenida la consistencia buscada, el material toma la forma de una masa plástica. Como es de esperar, el hidróxido disuelto al mezclarse con un ácido reacciona formando una sal y ésta, en los primeros momentos, al estar en pequeñas cantidades, queda en solución líquida. Al aumentar la cantidad de sal formada, en función de la cantidad de polvo que se disuelva, aumenta su concentración en la fase líquida y, eventualmente, llega a sobresaturarse y producirse la precipitación de compuestos sólidos. Cuando la cantidad de sal precipitada es suficientemente elevada, la pasta adquiere una forma sólida y se puede decir entonces que el cemento ha endurecido o fraguado. Los ionómeros que alcanzan su fraguado sólo por reacción ácido – base se denominan ionómeros convencionales, mientras que los que endurecen por reacción ácido–base y además poseen un elemento polimerizable se llaman cementos de vidrio ionómero híbridos o modificados con resina (28).

El vidrio ionómero a veces se denomina cemento de polialquenoato de vidrio, ya que sus componentes son (2):

- Líquido: Es una solución de copolímeros de ácidos alquenoicos (ácido acrílico, maleico, itacónico) a la que con mucha frecuencia se le agrega ácido tartárico (5-15%), para que tome iones con facilidad y evite la formación demasiado rápida de las sales de ácidos polialquenoicos (polialquenoatos), mejorando así el tiempo de trabajo y el tiempo de fraguado.
- Polvo: Es un vidrio molido basado en sílice y en alúmina, para lograr la fusión entre la sílice y la alúmina se utilizan sustancias conocidas como fundentes, para lo cual resultan adecuados algunos fluoruros. También puede haber óxidos de calcio y fosfato para balancear el desequilibrio iónico. El estroncio y bario son incorporados para darle radiopacidad al material. Se agregan además pigmentos para imitar el color de los tejidos dentarios.

La composición anteriormente nombrada es la composición original de los cementos de vidrio ionómero, sin embargo hoy en día existen otras formas de repartir los componentes entre el líquido y el polvo, algunos fabricantes desecan el líquido por congelación y vacío para obtener el ácido polialquenoico en forma de sólido, el cual es incorporado al polvo, que de esta manera, es lo único que se vende al profesional. Estos se denominan *ionómeros vítreos anhidros*. Para trabajarlos se mezclan con agua, lo que restablece la solución de ácido y la formación de iones necesarios para la reacción. Otras veces este procedimiento se hace parcialmente y se provee un líquido que es casi totalmente agua con una cantidad pequeña de componentes como el ácido tartárico, mientras el resto de los ácidos se encuentran desecados en el polvo. Éstos se denominan *ionómeros vítreos semianhidros*. La ventaja de estas dos últimas formas de presentación radica en evitar el uso de líquidos que son muy viscosos y algo difíciles de manipular como son las soluciones de ácidos polialquenoicos (28).

De acuerdo a lo anterior, estos cementos pueden presentarse en cuatro formas que han sido denominadas como (2):

- Primera generación: El material se presenta en forma de un polvo y un líquido, cada uno presenta todos los componentes señalados anteriormente, es decir un polvo con óxidos o hidróxidos y un líquido con los ácidos orgánicos respectivamente.
- Segunda generación: Los ácidos maleico, poliacrílico e itacónico son desecados e incorporados al polvo y el líquido está compuesto por agua y ácido tartárico.
- Tercera generación: Todos los componentes del líquido han sido desecados e incorporados al polvo y la mezcla se realiza con agua destilada.
- Cuarta generación: Posee un polvo que está compuesto por un vidrio de aluminio-silicato y un líquido que contiene además de la solución acuosa de ácidos orgánicos, un sistema de resinas fotosensibles. Estos son los vidrios ionómeros modificados con resina, que permiten fotoactivar el material como una reacción anexa a la reacción de fraguado propia del cemento que se produce al mezclar el polvo y líquido. Esta última se ha hecho menos reactiva y por lo mismo más lenta, para aumentar su tiempo de manipulación.

Por otro lado, también existen diferentes preparaciones comerciales según los usos que se le dará al material, es así como podemos clasificar estos materiales en relación a su uso clínico (29):

- Tipo I: Cementación definitiva de incrustaciones, prótesis fija unitarias y plurales.
- Tipo II: Restauraciones definitivas.

- Tipo III: Bases de protección cavitaria.
- Tipo IV: Sellante de puntos y fisuras.

Los vidrios ionómeros poseen múltiples características favorables para restaurar piezas dentales, uno de los rasgos más importantes de los cementos de vidrio ionómero es su capacidad para adherirse al esmalte y la dentina a través de un mecanismo de unión químico secundario, produciendo un intercambio iónico entre las estructuras dentarias y el cemento al reaccionar parte de los grupos carboxilo de sus moléculas especialmente con el calcio de la hidroxiapatita (6).

Otra propiedad importante de estos materiales es su propiedad de liberar flúor hacia el medio a medida que se van solubilizando en boca, este hecho hace que presenten un cierto potencial anticariogénico y desensibilizante, ya que el flúor liberado se incorpora en las superficies adamantinas vecinas y las hace más resistentes al ataque de los ácidos (30,31). La liberación de flúor de los cementos de vidrio ionómero es alta inicialmente, pero disminuye rápidamente, aunque el cemento ya fraguado libera un nivel de flúor que le permite seguir siendo efectivo. No obstante, no sólo se liberan iones fluoruros, en 1988 Purton y Rodda mostraron que el cemento de vidrio también libera calcio y fosfato hacia la estructura del diente (32). Este hallazgo fue confirmado posteriormente por Ten Cate y Van Duinen en 1995 y, finalmente, por Ngo et al. (33,34). Smith mostró que al igual que liberación de iones fluoruro de la superficie de la restauración, la absorción de iones calcio y fosfato también son necesarios para mantener el equilibrio electrolítico (35).

Por otro lado, los efectos biológicos de un biomaterial sobre la pulpa también son fundamentales y los ionómeros vítreos poseen una muy buena respuesta biológica de

parte de los tejidos pulpodentinarios debido a que una vez fraguados presentan una menor acidez que otros biomateriales y al mismo tiempo los ácidos son más débiles y con menor capacidad de migración hacia los túbulos dentinarios, lo que permite definir a los vidrios ionómeros como materiales biocompatibles (2). Sin embargo, los cementos de vidrio ionómero modificados con resina no se pueden considerar igual de biocompatibles que los ionómeros convencionales. La ausencia de datos clínicos en cuanto a estos últimos hace difícil determinar una conclusión, no obstante afortunadamente la sensibilidad post-operatoria no parece ser un problema en los pocos estudios existentes (20).

