



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

ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES INDIRECTAS DE COMPOSITE FIJADAS CON CEMENTO AUTOADHESIVO CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE DE LA PREPARACIÓN CAVITARIA.

Javiera Andrea Zúñiga Silva

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

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut N.**

**TUTOR ASOCIADO
Dra. Daniela Gutiérrez N.**

**Santiago – Chile
2013**

Dedicado a mi querida Mamá, Eduardo, mis hermanos, sobrinos, y a mi abuela y papá que sé también me apoyan desde donde estén...

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, por su apoyo incondicional, su cariño y su constante preocupación durante toda mi formación...este logro es en gran parte suyo también.

A Eduardo, por su constante apoyo y por ser, sin duda alguna, el mejor de los compañeros.

A mis hermanos, Carolina, Cristián y Jaime, por acompañarme durante todo este proceso.

Al Dr. Manuel Ehrmantraut y al Área de Biomateriales en general, por su apoyo y valiosa ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por todos los buenos momentos vividos durante este trayecto.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Marco Teórico.....	6
Hipótesis.....	25
Objetivo General.....	25
Objetivos Específicos.....	25
Materiales y Métodos.....	26
Resultados.....	33
Discusión.....	39
Conclusiones.....	46
Referencias Bibliográficas.....	47
Anexo.....	53

RESUMEN

La reciente introducción de los cementos de resina compuesta autoadhesivos ha proporcionado una alternativa innovadora que ofrece prescindir de pasos previos a la cementación. No obstante, su capacidad de unión al esmalte ha sido ampliamente cuestionada. El propósito del presente estudio in vitro fue determinar si existían diferencias en el grado de microfiltración marginal en restauraciones de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con diferentes tratamientos de superficie de la preparación cavitaria a nivel de esmalte.

Para ello se utilizaron 40 molares humanos recientemente extraídos, sanos, a los que se les efectuaron 2 preparaciones cavitarias clase V. Es así como se determinaron 4 grupos de estudio (n=20/ por tratamiento). En el grupo A, el esmalte fue grabado con ácido ortofosfórico al 37% por 30 segundos y el borde cavo superficial fue biselado con fresa redonda. En el grupo B, el esmalte fue grabado pero no se realizó bisel. En el grupo C, el esmalte no fue grabado y se realizó bisel. En el grupo D (Control), no se realizó grabado ni bisel. Todas las restauraciones fueron fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI. Posteriormente, fueron sometidas a un proceso de termociclado (100 ciclos) con azul de metileno como marcador. Luego, con microscopía óptica, se midió el grado de microfiltración obtenido de acuerdo al porcentaje de penetración del colorante a través de la interfase diente-restauración. Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo e inferencial, para verificar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados.

Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas entre todos los grupos de estudio ($\alpha < 0,05$). Los grupos con grabado ácido selectivo del esmalte presentaron una disminución significativa en los niveles de microfiltración marginal. Lo mismo ocurrió en los grupos que fueron biselados a nivel del borde cavo superficial. Los menores valores de microfiltración fueron obtenidos en el grupo en que ambos tratamientos fueron realizados.

Se concluye que ambas estrategias, implementadas de manera independiente y más aún si son utilizadas en conjunto, reducen significativamente la microfiltración marginal de restauraciones fijadas con cemento autoadhesivo seT PP.

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo que persigue la odontología restauradora es la mantención o restablecimiento de la forma, función, estética e integridad fisiológica de las piezas dentarias dañadas ya sea por causas infecciosas o de otro origen, en relación armónica con la estructura dental remanente, los tejidos blandos y el sistema estomatognático⁽¹⁾.

Con este fin, los avances en esta disciplina, especialmente vinculados al desarrollo de nuevos biomateriales y técnicas restauradoras, han sido notables en los últimos tiempos^(2,3).

En este contexto, son dos los aspectos que han cobrado protagonismo en esta evolución. Uno es el aspecto estético, que en vista de la creciente demanda de restauraciones con propiedades ópticas lo más similares posible a las de los tejidos duros dentarios, ha tomado un papel preponderante. El otro tiene relación con lograr eficacia en el proceso de adhesión al tejido dentario, lo que constituye un aspecto crítico en el desempeño y longevidad de los diferentes materiales restauradores⁽⁴⁾.

Es así como el uso de resina compuesta se ha incrementado convirtiéndose en uno de los materiales de elección en operatoria dental⁽⁵⁾. Sus grandes cualidades estéticas, en combinación con la posibilidad de adherirse a la estructura dentaria, le dan variadas indicaciones terapéuticas, que se acrecentan gracias a la versatilidad de presentaciones que ofrece⁽⁵⁾.

Las restauraciones indirectas de composite están cada vez más indicadas en situaciones donde existe un mayor grado de destrucción dentaria⁽³⁾. Su utilización mediante el método indirecto logra compensar ciertas limitaciones atribuidas a la técnica directa, como es la contracción de polimerización asociada a grandes cantidades de material y el inadecuado contorno de la restauración⁽³⁾. Esto se explica porque dicha contracción ocurre antes de su inserción en la preparación dentaria y existe un mejor control de la técnica restauradora al realizarla fuera de la cavidad bucal⁽³⁾.

Toda restauración indirecta dependerá entonces de ciertos artificios para lograr una fijación segura sobre el diente preparado⁽⁶⁾. Para ello se han utilizado diversos agentes cementantes, capaces de brindar dicha fijación de forma mecánica, micromecánica, química o una combinación de ellas⁽⁶⁾.

Dentro de ellos podemos distinguir a los agentes de cementación convencionales, como el fosfato de zinc, el policarboxilato y el vidrio ionómero, que se caracterizan por ser de manejo simple y no requerir de pasos previos a su aplicación⁽⁷⁾. Aunque estos materiales varían en sus propiedades de acuerdo a su composición, en general presentan grandes desventajas; tienen una alta solubilidad en el medio oral, sus propiedades mecánicas no son las óptimas, su estética es deficiente y en el caso del fosfato de zinc, carece de adhesión a sustratos dentarios y no dentarios⁽²⁾.

