

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

“ESTUDIO COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE SELLADO MARGINAL
OBTENIDO EN RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA COMPUESTA
CEMENTADAS CON DOS CEMENTOS AUTOADHESIVOS CON UTILIZACIÓN
DE GRABADO ÁCIDO PREVIO Y ENJUAGUE”.

Pablo Roberto Nieto Engel

TRABAJO DE INVESTIGACION
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
CIRUJANO-DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut

Santiago – Chile
2009

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ASPECTOS TEÓRICOS	5
3. HIPÓTESIS	38
4. OBJETIVOS	39
5. MATERIAL Y MÉTODO	40
6. RESULTADOS	51
7. DISCUSIÓN	56
8. CONCLUSIONES	62
9. SUGERENCIAS	64
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

DEDICATORIA

Dedico este trabajo para las personas más importantes en mi vida las cuales siempre han estado presentes y apoyándome incondicionalmente, las cuales me entregaron las herramientas educativas, sustento, el cariño y la incansable dedicación que existe siempre de un padre a un hijo, gracias papás.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el cuerpo docente que me ilustró a lo largo de este largo recorrido, a la universidad que me brindó las herramientas necesarias para mi crecimiento y aprendizaje, a toda persona que conocí que sin ellas no se hubiese forjado la persona que soy, a mi tutor por su incondicionalidad y constante interés, a mi familia ya que sin ella no encontraría la guía en mi vida y a mi polola con la que comienzo toda una nueva vida llena de alegrías gracias.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las patologías buco dentales, una de las enfermedades con mayor prevalencia en nuestro país es la caries dental, enfermedad multifactorial que ataca a los tejidos duros del diente. Si la caries no se detecta a tiempo provoca un deterioro irreversible de los tejidos dentarios, siendo necesario eliminarlos lo que inevitablemente dejará una cavitación, la cual debe repararse para permitir recuperar la forma, función y estética, preservando así la salud y equilibrio del ecosistema bucal. Para cumplir este propósito es necesario recurrir a elementos que permiten su restauración artificialmente. ⁽¹⁾

Existe una gama de materiales usados en la odontología restauradora, los cuales pueden tener una aplicación o procedimientos para su uso, de tipo directo o indirecto. ⁽²⁾ Si la pérdida de tejido dentario es pequeña se utilizan las restauraciones directas, pero cuando la pérdida de tejido abarca una gran superficie, o bien se debe reconstruir una o más cúspides, se prefiere realizar con materiales indirectos, debido a que poseen mejor resistencia a la abrasión, aumentada resistencia a la fractura y en el caso de los materiales poliméricos reforzados, mayor control de la contracción por polimerización ⁽³⁾ y además, gracias a que se trabajan fuera de la cavidad bucal, se puede obtener una mejor anatomía, contornos y puntos de contactos.

A pesar de las ventajas de las restauraciones indirectas, la unión a los tejidos dentarios es todavía un desafío, ya que la interfase entre diente y restauración se ve aumentada en este tipo de restauraciones. (3) Los cementos dentales permiten sellar la interfase fijando la restauración a través de adhesión mecánica, ya sea microscópica, macroscópica o por una combinación de ambas. (3) Actualmente existen 5 tipos de cementos para la cementación permanente: el cemento de fosfato de zinc, el cemento de policarboxilato, el cemento de vidrio ionómero, el cemento de vidrio ionómero híbrido y el cemento de resina compuesta, presentando cada uno características químicas y físicas únicas, pero ninguno es ideal para todas las situaciones.

Gracias a su capacidad de adherirse a múltiples sustratos, ser insolubles en el medio bucal, y ser altamente estéticos, los cementos de resina compuesta se han convertido en el material de elección para cementar restauraciones estéticas indirectas tipo inlay/ onlay, PFU (coronas) y PFP (puentes). (5)

Al igual que las resinas compuestas directas, los cementos de resina compuesta dependen de un sistema adhesivo para unirse a la superficie dentaria.(6) El mecanismo básico de unión a esmalte y dentina es esencialmente un proceso de intercambio que involucra la remoción de mineral

de tejido duro dental y su sustitución por monómeros de resina que quedan micro mecánicamente entrelazados en las porosidades creadas.⁽⁷⁾ La adhesión a dentina es más compleja produciéndose una trabazón micro mecánica con el colágeno expuesto. ⁽⁵⁾

Un nuevo tipo de cemento de resina propone simplificar el procedimiento de cementación ya que no requiere aplicar un adhesivo dispensado aparte del cemento. Estos cementos, llamados autoadhesivos, están pensados para unirse a la superficie dentaria sin acondicionamiento ácido previo.^(3,8) La ventaja de este cemento estaría en combinar una técnica de aplicación en cuanto a número de pasos como la del fosfato de zinc con las propiedades mecánicas favorables, la estética y la buena adhesión de los cementos de resina compuesta.⁽⁹⁾

En virtud de que estos nuevos materiales de cementación se presentan como una alternativa que disminuye el número de pasos de trabajo y según los fabricantes tienen similar eficacia en la retención y sellado de restauraciones estéticas indirectas que aquellos que utilizan la técnica de grabado ácido previo en su utilización, es que el propósito de esta investigación es comparar el sellado marginal de restauraciones indirectas fijadas con dos cementos diferentes de resina compuesta, siendo uno de estos (RelyX U-100, 3M), y el

otro cemento autoadhesivo (seT PP, SDI), que previa a su aplicación se realizará un acondicionamiento de esmalte y dentina, es decir un grabado con ácido ortofosfórico en toda la cavidad, para luego determinar la microfiltración obtenida al ser sometidos a termociclado. Esto para determinar si un tratamiento previo logra mejorar la capacidad de sellado de estos materiales. Se comprobará teniendo como grupo control aquellos que respeten las instrucciones de uso de los cementos señalados.

ASPECTOS TEÓRICOS

Al momento de restaurar los tejidos dentarios perdidos, luego de remover una lesión cariosa, el odontólogo cuenta con algunos materiales de restauración y para rehabilitar grandes pérdidas de tejido dentario es preferible utilizar restauraciones indirectas, las cuales deben ser fijadas a la preparación dentaria por medio de un agente cementante.

En la actualidad existe una constante aparición de materiales que se denominan cementos dentales, lo que puede llevar a disyuntivas al momento de realizar la selección del cemento a ocupar en un determinado caso, ya que los cementos dentales son materiales que presentan una amplia variedad de aplicaciones. De acuerdo a la ISO, los cementos se clasifican en distintos tipos según su indicación de uso:

Tipo I Material para cementación: actúan en una consistencia que permite su flujo como medio de unión, generalmente mecánico, entre las estructuras bucales y elementos artificiales (incrustaciones, puentes, braquets de ortodoncia, etc.).

Tipo II Material para restauración: el mismo cemento constituye el material de obturación que queda expuesto al medio bucal, pudiendo ser éste temporal o

definitivo.

Tipo III Material para liner o de base cavitaria: materiales que se colocan entre la pulpa dentina y la obturación para disminuir las posibilidades de injuria o para estimular alguna función del órgano noble.⁽¹⁰⁾

Algunos de los cementos de uso actual poseen presentaciones comerciales para más de una de estas tres categorías.⁽¹¹⁾ También se les ha llamado cementos a materiales que sirven como apósitos quirúrgicos, en los que el cemento combinado con algún producto medicamentoso específico, se aplica sobre heridas quirúrgicas para protegerlas de injurias durante el proceso de regeneración o cicatrización de tejidos.⁽¹⁰⁾

Este trabajo se enfoca en la primera aplicación descrita para los cementos dentales: como medio o agente cementante y teniendo esto en mente, un cemento se puede definir como un material que sirve para retener restauraciones en una posición fija en la boca⁽⁴⁾, ya sea en forma temporal, o definitiva, también llamada permanente, en la que se pretende que la estructura cementada permanezca el mayor tiempo posible en boca.⁽¹⁰⁾

Actualmente existe una amplia gama de materiales de cementación, cada uno con sus ventajas y desventajas, no existiendo un cemento ideal para

todas las situaciones. Los cementos como fosfato de zinc, de poliacarboxilato y de vidrio ionómero se rigen por la norma ISO 9917:1991 y la especificación ANSI/ADA N°96, las cuales establecen los valores mínimos y máximos que deben cumplir estos materiales en pruebas estándar de laboratorio para que el producto sea certificado ya sea por la ISO o por la ADA.⁽¹²⁾

Es importante, al momento de elegir un cemento adecuado para cada caso, tener presente algunas de las propiedades ideales de un cemento definitivo.

Propiedades biológicas

-Biocompatible: Un cemento ideal debe ser biocompatible, esto implica tener interacción con tejidos y fluidos del cuerpo, no ser tóxico y tener bajo potencial alergeno.

-Inhibición de placa y caries: Un material ideal actuaría previniendo la formación de caries en la interfase diente-restauración. Un cemento debiera poseer propiedades antimicrobianas que combatan las bacterias cariogénicas en el diente restaurado y disminuyan el efecto de la futura colonización de placa bacteriana en los márgenes de la restauración.

-Resistente a la microfiltración: La filtración de microorganismos alrededor de

las restauraciones dentales, se ha relacionado a respuestas pulpares adversas y lleva a una disminución en la longevidad de las restauraciones. Un cemento ideal debe ser resistente a la microfiltración.⁽¹²⁾

Propiedades mecánicas

-Alta resistencia mecánica: El cemento debe poseer una resistencia a la compresión y tracción favorable, tener la suficiente resistencia a la fractura para prevenir el desalojo de la restauración como resultado de fallas cohesivas o interfaciales.

-Debe ser resistente a la abrasión: Deben ser resistentes al desgaste por fricción, lo cual está relacionado directamente con la dureza del material.