En una constante búsqueda de materiales dentales nuevos y mejorados, los investigadores han desarrollado productos de restauración, que son versiones mejoradas de las formulaciones tradicionales (25) y es así como una de las mejoras importantes fue la introducción de los cementos de vidrio ionómeros modificados con resina, los cuales fueron patentados en el año 1980. En esencia, los cementos de vidrio ionómero modificados con resina son ionómeros convencionales a los cuales se les incorporó pequeñas partículas de monómeros e iniciadores involucrados en la reacción de polimerización (29). En los vidrios ionómeros modificados con resina el líquido contiene una solución acuosa de moléculas de un ácido polialquenoico que además de tener grupos carboxilo, tiene grupos vinílicos disponibles para reaccionar. Esto significa grupos adicionales con dobles enlaces y, por ende, con capacidad de polimerizar por adición. Además el líquido, por lo general, también incluye otras moléculas hidrófilas, con capacidad de polimerizar por tener dobles enlaces, como el hidroxietilmetacrilato (HEMA). De esta manera al mezclar este líquido con el polvo, compuesto por vidrio de fluoroaluminosilicato, se inicia la reacción habitual en este cemento. Como el polvo contiene además sustancias que inician la polimerización denominados iniciadores, esa reacción se complementa con la unión de moléculas polialquenoicas y otras como las de HEMA a partir de la apertura de sus dobles enlaces (28).

Estos materiales fueron pensados como una mejora respecto a los materiales originales, pero manteniendo las ventajas clínicas de los cementos de vidrio ionómero convencionales, tales como su adhesión y la liberación de flúor que ofrece cierta protección frente a la caries (20). La combinación de una unión predecible en el tiempo, una protección por alta liberación de flúor y la mínima sensibilidad post-operatoria han hecho que este material sea atractivo para el uso en restauraciones adhesivas de largo plazo (36,37).

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina han mostrado ser tolerantes a la contaminación con humedad y han dado un buen sellado a la dentina bajo un mayor rango de condiciones, lo que desde el punto de vista clínico tiene un gran valor. Ningún otro material ha mostrado signos de este tipo de unión química, lo que permitiría disminuir la microfiltración, considerada un serio problema de las restauraciones dentales, debido a la potencial invasión bacteriana que se genera entre el diente y la restauración (37).

La buena retención de los cementos de vidrio ionómero ha desarrollado un renovado interés en estudiar las propiedades y mecanismos de unión e interacción con los sustratos dentales (6). A pesar que se ha reconocido que son múltiples los mecanismos de adhesión responsables de la mejoría en la durabilidad de la unión de los cementos de vidrio ionómeros modificados con resina, el mecanismo de adhesión de estos no ha sido completamente dilucidado. La unión química de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina a los cristales de hidroxiapatita ha sido demostrada por espectroscopía fotoelectrónica, mientras que la capacidad de estos materiales de unirse micromecánicamente y formar una capa híbrida, ha sido evaluada por estudios de microscopía confocal (36).

El estudio con tiempo de evaluación más extenso que se ha hecho en estos materiales fue una evaluación de diferentes sistemas adhesivos de 13 años de duración, en el cual se encontró que los vidrios ionómeros modificados con resina tenían la mejor retención y la menor tasa de falla anual. Se puede discutir que este estudio se realizó sólo en lesiones cervicales no cariosas, lo que le da cierta ventaja a estos materiales, sin embargo, no se debe pasar por alto el hecho de que a lo largo de un extenso periodo de observación los vidrios ionómeros modificados con resina mostraron un buen desempeño en cuanto a su resistencia adhesiva (38).

Por lo tanto, nadie puede negar el importante papel que los cementos de vidrio ionómero tienen en la actualidad. No solo constituyen una alternativa válida como materiales de restauración, si no que sus peculiares propiedades y su enorme versatilidad en cuanto a usos clínicos se refiere, los hacen materiales con un presente y un futuro consolidados (25).

Actualmente se pueden encontrar múltiples cementos de vidrio ionómero modificados con resina bajo distintos nombres comerciales. Las empresas más conocidas que venden estos materiales en el mercado chileno son 3M ESPE y GC. 3M ESPE dispone de una variada cantidad de ionómeros híbridos, tales como Vitremer™, Vitrebond™, Ketac™ N100 nano y RelyX™ Luting 2. Mientras, la empresa GC, presenta a Fuji II™ LC, FujiCEM™ y Fuji LINING™ LC como sus vidrios ionómero modificados con resina para restauración, cementación y de base cavitaria, respectivamente (4,39).

Fuji II LC® (GC corp., Alsip, IL, USA), que será utilizado en este estudio, es un cemento de vidrio ionómero modificado con resina de fotocurado creado en 1991 (Figura 2) y desde ese entonces ha sido muy utilizado en el ámbito clínico para realizar restauraciones, ya que sus propiedades han sido probadas en múltiples estudios (40-46). Además, clínicamente Fuji II LC® ha mostrado 100% de retención después de 5

años y no ha mostrado evidencia de caries secundarias después de 2 años (47,48). Sus fabricantes plantean que sus pequeñas partículas de relleno logran crear una adecuada densidad y aseguran un terminado y pulido más suave, brillante y atractivo, aseguran que ningún otro material se compara a Fuji II LC® en estética, simplicidad y economía cuando se necesita un material para restauraciones clases V y para base o liner (4).



Propiedades Físicas

| | | | |
|--------------------------------------|----------------|--|------------|
| Tiempo de Trabajo | 3 min. 45 seg. | Liberación de flúor ug/cm ² | |
| Tiempo de Fraguado de Fotocurado | 20 seg. | 1er Día | 48.9 |
| Profundidad de Curado (Tono A2) | 1.8mm. | 1 semana, acumulado | 9.8, 119.7 |
| Resistencia a la Compresión (1día) | 242 MPa (10) | 6 meses, acumulado | 1.6, 543.0 |
| Fuerza de Tensión y Adhesión (1 día) | | 1 año, acumulado | 1.5, 806.6 |
| • Esmalte Bovino | 11.3 MPa (1.8) | Recargable de Flúor | Si |
| • Dentina Bovina | 8.2 MPa (0.9) | Radiopacidad | Si |
| Solubilidad (%) | | Biocompatible | Si |
| • Agua Destilada | 0.07 | Dureza de la Superficie (Rz) | 1.3 um |
| • 0.001 mol / 1 ácido lácteo | 0.24 | | |

Figura 2. Propiedades físicas de GC Fuji LC®

Fuji II LC® se encuentra en el mercado con la tradicional presentación polvo-líquido. Trae un frasco de polvo (5 gr), un frasco de líquido (2.6 ml) y una cuchara dispensadora de polvo (4). (Figura 3)

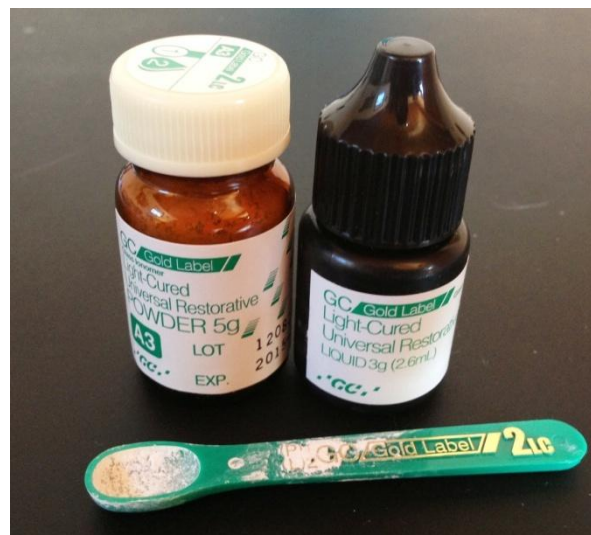


Figura 3: Presentación Fuji II LC®

Por otro lado, la empresa estadounidense DenMat, que distribuye sus productos a nivel mundial, pretende introducir su vidrio ionómero modificado con resina llamado Geristore® para convertirse en una opción dentro del mercado chileno (5).