Posteriormente, con el desarrollo de los agentes de cementación basados en resina compuesta, se amplió y perfeccionó el campo de los medios de fijación⁽²⁾. Es así como hoy en día la mayoría de las investigaciones y el foco de la industria odontológica está volcado hacia estos cementos. Esto se basa en las grandes mejorías que proporcionan estos materiales respecto a las mencionadas desventajas atribuidas a los agentes de cementación convencionales. En vista de lo anterior, hoy son ampliamente utilizados en la fijación de restauraciones indirectas, debido a sus buenas propiedades mecánicas, su estética favorable, y a su capacidad de unión a diferentes sustratos^(2,8).

Es así como al hablar de estos materiales dejamos atrás lo que es la cementación convencional y se abre paso a lo que es la cementación adhesiva, concepto moderno que refiere a la capacidad de estos agentes de integrarse subestructuralmente a los sustratos (pieza dentaria y restauración) por medio de un procedimiento adhesivo, más allá de sólo rellenar la solución de continuidad entre el material restaurador y la pieza dentaria^(9,10).

Sin embargo, una de las grandes dificultades relacionadas con el uso de este tipo de medios de fijación reside en la complejidad de la técnica adhesiva, debido a los múltiples pasos que se deben realizar previo a la cementación de la restauración (grabado ácido y aplicación de sistema adhesivo)^(7,11).

Es así como con el fin de simplificar la técnica se desarrollaron los cementos de resina compuesta con sistema de autograbado, que eliminan el paso previo de grabado ácido y, posteriormente, los cementos autoadhesivos. Éstos últimos, introducidos durante la última década, constituyen una nueva generación de cementos resinosos de curado dual que prescinden de tratamiento previo con ácido, primer y/o agente adhesivo, por lo que la cementación se lleva a cabo en un solo paso^(11,12). De esta forma, la disminución de la sensibilidad de la técnica aparece como uno de los mayores beneficios que traen consigo estos materiales⁽¹²⁾, debido a su capacidad de desmineralizar y simultáneamente infiltrar el sustrato dental^(13,14). Además se les ha atribuido la capacidad de generar adhesión química a la estructura dentaria⁽¹⁴⁾.

En vista de lo anterior se presentan como una alternativa que conjugaría tanto el fácil manejo de los cementos convencionales, como la capacidad de auto-adhesión y de liberación de flúor de los cementos de vidrio ionómero, así como las propiedades mecánicas, estéticas y retención micro-mecánica alcanzadas por los cementos resinosos^(7,13).

No obstante, dada su reciente aparición, ameritan la realización de estudios que validen su efectividad y que de esta manera, demuestren si esta innovación en cuanto a la reducción de pasos clínicos, va o no en desmedro de aspectos fundamentales en estos sistemas como son la fuerza de adhesión al material restaurador y a la superficie dental, un adecuado sellado marginal de las restauraciones y consecuentemente, menor microfiltración en las mismas.

En este contexto, diversas investigaciones han evidenciado una menor capacidad de adhesión al esmalte por parte de estos agentes de cementación comparado con la de los cementos de resina compuesta desarrollados previamente^(14,15,16), constituyéndose ésta en el punto débil de estos nuevos materiales.

Esto resulta de especial interés, considerando que la unión adhesiva efectiva del agente de fijación a los diferentes sustratos dentarios, resulta imperativa para la retención de las restauraciones así como para la mantención de la integridad del sellado marginal^(6,15). Ciertamente, si éste último se ve afectado, se favorecerá la

ocurrencia de microfiltración marginal, que debido a sus negativas consecuencias clínicas, es considerada uno de los mayores factores asociados al fracaso de los procedimientos restauradores⁽¹⁷⁾.

Mas la efectividad en dicho proceso de adhesión no sólo estará determinada por factores inherentes al agente cementante, sino también por una adecuada preparación de los sustratos involucrados en la unión⁽¹⁸⁾. Es así como surge la interrogante de si modificaciones en el protocolo de preparación del sustrato adamantino podrían inducir mejores resultados en cuanto a la unión a este sustrato, el sellado marginal de las restauraciones y la prevención de fenómenos de microfiltración marginal.

No obstante, hoy sigue existiendo información inconsistente respecto de cómo el pretratamiento de la superficie del esmalte influencia la capacidad adhesiva y de sellado de estos nuevos agentes de cementación autoadhesivos⁽¹⁹⁾. En el caso del cemento autoadhesivo seT PP (SDI), que será utilizado en el presente estudio, nos encontramos ante la ausencia de estudios que evalúen su desempeño en relación a estas variables.

En virtud de lo anterior, el propósito del presente estudio, es analizar comparativamente in vitro el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta fijadas con cemento autoadhesivo seT PP (SDI) siguiendo las instrucciones del fabricante y variando las condiciones de superficie del sustrato en cuanto a procesos químicos y preparación cavitaria, por medio de la realización de grabado ácido selectivo de la superficie adamantina y la preparación del borde cavo superficial en esmalte en bisel.

MARCO TEÓRICO

Sin duda alguna, el fenómeno de la adhesión es responsable de las más importantes innovaciones producidas recientemente en el ejercicio de la odontología. Con la llegada de la técnica de grabado ácido del esmalte, preconizado por Buonocore en 1955, y el desarrollo de las resinas compuestas, introducidas en 1963 por Bowen, se inició una nueva era en la odontología restauradora⁽¹⁾.

La adhesión en términos generales es definida como cualquier procedimiento que se emplea para mantener partes en contacto^(2,20). Mas este concepto en odontología, hará referencia a los mecanismos mecánicos microscópicos y/o químicos, sin considerar a los procedimientos que se unan por traba mecánica macroscópica⁽²⁾.

En los albores del siglo XXI, es práctica común valerse de la adhesión en un sinnúmero de acciones clínicas⁽²¹⁾. Esto se basa en las múltiples ventajas que la nueva era adhesiva ha traído consigo⁽²²⁾.

La posibilidad de adherir los materiales restauradores a la estructura dentaria química y/o micromecánicamente, más allá de los mecanismos macro retentivos que venían usándose, ha permitido:

- Minimizar el desgaste dentario, brindando por tanto, un gran avance dentro de lo que es la odontología conservadora^(21,23).
- Un mejor rendimiento mecánico de ambos, dado que funcionan como una sola unidad estructural^(2,20), generando una mejor distribución de las fuerzas a las que son sometidos, así como el refuerzo de la estructura dental remanente^(6,22).
- Un mejor sellado marginal, protegiendo las estructuras subyacentes al reducir las posibilidades de filtración en la interfase diente-restauración y sus negativas consecuencias^(2,20,22).
- Ampliar el espectro de las posibilidades en odontología restauradora estética, permitiendo el uso de materiales con propiedades ópticas más deseables^(2,6,22).