-Buena adhesión a la restauración indirecta y a la preparación dentaría: Un cemento ideal debe proveer una unión durable entre materiales diferentes.⁽⁵⁾

-Módulo de elasticidad adecuado: Se ha sugerido que el cemento debe tener un módulo de elasticidad similar al de la dentina (18 GPa) y el del material de la restauración indirecta. Un alto módulo de elasticidad es importante en regiones de alto estrés masticatorio.⁽¹³⁾

Propiedades químicas

-Baja solubilidad: Un cemento debe ser impermeable e insoluble a los fluidos bucales, a lo largo de la permanencia de la restauración en boca.

Propiedades físicas

-Radiopacidad: Un cemento ideal debe tener una radiopacidad distinta al esmalte y dentina, que permita detectarlo radiográficamente y permita distinguir entre el cemento y caries recidivante y detectar un rebalse de cemento.⁽¹³⁾

-Bajo estrés de polimerización o fraguado: Los cambios dimensionales del cemento al endurecer deben ser mínimos.

-Coeficiente de expansión térmico adecuado: El comportamiento de un cemento ideal frente a los cambios de temperatura debe ser lo más parecido al de la estructura dentaria y la restauración.⁽¹²⁾

Propiedades estéticas

Han aumentado sus requerimientos debido al aumento en el uso de restauraciones cerámicas y de resinas compuestas reforzadas, especialmente en el sector anterior.

-Estético: El cemento debe poseer un color similar a la estructura dentaria y a la restauración.

-Estabilidad de color: En áreas donde se requiere alta estética es importante que el cemento no sufra cambios de color con el tiempo.⁽¹²⁾

Propiedades de trabajo

-Grosor de película: debe exhibir un grosor de película mínimo de 20 micrones.⁽⁵⁾

-Viscosidad: ésta debe asegurar el completo asentamiento de la restauración, por lo cual no debe ser muy elevada.

-Fácil manipulación: La manipulación de un cemento ideal debe ser lo más simple posible, con la menor cantidad de pasos y no debe ser una técnica muy sensible.⁽¹²⁾

CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DEFINITIVOS

Actualmente, existen 5 tipos de cementos utilizados para la cementación permanente de restauraciones indirectas: son los cementos de fosfato de zinc, policarboxilatos, vidrio ionómero, resina compuesta y vidrio ionómero modificados con resina. Cada uno presenta características químicas y físicas únicas.⁽⁵⁾

CEMENTO DE FOSFATO DE ZINC

El cemento de fosfato de zinc se ha usado por más de 90 años ⁽⁵⁾ y ha sido considerado el gold Standard para los cementos dentales.⁽⁴⁾ El polvo del fosfato de zinc consiste en óxido de zinc con óxido de magnesio, dióxido de silicio y trióxido de bismuto.⁽¹⁴⁾ El líquido contiene ácido ortofosfórico, agua y agentes tamponeantes.⁽⁴⁾

El cemento de fosfato de zinc endurece por una reacción ácido-base y su tiempo de fraguado es regulado por la cantidad de agua presente en el líquido, a mayor cantidad de agua, menor tiempo de trabajo.⁽⁵⁾

Según la especificación N°8 de la ADA clasifica a los cementos de fosfato de zinc, según su indicación en:

-Tipo I para cementación de restauraciones en Operatoria y Prótesis Fija.

-Tipo II para cementación de elementos que no requieren precisión (bandas de ortodoncia) y para base de protección pulpodentinaria y restauración temporal.⁽¹⁴⁾

La técnica para su mezcla es crítica, se debe realizar en una loseta fría, seca, en un área amplia, incorporando el polvo al líquido en forma progresiva,

por aproximadamente 1 minuto 30 segundos⁽⁵⁾, pues de esta manera se logra, por una parte liberar calor, y por otra, se va neutralizando la reactividad del ácido, con lo que la reacción se hace más lenta, se libera menos calor y permite una mayor incorporación de polvo a la mezcla, con el consiguiente aumento en las propiedades del material.⁽¹⁴⁾

La resistencia a la compresión de un cemento adecuadamente mezclado es de 80 a 110 MPa y la resistencia a la tracción es de 5 a 7 MPa, además posee un alto módulo de elasticidad de 13 GPa, lo que le permite resistir la deformación elástica en zonas de alto estrés masticatorio.⁽⁵⁾

El fosfato de zinc no se adhiere químicamente a la estructura dentaria, su sello retentivo es obtenido a través de adhesión mecánica, y se debe a su capacidad para rellenar irregularidades tanto de la preparación dentaria como de la restauración.^(4,5)

La acidez del cemento es relativamente alta al inicio de la reacción, dos minutos después del comienzo de su mezcla el pH es aproximadamente 2 y va en aumento, sin embargo permanece en 5,5 por alrededor de 24 horas.⁽¹⁴⁾ El pH inicial de la reacción puede afectar la respuesta biológica en el uso clínico.

Los registros clínicos de larga data prueban su confiabilidad, validando

su uso en la cementación de pernos prefabricados y colados, inlay/onlay, coronas y puentes metálicos, coronas de cerámica a sustrato dentario, a muñones de amalgamas, de resinas compuestas o de vidrio ionómero.⁽⁵⁾

CEMENTOS DE POLICARBOXILATO

Los cementos de policarboxilato constituyen el primer material de este tipo que desarrolla alguna forma de unión química a la estructura dentaria.⁽¹⁵⁾ La composición del material es bastante similar al fosfato de zinc, excepto por el líquido que contiene ácido poliacrílico en vez de ácido ortofosfórico, lo que da como resultado un líquido más viscoso.⁽⁴⁾ La composición del polvo es similar a la de los cementos de fosfato de zinc, estando constituido principalmente por óxido de zinc y óxido de magnesio.⁽¹⁵⁾

El cemento endurece por una reacción ácido-base que ocurre cuando el óxido de zinc y el óxido de magnesio del polvo son rápidamente incorporados a la solución viscosa de alto peso molecular de ácido poliacrílico⁽⁵⁾, el cual es capaz de reaccionar también con el esmalte y la dentina para promover algún tipo de adhesión química, al interactuar sus grupos de ácido carboxílico con el calcio.^(1,5,11)

El cemento de policarboxilato al ser comparado con el cemento de

fosfato de zinc presenta una menor resistencia a la compresión (55 a 85 MPa), una mayor resistencia a la tracción de (8 a 12 MPa), un grado de microfiltración marginal similar y una deformación plástica mayor, por lo que se recomienda su uso en zonas de poco estrés masticatorio.

Tal vez la mayor ventaja de estos cementos está en su respuesta biológica al interactuar con la pulpa dental, lo que se podría deber a su rápido aumento del pH luego de su mezcla y la falta de penetración tubular de las moléculas del ácido poliacrílico.⁽⁵⁾

Por sus propiedades estéticas similares al fosfato de zinc no se ocupan para restaurar piezas en forma permanente donde se requiere estética.⁽¹⁵⁾ Este cemento se recomienda para cementación de restauraciones metálicas únicas en zonas de poco estrés.⁽⁵⁾

CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO

El cemento de vidrio ionómero descende de los silicatos y los cementos de policarboxilato⁽⁵⁾, fue desarrollado por Wilson y Kent en Inglaterra en el año 1969.⁽¹⁶⁾ La idea original fue mezclar un vidrio y un ácido poli acrílico, para así obtener un material que tuviera las cualidades estéticas del vidrio y las adhesivas del ácido poli acrílico. De esta manera, los cementos de vidrio

ionómero, tal y como fueron descritos originalmente, están compuestos por un vidrio, poli ácidos y agua.⁽¹⁷⁾

El poli ácido es una solución acuosa de ácidos poli alquenoicos, entre los que podemos nombrar: el ácido poli acrílico, itacónico, maleico y tartárico.

De acuerdo a la presentación del líquido, los cementos de vidrio ionómero se pueden clasificar en cementos de:

-Primera Generación: El material se presenta en forma de un líquido y un polvo, de acuerdo a lo expresado anteriormente.

-Segunda Generación: El ácido maleico, poli acrílico 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 sólo se hace con agua destilada.

Las dos últimas generaciones tienen las ventajas de ser más fáciles de dosificar y mezclar, tienen un tiempo de endurecimiento más rápido y un mayor tiempo de vida útil de almacenamiento.⁽¹⁵⁾

La mezcla del polvo con el líquido debe ser realizada en un área

reducida, incorporando el polvo al líquido sin aplastar o estirar la masa, en un lapso que no exceda los 30 segundos, pasados los cuales empiezan a bajar sus propiedades de consistencia y manipulación. El material no debe manipularse una vez que ha perdido su aspecto brillante.⁽¹⁵⁾

El vidrio ionómero posee dos grandes beneficios: primero su unión a través de enlaces iónicos con la estructura dental y en segundo lugar la capacidad de liberar flúor.⁽¹⁸⁾

La mayor desventaja de este cemento recae en su sensibilidad a la humedad y al desecamiento.^(5,11,18)

El cemento de vidrio ionómero tiene una alta resistencia a la compresión (90-230 MPa), mayor a la del cemento de fosfato de zinc⁽⁵⁾, pero al compararlos con los cementos de resina compuesta sus cualidades mecánicas son más bajas.

De acuerdo a su uso, los cementos de vidrio ionómero se clasifican en 4 tipos:

Tipo I: Para cementado de restauraciones rígidas, los que requieren una buena capacidad de fluir y poco espesor de película, radiopacidad y color adecuado.

Tipo II:

a) Para restauración, requieren de buena translucidez y color, resistencia a la abrasión, a la erosión y a esfuerzos mecánicos.

b) Comprende sólo los materiales de restauración con agregados metálicos denominados «*cermets*» y/o asimilados.