Geristore® (DenMat corp., Santa María, CA, USA) es un cemento de vidrio ionómero modificado con resina de curado dual, que según sus fabricantes es un material restaurador extremadamente biocompatible con propiedades físicas que lo hacen ideal para múltiples procedimientos como la obturación de lesiones subgingivales y restauraciones que involucran tejidos blandos (5). Actualmente este ionómero híbrido ha cambiado su presentación y se adquiere en el mercado con una nueva presentación pasta-pasta de automezcla, dejando atrás la tradicional presentación polvo-líquido. Este sistema, que requiere de puntas intraorales y desechables para su dispensación, dice ser más rápido, cómodo y sencillo de trabajar (5). (Figura 4)



Figura 4. Presentación Geristore®

Los cementos utilizados en este estudio, Fuji II LC® y Geristore®, presentan tanto similitudes y como diferencias importantes. Respecto a sus similitudes, se ha visto que en propiedades tales como la actividad antibacteriana, peso post-fotocurado,

susceptibilidad a la humedad, y profundidad de curado, su comportamiento no ha mostrado mayores diferencias (40-46). Asimismo ambos productos también presentan similitud clínica en cuanto a su estética, teniendo ambos una translucidez parecida y con posibilidad de encontrar una amplia gama de colores en el mercado. Por otra parte, presentan una gran cantidad de indicaciones clínicas en común, tales como (4,5):

- Restauraciones de clase III y V, erosiones cervicales y caries de la superficie radicular.
- Restauración de dientes primarios.
- Reconstrucción de muñones.
- En casos donde se necesita estética y se dificulta la aislación.
- Aplicaciones geriátricas.
- Como base o recubrimiento.

En relación a sus diferencias, encontramos que estos cementos a pesar de compartir muchas indicaciones, Geristore®, según el fabricante, cuenta con otras indicaciones clínicas, además de las que comparte con Fuji II LC®, tales como (5):

- Cementación de restauraciones de metal y ceramometal.
- Recubrimiento pulpar directo.
- Restauración y sellado de pilares de sobredentadura.
- Restauración subgingival para raíces fracturadas y lesiones de reabsorción.
- Relleno retrogrado y perforaciones radiculares.

Como fue anteriormente mencionado, estos cementos también se diferencian en presentación y dispensación, Fuji II LC® se presenta como un cemento polvo/líquido que trae dos frascos (uno con 5 grs de polvo y otro 3 grs de líquido) y una cuchara para estandarizar la cantidad de polvo. El polvo y el líquido se mezclan en relación 1:2 sobre un block, utilizando la cuchara a ras para determinar la cantidad de polvo y dos gotas de líquido, luego se juntan, incorporando el polvo al líquido constantemente hasta

lograr la consistencia de una pasta uniforme. Geristore®, viene en un dispensador auto-mix del tipo clicker con puntas intraorales desechables (4,5).

Otra diferencia importante a la hora de considerar el tiempo clínico que disponemos y con qué tipo de paciente trataremos, es que Fuji II LC® presenta un tiempo de trabajo de 3 minutos y 45 segundos según el fabricante, mientras que Geristore®, presenta un tiempo de trabajo de 1,5 a 2 minutos, sin contar el fotocurado. Considerando que los vidrios ionómeros modificados con resina son mayormente utilizados para obturar clases V, tener un tiempo de trabajo menor sería algo positivo, ya que este terreno es muy difícil de aislar y el tiempo fraguado más corto ayuda a disminuir la contaminación del material durante la inserción, no obstante como estos materiales también endurecen por fotoactivación, esto deja de tener relevancia, dado que el mismo operador puede controlar el tiempo de endurecimiento producto (4,5).

En cuanto a la información entregada por cada empresa sobre sus productos, ya sea en sus páginas web o folletos incluidos en el producto, Fuji II LC® presenta de forma más transparente los componentes de producto, detallando con porcentajes su composición (Tabla 1), mientras que Geristore® sólo indica la composición química general indicando que es una “Resin-Based FluoroAluminaSilica Glass” (4,5).

Tabla 1: Componentes Fuji II LC®

| Material | Tipo | Componentes | % |
|------------|---------|---|--------|
| Fuji II LC | Polvo | Vidrio de aluminio-silicato | 100% |
| | Líquido | Ácido poliacrílico | 20-22% |
| | | 2-Hidroxietil metacrilato | 35-40% |
| | | Ingrediente del propietario | 5-15% |
| | | 2,2,4 trimetilhexametileno Dicarbonato | 5-7% |
| | | Trietilenglicoldimetacrilato | 4-6% |

La última diferencia se encuentra en relación al costo económico de estos biomateriales, dado que Geristore® presenta un precio mayor que Fuji II LC® en el mercado (4,5).

A raíz de la constante búsqueda por desarrollar productos nuevos con mejores características y comportamientos clínicos y por los continuos cambios que se producen en los materiales dentales ya existentes, es que siempre se deben estar realizando estudios clínicos que permitan evaluar las propiedades de estos.

A la fecha sólo hay dos estudios de hace más de 10 años que compararon resistencia adhesiva de Fuji II LC® y Geristore®, cuando se encontraba en una presentación polvo-líquido, donde los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas (40,41). Sin embargo, producto de que estos materiales evolucionan y se perfeccionan a través del tiempo, como lo ha hecho Geristore® con su

nueva presentación, es importante evaluar el estado actual de su comportamiento clínico. Y además, considerando que los odontólogos se ven expuestos a tomar decisiones en el momento de la adquisición de biomateriales, el creciente mercado con nacimiento de nuevos productos cada día no lo hace una tarea fácil. Con la finalidad de aportar nueva evidencia científica que sustente su uso clínico, la comparación de nuevos productos con aquellos clínicamente probados, sirve de orientación para decidir su adquisición.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente estudio se comparó la resistencia adhesiva a dentina de estos dos cementos de vidrio ionómero modificados con resina, Fuji II LC® y Geristore®.

HIPÓTESIS

No existen diferencias en la resistencia adhesiva a dentina de los vidrios ionómeros modificados con resina, Fuji II LC® y Geristore®

OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar si existen diferencias en la resistencia adhesiva a dentina de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, Fuji II LC® y Geristore®.