Todo lo anteriormente descrito se ha aplicado tanto en procedimientos restauradores directos como indirectos. Éstos últimos han alcanzado un gran crecimiento, especialmente en aspectos vinculados al proceso de cementado⁽²⁴⁾.

Históricamente, el proceso de cementación ha sido un desafío en los procedimientos restauradores indirectos, dado que de éste depende una adecuada retención, resistencia y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente y, por tanto, la longevidad de la restauración⁽²⁴⁾.

Para cumplir con este cometido es necesaria la utilización de un medio cementante, definido como el material encargado de fijar en posición la restauración indirecta por un período indefinido de tiempo y sellar la interfase diente restauración^(25,26,27).

La retención de los materiales restauradores puede ser proporcionada mediante diferentes mecanismos; mecánicos, micromecánicos, químicos o una combinación de ellos⁽⁸⁾.

La vinculación mecánica, es aquella en la que las partes quedan trabadas en función de su morfología macroscópica⁽²⁰⁾. Este tipo de retención “no adhesiva”, basada en la penetración en irregularidades mayores proporcionadas por la superficie rugosa de las paredes y/o en los diseños de las preparaciones dentarias, se aplica a todos los cementos dentales^(20,25,28).

La adhesión micromecánica, es obtenida mediante la penetración en irregularidades más finas creadas mediante procedimientos como el grabado ácido⁽²⁸⁾, siendo aplicado este mecanismo en los cementos resinosos⁽²⁵⁾.

Ambos mecanismos anteriormente expuestos, se pueden generar a partir de efectos geométricos, que tienen relación con las irregularidades de las superficies en contacto, o bien, por efectos reológicos, que se relacionan con los cambios dimensionales que sufren las partes a unir, que se traducen en la generación tensiones que ayudan a la adhesión⁽²⁰⁾.

Por otra parte, la adhesión química o específica, resulta de la interacción de átomos y moléculas, determinando uniones químicas fuertes (enlaces iónicos y covalentes) o uniones débiles (puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals y de dispersión de London)^(2,20). Éstas últimas han sido atribuidas a los cementos de vidrio ionómero y poliacrilatos⁽²⁵⁾ y representan el ideal que todos los cementos actuales se esfuerzan por conseguir⁽²⁸⁾.

Como mencionamos anteriormente, otra de las funciones fundamentales de los medios de fijación, es brindar un adecuado sellado de los márgenes e interfases producidas en el proceso de cementación⁽²⁸⁾.

Este último punto resulta de especial interés, dado que tras el proceso de cementación por lo menos dos interfases son producidas. La primera, está localizada entre las estructuras dentales y el cemento, y la segunda, entre éste último y la superficie interna de la restauración^(7,16,28).

El sellado puede verse afectado por múltiples factores, como la falta de adhesión de los agentes cementantes a la estructura dental, la contracción del cemento durante su endurecimiento, cambios dimensionales térmicos del material, su disolución o fallas mecánicas del mismo, entre otros^(17,20).

Una falla a este nivel, puede traducirse en la ocurrencia del fenómeno conocido en odontología como microfiltración marginal⁽²⁰⁾. Éste es definido como el paso indetectable clínicamente de fluidos y/o bacterias a través de la interfase diente-restauración^(4,17,29,30).

La microfiltración a temperatura constante oral se producirá por la falta de sellado de la interfase diente-restauración, que generará que este espacio virtual actúe como un tubo capilar facilitando lo que no queremos; el paso de fluidos⁽³⁰⁾.

Sumado a lo anterior, considerando los cambios de temperatura a los que se verá expuesto el sistema dentro de la cavidad oral, la diferencia entre los coeficientes de variación térmica lineal de los tejidos dentarios y la restauración, provocará que la interfase entre ambos aumente o disminuya sus dimensiones. Es así como en estas condiciones ésta no sólo actuará como un tubo capilar, sino también como una bomba aspirante e impelente, fenómeno conocido como percolación, lo que ciertamente aumentará la ocurrencia de microfiltración⁽³⁰⁾.

La prevención de estos fenómenos resulta entonces prioritaria en odontología restauradora, dado que la microfiltración puede constituirse en causal de decoloración marginal, sensibilidad postoperatoria, caries secundaria e irritación pulpar, pudiendo conducir al fracaso de la acción terapéutica, tanto en procedimientos restauradores directos como indirectos^(17,29).

En vista de lo anterior, la selección del agente cementante apropiado se convierte en un paso crucial para el éxito de las restauraciones indirectas⁽²⁴⁾.

Un agente de cementación ideal ha sido descrito como aquel capaz de brindar compatibilidad con los tejidos orales, adhesión eficaz a los sustratos involucrados, resistencia adecuada, alta fluidez y baja viscosidad al momento de su asentamiento en boca, bajo espesor de película, insolubilidad en el medio oral, estabilidad dimensional una vez endurecido, técnica poco sensible, adecuado tiempo de trabajo, buenas propiedades estéticas y radiopacidad mayor a la de los tejidos dentarios^(25,31).

Mas se debe considerar que ningún material disponible actualmente para la cementación de restauraciones indirectas es capaz de cumplir a cabalidad con todos los requisitos anteriormente expuestos⁽⁶⁾.

Basados en esa premisa, es importante conocer el amplio rango de agentes cementantes existentes, así como sus ventajas y limitaciones⁽²⁴⁾, pues la elección del medio de cementación más apropiado estará determinado por el análisis de sus propiedades a la luz de las exigencias clínicas de cada caso particular^(6,27,28).

• Evolución de los agentes de cementación

En virtud de la evolución en su composición podemos distinguir a los cementos de fosfato de zinc, policarboxilato, vidrio ionómero, vidrio ionómero modificado con resina y cementos de resina compuesta⁽²⁵⁾. Describiremos someramente las principales características de cada uno para contextualizar el escenario en el que se desarrollan los cementos de resina compuesta, motivo de nuestro estudio.