Tipo III: Para base cavitaria, requieren de buena radiopacidad, resistencia mecánica y compatibilidad con otros materiales con los que deben combinarse. Es conveniente, aunque no imprescindible, un color similar al de la dentina.

Tipo IV: Misceláneo. Aunque algunos fabricantes comercializan productos con indicaciones altamente específicas, otros promocionan el empleo del mismo producto para más de una indicación diferente (por ejemplo, base y restauración). Se comercializan productos para utilizarse como selladores de puntos, fosas y fisuras, material de obturación endodóntico o recubrimiento de superficies radiculares dolorosas. Como es lógico, cada fabricante procura cubrir la gama de aplicaciones más amplia posible, viendo la composición de sus productos.⁽¹⁷⁾

Los cementos de vidrio ionómero se indican para cementar restauraciones indirectas de la misma forma que los cementos de fosfato de

zinc.⁽⁵⁾

CEMENTOS DE VIDRIO IONÓMEROS HÍBRIDOS O MODIFICADOS CON RESINA

Estos cementos endurecen por la formación de una sal de poli acrilato metal y de un polímero, es decir, por medio de una reacción ácido base entre un polvo de vidrio de flúor-alúmino-silicato y una solución acuosa de ácidos poli alquenoicos modificados con grupos de metacrilato, los que polimerizan a través de activación por luz o química.⁽¹⁹⁾ Poseen una resistencia a la compresión y tracción mayor a los cementos de fosfato, poli carboxilato y algunos de vidrio ionómero convencionales, pero menor a los cementos de resina compuesta. Su adhesión a esmalte y dentina, y su patrón de liberación de flúor son similares a los del cemento de vidrio ionómero convencional. Son más resistentes al agua durante el endurecimiento y son menos solubles que los cementos de vidrio ionómero convencionales. Su bio compatibilidad es controversial debido a la presencia de monómero libre en el líquido. Tal vez la mayor ventaja de estos cementos es ser fácil de mezclar y usar, porque no se requiere de múltiples pasos.^(5,19)

La principal desventaja de estos cementos está en su naturaleza hidrofílica, lo que resulta en una aumentada absorción de agua y expansión

higroscópica. La contracción de polimerización de la resina puede compensar la absorción de agua inicial, pero como la absorción es continua tiene un efecto negativo.⁽⁵⁾ Este potencial de cambio dimensional lo contraindica en el uso con restauraciones de cerámica libre de metal y en la cementación de pernos en dientes no vitales.^(5,19)

Los fabricantes recomiendan su uso para cementar coronas y PFP metálicas o de metal-porcelana a muñones de diente, amalgama, resina compuesta o vidrio ionómero.⁽⁵⁾

CEMENTOS DE RESINA COMPUESTA

Los cementos de resinas compuestas están compuestos básicamente por tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la fase inorgánica o material de relleno o fase dispersa; y un órgano-silano o agente de unión entre la resina orgánica y el relleno.

-La matriz orgánica comprende un sistema de monómeros mono, di o tri funcionales. La mayoría de los cementos tienen monómeros de Bis-GMA o UEDMA, combinados en algunos casos con TEGDMA, o con agregado de pequeñas cantidades de grupos funcionales hidrofílicos tales como el HEMA o el 4-META.⁽⁶⁾

-**La fase dispersa** de las resinas compuestas está integrada por un material de relleno inorgánico del que dependen las propiedades físicas del material. Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones, destacando de forma mayoritaria el dióxido de silicio, así como los borosilicatos y aluminosilicatos de litio. Además se incluyen partículas de metales pesados, como el bario, estroncio, zinc, aluminio o zirconio, que son radiopacos.⁽²⁰⁾ El relleno inorgánico mejora la resistencia a la abrasión, compresión y dureza, reduce la contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmico⁽²¹⁾, además de proporcionar radiopacidad, mejorar la manipulación e incrementa la estética.⁽²⁰⁾ Sin embargo una carga de relleno muy elevada aumenta la viscosidad del cemento, lo que aumenta el grosor de película de cemento.⁽⁵⁾ Según la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos micro híbridos, ya que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de las restauraciones.⁽⁶⁾

- **El agente de acoplamiento** cubre las partículas de relleno inorgánico, este agente es una molécula bi funcional, como el silano, que se puede unir en un extremo al grupo hidroxilo del sílice y por el otro extremo, a través de su doble enlace, a los monómeros de la matriz.^(20,22)

Los monómeros de la matriz orgánica polimerizan por mecanismos de polimerización iniciados por radicales libres, los cuales pueden ser generados por activación química o por activación energética (calor o luz).⁽²³⁾

El tamaño de las partículas de relleno va a diferenciarlos en: *cementos de micro relleno*, que tienen 46 a 48% en volumen de dióxido de silicio de tamaño promedio de 0,04um; y *cementos micro híbridos*, que conforman hoy día la gran mayoría, cuyo tamaño promedio de partículas inorgánicas es de alrededor de 0,6 a 2,4 um, las cuales están incorporadas en un porcentaje de aproximadamente 52,6% en volumen.⁽⁶⁾

Otra forma de clasificarlos es de acuerdo al sistema iniciador utilizado para activar estos materiales, los cementos de resina compuesta se pueden clasificar en: ⁽⁶⁾

-Cementos autopolimerizables o químicamente activados: se presentan como dos pastas, una que contiene el iniciador, que es el peróxido de benzoílo y la otra un activador que es una amina terciaria. Al ser espatuladas estas dos pastas, la amina reacciona con el peróxido de benzoílo y forma radicales libres, y de esta manera se inicia la polimerización. Durante el proceso de mezclado es importante evitar la incorporación de burbujas de aire dentro de la mezcla. Esto puede implicar un material con propiedades disminuidas por la inhibición de la

polimerización con oxígeno en su interior. Otro problema a considerar es que el operador no tiene control del tiempo de trabajo después que el material ha sido mezclado, ya que la reacción comienza en ese momento, fruto de este sistema de activación; el material tiene mala estabilidad de color, dado que se generan subproductos de color café que tiñen la matriz del material.⁽¹²⁾ Estos cementos están indicados para la fijación de estructuras opacas, ya sea de cerámica o metal.⁽⁶⁾

-Cementos fotopolimerizables o activados con luz: Son sistemas mono pasta de fácil manipulación y estables de color, pero sólo factibles de usar en restauraciones delgadas, ya que su polimerización es absolutamente dependiente de que les llegue suficiente cantidad de luz desde la unidad de fotocurado.⁽⁶⁾ Estos materiales contienen un agente iniciador, que es una alfa-dicetona (canforoquinona) que al absorber la luz en longitudes de onda entre 400 a 500 nm genera radicales libres, para lo cual necesita un co-iniciador, que generalmente es una amina alifática que actúa como agente reductor. Debido a las ventajas que posee, tales como control en el tiempo de trabajo y menor inclusión de aire, las resinas compuestas fotopolimerizables son actualmente muy aceptadas.⁽²⁴⁾ Algunas resinas compuestas fluidas funcionan perfectamente como agentes cementantes de fotopolimerización, con ventajas incluso por su alta carga de relleno inorgánico, que comparativamente mejora

todas sus propiedades mecánicas.⁽⁶⁾

-Cementos duales o de activación mixta: También son sistemas pasta-pasta, pero que tienen ambas formas de activación de la polimerización (química y por luz). Son los indicados para el cementado de restauraciones en las que, por el tipo y grosor de las mismas, no es predecible la cantidad de luz que pueda alcanzar las zonas más alejadas o profundas. Al igual que los sistemas de auto polimerización, también es importante evitar incorporar burbujas de aire durante el espatulado. En general, a muchos de estos sistemas se les ha catalogado como muy foto dependiente, por lo que hay que ser cautos en su recomendación para el cementado de restauraciones demasiado opacas o gruesas.⁽⁶⁾

El tipo de adhesión de los cementos de resina compuesta se basa en general en los mismos principios de adhesión de las resinas compuestas utilizadas como material de restauración directo, por lo que sus sistemas adhesivos han ido evolucionando juntos. La adhesión a esmalte ocurre a través de una trabazón micro mecánica de la resina entre los cristales de hidroxiapatita grabados con ácido fosfórico.⁽⁵⁾ Esto se logra gracias al mismo tratamiento de la superficie del esmalte, propuesto por Buonocore en 1955, para promover la adhesividad adamantina aplicando ácido fosfórico. Tal procedimiento se

caracteriza por revertir la poca o casi nula adhesividad normal del esmalte, dotándolo de un favorable potencial adhesivo en su superficie, como resultado de un proceso desmineralizador. Éste proceso, en una primera etapa, disuelve de 20 a 50 μm de la superficie general, y concluye reduciendo selectivamente las varillas adamantinas. Esta acción selectiva le confiere a la superficie del esmalte una particular rugosidad, en la cual pueden identificarse simultáneamente tres tipos de relieve, conocidos como patrones de grabado. El denominado de tipo I, se caracteriza por presentar disuelto solo el centro de los prismas; el de tipo II por tener afectada únicamente su periferia y el de tipo III por mostrar estriaciones completamente irregulares y menos profundas, producidas en áreas donde el esmalte carece de un ordenamiento coordinado de sus prismas, debido a lo cual se estima que proveen el más bajo potencial de adhesividad.