Objetivos Específicos:

- Determinar cuantitativamente *in vitro* la resistencia adhesiva a dentina del cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®.
- Determinar cuantitativamente *in vitro* la resistencia adhesiva a dentina del cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Diseño experimental: Estudio experimental analítico que busca determinar si existen diferencias entre la resistencia adhesiva a dentina de Fuji II LC® y Geristore®.

I. MATERIALES:

1. Se utilizaron 20 terceros molares humanos, sin caries ni obturaciones, los cuales fueron donados por pacientes de ambos sexos, de entre 18 y 25 años, que se sometieron a exodoncia de terceros molares por indicación quirúrgica en los pabellones de Cirugía Máxilo Facial de la Universidad de Chile, bajo consentimiento informado (Anexo 1).
2. Suero fisiológico isotónico con formalina al 2%
3. Cureta Gracey manual 13/14 (HU-Friedy Mfg. Co., Chicago, IL, USA)
4. Micromotor de baja velocidad modelo EX 203C NSK® (Shimohinata, Kanuma, Tochigi, Japón)
5. Portadisco
6. Disco de diamante
7. Turbina modelo Pana-max NSK® (Shimohinata, Kanuma, Tochigi, Japón)
8. Piedra diamantada de grano grueso cilíndrica de extremo plano (2 mm)
9. Vidrio Ionómero Fuji II LC® (GC corp., Alsip, IL, USA)
10. Vidrio Ionómero Geristore® (DenMat corp., Santa María, CA, USA)
11. Lámpara de fotocurada Woodpecker® (Gulin Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, Guangxi, P.R, China)

12. Ácido fosfórico en jeringa al 35% Etchant gel (Coltène/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Ohio, USA)
13. Adhesivo dentario Adper single bond 2 (3M Company, St. Paul, MN, USA)
14. Resina compuesta Brilliant (Coltène/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Ohio, USA)
15. Papel absorbente
16. Jeringa triple
17. Acrílico de autopolimerización rosado Marche (Felix Martín y Cía. Ltda, Santiago, Chile)
18. Máquina de ensayos universal Tinius Olsen®, modelo H5K-S (Tinius Olsen Engineering Testing Machine Company, Horsham, PA, USA)

II. MÉTODOS

Estudio: Se utilizaron un total de 20 terceros molares humanos extraídos por indicación quirúrgica. Los pacientes firmaron un consentimiento informado al donar sus terceros molares, que indicó los procedimientos que se realizaron sobre los dientes entregados. (Anexo 1)

Una vez obtenidos los molares, se realizó inmediatamente la debridación de la superficie radicular, la cual se efectuó utilizando una cureta Gracey manual 13/14 y se procedió a almacenarlos en solución de suero fisiológico isotónico con formalina al 2% a temperatura ambiente hasta el momento de su utilización.

A los dientes obtenidos se les retiró el segmento radicular, se cortó un milímetro hacia apical del límite amelocementario, utilizando un micromotor de baja velocidad, con portadisco y disco de diamante, bajo agua corriente para evitar su desecación. (Figura 5)



Figura 5: Molar sin segmento radicular

Posteriormente, las muestras obtenidas se seccionaron utilizando el mismo procedimiento anterior, en sentido vestíbulo lingual/palatino, perpendicular a la cara oclusal, y se obtuvo dos mitades: una mesial y una distal. (Figura 6)



Figura 6: Molar sin segmento radicular seccionado en sentido vestíbulo-palatino

Luego con elementos de alta velocidad: turbina y piedra diamantada de grano grueso cilíndrica de extremo plano (2 mm), se procedió a desgastar la superficie cameral de cada mitad y se alisó aproximadamente 2 mm hasta obtener una superficie plana constituida por dentina y esmalte. (Figura 7)



Figura 7: Hemimolares con superficie cameral alisada

Posteriormente, en la cara libre constituida por esmalte, ya sea mesial o distal, de cada hemimolar, se realizó la técnica de grabado con ácido fosfórico en jeringa al 35% por 20 segundos, se lavó con abundante agua por el doble del periodo para la aplicación del ácido, es decir 40 segundos y se secó la superficie con papel absorbente, retirando el exceso de humedad y se tuvo como precaución evitar el desecamiento del tejido dentario.

Después se aplicó sobre la superficie grabada el adhesivo dentario en dos capas, para la primera se colocó el adhesivo y se frotó por diez segundos soplando posteriormente con jeringa triple de forma suave, luego se aplicó la segunda capa frotando el adhesivo por diez segundos, aplicando aire con la jeringa triple sobre la superficie para formar una capa homogénea sobre la superficie, la que posteriormente se fotoactivó con lámpara de fotocurado por 20 segundos. Sobre la superficie con adhesivo se confeccionó un manguito de resina compuesta de diámetro 8 mm. a 10 mm.de longitud. (Figura 8)



Figura 8: Manguito de resina compuesta

El manguito de resina conformado se cubrió con acrílico de autopolimerización rosado, conformando un manguito de acrílico de un tamaño aproximado de 3 centímetros de largo por un diámetro variable, dependiendo del tamaño de la muestra, el cual permitió la fijación a la máquina para ser testeados. (Figura 9)



Figura 9: Hemimolar con mango de acrílico rosado.

Para la confección de las probetas de prueba, se realizó el siguiente procedimiento: Se fabricaron cilindros de los vidrios ionómeros Fuji II LC® y Geristore® sobre las superficies camerales alisadas, utilizando un formador de probetas plástico con una perforación estándar de dimensiones de 5 mm de diámetro y 4 mm de alto. (Figura 10)

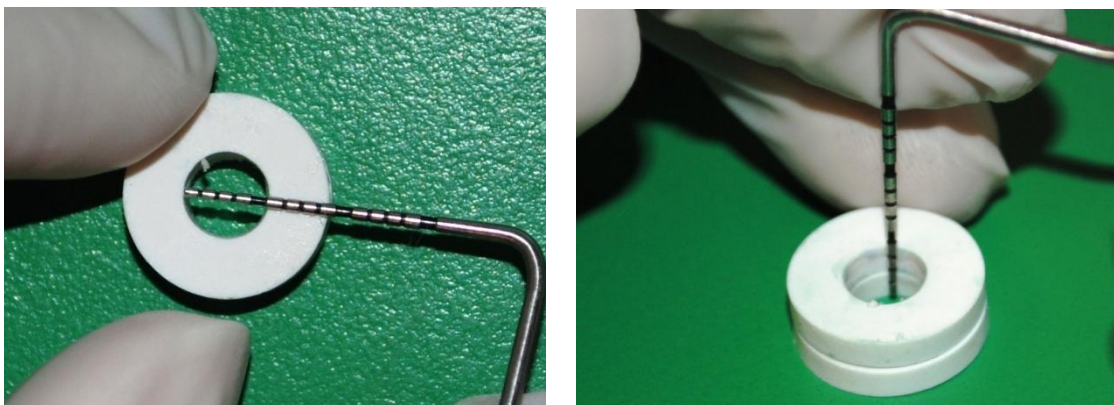


Figura 10: Formador de probeta

Cada restauración se realizó con dos incrementos, fotopolimerizando cada uno por 20 segundos con lámpara de fotocurado de intensidad de 500 mw/cm², obteniendo así cilindros de tales dimensiones sobre las caras alisadas de los segmentos mesiales y distales.