El cemento de fosfato de zinc es el agente cementante más antiguo, usado por más de un siglo en la fijación de restauraciones metálicas, metal cerámicas y porcelanas^(25,27). Se genera a partir de la reacción ácido base iniciada al mezclar el polvo (óxido de zinc) con el líquido (ácido ortofosfórico)^(25,32). Alcanza sus máximas propiedades transcurridas las 24 horas⁽²⁵⁾, presentando un alto módulo de elasticidad, rigidez, y resistencia a la compresión^(25,27). Sin embargo, posee grandes desventajas, como su alta solubilidad en los fluidos orales^(8,25), la ausencia de adhesión al sustrato dental^(8,32) y la posibilidad de generar sensibilidad post-operatoria e irritación pulpar⁽⁸⁾.

Posteriormente, se desarrolló el cemento de policarboxilato de zinc, primer agente que brindó adhesión química al sustrato dental, debido a la interacción de los grupos carboxílicos con el calcio del esmalte y dentina⁽²⁵⁾. También se genera por una reacción ácido base y su composición es similar a la del fosfato de zinc, diferenciándose en el líquido, que contiene ácido poliacrílico⁽³²⁾, variante en virtud de la cual se le atribuye un menor poder de irritación pulpar^(26,32). Sin embargo, posee grandes limitaciones; su solubilidad es similar a la del fosfato de zinc^(25,32) y posee una menor resistencia a la compresión y un menor módulo elástico, por lo que puede experimentar significativa deformación al ser sometido a cargas⁽²⁵⁾.

Luego, buscando combinar la liberación de flúor y traslucidez de los silicatos con la capacidad adhesiva de los policarboxilatos, se desarrolló el cemento de vidrio ionómero⁽²⁵⁾. También endurece por una reacción ácido base al mezclar el polvo (vidrio de flúor aluminio silicato) y el líquido (ácidos polialquenoicos)^(25,33,34). Sus grandes ventajas son su adhesión química al sustrato dental (por quelación de los grupos carboxílicos del ácido con el calcio y/o fosfato dentarios)^(7,25,27), su liberación de flúor^(25,32,33), su compatibilidad con los tejidos y su estabilidad dimensional en ambiente húmedo^(27,33). No obstante, presenta inconvenientes, como su alta sensibilidad a la humedad en las fases iniciales de fraguado, donde la falta o exceso de agua puede producir su resquebrajamiento o disolución^(25,32,33) y, su lento endurecimiento, que determina su baja resistencia inicial⁽²⁵⁾.

Buscando superar las desventajas de los ionómeros convencionales se dio origen al cemento de vidrio ionómero modificado con resina compuesta, donde algunos grupos funcionales polimerizables fueron agregados a su formulación, estableciéndose entonces, por la reacción ácido base del vidrio ionómero suplementada por la reacción de polimerización de los grupos adicionados^(25,26). Este cemento es menos susceptible a la erosión temprana y posee una mayor fuerza compresiva y traccional que los vidrio ionómeros⁽²⁵⁾. Sin embargo, no se encuentra exento de inconvenientes⁽²⁵⁾. Su relativo bajo módulo elástico puede limitar sus aplicaciones a situaciones de menor esfuerzo⁽²⁷⁾ y, al igual que los vidrio ionómeros, puede ser susceptible al resquebrajamiento por deshidratación. Además, la naturaleza hidrofílica de la resina agregada puede resultar en un grado variable de absorción de agua y expansión a largo plazo⁽²⁵⁾.

• Cementos de Resina Compuesta

Los avances en la química de las resinas para aplicaciones dentales han permitido el desarrollo de materiales a base de resina compuesta con una consistencia adecuada que permite su utilización como medio cementante⁽³⁴⁾.

La mejoría que presentan estos materiales respecto de las propiedades desventajosas de los cementos antes descritos, ha hecho que hoy sean ampliamente utilizados en la fijación de coronas metálicas y libres de metal, inlays y onlays de resina y cerámicos, carillas, prótesis adhesivas, entre otros^(6,8,27).

Composición

La composición de estos materiales es similar a la de las resinas compuestas de restauración, encontrándose constituidos, fundamentalmente, por una matriz orgánica, una matriz o relleno inorgánico y un agente de unión, el silano, molécula bifuncional que logra la integración química entre ambas^(35,36).

Matriz orgánica

La matriz orgánica se encuentra formada por Bis-GMA (bisfenol A glicidil metacrilato) o UDMA (dimetacrilato de uretano) combinada en algunos casos con monómeros de bajo peso molecular, como el TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato)^(10,36,37). Algunos productos también han incorporado agrupamientos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a la dentina, como el HEMA (hidroxietil metacrilato), el 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro) o el MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato), lo que modificó la composición orgánica de los agentes de fijación de resina en relación a las resinas restauradoras^(10,36,37).

Algunos de estos monómeros adhesivos (4-META y MDP) también han sido usados en algunos productos con el fin de promover adhesión química a metales; se adhieren eficientemente a los óxidos, principalmente a los de estaño⁽⁶⁾.

Relleno inorgánico

El relleno inorgánico está constituido por partículas cerámicas y/o sílice coloidal. La principal diferencia de estos agentes cementantes, respecto de las resinas restauradoras, reside en el menor porcentaje de partículas de relleno, lo que hace que presenten una menor viscosidad y adecuada fluidez favoreciendo su uso como agente de cementación^(6,36). Sin embargo, es importante considerar que esta

reducción en su contenido inorgánico hace que experimenten una mayor contracción lineal y tengan una menor resistencia al desgaste⁽³⁵⁾.

En base al tamaño de las partículas inorgánicas incorporadas en estos materiales, se les puede clasificar como^(6,10,35):

- Microparticulados (de microrelleno)

Sus partículas inorgánicas de relleno presentan un tamaño promedio de 0,04 μm y su porcentaje es de aproximadamente un 50% en volumen^(6,35).

- Microhíbridos

Constituyen la mayoría de los cementos resinosos⁽³⁵⁾. Poseen partículas de 0,04 μm y partículas cerámicas cuyo tamaño oscila entre 0,6-2,4 μm , las cuales están incorporadas en un porcentaje que varía entre el 52-60% en volumen^(6,10).