La técnica de adhesión al esmalte implantada hace más de 50 años, posee gran efectividad, confiabilidad y baja susceptibilidad a variaciones en la técnica, sin embargo se han generado cambios considerables en ésta a lo largo del tiempo tales como reducir la concentración del ácido fosfórico, (de 85% original a 30 y 40% en la actualidad), variar su presentación de líquido a gel y disminuir su tiempo de aplicación (de los 60 segundos originales a 15 segundos en la actualidad). Tal estabilidad se atribuye al principal mecanismo de

adhesión al esmalte, dado por el anclaje micro mecánico que proveen las irregularidades producidas por el grabado ácido, en las cuales la resina tras infiltrarse en consistencia fluida queda trabada al adoptar rigidez por la polimerización.

Lo observado en esmalte contrasta con las múltiples variaciones que se han tenido que hacer y se continúan realizando en los materiales y procedimientos necesarios para lograr una adhesión dentinaria tan segura y perdurable como la que se da en esmalte. Esto se ve obstaculizado porque, a diferencia del esmalte, la dentina no presenta características homogéneas que favorezcan su adhesividad.

Entre las barreras que dificultan la adhesión dentinaria están sus importantes variaciones topográficas, su composición química con un relativamente alto contenido orgánico y de agua, además de la presencia de fluido dentinario, las cuales los fabricantes han tratado de superar principalmente desarrollando productos que permitan a los adhesivos operar en medio húmedo e interactuar con el componente orgánico. Otro factor desfavorable es la presencia del barro dentinario, el cual se forma como consecuencia de la preparación dentaria y consiste principalmente en detritus y dentina desorganizada. Su denominación se atribuye a Boyde et al. (1963) y en

1984 Brannstrom la subdividió en dos capas, la externa (smear on), que es amorfa y reposa sobre la superficie dentinaria, y una interna (smear in o smear plug), formada por partículas más diminutas que se localizan en el interior de los túbulos. Durante muchos años debido a su virtud relativa de disminuir la permeabilidad dentinaria y por ende de proteger el complejo dentino-pulpar, se mantuvo una oposición a retirar la capa de barro dentinario, ignorándose la propuesta de Fusayama en 1980, quien preconizó que el tratamiento ácido de la superficie dentinaria lejos de perjudicarla, favorecería su adhesividad, denominando a este procedimiento como técnica de grabado total.

Nakabayashi en 1982 notó la existencia de una capa de 3 a 6 um, constituida por colágeno y resina, luego de aplicar adhesivo sobre la superficie dentinaria desmineralizada. Sobre esto lanzó la teoría conocida como Hibridización dentinaria, la cual sostiene que la adhesión a la dentina por polímeros se da por un mecanismo de retención micromecánica de la resina en la red de fibras colágenas de la dentina desmineralizada, en la cual, luego de infiltrarse en consistencia fluida y adoptar rigidez por polimerización, queda trabada formando una capa mixta o capa híbrida, también llamada de inter difusión.⁽²⁵⁾

Al igual que las resinas compuestas directas, la mayoría de los

cementos de resina compuesta dependen de un sistema adhesivo para unirse al diente y de otros sistemas para hacerlo a las restauraciones que se cementan.⁽⁶⁾ Actualmente los cementos de resina compuesta ocupan distintos sistemas adhesivos:

1) Sistemas adhesivos de grabado y enjuague.

Existen cementos de resina compuesta que utilizan sistemas adhesivos de grabado y enjuague (cuarta y quinta generación), los cuales se clasifican en sistemas de tres o dos pasos al igual que los sistemas adhesivos de resina compuesta directa.⁽²⁶⁾

a. Los sistemas de cuarta generación corresponden a los de grabado y enjuague de "tres pasos". El primer paso corresponde al grabado de esmalte y dentina usando ácido ortofosfórico, seguido del lavado con agua para remover el ácido, la capa de barro dentinario se disuelve y expone la malla colágena de la matriz dentinaria. El ácido desmineraliza 2 a 5 μm de dentina, disuelve y extrae la fase de apatita mineral que normalmente cubre las fibras de colágeno de la matriz dentinaria y abre canales de 20 a 30 nm alrededor de las fibras de colágeno. Se ha descrito que una óptima desmineralización sería de 2 a 5 μm de profundidad, lo que se lograría con la aplicación por 15 segundos del ácido acondicionador. Una aplicación más prolongada del ácido en la dentina, lleva a

una zona más profunda de desmineralización que no permite la total infiltración de los monómeros, y si no se obtiene una completa infiltración del agente imprimante, el colágeno de la zona más profunda queda desprotegido, formándose una zona más débil. En un segundo paso, luego del grabado y lavado, se retira el exceso de agua y se aplica el agente imprimante hidrofílico, para aumentar la energía superficial de la dentina y facilitar la penetración de los monómeros de la resina unión, generando una zona mixta de resina con fibras colágenas, conocido como capa híbrida.⁽²⁷⁾ Uno de los agentes más utilizados es el HEMA, el cual es bifuncional, es decir, posee una parte hidrofílica que se une a la dentina y otra hidrofóbica que se puede unir al adhesivo. El agente imprimante es aplicado en la superficie dentinaria ligeramente húmeda y se requiere que reemplace el agua de la dentina para penetrar entre las fibras colágenas y permitir la entrada también allí del agente adhesivo, que además entrará en los túbulos dentinarios. El agente imprimante se debe secar de manera suave para no dañar la malla colágena y no eliminarlo completamente, pero de manera que permita remover cualquier remanente del solvente orgánico o de agua que pueda obstruir posteriormente el contacto del adhesivo dentinario con el agente imprimante. El tercer paso corresponde a la aplicación de la resina de unión o adhesivo para estabilizar la dentina ya desmineralizada e imprimada, penetrando también entre los túbulos

dentenarios.⁽⁵⁾

Se ha publicado que la calidad de la adhesión está influenciada por la duración del proceso de grabado y la humedad de la dentina previa a la infiltración del sistema adhesivo. Muchas de las investigaciones actuales y el desarrollo de adhesión a dentina apuntan a simplificar el proceso de adhesión y disminuir la sensibilidad de la técnica al reducir la cantidad de pasos.^(27,28)

b. Los sistemas adhesivos de quinta generación surgieron con la idea de simplificar la técnica para hacerla menos sensible y más rápida en obtener la adhesión teóricamente, con un menor número de pasos clínicos. Estos sistemas corresponden a los de grabado y enjuague de "dos pasos", que utilizan el grabado total o acondicionamiento simultáneo de dentina y esmalte, pero a diferencia de los sistemas de cuarta generación utilizan el sistema de "una botella" que contiene el agente imprimante y el adhesivo juntos, los que se aplican después del grabado.⁽²⁹⁾

2) Sistemas adhesivos de auto grabado: De manera similar a los sistemas adhesivos auto grabantes de las resinas compuestas directas, se han elaborado sistemas adhesivos auto grabantes para uso exclusivo con cementos de resina compuesta.⁽³⁰⁾ Por lo general la fórmula de estos agentes imprimantes auto grabantes incluyen una mezcla acuosa de monómeros acídicos, como éster

fosfato o ácido carboxílico, y monómeros hidrofílicos como el HEMA. Debido a su acidez intrínseca, estos agentes imprimantes pueden simultáneamente acondicionar e imprimir los tejidos dentarios duros, usando la capa de barro dentinario como un sustrato de unión intermediario.⁽²⁷⁾ Presentan una adhesión a dentina de 18 a 23 MPa, pero la adhesión a esmalte no grabado ni preparado esta en entredicho. La ventaja inherente a estos sistemas es que graban y depositan el material en un mismo paso, evitando la generación de vacíos en las zonas donde la sustancia inorgánica ha sido retirada.⁽²⁸⁾

La variación de la composición y concentración de los monómeros de resina acídicos permite clasificarlos de acuerdo a su grado de acidez en suaves, moderados y agresivos. Se ha encontrado que los cementos con agentes imprimantes auto grabantes agresivos y moderados presentan mayores fuerzas de unión con dentina que aquellos más suaves.⁽²⁷⁾

Estos sistemas adhesivos se pueden clasificar a su vez en sistemas de un paso y de dos pasos. En los sistemas de un paso se aplica, sobre la superficie dentaria sin acondicionar, el agente imprimante auto grabante y luego el cemento de resina compuesta. En los sistemas de dos pasos se aplica el agente imprimante auto grabante, luego una capa de adhesivo y luego el cemento. Se ha publicado que los sistemas adhesivos con agentes imprimantes

auto grabantes de un paso, debido a su alta concentración de monómeros de resina hidrofílicos y la falta de una posterior aplicación de una capa de adhesivo hidrofóbico, se comportan como una membrana permeable posterior a su polimerización. El aumento en la permeabilidad de estos sistemas le permite al agua difundir desde la dentina y formar gotas a lo largo de la interfase sistema adhesivo-cemento. Esta podría ser la razón de la relativa baja fuerza de adhesión observada en este tipo de sistemas adhesivos.⁽³⁰⁾

Los cementos que requieren sistemas adhesivos necesitan de varios pasos y la mayoría de ellos son sensibles a la humedad, la saliva o incluso la humedad de la respiración pueden deteriorar la calidad de la unión. Para una apropiada adhesión es esencial controlar esta posible contaminación, siendo el uso de goma dique el método más fácil de evitarla, por lo que se recomienda su uso al aplicar sistemas adhesivos de cementación.⁽⁷⁾

Al ser técnicas de múltiples pasos aumenta la posibilidad de errar, por lo que los resultados obtenidos en la práctica clínica pueden distar de los obtenidos en las condiciones ideales.⁽¹³⁾

Recientemente se ha introducido un nuevo tipo de cemento a base de resina compuesta, que propone disminuir el número de etapas en el procedimiento de cementación, al aplicarse en un solo paso, ya que no requiere

de sistema adhesivo. En este sentido, por su forma de aplicación es más parecido a los cementos convencionales como el fosfato de zinc. Este nuevo tipo de cemento se ha denominado autoadhesivo.⁽³⁾