El vidrio ionómero Fuji II LC® se adhirió al segmento mesial y Geristore®, al segmento distal de cada molar seccionado. Se realizó el mismo procedimiento en los 20 molares y se obtuvo una muestra de 40 segmentos, los cuales se dividieron en 2 grupos de acuerdo al tipo de vidrio ionómero utilizado: (Figura 11)

- Grupo (A): Segmentos mesiales a los que se les adhirió un cilindro de vidrio ionómero realizado con Fuji II LC®
- Grupo (B): Segmentos distales a las que se les adhirió un cilindro de vidrio ionómero realizado con Geristore®



Figura 11: Cuerpo de prueba finalizado

Los cuerpos de prueba se conservaron en suero y se llevaron al Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM) donde se sometieron a una fuerza de cizallamiento a las 72 horas de conformados. Se utilizó la máquina de ensayos universal Tinius Olsen®, Modelo H5K-S, en la cual se posicionaron los cuerpos de prueba entre las bases metálicas fijándolos con tornillos

para inmovilizarlos. Una vez que los cuerpos quedaron bien posicionados se activó la púa para que incidiera en el cilindro del material en el en el milímetro más cercano al diente con una carga de 200 Kg y una velocidad de 0.2 centímetros por minuto. (Figura 12)

Los resultados obtenidos de la fuerza que resistieron los cuerpos en la máquina para ensayos se transformaron de Newton a Megapascales y fueron analizados estadísticamente.

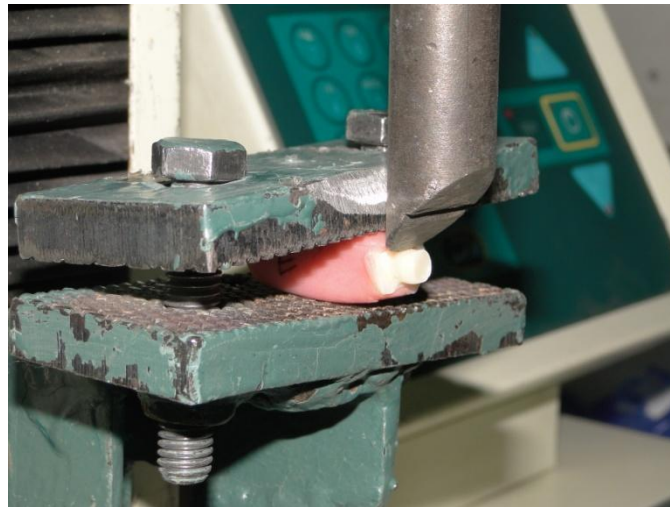


Figura 12: Máquina de extracción universal Marca Tinius Olsen®, Modelo H5K-S

III. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos del estudio se sometieron al Test de Kolmogorov – Smirnov para determinar la normalidad de los datos. Luego se utilizó el test paramétrico de T Student no pareado de dos colas, para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de cada grupo.

RESULTADOS

Luego de exponer a tensión los cuerpos de prueba hasta lograr la separación de los cementos de vidrio ionómero modificado con resina de las piezas dentales, los resultados obtenidos con la máquina de extracción universal marca Tinius Olsen, modelo H5K-S para cada probeta se expresaron en Newton (N).

Los datos obtenidos fueron tabulados y transformados a Megapascales (Mpa). Para convertir los resultados de N a Mpa fue necesario conocer la superficie del área de contacto entre los cilindros de cemento de vidrio ionómero y la estructura dentaria (La cual resulto ser 19,63 mm²).

$$\text{Área: } \pi (3.141593) * r^2 (2,5^2 = 6,25)$$

$$\text{Mpa: } F (N) / \text{Área (mm}^2\text{)}$$

Los datos de la resistencia adhesiva a dentina de cada uno de los 20 cuerpos de prueba con cemento Fuji II LC® se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resistencias adhesivas de cuerpos de prueba con cemento Fuji II LC®, expresados en Mpa.

| FUJI | Mpa |
|----------|------|
| f1 | 1,73 |
| f2 | 0,78 |
| f3 | 2,34 |
| f4 | 1,45 |
| f5 | 5,26 |
| f6 | 2,61 |
| f7 | 1,47 |
| f8 | 0,99 |
| f9 | 2,72 |
| f10 | 3,28 |
| f11 | 3,40 |
| f12 | 0,52 |
| f13 | 0,34 |
| f14 | 0,86 |
| f15 | 4,17 |
| f16 | 4,91 |
| f17 | 2,10 |
| f18 | 4,47 |
| f19 | 2,39 |
| f20 | 0,38 |
| PROMEDIO | 2,31 |

De la misma forma, la Tabla 3 muestra los valores resultantes de la resistencia adhesiva a dentina para los cuerpos de prueba con cemento Geristore®.

Tabla 3. Resistencias adhesivas de cuerpos de prueba con cemento Geristore® expresadas en Mpa.

| GERISTORE | Mpa |
|-----------|------|
| g1 | 2,32 |
| g2 | 0,91 |
| g3 | 1,08 |
| g4 | 1,64 |
| g5 | 0,47 |
| g6 | 1,12 |
| g7 | 2,56 |
| g8 | 1,36 |
| g9 | 0,31 |
| g10 | 0,57 |
| g11 | 0,90 |
| g12 | 0,40 |
| g13 | 0,60 |
| g14 | 1,58 |
| g15 | 2,21 |
| g16 | 1,54 |
| g17 | 5,80 |
| g18 | 4,24 |
| g19 | 3,44 |
| g20 | 1,89 |
| PROMEDIO | 1,75 |

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico GraphPad, InStat. Versión 3.05 (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA). Los resultados obtenidos en ambos grupos se sometieron primeramente a un análisis estadístico descriptivo, que permite caracterizar el conjunto de datos de cada grupo. (Tablas 4 y 5)

Tabla 4: Tabla de valores descriptivos para grupo Fuji II LC®

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típ. |
|------------------------|----|--------|--------|----------|------------|
| MPA | 20 | ,3400 | 5,2600 | 2,308500 | 1,5356030 |
| N válido (según lista) | 20 | | | | |

Tabla 5: Tabla de valores descriptivos para grupo Geristore®

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típ. |
|------------------------|----|--------|--------|----------|------------|
| MPA | 20 | ,3056 | 5,7958 | 1,745866 | 1,4029195 |
| N válido (según lista) | 20 | | | | |

Es importante destacar los valores máximos y mínimos alcanzados por ambos grupos. En el grupo de Fuji II LC®, el valor máximo alcanzado por un cuerpo de prueba fue 5,26 Mpa y el mínimo fue 0,34 Mpa, con una media grupal de 2,31 Mpa. En el grupo de Geristore®, el valor máximo obtenido fue de 5,80 Mpa y 0,31 Mpa para el mínimo, con

un promedio grupal de 1,75 Mpa. Se observa que la media del grupo Fuji II LC® es levemente superior y las desviaciones estándar típicas son similares.