Según datos de la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos microhíbridos, debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración⁽³⁵⁾. Además, presentan una mayor resistencia al desgaste, aspecto importante cuando los márgenes se encuentran expuestos al contacto oclusal⁽⁶⁾.

Polimerización

Según el modo por el cual se activa la reacción de polimerización, los agentes de cementación resinosos pueden clasificarse en^(24,32,37):

- Agentes de cementación de autocurado

Se presentan en 2 pastas, donde la polimerización se desencadena por la reacción al mezclar el peróxido de benzoilo (contenido en la pasta catalizadora) y la amina aromática terciaria (contenida en la pasta base)⁽³⁷⁾.

Se encuentran indicados, principalmente, para la cementación de estructuras opacas o que por su espesor impidan el paso de luz para ser fotoactivados⁽³²⁾.

Uno de los grandes inconvenientes de estos medios de fijación es su corto tiempo de trabajo, dado que comienzan a endurecer en el preciso instante en que se mezclan los componentes⁽³²⁾. Además, poseen una menor estabilidad del color por degradación de las aminas que quedan sin reaccionar⁽²⁴⁾. Otra situación

desfavorable puede darse por la incorporación de aire durante el espatulado, lo que puede inhibir la polimerización debido a la presencia de oxígeno⁽⁹⁾.

- Agentes de cementación de fotocurado

La reacción es activada por la aplicación de luz de longitud de onda determinada (460-470 nm) que actúa sobre compuestos fotoiniciadores como la canforoquinona, que en presencia de una amina alifática, desencadena la polimerización^(9,34,35,37).

Tienen la ventaja de permitir un mejor control del tiempo de trabajo. Además, presentan una mayor estabilidad del color^(8,24,32).

Sin embargo, sus indicaciones se encuentran limitadas a restauraciones translúcidas y de poco espesor, que permitan el paso de la luz desde la unidad de fotocurado^(9,24,35).

- Agentes de cementación de curado dual

Fueron desarrollados con el objetivo de conciliar las propiedades favorables de los cementos autopolimerizables y fotopolimerizables^(24,37). Es así como presentan ambos sistemas de iniciación⁽³⁷⁾.

La fotoactivación permite controlar en parte la polimerización, brindando un mejor tiempo de trabajo, y por otra parte, la quimioactivación, permite completarla en zonas de difícil acceso para la fuente lumínica^(24,37).

Debido a la variabilidad en la composición de estos medios de cementación en cuanto a la cantidad de componentes autopolimerizables, la recomendación es que siempre deben ser fotoactivados⁽³⁷⁾. Otra consideración es que la sección fotocurada puede interferir a la autopolimerizable según la marca del cemento; por ello, como norma general, se sugiere esperar un tiempo corto a que empiece a reaccionar la parte autopolimerizable antes de la fotoactivación⁽²⁴⁾.

Esto resulta de vital importancia dado que si la polimerización del material es inadecuada, sus propiedades mecánicas, físicas y biológicas pueden verse afectadas, pudiendo causar falla en el procedimiento restaurador ejecutado⁽³⁷⁾.

Otro aspecto importante a considerar en relación al proceso de polimerización, es la influencia que puede tener la contracción que éste conlleva, que si bien

queda confinada a la fina capa de cemento, puede llegar a ser suficiente para generar pequeñas brechas a nivel de la interfase adhesiva⁽²⁵⁾. Es por ello fundamental procurar generar valores de adhesión suficientemente altos a esmalte y dentina, que logren compensar los efectos tanto de la contracción de polimerización, como de los cambios dimensionales térmicos posteriores a los que se encuentra expuesto el material en boca⁽³⁸⁾.

Propiedades

Existe una gran diversidad de productos y, las propiedades de estos medios cementantes pueden variar en virtud de las diferencias en su composición, en cuanto al tipo y cantidad de monómeros y relleno incorporados^(25,27,39). No obstante, ciertas generalizaciones pueden ser realizadas⁽²⁵⁾.

Presentan resistencia a la comprensión y tracción diametral superior en relación a los agentes cementantes anteriores⁽²⁵⁾ (100-200 Mpa y 20-50 Mpa respectivamente)⁽³⁶⁾, así como una dureza y resiliencia igual o mayor⁽²⁵⁾.

Su solubilidad es excepcionalmente baja (0,05% en peso)^(25,36). Esto cobra especial relevancia al considerar que todos los cementos que hemos analizado poseen mayor posibilidad de degradación en los fluidos bucales⁽³⁴⁾.

Asimismo, sus cualidades estéticas exceden a las de dichos cementos, ofreciendo una amplia gama de tonos y opacidades⁽²⁵⁾.

El espesor de película puede resultar relativamente alto⁽²⁵⁾, lo que puede propiciar mayor absorción de agua, exposición al desgaste y pigmentación^(6,40).

Su bajo módulo de elasticidad puede limitar su uso en ciertas situaciones clínicas⁽²⁵⁾, sin embargo, es importante que éste no sea muy alto para poder disipar las tensiones provocadas durante la polimerización⁽⁴⁰⁾.

Su compatibilidad con los tejidos puede llegar a representar un problema en preparaciones profundas⁽²⁵⁾, por la irritación que pueden generar los monómeros si no se protege adecuadamente el complejo pulpo-dentinario⁽³⁴⁾. Asimismo, la sensibilidad postoperatoria se ha asociado a la incompleta conversión de los monómeros al polimerizar, así como a la microfiltración asociada a una deficiente compensación de la contracción que experimentan estos materiales⁽⁶⁾.

Adhesión a los Sustratos Dentarios

El proceso de unión de las resinas compuestas a los tejidos dentarios involucra un procedimiento clínico que requiere el acondicionamiento previo de dichos sustratos junto con el uso de agentes adhesivos⁽³⁸⁾, lo que hace de la técnica adhesiva un procedimiento altamente sensible en cada uno de sus pasos^(14,21).

Generalmente, la técnica adhesiva se aplica simultáneamente en esmalte y dentina⁽⁴¹⁾ y, la disociación entre el procedimiento aplicado en ambos sustratos, se torna muy difícil en la aplicación clínica⁽⁷⁾. Es así como, en virtud de la mayor complejidad del sustrato dentinario, las estrategias de unión vienen siendo desarrolladas principalmente en función de éste⁽⁷⁾. Sin embargo, debido a las características particulares de estos sustratos, en primera instancia analizaremos de manera independiente los procedimientos acondicionadores y sistemas adhesivos que se han empleado para generar unión de las resinas compuestas a estos tejidos, para poder comprender mejor su funcionamiento al ser aplicados al proceso de cementación.