-Cementos de resina compuesta autoadhesivos: Para los fabricantes el principal objetivo fue lograr la combinación entre el manejo sencillo de los cementos convencionales con las excelentes propiedades mecánicas, buena adhesión y estética de los cementos de resina.⁽³³⁾ Los estudios clínicos a largo plazo de estos materiales todavía no están disponibles, pero estudios a corto plazo han mostrado resultados prometedores. Algunos de los cementos autoadhesivos son: RelyX U100 (3M ESPE), Maxcem (Kerr), BisCEM (BISCO), Multilink Sprint (Vivadent), MonoCem (Shofu Inc.) y (seT PP, SDI).⁽³⁴⁾

Uno de los cementos autoadhesivos más estudiados ha sido el cemento RelyX U100, el cual presenta algunas diferencias con los cementos de resina compuesta antes conocidos:

- Presenta un monómero de metacrilato que tiene unido grupos de ácido fosfórico y por lo menos dos dobles enlaces insaturados Carbono=Carbono.
- El relleno inorgánico de este cemento consiste en un polvo vítreo (vidrio de flúor aluminio silicato, sílice), que construyen una malla vítrea, al que se le

incorporaron cationes de Estroncio y Lantano que por su alto número atómico le otorgan radiopacidad.⁽³⁵⁾

-Según el fabricante, tendría un nuevo sistema iniciador que le permitiría funcionar correctamente en un medio ácido.⁽³³⁾

El fabricante explica la capacidad de ser autoadhesivo a través de los grupos de ácido fosfórico que presenta el monómero, los cuales le permiten reaccionar con el relleno inorgánico básico y con los iones calcio de la apatita dentaria. De esta forma, la cadena monomérica al ser activada, polimerizará y se unirá tanto al relleno como a la estructura dentaria. Producto de la reacción inicial, se genera agua, lo que transforma al cemento en un elemento hidrofílico. A medida que avanza la reacción, el agua generada es reutilizada, lo que lleva a la neutralización de la acidez del cemento y a transformarlo nuevamente en un material hidrofóbico.⁽³³⁾

Además de estas reacciones ocurre una reacción de polimerización de radicales libres iniciada por activación química o por luz, tal como ocurre en los cementos duales.⁽³³⁾

Las investigaciones realizadas han mostrado que este cemento sólo interactúa superficialmente con el esmalte y la dentina, observándose ausencia de capa híbrida o tapones de resina, a pesar del bajo pH del material mezclado (menor a 2 durante el primer minuto).^(36,37) Hikita y cols, evaluaron la retención micromecánica de este cemento comparándolo con cementos que utilizan sistemas adhesivos de grabado y enjuague, encontrando una menor fuerza de unión en esmalte. En dentina encontraron valores de fuerza de unión similares a los sistemas de grabado y enjuague y a los auto grabantes.⁽³⁾

También se ha estudiado su respuesta biológica, observándose que al mantener la capa de barro dentinario se previene el desplazamiento de los componentes del cemento hacia los túbulos dentinarios, no observándose reacciones pulpares detectables en grosores de dentina remanente menores a 300 μm , a diferencia de las reacciones de inflamación crónica que se observaron al ocupar cementos de grabado y enjuague.⁽³⁸⁾

El fabricante no recomienda el uso de sustancias como peróxido de

hidrógeno, desensibilizantes, soluciones de EDTA previo a la cementación con RelyX U-100 ya que los residuos restantes pueden perjudicar la adhesión y la reacción de fraguado del cemento. Además señala que este cemento es la elección ideal para prácticamente todas las necesidades de restauración, incluyendo inlays/onlays, coronas y puentes de metal, metal/porcelana, porcelana, resinas compuestas reforzadas a excepción de las carillas.⁽³³⁾

Los cementos de resina compuesta en general tienen una alta resistencia a la fatiga y alta resistencia a la compresión, exhiben mejores propiedades mecánicas de resistencia a la flexión, módulo de elasticidad, resistencia a la fractura y dureza en comparación a los cementos minerales tradicionales.

Otro de los cementos en estudio es seT PP, SDI el cual posee una fórmula de vidrio que ha sido diseñada para liberar una alta dosis de flúor durante un largo período de tiempo. Sirve como sistema de prevención de

caries al suministrar una continua liberación de flúor en la cavidad bucal.⁽⁴⁴⁾

Además ha sido formulado usando monómeros hidrofóbicos especiales para brindar una buena resistencia al agua una vez polimerizado.⁽⁴³⁾

Su uso se indica para inlays/onlays coronas, puentes, cerámicas y composites.⁽⁴⁵⁾

El continuo desarrollo de los cementos de resina compuesta ha llevado a declinar el uso de los cementos tradicionales, como el fosfato de zinc. Sin embargo los cementos de resina compuesta tienden a tener técnicas más sensibles y su uso tiene pasos adicionales que pudiesen aumentar la probabilidad de fracaso ya sea comparando su comportamiento bajo condiciones ideales y su comportamiento bajo las condiciones de la práctica clínica.

En vista que los cementos de resina compuesta autoadhesivos aparecen como una nueva alternativa, que combinaría las ventajas del manejo sencillo de los cementos cerámicos tradicionales con las excelentes propiedades mecánicas, buena adhesión y estética de los cementos de resina,

y dado que por su corta data, no existen estudios acerca de su desempeño a mediano o largo plazo, no solo en el grado de retención que brindarían a las restauraciones cementadas sino también en su real capacidad de sellado de la interfase diente restauración, es que podrían haber dudas acerca de su real capacidad de lograr los objetivos señalados por los fabricantes. Es por ello que el propósito del presente trabajo es evaluar comparativamente la capacidad de generar un buen sellado marginal de dos cementos de resina compuesta autoadhesivos, previo un grabado ácido con ácido ortofosfórico de esmalte y dentina en condiciones *in Vitro*, y compararlos con un grupo control en el cual las cavidades no serán sometidas a grabado ácido con ácido ortofosfórico.

HIPÓTESIS

“Existen diferencias significativas en el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con dos cementos autoadhesivos de marcas diferentes (SDI set y Rely-X U100 3M), realizando grabado ácido previo”.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias significativas en el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con cementos autoadhesivos con grabado ácido previo de la superficie.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el grado de infiltración Marginal de restauraciones indirectas cementadas con el cemento autoadhesivo RELY-X U100 (3M/ESPE) siguiendo las instrucciones del fabricante, previo grabado ácido.

Determinar el grado de infiltración Marginal de las restauraciones indirectas cementadas con el cemento autoadhesivo seT SDI tratando previamente la superficie.

Analizar comparativamente lo resultados obtenidos.

Comparar los resultados del grupo experimental con los del grupo control.

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo experimental se realizó en el Laboratorio del área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se midió y comparó *in Vitro* el grado de infiltración marginal de dos cementos de Resina Compuesta autoadhesivos con grabado ácido previo y se comparó con un grupo control.

Para la evaluación del cemento se recolectó 60 piezas dentarias sanas (terceros molares), las cuales fueron conservadas en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, mantenidos a temperatura ambiente hasta ser utilizados. Previo a su uso, las piezas dentarias se limpiaron con agua, escobillas y clorhexidina al 0,12% y se eliminaron restos de ligamento periodontal con curetas American Eagle.

A cada pieza dentaria se le realizó 2 cavidades operatorias clase V, estandarizadas en sus dimensiones, siendo de 3mm de profundidad, 3mm de alto y 6mm de ancho, todas ellas fueron realizadas por un

mismo operador, ubicadas en vestibular, palatino/lingual de cada diente, ocupando el tercio medio de la cara correspondiente y quedando la pared axial en dentina.

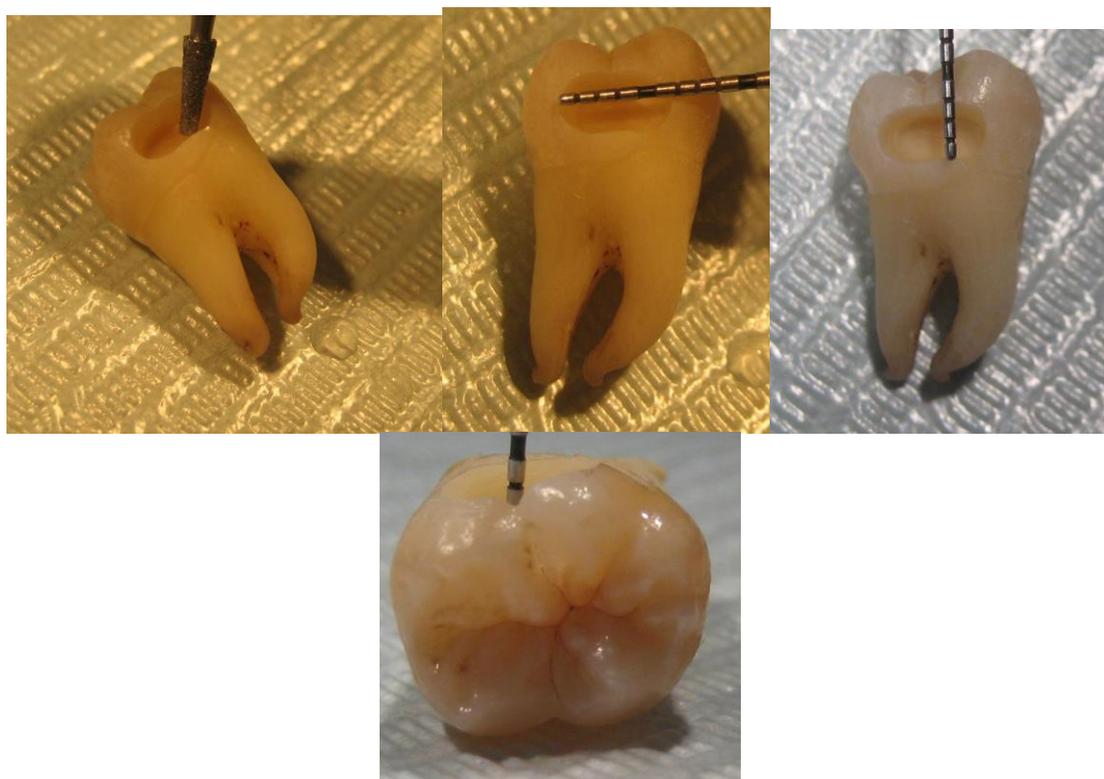


FIG 1. Muestra medidas de las cavidades realizadas.