Posteriormente, los datos de ambos grupos se sometieron al test de normalidad de Kolmogorov – Smirnov, para determinar si utilizar un test paramétrico o no paramétrico (Tabla 6).

Tabla 6: Tabla con resultados de pruebas de normalidad

| | Fuji Mpa | Geristore Mpa |
|------------------------------|-------------|------------------|
| Test de normalidad KS | 0,1075 | 0,1804 |
| Valor P prueba de normalidad | >0.10 | >0.10 |
| Pasó el test de normalidad? | Yes | Yes |

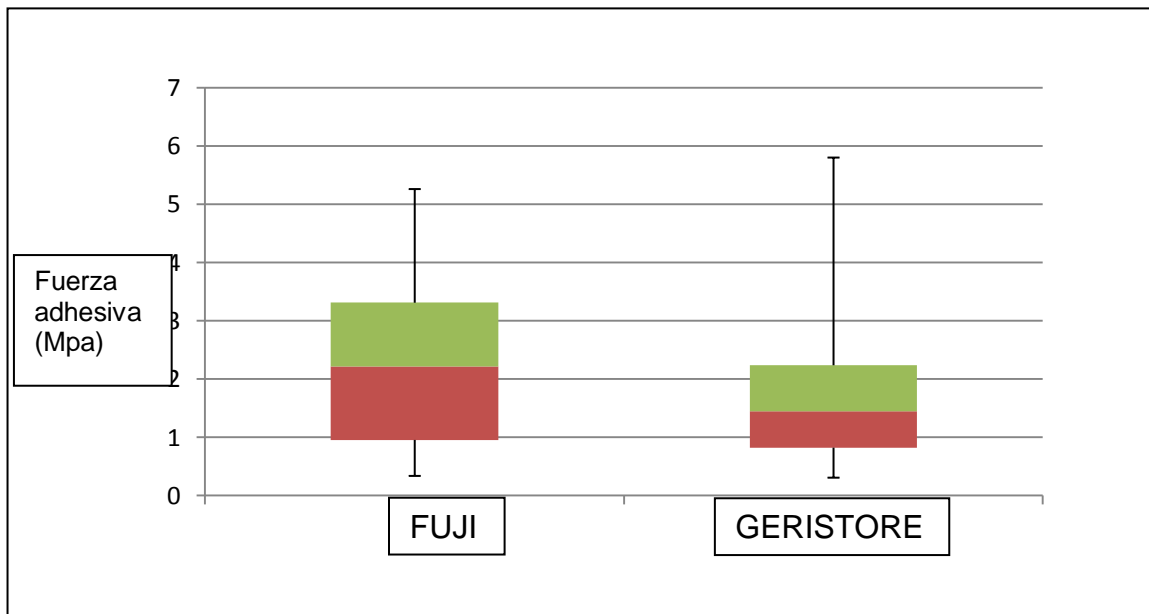


Figura 13: Representación de los datos de la resistencia adhesiva en el diagrama de cajas. El diagrama incluye la mediana (separación entre verde y rojo de la caja), el percentil 25 y 75, representados por el extremo inferior y superior de la caja respectivamente.

En este diagrama de cajas (Figura 13) se visualiza el conjunto de datos de ambos grupos, donde las cajas contienen el cincuenta por ciento de valores centrales de cada uno de los grupos analizado. Los extremos de los bigotes representan los valores máximos y mínimos obtenidos no atípicos.

Finalmente para evaluar si las medias de Fuji II LC® y Geristore®, expresadas en Mpa, difieren significativamente se realizó el análisis inferencial, utilizando el *t*- Test de Student no pareado de dos colas, asumiendo que existen desviaciones estándar similares y con un valor de significancia de $\alpha = 0.05$.

Mediante este análisis estadístico se obtuvo el valor de $p = 0.2349$, por lo tanto al ser $p > \alpha$, se sugiere que no existen diferencias significativas entre Fuji II LC® y Geristore®.

DISCUSIÓN

Una adecuada resistencia adhesiva es una característica fundamental con la que debe contar cada biomaterial utilizado en el área odontológica, ya que toda restauración se ve sometida a fuerzas, que son generadas durante la función del Sistema Estomatognático, llevando al desalajo de la restauración.

Por este motivo el presente estudio sometió a prueba dos tipos de vidrios ionómeros modificados con resina, Fuji II LC® y Geristore®, cuantificó la cantidad de fuerza de cizallamiento que son capaces de resistir y comparó si existen diferencias significativas entre sus resistencias adhesivas.

Para evaluar la resistencia adhesiva de un biomaterial existen varias metodologías. Dentro de las más comunes se encuentran dos tipos: las que aplican una fuerza de cizallamiento y las que aplican una fuerza de microtensión. En el presente estudio se utilizó el método que ejerce una fuerza de cizallamiento sobre el material en estudio dado que presenta ventajas significativas en cuanto a la fidelidad y representatividad de lo que ocurriría en el Sistema Estomatognático, además de poseer un procedimiento estandarizado y avalado por muchos estudios previos (49-51).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los observados en el estudio de Swift et.al en 1995, el cual objetivó la resistencia al cizallamiento de varios cementos de vidrio ionómero modificados con resina: Fuji II LC, Geristore, Photac-Fil, VariGlass VLC, Vitremer y Ketac-Fil (convencional), y demostró que los vidrios ionómeros modificados con resina poseen una mayor resistencia que los convencionales y que excepto por Photac-Fil, no presentan diferencias significativas

entre estos. Por lo que Fuji II LC® y Geristore® actuarían de forma similar frente a fuerzas de desalojo (41).

Tres años más tarde, en 1998, Arora y Deshpande compararon la resistencia al cizallamiento de ciertos vidrios ionómeros: Fuji II, Fuji II LC, Vitremer y Geristore: y mostraron que la resistencia al cizallamiento de todos los cementos de vidrios ionómeros modificados con resina fueron mayores que los ionómeros vítreos convencionales y que no existieron diferencias significativa entre Fuji II LC® y Geristore® (40).