Unión a esmalte

El esmalte se encuentra formado por un 96% en peso de estructura mineral, un 1% de materia orgánica y un 3% de agua^(6,7,41). Su fase mineral consiste en diminutos cristales de hidroxiapatita que, en conjunto, conforman los prismas adamantinos^(7,41). Éstos se encuentran envueltos por una delgada capa de mayor contenido orgánico y menos mineralizada, denominada vaina de los prismas. Por mucho tiempo también se describió la presencia de una sustancia interprismática, levemente menos mineralizada que los prismas, que hoy se sabe corresponde a proyecciones de prismas adyacentes expuestos en un plano diferente⁽⁴²⁾.

Al ser el esmalte un tejido de alto contenido inorgánico, se le atribuye una alta energía superficial⁽²³⁾. Sin embargo, la superficie adamantina intacta es un mal sustrato para la adhesión, ya que está recubierta por una capa orgánica, cutícula y placa bacteriana, de baja energía superficial^(6,23,43). Este hecho, unido a la existencia de una capa aprismática superficial en algunas zonas, exige exponer su subsuperficie cuando se pretende una técnica adhesiva. Al hacer actuar un ácido sobre la capa prismática expuesta, éste solubiliza los prismas con distinta

intensidad⁽²³⁾. Esta selectividad en la desmineralización se debe a la disposición morfológica de los prismas; la diferencia de angulación de los cristales causa que el ácido tenga un mayor potencial desmineralizador en ciertas microrregiones⁽⁴¹⁾.

Por ello, el esmalte es un sustrato ideal para adherir mediante un mecanismo micromecánico; la resina de baja viscosidad fluye al interior de las microporosidades creadas, quedando trabada en ellas tras su polimerización^(5,41). También funcionarán en él los adhesivos que tengan unión química al calcio⁽²³⁾.

Para promover la disolución de los cristales se ha usado mayormente el ácido ortofosfórico. Como alternativa también están los sistemas de autograbado⁽²¹⁾.

Grabado ácido del esmalte

Ha sido considerado la piedra angular de la adhesión al esmalte⁽⁵⁾, dado que genera condiciones favorables para la adhesión a este sustrato pues⁽⁶⁾:

- Aumenta la energía superficial del esmalte al quedar libre de contaminantes.
- Incrementa el área disponible para la adhesión, dado que las irregularidades inducidas aumentan la cantidad de tejido expuesto.
- Genera microcavidades retentivas que favorecen la adhesión micromecánica (microcapa porosa de entre 5-50 μm de profundidad)^(5,41,43).

La desmineralización generada por el ácido se debe a la reacción ácido base que se genera con los componentes del esmalte, resultando en la formación de una sal de fosfato de calcio que luego es eliminada mediante lavado con agua⁽⁶⁾.

Dependiendo de como el ácido actúa sobre los prismas y sus cristales se pueden generar tres patrones morfológicos de grabado^(6,23,41,43):

- Tipo I: El ácido disuelve preferentemente el centro de los prismas.
- Tipo II: El ácido actúa preferentemente sobre la periferia de los prismas.
- Tipo III: Es una combinación de los anteriores y es el menos deseado.

La existencia de estos patrones es importante para entender los fundamentos de la adhesión a esmalte, pese a que clínicamente no son identificables⁽⁴¹⁾.

La calidad del grabado ácido del esmalte se puede ver influenciada por diversos factores como el tipo de ácido usado, su concentración, el tiempo de grabado, el

grado de mineralización del esmalte, así como el área estructural y subestructural de las varillas adamantinas involucradas en el acondicionamiento^(5,43).

Generalmente se realiza con ácido ortofosfórico al 37%⁽⁵⁾. Se ha visto que, con el uso de rangos de concentraciones entre 30-40% y tiempos entre 15-45 segundos, se obtienen las condiciones micromecánicas más favorables^(5,21).

Asimismo, se ha propuesto que las características de la preparación cavitaria, en cuanto a la forma en que los prismas son expuestos, puede ejercer influencia en la respuesta del tejido ante el acondicionamiento ácido. Es así como el grabado de los prismas expuestos de manera perpendicular a su dirección, resultaría en un patrón retentivo más favorable^(6,7,41).

Sistemas autograbantes en esmalte

Estas soluciones de monómeros ácidos también desmineralizan la superficie del esmalte, pero han reportado tener un efecto de grabado menos intenso y profundo, por lo que se ha cuestionado su efectividad sobre este sustrato^(21,38,43). Éste ha sido atribuido a su menor capacidad ácida⁽²¹⁾, al efecto autolimitante que podrían ejercer los iones solubilizados al no ser eliminados con lavado (tendencia a precipitar dentro del primer) o, a la posible inactivación que podrían ejercer estos iones al unirse a los terminales fosfato en las moléculas del primer, lo que podría inhibir su efecto autograbante⁽⁴⁴⁾.

Estos sistemas no son eliminados mediante lavado; mientras actúan, los monómeros penetran en la superficie retentiva creada simultáneamente. Luego que la solución es liberada de su solvente por medio de su evaporación, se lleva a cabo la interconexión de los monómeros por medio de la polimerización⁽²¹⁾.

Unión a dentina

La heterogeneidad de la composición de la dentina hace que el proceso de adhesión a este sustrato sea más complejo. Ésta se encuentra compuesta por un 50% de volumen mineral, 20% de agua y 30% de matriz orgánica⁽⁷⁾. Su carácter hidrófilo, dado por el líquido presente en los túbulos dentinarios, dificulta un contacto íntimo con el composite y las resinas adhesivas de naturaleza hidrófoba. Para superar este problema se han utilizado primers bifuncionales que contienen

grupos hidrófilos e hidrófobos, que presentan afinidad por el sustrato dentinario húmedo y las resinas adhesivas hidrófobas respectivamente^(21,44).