Estas cavidades se realizaron por el mismo operador con una turbina refrigerada con agua y piedras de diamante de alta velocidad

troncocónica con extremo redondeado N° ISO 806 de 1.14mm. La piedra fue reemplazada cada 5 preparaciones para evitar su desgaste.

Luego de realizadas las cavidades, cada diente fue conservado en suero fisiológico isotónico mas formalina al 2% hasta realizar la restauración.^(39,40,42)

Material de obturación

Como material de obturación se utilizó incrustaciones de resina compuesta Z 100(3M).

Técnica de obturación

Al terminar las cavidades estas fueron aisladas con aislante para acrílico y sobre ellas se realizó las incrustaciones utilizando 4 incrementos para su confección. Para facilitar el retiro y cementación de las incrustaciones se fabricó un botón de resina en el centro de cada una.

Una vez terminadas se retiraron y se arenaron con óxido de alúmina ≤ 40 um, luego se limpió con escobilla suave y agua, luego fueron sumergidas en alcohol para limpiarlas y secarlas con aire.

Además se utilizó los botones para diferenciar al grupo de estudio al cual pertenecen, Rojo para el grupo "A" donde se utilizó el cemento autoadhesivo Rely-X U100 con grabado ácido de la superficie, Azul para el grupo "B", donde se usó cemento auto adhesivo SDI set con grabado ácido de la superficie, Verde para el grupo "C" donde se utilizó el cemento autoadhesivo Rely-X U100 sin grabado ácido de la superficie y Negro para el grupo "D" donde se usó cemento autoadhesivo SDI set también sin grabado ácido de superficie.(42)



FIG 2. Muestra los botones de resina rojo para Rely-X, azul para seT SDI.

Para la cementación:

- Para el Grupo "A" (RelyX U100, 3M con grabado ácido de esmalte y dentina) se debió limpiar la cavidad con

escobilla y agua, luego se aplicó un gel grabador por 15 segundos, se lavó con agua por 30 segundos y se dispensó el cemento en un block, se mezcló con una espátula plástica por 10 segundos. Se Aplicó a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, se presionó para el asentamiento final. Se retiraron los excesos del cemento luego de 3 minutos de iniciada la mezcla. Se polimerizó por 40 segundos.(33,42)



FIG 3. Muestra materiales para cementación con Rely-X.

- Para el Grupo "B": (set SDI con grabado ácido de esmalte y dentina) Se limpió la cavidad con escobilla y agua. Luego se aplicó un gel grabador por 15 segundos, se lavó con agua por 30 segundos y se secó la superficie con papel absorbente.

Se dispensó cemento en un block y se mezcló con espátula plástica por 10 segundos. Se aplicó a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, se presionó para el asentamiento final. Se retiró los excesos de cemento luego de 3 minutos de iniciada la mezcla. Fué polimerizado por 40 segundos.^(33,42)

- Para el Grupo "C" (RelyX U100, 3M sin grabado ácido de esmalte y dentina) se debió limpiar la cavidad con escobilla y agua, y se dispensó el cemento en un block, se mezcló con una espátula plástica por 10 segundos. Se Aplicó a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, se presionó para el asentamiento final. Se retiraron los excesos del cemento luego de 3 minutos de iniciada la mezcla. Se polimerizó por 40

segundos.(33,42)

– Para el Grupo “D”: (set SDI sin grabado ácido) Se limpió la cavidad con escobilla y agua, se secó la superficie con papel absorbente.

Se dispensó cemento en un block y se mezcló con espátula plástica por 10 segundos. Se aplicó a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, se presionó para el asentamiento final. Se retiró los excesos de cemento luego de 3 minutos de iniciada la mezcla. Fué polimerizado por 40 segundos.(33,42)



FIG 4. Muestra materiales para la cementación con seT SDI.

Infiltración y termo ciclado

Una vez realizada la cementación, se dejaron en una estufa a 37° Celsius +/- 2°c durante 48 horas.

Para evitar la microfiltración proveniente de los conductos y cámara pulpar se debió aplicar un tapón de vidrio ionómero de fraguado químico en aquellos dientes con apertura apical mayor a 1 mm.



FIG 5. Muestra el sellado de conductos de diámetro mayor a 1mm con vidrio ionómero.

Luego se procedió a sellar todas las superficies de la pieza dentaria con cianocrilato excepto un margen de 1mm alrededor de la restauración, después se cubrieron completamente las piezas dentarias

con esmalte de uñas, dejando sólo las restauraciones a la vista con un margen de tejido dentario circundante de 1 mm. Posteriormente se cubrió la misma zona con acrílico de auto polimerización.⁽³⁹⁾

Las muestras se guardaron en un frasco rotulado en una estufa de control de humedad y temperatura, con 100% de humedad ambiental y a 37° C durante 48 hrs.

El proceso siguiente correspondió al termo ciclaje, en el cual se utilizó una solución acuosa de azul de metileno al 1% como indicador de micro filtración en la interfase diente-restauración.

El régimen de termo ciclaje fué de 100 ciclos entre 3° y 60°C manteniendo las muestras 30 segundos en cada baño térmico y llevando a temperatura ambiente (+/- 23°C) durante 15 segundos entre un baño y otro.^(39,40,42)

Una vez terminado el termo ciclaje las muestras fueron lavadas con un chorro profuso de agua por 5 minutos, secadas y posteriormente cortadas perpendicularmente al eje mayor del diente pasando por el centro de ambas restauraciones indirectas, con el fin de medir el grado

de micro filtración a través del nivel de infiltración del colorante. El corte debió realizarse de forma intermitente para disipar el calor producido.⁽⁴²⁾



FIG 6. Muestra el corte perpendicular al eje axial.

Se enumeró las muestras del 1 al 30. Cada preparación fué observada con microscopia óptica, utilizando lente lupa (10X), con lente graduado a nivel de la interfase diente-restauración, evaluando el porcentaje de penetración del colorante. Esta medida será obtenida basándose en la relación existente entre el grado de penetración y la profundidad total de la cavidad, es decir:

Penetración del colorante en la interfase (mm)

X 100

Profundidad total de la cavidad (mm)

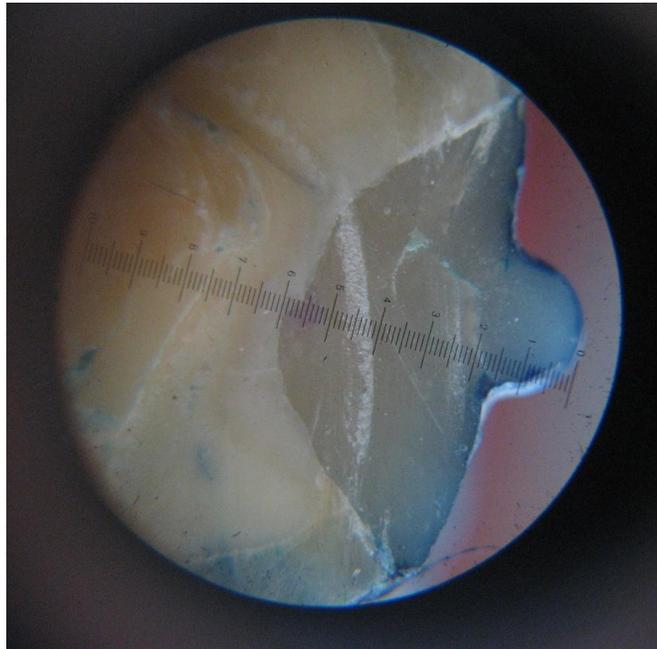


FIG 7. Muestra visión al microscopio de 10X.

Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente mediante el test de Wilcoxon, para determinar así la existencia de diferencias significativas entre los grupos.^(39,40,42)

RESULTADOS

Nº Muestra	RelyX con grabado	seT SDI con grabado
1	25,53%	48,88%
2	27,65%	26,66%
3	26,08%	27,55%
4	31,70%	17,05%
5	32,60%	19,14%
6	12,19%	22,07%
7	7,84%	15,55%
8	4,65%	27,42%
9	2,00%	24,78%
10	12,00%	25%
11	31,11%	29,43%
12	48%	26,36%
13	27,50%	23,44%
14	30,00%	17,12%
15	19,56%	20,83%
16	27,50%	24,16%
17	0,00%	25,19%
18	0,00%	41,86%
19	31,91%	44,44%
20	6,66%	14,82%
21	42,85%	23,35%
22	13,33%	21,81%
23	66,00%	28,40%
24	37,77%	22,03%
25	8,88%	26,35%
26	4,44%	14,67%
27	2,08%	23,82%
28	5,40%	19,41%
29	24,00%	13,74%
30	3,44%	13,66%
̄	20,42%	24,19%

TABLA I. Muestra los porcentajes de infiltración del grupo estudio.