Que no existan diferencias significativas, probablemente se debe a que mientras se sigan las indicaciones del fabricante en un material de presentación polvo-líquido, no se hace fundamental una dispensación pasta-pasta de automezcla para lograr mejores resultados. Sin embargo, a pesar de las similitudes en el comportamiento de estos dos vidrios ionómeros modificados con resina, se debe considerar que dentro de cada grupo, tanto Fuji II LC® como Geristore®, exhibieron importantes variaciones en la cantidad de fuerza soportada por los cuerpos de prueba. En el grupo de Fuji II LC® el cuerpo de prueba que mostró menor resistencia soportó una fuerza de 0,34 Mpa y el que más resistió, 5,26 Mpa. Mientras que en el grupo con cuerpos de prueba hechos con Geristore®, el menor valor fue 0.31 Mpa y el mayor 5,8 Mpa. Esto permite intuir que hubo variables que incidieron en el proceso de construcción de los cuerpos de prueba, como en la construcción de las probetas y en la manipulación de los materiales. Durante la formación de las probetas se expuso los molares a múltiples cortes con micromotor de baja velocidad para obtener hemimolares con la superficie cameral alisada. A pesar de que se tomó la medida de irrigar con agua constantemente, siempre está la posibilidad de que se produzca en menor medida la desecación del tejido dentinario, lo que repercute en la adhesión de los cementos (52).

Al momento de la fabricación de los cilindros de vidrio ionómero, hay que considerar que al manipular los cementos existe la posibilidad de que el material no haya escurrido lo suficiente o hayan quedado poros pequeños que generen variabilidad en los datos. Esto es más esperable en el vidrio ionómero Fuji II LC®, donde la inserción del cemento en el formador de probeta se realizó con una espátula, lo que dificulta la introducción del material en espacios muy pequeños, al contrario de Geristore® que al presentar puntas delgadas y ahusadas simplifica el trabajo en cavidades pequeñas, permitiendo asegurar que el ionómero haya penetrado correctamente.

En relación al sistema pasta-pasta, esta presentación permite estandarizar las proporciones a mezclar y que el rendimiento del material siempre sea el mismo. Por otro lado, las puntas desechables facilitan el trabajo en lugares de difícil acceso y permiten una mejor inserción del material en cavidades operatorias pequeñas como lo fue la cavidad del formador de probetas utilizado en el estudio, lo que hizo mucho más cómodo el trabajo de Geristore® que de Fuji II LC® al momento de introducir el material en el formador. Sin embargo, a pesar de que las puntas intercambiables sean un mejor método en este sentido, hay que considerar que durante el quehacer diario puede resultar un tanto engorroso tener que armar las puntas (que constan de dos partes) y estarlas cambiando cada vez que se realice una restauración. También hay que notar que al ser el tiempo de fraguado de Geristore® más corto, resultará difícil retocar o agregar más material con la misma punta a la restauración que se esté realizando, dado que en ese lapsus de tiempo es probable que el cemento haya endurecido dentro de la punta. Esto también lleva a la posibilidad de que éstas se acaben antes que el tubo con el material, por lo que se tienen que estar reponiendo constantemente, considerándose como un costo extra.

Cabe destacar que este estudio intentó esclarecer las competencias en relación a la resistencia adhesiva de ambos materiales y entregar una base razonable para tomar decisiones al momento de elegir el material restaurador, no obstante se debe tomar en

cuenta que las condiciones intraorales son mucho más variables y complejas que lo que se realiza *in vitro* y son distintos tipos de fuerzas, en todos los sentidos, las que afectan las restauraciones dentales. Adicionalmente, existen otras variables que no se tomaron en consideración en este estudio que se podrían llevar a cabo en las próximas investigaciones, tales como saliva, higiene y presencia de caries. Por todo lo anteriormente señalado es que se sugiere realizar estudios *in vivo*.

Es importante seguir realizando estudios en relación a estos biomateriales, ya que estos presentan una gran proyección a futuro, lo cual se relaciona con que a nivel mundial se está generando una transición demográfica, en que la población está envejeciendo y ha aumentado el porcentaje de adultos mayores, por lo que nos vemos en la necesidad de buscar materiales acordes con procedimientos restauradores para población geriátrica. Es común encontrar en este tramo de la población problemas como recesión de la encías con consecuentes caries radiculares o abfracciones, es aquí donde los vidrios ionómeros modificados con resina juegan un papel muy importante a futuro, ya que son los indicados para trabajar en terrenos más húmedos, y que requieran estética, como los espacios subgingivales, a la vez ayudando a controlar las sensibilidades radiculares.

CONCLUSIÓN

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

- Las diferencias existentes entre la resistencia adhesiva al cizallamiento entre el grupo de Fuji II LC® y Geristore® no son estadísticamente significativas.

Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada en este estudio y se concluye que no existen diferencias *in vitro* en el grado de resistencia adhesiva a dentina de los vidrios ionómeros modificados con resina Fuji II LC® y Geristore®, sin embargo los datos obtenidos muestran una gran dispersión lo que impide sacar buenas conclusiones, por esto se sugiere realizar este estudio con una muestra más grande.

SUGERENCIAS

Se sugiere complementar el presente estudio con:

Estudios que permitan evaluar otras características de estos vidrios ionómeros modificados con resina, tales como el sellado marginal y la microfiltración de las restauraciones realizadas con estos materiales, ya que son fundamentales para determinar la longevidad de éstas, al igual que la resistencia adhesiva. De esta manera se obtendrá más información para la elección entre Fuji II LC® y Geristore®.

Realizar estudios *in vivo* con estos biomateriales para así corroborar lo obtenido en este estudio. Se sugiere realizar estudios de tipo cohorte retrospectivo en pacientes que se les hayan realizado restauraciones con Fuji II LC® y Geristore®. De esta forma, tomando en consideración factores importantes como la saliva e higiene, determinando la vida útil de estos materiales.

ANEXO 1:

Formulario de consentimiento informado

Título de la investigación: **“Estudio comparativo de la resistencia adhesiva a dentina de dos vidrios ionómeros modificados con resina *in vitro*”**

El propósito de este consentimiento es ayudarle a tomar la decisión de participar voluntariamente a Ud. o su hijo/a o familiar en una investigación médica.

La alumna Francisca Andrea Lavandero Barrientos, como investigadora del Departamento de Odontología restauradora de la facultad de Odontología de la Universidad de Chile, está realizando un estudio cuyo objetivo es medir la fuerza adhesiva de dos sistemas de vidrio ionómero modificados con resina a dentina, Fuji II LC y Geristore.

El presente estudio pretende estimar la fuerza adhesiva de estos materiales restauradores, específicamente en terceros molares sanos (muelas del juicio). Por esta razón le solicitamos que nos permita estudiar las piezas dentarias molares que le fueron extraídas en los pabellones de Cirugía Máxilo Facial de la Universidad de Chile, las que serán utilizadas únicamente con 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 utilidad para conocer más acerca del comportamiento adhesivo de los biomateriales mencionados.

Esto no tendrá costos para usted o su hijo/a o familiar. Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo su nombre o el 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,

Cualquier duda favor contactar a:

Francisca Lavandero

8 5489117

Se me ha explicado el propósito de la investigación médica. Firmo este documento voluntariamente, se me entregará una copia firmada de este documento.