Otro punto a considerar, es que tras el fresado, la preparación cavitaria queda recubierta por una capa desorganizada de residuos conocida como barrillo dentinario, que evita el contacto directo con la dentina subyacente^(7,21). Para sortear este problema se pueden aplicar dos estrategias; aplicación de ácido fosfórico y su eliminación con agua (en la técnica de hibridación) o la aplicación de soluciones de monómeros ácidos (en la técnica de integración)^(21,38). Otro medio para lograr adhesión a la dentina, atribuido principalmente a los cementos de vidrio ionómero, es a través de la quelación superficial de los iones de calcio⁽⁶⁾.

Técnica de Hibridación (de grabado y lavado o de grabado total)

Se basa principalmente en la unión al colágeno de la dentina intertubular⁽³⁸⁾. La aplicación de ácido fosfórico permite eliminar por completo el barrillo dentinario, desmineralizar la superficie dentinaria y exponer el entramado colágeno. Luego se aplica el primer, que por su naturaleza hidrófila, es capaz de penetrar en el colágeno expuesto, formando la denominada capa híbrida. Luego se aplica el agente adhesivo, que estabiliza dicha capa y genera el nexa con el composite⁽²¹⁾.

El ácido debe ser aplicado por 15 a 20 segundos⁽²¹⁾. Mayores tiempos pueden generar una profundidad de desmineralización mayor a la que puede ser susceptible de imprimir, pudiendo provocar sensibilidad postoperatoria⁽³⁸⁾. Además, dicha imprimación puede verse afectada por el secado excesivo tras el lavado del ácido, dado que el colágeno expuesto que ha quedado sin sustento mineral puede colapsar, dificultando la penetración del primer hasta las zonas más profundas de dentina desmineralizada⁽²¹⁾.

Los sistemas adhesivos usados con esta técnica pueden presentarse como^(4,21):

- Sistemas multifrasco o de 3 pasos, donde tras el grabado ácido, se aplica el primer y luego, el adhesivo, los que se encuentran suministrados por separado.
- Sistemas monocomponente o de 2 pasos, donde luego del grabado ácido se aplica un solo producto que cumple las funciones del primer y del adhesivo.

Técnica de Integración (de autoacondicionamiento)

Consiste en la aplicación de una solución de primer ácidos que no retiran completamente el barro dentinario, sino que se integran a la dentina subyacente a través de él mediante un procedimiento de acondicionamiento e imprimación simultánea^(38,44). Mediante la disolución de la hidroxiapatita, la evaporación del solvente y la polimerización del sistema adhesivo, se finaliza la acción ácida⁽²¹⁾.

De esta manera, el frente de desmineralización obtenido resultaría idéntico a la profundidad de infiltración del sistema de monómeros^(21,44), evitando la posibilidad de dejar una capa desmineralizada sin penetrar⁽³⁸⁾. Además, con estos sistemas se evita el riesgo de colapso del entramado colágeno por desecación, al no existir la necesidad de lavar y secar la dentina⁽⁴⁴⁾.

Según su presentación estos sistemas se subdividen en^(4,21,43):

- Sistemas de 2 pasos, donde el procedimiento consiste en la aplicación de primer acondicionador y luego del adhesivo.
- Sistemas de 1 paso o “adhesivos todo en uno”, donde primer y adhesivo se incorporan un solo producto.

Clasificación de cementos de resina compuesta según su sistema adhesivo

Los agentes cementantes de resina compuesta han ido evolucionando paralelamente a los sistemas adhesivos y, en virtud de la técnica utilizada, pueden ser clasificados en 3 grupos: aquellos con sistema de grabado y enjuague, los con sistema de autograbado y un nuevo grupo de reciente desarrollo, los cementos autoadhesivos^(11,16).

▪ **Cementos de resina compuesta con sistema de grabado y enjuague**

Estos cementos son aplicados previo grabado ácido de la superficie dentaria y la aplicación de un sistema adhesivo⁽¹¹⁾, tendiendo a utilizar la mayoría, los sistemas simplificados de 2 pasos⁽⁸⁾. No obstante, la técnica sigue siendo compleja, pudiendo implicar un mayor riesgo de involucrar la efectividad adhesiva por factores relativos a su manejo⁽¹¹⁾.

Sin perjuicio de lo anterior, estos cementos han reportado la mayor fuerza de unión a esmalte y dentina dentro de los diferentes tipos de agentes cementantes resinosos^(11,15). En esmalte esto es esperable, dado que el grabado ácido ha sido considerado el método más confiable para lograr adhesión a este sustrato, con excelentes y comprobados resultados clínicos^(15,44). En dentina, en cambio, los resultados son más variables puesto que el procedimiento en ella es más sensible.

La adhesión a la dentina puede verse afectada por diversos factores, como la profundidad de desmineralización y la mayor o menor difusión e impregnación de los monómeros resinosos⁽⁴⁴⁾. Es así como los sistemas de grabado y enjuague, han sido relacionados con una potencial ocurrencia de sensibilidad postoperatoria y nanofiltración, fenómeno de degradación de la interfase aún en ausencia de falla marginal. Esto puede generarse por la inadecuada infiltración de los monómeros a la misma profundidad que la desmineralización provocada por el ácido, pudiendo provocarse ésto por exceso o falta de humedad dentinaria tras el grabado. También puede ser atribuido a la existencia de un área de mayor permeabilidad causada por una menor eficacia de curado dado el carácter hidrofílico de los sistemas adhesivos simplificados actuales⁽⁴⁵⁾.

- **Cementos de resina compuesta con sistema de autograbado**

Estos materiales se utilizan sin grabado ácido previo⁽²⁴⁾. El pretratamiento del sustrato dentario generalmente se realiza con un primer autograbante (sistemas adhesivos de 1 paso) que no es eliminado mediante enjuague, para luego aplicar la mezcla de cemento^(11,46). En función de su acidez, estos sistemas adhesivos, pueden clasificarse en aquellos con efecto de grabado intenso ($\text{pH} < 1$), con efecto de grabado moderado ($1 < \text{pH} < 2$) y con efecto de grabado suave ($\text{pH} > 2$)^(9,21).