Nº de Muestra	RelyX U100 sin grabado	SeT sin grabado
1	4,54%	28,07%
2	25%	43,75%
3	11,11%	23,91%
4	28%	46,15%
5	30,55%	48,64%
6	26,19%	36%
7	33,33%	46,34%
8	28,2%	35,55%
9	11,42%	51,72%
10	45,23%	33,33%
11	15%	23,07%
12	9,75%	19,51%
13	16,32%	45,65%
14	30%	52,08%
15	18%	47,72%
16	18,42%	71,42%
17	21,95%	30,61%
18	23,8%	57,89%
19	41,37%	37,14%
20	17,02%	31,42%
21	24%	33,33%
22	20,51%	27,5%
23	30,18%	50%
24	25,49%	47,72%
25	24,24%	35,29%
26	31,57%	68,57%
27	30,55%	47,5%
28	32%	58,33%
29	34,37%	33,33%
30	28,94%	35,71%
̄	24,56%	41,57%

Tabla II. Muestra los porcentajes de infiltración del grupo control.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Test de Wilcoxon para muestras independientes:

. Ranksum var1,by (Tipo)

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Tipo	obs	rank sum	expected
1	30	978	915
2	30	852	915
combined	60	1830	1830

unadjusted variance 4575.00

adjustment for ties -0.25

adjusted variance 4574.75

Ho: var1(Tipo==1) = var1(Tipo==2)

z = 0.931

Prob > |z| = 0.3516

TABLA III. Muestra el análisis de los resultados del grupo experimental.

(p<0.05 indica una diferencia estadísticamente significativa)

La tabla dos muestra el test de Wilcoxon y se encontró un valor de $z = 0.3516$ por ende un valor de p mayor a 0.05 indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de muestras con grabado ácido de la cavidad.

Interpretación: Se usó el Test de Wilcoxon, que es el Gold Estándar en test no paramétricos (es decir, muestras que no presentan normalidad, como los valores presentes en las tablas de resultados, lo que fue corroborado por el Test de Shapiro Wilks).

Pues bien, tampoco hay diferencia significativa en este caso ($p = 0.3516$), por lo cual se corroboró que las muestras son parecidas. Con los datos expuestos en la tabla de resultados, resulta extremadamente impreciso utilizar test estadísticos para números reales por lo que se usó este test el cual funciona con proporciones, por ende los porcentajes expresados fueron transformados en proporciones para que el test de Wilcoxon pudiese arrojar el valor de p obtenido.

Una muestra normal quiere decir que de los valores que se obtuvo, un 95% se encuentra agrupados cercanamente, mientras que hay un 5% de los datos que se alejan del centro, esto no se obtuvo por lo que obtenemos una muestra no paramétrica o no normal. Lo interesante que tiene trabajar con muestras normales es que es posible inferir muy bien que, bajo las mismas condiciones, en otros estudios es muy probable que si nuevamente se realizara

los mismos análisis, se obtendría los mismos resultados.

Ahora bien, en este caso no tuvimos muestras normales, por lo que tuvimos que elegir Test no paramétrico (Wilcoxon), pues sino los resultados hubiesen arrojado errores.

TABLA IV
ANÁLISIS CON TEST T CON MUESTRAS INDEPENDIENTES DEL GRUPO
CONTROL

TEST ESTADÍSTICO	VALOR T	Sig. Estadística (p*)
TEST T	5,892	$p < 0,001$

*** $p < 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa.**

La tabla IV muestra los valores obtenidos al someter los resultados del grupo control al Test T para muestras independientes. Se encontró un valor de $p < 0,001$ que al ser menor a 0,05 indica que si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos control a diferencia de lo ocurrido en el grupo experimental en el cual no se encontró diferencia significativa.

DISCUSIÓN

La microfiltración es el paso de microorganismos, fluidos, moléculas o iones entre la cavidad y el material de restauración aplicado, que no se puede detectar clínicamente.^(42,43) Es considerada un factor importante en la duración de una restauración y puede llevar a una degradación marginal, caries recidivante, sensibilidad postoperatoria, hipersensibilidad e incluso patologías pulpares.

Al analizar los resultados se observa que ninguno de los dos cementos eliminó completamente la microfiltración, esto es esperable ya que ambos son materiales en base a resinas compuestas, las cuales presentan características inherentes a ellas, como la contracción por polimerización, diferencias con el coeficiente de expansión térmico del diente, diferencias en la calidad de la capa híbrida, técnica de inserción y el factor c de la cavidad.⁽⁴⁴⁾

Las restauraciones cementadas con el cemento RelyX-U100 al ser comparadas con el cemento seT PP presentaron un menor porcentaje de microfiltración marginal promedio, y esta diferencia no fue estadísticamente significativa en el grupo experimental, no así en el grupo control que si arrojó

diferencias significativas, al comparar los valores de infiltración promedio de RelyX entre sí y seT PP SDI entre sí se observa para ambas marcas una menor microfiltración en el grupo donde se usó grabado ácido versus el que no se usó . No existen investigaciones previas donde podamos comparar los valores de la infiltración de la tinción entre estos dos cementos, ya que aún no se han realizado estudios con el cemento autoadhesivo seT (SDI) y los datos sobre sus características son sólo aquellas informadas por el fabricante, lo que hace necesario realizar más estudios de este cemento. Lo que si podemos encontrar son varias investigaciones que nos pueden ayudar a entender el por qué de esta menor infiltración en las restauraciones cementadas con el cemento RelyX U100, sobre todo estudios del cemento RelyX Unicem que corresponde a la versión en cápsulas del cemento RelyX U100, utilizado en este estudio, que se presenta en forma de dos pastas y un dispensador, ambos son muy similares, la única diferencia es su presentación, donde la versión en cápsulas podría mejorar los resultados gracias a su homogeneidad y por sobre todo la menor posibilidad de incorporar aire a la mezcla.⁽⁴⁶⁾

En el estudio de Piwowarczyk y col. se encontraron valores de microfiltración del cemento RelyX Unicem favorables tanto en esmalte como en

dentina, donde los valores de microfiltración fueron los menores al ser comparado con los cementos de grabado y enjuague RelyX ARC y Panavia F, ambos de dos pasos.⁽¹⁰⁾

Respecto al sellado marginal, podemos decir que sí existen diferencias entre los cementos autoadhesivos y los con sistemas adhesivos, dependiendo de la superficie dentaria a tratar, así lo afirma Ibarra y col. que determinan que el sellado de los cementos autoadhesivos es similar a los que utilizan sistemas de adhesión en la dentina, pero los cementos autoadhesivos se benefician enormemente al realizarles grabado ácido cuando quieran ser cementados en esmalte, aunque en este estudio no sólo se grabó el esmalte, sino toda la cavidad de las muestras se observó un menor porcentaje de infiltración en el grupo de estudio vs el grupo control, lo que avalaría esta mención sobre el uso de grabado ácido en los cementos autoadhesivos.⁽³⁷⁾

Radovic y col. concluyen que la adhesión del cemento autoadhesivo RelyX Unicem a dentina y varios materiales de restauración es satisfactoria y comparable a la de los cementos de resina de múltiples pasos. No así la adhesión al esmalte, que parece ser el eslabón débil de unión en los cementos autoadhesivos.⁽⁴⁶⁾ Es por esto que se realizó para la investigación un grabado

ácido a la estructura dentaria previo a la cementación de las restauraciones indirectas para así ver el comportamiento de estos cementos. Sobre este tema De Munck y col. concluyeron que la mejor eficacia de unión en los cementos autoadhesivos, es obtenida cuando se graba selectivamente el esmalte de la preparación, esto es un indicador importante para la realización de estudios futuros en donde se podría grabar de manera selectiva el esmalte de cada una de las cavidades, ya que en este trabajo se vio que el grabado completo de la cavidad ya disminuye el porcentaje de infiltración.⁽³⁶⁾

Con estos estudios se debiera esperar un comportamiento similar entre ambos cementos, o por lo menos que el hecho del grabado ácido llevase los resultados a una homogeneidad, lo que se comprueba con el estudio realizado.

Hay que investigar con mayor profundidad los mecanismos de adhesión de ambos cementos con la estructura dentaria, ya que los fabricantes de ambos productos no detallan sus componentes, esto da para suponer la reacción que ocurre en el cemento RelyX U100 entre la apatita de la superficie dentaria con los grupos de ácido fosfórico del metacrilato, así se desmineralizaría la superficie dentaria y penetrar dentro de ella. Una vez polimerizado se logra retención micromecánica, junto con esto se sumaría la adhesión química a través de una reacción ácido base entre la apatita y los grupos de ácido

fosfórico. Gerth and col, sostiene que ocurre un aumento en la interacción química entre el calcio de la hidroxiapatita y el cemento, que explicaría las buenas propiedades mecánicas del producto al ser comparado con resinas convencionales.⁽³⁵⁾

Resulta necesaria la investigación *in vivo* de estos productos, sobre todo a mediano y largo plazo ya que resulta difícil reproducir fidedignamente los fenómenos que ocurren en el ambiente bucal en una investigación *in Vitro*, donde hay menores posibilidades de imitar los sucesos naturales del medio oral. El único estudio *in vivo* con el que contamos es el realizado por Behr y col. donde se realizó un ensayo clínico, que compara el éxito clínico de distintas restauraciones después de cinco años, que fueron cementadas con fosfato de zinc y RelyX Unicem aleatoriamente, como resultado se vio que no existen diferencias significativas en el rendimiento de ambos cementos y no existió pérdida de retención o formación de caries secundarias en ninguno de los dos materiales de cementación. La única diferencia fue el acumulo de placa en RelyX Unicem que fue mayor que el del fosfato, esto se adjudica a que las bacterias colonizan más fácilmente las superficies resinosas que las inorgánicas del fosfato.⁽⁴⁷⁾

Podemos atribuir los distintos resultados encontrados en la literatura a

las diferentes metodologías utilizadas para poder medir el sellado marginal, donde cambian la cantidad de ciclos de termociclado, el tiempo que ha sido almacenado en agua, la composición del líquido donde se mantienen las muestras, los tintes usados y sus concentraciones, el número de operadores que miden la microfiltración junto con distintas metodologías, las preparaciones para las restauraciones, el material de restauración, etc.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos concluir que:

1. Ninguno de los dos cementos de resina compuesta en estudio, es decir, RelyX U100 (3M-ESPE) y seT PP (SDI) con grabado ácido, eliminó totalmente la microfiltración.
2. Las restauraciones de resina compuesta indirecta cementadas con el cemento de resina compuesta autoadhesivo RelyX-U100, presentaron el menor porcentaje de infiltración marginal promedio, tanto para el grupo control como para el grupo en estudio.
3. Hubo diferencias numéricas en el grado de microfiltración entre los dos grupos con grabado ácido, sin embargo no fueron estadísticamente significativas
4. En definitiva y conforme a los resultados obtenidos en este estudio, por este método se rechaza la hipótesis planteada “Existen diferencias significativas en

el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con cementos auto adhesivos con grabado ácido previo de dos marcas diferentes (seT SDI y Rely-X U100 de 3M).