.....
Nombre del participante

.....
Nombre del padre o madre o apoderado legal

.....
Individuo que obtiene consentimiento (nombre y firma)

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Urzúa Stanke (1999) Nuevas estrategias en cariología. 1ra edición. Capítulo 1. Páginas 17-30. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.
- (2) Bader M. (1997) Biomateriales dentales. Tomo 1. 1ra edición. Capítulos 1-14. Páginas 1- 192. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.
- (3) Macorra J. (1995) Nuevos Materiales a base de Vidrio ionómero: Vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. *Rev Europea de Odonto-Estomatología*, 7: 260-272
- (4) Página Web de empresa GC: www.gcamerica.com
- (5) Página Web de empresa DenMat: www.denmat.com
- (6) Cardoso MV y cols. (2010) Towards a better understanding of the adhesion mechanism of resin-modified glass-ionomers by bonding to differently prepared dentin. *J Dent*. 38:921-9.
- (7) Macchi (2000) Materiales Dentales. 3era Edición. Capítulos 1-3. Páginas 1-42.
- (8) Barrancos (2006) Operatoria dental. 4ta Edición. Capítulo 1: Introducción a la Operatoria dental. Página 2.
- (9) Fejerskov O. (1997). Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Comm. Dent. Oral Epidem* 25: 5-12.
- (10) Página Web Organización Mundial de la Salud (OMS): www.who.int/es/
- (11) MINSAL, Soto L, Tapia R y col. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal de los niños de 6 años. Chile, 2007.
- (12) Soto L, Tapia R y col. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del Adolescente de 12 años y Evaluación del Grado de Cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de Salud Bucal 2000-2010. Chile 2007.
- (13) MINSAL, Estrategia nacional de salud para el cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de la Década 2011-2020. Metas 2011–2020.
- (14) MINSAL, Ceballos M, Acevedo C y col. Diagnóstico en Salud Bucal de niños de 2 y 4 años que asisten a la educación preescolar en la Región Metropolitana. Chile, 2007.

- (15) MINSAL, Soto L, Jara G y col. Diagnóstico en Salud Bucal de los niños de 2 y 4 años de edad que asisten a la educación preescolar en la zona norte y centro del país. Chile, 2009.
- (16) Badenier O, Moya R, Cueto A et al. Prevalencia de las Enfermedades Bucodentales y necesidades de tratamiento en la V Región. Proyecto FONIS 2007.
- (17) Braga RR. et al. (2010) Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dent Mater.* 26:38-49.
- (18) Liu Y, et al. (2011) Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res.* 90:953-68
- (19) Salz U, Bock T. (2010) Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhes Dent.* 12:343-71
- (20) Sidhu SK. (2010) Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dent Mater.* 26:7-12.
- (21) Craig M. (1998) Materiales dentales restauradores. 7ma Edición. Capítulo 9. Páginas 81-86.
- (22) Assunção Pinheiro IV, Borges BC, de Lima KC. (2012) In vivo assessment of secondary caries and dentin characteristics after traditional amalgam restorations. *Eur J Dent.* 6:263-9.
- (23) Saatchi M, Shadmehr E, Talebi SM, Nazeri M. (2013) A Prospective Clinical Study on Blood Mercury Levels Following Endodontic Root-end Surgery with Amalgam. *Iran Endod J.* 8:85-8
- (24) Vera-Sirera B, et al. (2012) Clinicopathological and immunohistochemical study of oral amalgam pigmentation. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 63:376-81.
- (25) Toledano (2003). Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Ediciones avances. Capítulo 12, Páginas 239-51.
- (26) Hervás-García A, et al. (2006) Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 11:215-20.
- (27) Wilson AD, Kent BE. Surgical cement. British Patent No: 1316 129, filed in 1969, specification published in 1973.
- (28) Macchi (2007) Materiales Dentales. 4ta edición. Capítulo 11. Páginas 139-156.

- (29) McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. (1994) Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int* 25:587–9.
- (30) De Moor R. (1996) The formulation of glass ionomers and their degree of fluoride. *Rev Belge Med Dent.* 51:9-21.
- (31) Neelakantan P. et al. (2011), Fluoride release from a new glass-ionomer cement, *Operative Dentistry* 36:80-5.
- (32) Purton DG, Rodda JC. (1988) Artificial caries around restorations in roots. *J Dent Res* 67:817–821.
- (33) Ten Cate JM, Van Duinen RNB. (1995) Hypermineralization of dentinal lesions adjacent to glass-ionomer cement restorations. *J Dent Res* 74:1266–1271.
- (34) Ngo HC, Mount G, McIntyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ. (2006) Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study. *J Dent* 34:608–613.
- (35) Smith DC. (1982) Buonocore Memorial Lecture. A milestone in dentistry. *Oper Dent* 7:4-25.
- (36) Mitra SB, Lee CY, Bui HT, Tantbirojn D, Rusin RP. (2009) Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. *Dent Mater.* 25:459-66.
- (37) Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. (2011). Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidences. *Aust Dent J.* 56:10-5.
- (38) Van Dijken JW, Pallesen. (2008) Long-term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin-modified glass ionomer cement in non-cariou cervical lesions. *Dent Mater* 24:915–22.
- (39) Página Web de la empresa 3M: www.3Mstore.cl
- (40) Arora R, Deshpande SD (1998). Shear bond strength of resin-modified restorative glass-ionomer cements to dentin--an *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 16:130-3.
- (41) Swift EJ Jr, et al. (1995) Shear bond strengths of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Oper Dent*, 20:138-43.
- (42) Iwami Y, et al. (1998) Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. *Oper Dent.* 23:132-7.

- (43) Meiers JC, Miller GA. (1996). Antibacterial activity of dentin bonding systems, resin-modified glass ionomers, and polyacid-modified composite resins. *Oper Dent.* 21:257-64.
- (44) Sidhu SK, et al. (1995), Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int.* 26:753-4.
- (45) Swift EJ Jr, et al. (1995). Depth of cure of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater.* 11:196-200.
- (46) Cho E, et al. (1995). Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int.* 26:351-8.
- (47) Boghosian A., et al. (1999). Clinical evaluation of resin-modified glass ionomer restorative: 5 years results. *J Dent Res.* 78:285.
- (48) Boghosian A. et al. (1996). Clinical evaluation of GC Fuji II LC in Class V restorations (two years report). *Oper Dent.* 23:132-7.
- (49) Hadwa Olave Sussan, "Análisis Comparativo "In Vitro" de la Resistencia adhesiva de restauraciones de compómero con distintos sistemas de adhesión. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2002.
- (50) Guerra Cerda Carolina, "Análisis comparativo "In Vitro" de la Resistencia adhesiva de dos técnicas de aplicación de los sistemas adhesivos". Trabajo requisito para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2004.
- (51) Cordero Torres Viviana, "Estudio comparativo "In Vitro" de la Resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta con técnica adhesiva con grabado ácido total v/s un sistema adhesivo autograbante. Trabajo requisito para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2004.
- (52) Takai T. et al. (2012). Effect of air-drying dentin surfaces on dentin bond strength of a solvent-free one-step adhesive. *Dent Mater J.* 31:558-63.