SUGERENCIAS

-Realizar estudios *in vitro* de otras propiedades, como fuerza de adhesión a dentina y esmalte, de los cementos autoadhesivos entre si.

-Realizar otros estudios *in vitro* de sellado marginal que comparen cementos autoadhesivos con cementos con sistema adhesivo, pero diferenciando esmalte de dentina.

-Realizar estudios del comportamiento de las restauraciones indirectas cementadas con cementos autoadhesivos *in vivo* y compararlos con los obtenidos *in vitro*.

-Evaluar *in vivo* el comportamiento a largo plazo de las restauraciones indirectas cementadas con cementos autoadhesivos y compararlo con restauraciones indirectas cementadas con cementos con sistemas adhesivos.

-Realizar otros estudios *in vitro* de sellado marginal que comparen cementos

autoadhesivos, pero con un grabado selectivo del esmalte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BADER M. Prólogo. En: Astorga C. y cols. Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos, 1^a Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile. Chile; 2004. 194 p, pp. ix .
2. LEINFELDER KF. New developments in resin restorative systems J Am Dent Assoc 1997; 128(5):573-581.
3. 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; 23(1): 71-80.
4. WEINER RS. Dental cements: a review and update. Gen Dent. 2007; 55(4): 357-364.
5. DIAZ-HARNOLD AM, VARGAS MA, HASELTON DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 1999; 81(2): 135-141.

6. GOMES J. La adhesión en prostodoncia fija. En: Henostroza G. y cols
Adhesión en Odontología Restauradora 1ª Edición. Editora Maio. Brasil. 2003.
454 p., pp. 368-369.

7. PEUMANS M, KANUMILLI P, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K,
LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. Clinical effectiveness of contemporary
adhesives: a systematic review of current clinical trials. Dent Mater 2005;
21(9):864-881.

8. 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 system. Dent Mater 2004; 20(2):191-197.

9. PIWOWARCZYK A, LAUER HC, SORENSEN JA. Microleakage of various
cementing agents for full cast crowns. Dent Mater 2005; 21 (5):445-453.

10. EHRMANTRAUT M, BADER M, BAEZA R, ASTORGA C. Generalidades

sobre cementos odontológicos. En: Astorga C. y cols. Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos, 1^a Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile. Chile; 2004. 194 p., pp. 143-152.

11. JONES DW. Dental cements: an update. J Can Dent Assoc 1998; 64(8):569-570.

12. ROSENSTIEL SF, LAND MF, CRISPIN BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent 1998; 80(3):280-301.

13. ATTAR N, TAM LE, MCCOMBS D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. J Prosthet Dent 2003; 89(2) 127-134.

14. ASTORGA C, BADER M, EHRMANTRAUT M. Cementos de fosfato de zinc. En: Astorga C. y cols. Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos, 1^a Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile. Chile; 2004. 194 p., pp. 171-177.

15. ASTORGA C, BADER M. Cementos polialquenoicos. En: Astorga C. y cols. Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos, 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile. Chile; 2004. 194p., pp. 179-192.
16. CARRILLO SC. Actualización sobre los cementos de ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999), Rev ADM 2000; 57(2):65-71.
17. DE LA MACORRA JC. Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: vidrios Ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Rev Eur Odont 1995; 7(5):259-272.
18. WEINER R. Liners, bases, and cements in clinical dentistry A review and update. Dent Today 2003; 22(8):88-93.
19. TERRY DA. Selecting a luting cement: Part II. Pract Proced Aesthet Dent 2005, 17(1):28-31.
20. HERVÁS A, MARTÍNEZ MA, CABANES J, BARJAU A, FOS P. Resinas

compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006; 11(2):215-220.

21. ELLAKWA A, CHO N, LEE IB. The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites. Dent Mater 2007; 23(10): 1229-1235.

22. FORTÍN D, VARGAS MA. The spectrum of composites: new techniques and materials. J Am Dent Assoc 2000; 131 Suppl: 26S-30S.

23. ANUSAVICE KJ. Ciencia de los Materiales Dentales. 10^a Edición. McGraw-Hill Interamericana. 1996. México. 746 p. Cap 12. 284-294.

24. ALVIM HH, ALECIO AC, VASCONCELLOS WA, FURLAN M, DE OLIVEIRA JE, SAAD JR. Analysis of camphorquinone in composite resins as a function of shade. Dent Mater 2007; 23(10):1245-1249.

25. HENOSTROZA G. Perspectiva histórica. En: Henostroza G. y cols. Adhesión en Odontología Restauradora. 1^a Edición. Editora Maio. Brasil.

2003. 454 p., pp. 14-19.

26. SENSAT ML, BRACKETT WW, MEINBERG TA, BEATTY MW.

Clinical evaluation of two adhesive composite cements for the suppression of dentinal cold sensitivity. J Prosthet Dent 2002; 88(1):50-53.

27. EL ZHAIRY AA, DE GEE AJ, MOHSEN MM, FEILZER AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. Dent Mater 2005; 21(2):83-93.

28. BARRANCOS P. Manipulación y comportamiento de los composites. En: Operatoria Dental, Integración Clínica. Barrancos J, Barrancos P. 4^a Edición. Editorial Médica Panamericana. Argentina. 2006. 1306 p. Cap. 38. 778-780.

29. CARRILLO SC. Dentina y adhesivos dentinarios: conceptos actuales. Rev ADM 2006; 63(2):45-51.

30. CARVALHO RM, PEGORARO TA, TAY FR, PEGORARO LF, SILVA NR, PASHLEY DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that

utilise self-etching primers to dentine. J Dent 2004; 32(1):55-65.

31. 3M ESPE. RelyX Unicem Aplicap/Maxicap Cemento definitivo de composite universal autoadhesivo, Información de uso. 3M ESPE AG, Dental products, D-82229 Seefeld, Germany.

32. WALTER R. Critical appraisal: dental cements. J Esthet Restor Dent 2007; 19(4):227-232.

33. GERTH HU, DAMMASCHKE T, ZÜCHNER H, SCHÄFER E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites - A comparative study. Dent Mater 2006; 22(10): 934-941.

34. DE MUNCK, 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, 20(10): 963-971.

35. IBARRA G, JOHNSON GH, GEURTSSEN W, VARGAS MA. Microleakage of Porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin based dental cement. *Dent Mater* 2007; 23(2): 218-225.
36. DE SOUZA COSTA CA, HEBLING J, RANDALL RC. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. *Dent Mater* 2006; 22(10):954-962.
37. CORREA C, CONTRERAS G, BADER M. Estudio comparativo in-vitro de la filtración marginal de restauraciones de amalgama con tres sistemas de adhesión diferentes. *Rev Fac Odont Univ Chile* 2002; 20(2): 9-21.
38. FIGUEROA K, SEGUEL B, BADER M, EHRMANTRAUT M. Influencia del eugenol en la microfiltración de restauraciones de resinas compuestas. *Rev Fac Odont Univ Chile* 2003; 21(1):52-58.
39. NUNES M, FRANCO E, PEREIRA J. Marginal Microleakage: Critical analysis of methodology. *Salusvita* 2005; 24(3):487-502.

40. DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, PEUMANS M, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VAN MEERBEEK B. A critical review of the durability of adhesión to tooth tissue: methods and results. J Dent Res 2005; 84(2): 118-132.
41. YAVUZ I, AYDIN AH. New method for measurement of surface areas of microleakage at the primary teeth by biomolecule characteristics of methilene blue. Biotechnol & Biotechnol Eq 2005; 19(1):181-187.
42. 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. Trabajo de investigación requisito para acceder al título de cirujano dentista. Fac Odont Univ Chile 2007.
43. Resultados del Ensayo SDI.
44. Fuente: Al-Naimi O.T., McCabe J. F. Liberación de flúor del cemento de

resina autograbador/autoadhesivo seT comparado con Productos de la Competencia (informe evaluativo de 18 meses) Newcastle University, Reino Unido. Febrero 2007.

45. Datos de archivo. * Maxcem, Relyx Unicem y Aplicap no son marcas registradas de SDI limited.

46. RADOVIC I, MONTICELLI F, GORACCI C. Self Adhesive Cements: A Literature Review. J Adhes Dent 2008; 10: 251-258.

47. BEHR M, ROSENTRITT M, WIMMER J, LANG R, KOLBECK C, BURGERS R, HANDEL G. Self- adhesive resin cement versus zinc phosphate luting material: A prospective clinical trial begun 2003. Dent Mater 2008.