Estos cementos simplifican la técnica y eliminan ciertos inconvenientes de los cementos con grabado, como el riesgo de colapsar el colágeno expuesto y dejar una zona desmineralizada no infiltrada⁽⁴⁴⁾. Sin embargo, la incompatibilidad de estos sistemas adhesivos simplificados y el cemento, sigue siendo un problema. La naturaleza hidrofílica de estos adhesivos hace que funcionen como una membrana semipermeable que permite el paso de fluidos a través de ellos incluso luego de ser polimerizados, comprometiendo la interfase cemento-adhesivo y la

adecuada polimerización del cemento⁽⁸⁾. Además, en la cementación, la capa superficial del sistema adhesivo ve inhibida su polimerización por la presencia de oxígeno, y sus grupos acídicos compiten con los grupos peróxido por las aminas terciarias del cemento, inhibiendo la polimerización química de éste y minimizando la copolimerización entre el sistema adhesivo y el agente cementante^(6,8).

- **Cementos de resina compuesta autoadhesivos**

Estos cementos se constituyen en una alternativa innovadora a los cementos resinosos previamente desarrollados, ya que se unen a los sustratos dentarios prescindiendo de pasos previos como el grabado ácido, aplicación de primer y/o agente adhesivo^(11,12). Es así como la cementación se lleva a cabo en un solo paso clínico, con la aplicación del material sobre las superficies a adherir tras la mezcla de las pastas base y catalizadora o la activación de las cápsulas en que se suministran estos cementos⁽¹³⁾.

La simplificación de la técnica se traduce en ahorro de tiempo clínico y en la limitación de los potenciales errores relacionados con su manejo. Esto resulta de especial relevancia, considerando que cada paso de la técnica adhesiva representa un potencial punto de contaminación con saliva, sangre y/o fluido crevicular, que puede ser causal de fracaso del proceso de adhesión⁽¹¹⁾.

Otra ventaja atribuida a estos cementos, es la disminución de la sensibilidad postoperatoria en comparación a los cementos de resina precedentes. Esto se fundamentaría en que los monómeros ácidos desmineralizan la dentina sin exponer los túbulos dentinarios, incorporando el smear layer en el proceso de adhesión^(11,47). Además, la acidez necesaria para la desmineralización dura poco, alcanzando la neutralidad rápidamente en la mayoría de estos cementos⁽¹¹⁾. Por otra parte, al contrario de los cementos de grabado y enjuague, no existe el riesgo de secar o humedecer excesivamente la dentina, que como vimos, podría conducir a la producción de nanofiltración por una penetración deficiente del sistema adhesivo⁽⁴⁷⁾. Sumado a lo anterior, algunos de estos productos han logrado limitar los inconvenientes ligados a la incompatibilidad reconocida entre los sistemas adhesivos simplificados y los cementos de resina de autocurado o de tipo dual⁽¹³⁾.

En cuanto a sus propiedades físico-mecánicas, como su resistencia a la fractura, resistencia al desgaste y dureza, los estudios disponibles han revelado que éstas resultan similares a las de los demás tipos de cementos de resina compuesta y superiores a las de los cementos convencionales^(12,48).

No obstante, debido al desarrollo relativamente reciente de estos materiales y a que su composición sigue siendo mejorada, en general, la información sobre su estructura, propiedades adhesivas y su rendimiento clínico, es limitada^(11,12).

En el caso del cemento autoadhesivo seT PP (SDI), utilizado en el presente estudio, no se encuentran disponibles datos detallados acerca de su mecanismo de adhesión, ni muchos estudios acerca de sus propiedades específicas. De acuerdo a la información proporcionada por sus fabricantes, éste se encuentra compuesto, principalmente, por un 65% en peso de relleno inorgánico (vidrio de fluor-alumino silicato) y un 35% de éster fosfóricos metacrilatos. Es un cemento de curado dual y se presenta en un sistema de jeringa de automezcla pasta/pasta. Dentro de sus propiedades destaca la alta liberación de flúor por un periodo prolongado de tiempo, su bajo espesor de película, buena fluidez, radiopacidad y baja sensibilidad postoperatoria. Sus indicaciones abarcan la cementación definitiva de materiales restauradores metálicos, resinosos y cerámicos^(49,50).

Si bien las propiedades entre diferentes productos pueden variar en virtud de su composición, el mecanismo básico de adhesión de los cementos autoadhesivos parece seguir una misma línea. Dentro de ellos, el más estudiado ha sido el primero de estos productos introducidos en el mercado, el RelyxUnicem (3M)^(11,12).

Estos cementos son capaces de desmineralizar e infiltrar simultáneamente el sustrato dental, así como de interactuar químicamente con él. Es así como la adhesión de estos materiales estaría basada en la interacción micromecánica generada por la penetración del cemento al polimerizar en la superficie y en uniones químicas débiles con el calcio de la hidroxiapatita^(11,13,14).

El mecanismo de acción de estos cementos se basa en la utilización de monómeros ácidos multifuncionales (metacrilatos ácidos fosforilados) y una nueva tecnología de relleno. Los monómeros poseen grupos de ácido fosfórico y uniones dobles de carbono, que influyen en la generación de adhesión y en la reactividad

entre los monómeros respectivamente. Por otra parte, el relleno, posee una porción silanizada que es incorporada en la matriz de cemento durante el fraguado, y otra porción alcalina, que interactúa con los grupos de ácido fosfórico de los monómeros en una reacción que será descrita posteriormente^(47,51).

La reacción de polimerización de radicales es iniciada tras la exposición a la luz o a través de un mecanismo de autopolimerización, ya que estos cementos fraguan por un mecanismo de tipo dual^(12,13,47).

Ahora, como mencionamos anteriormente, estos monómeros no están solamente sujetos a las reacciones de polimerización descritas. También reaccionan con el relleno alcalino y con la hidroxiapatita de la estructura dentaria a través de sus grupos funcionales modificados⁽⁴⁷⁾.

Dicha reacción asegura la neutralización de los monómeros. Este punto resulta importante para la estabilidad a largo plazo del sistema, ya que de lo contrario, el resultado sería un proceso hidrolítico continuo. La neutralización es lograda al adoptar un procedimiento de la tecnología del vidrio ionómero^(11,47), donde la reacción ácido-base libera agua que, a su vez, favorece el comportamiento hidrofílico del cemento en las fases iniciales de su aplicación, permitiendo así una mejor adaptación a la estructura dentaria y tolerancia a la humedad^(11,13,47).

El agua formada como subproducto intermedio, es reutilizada en la reacción de los grupos acídicos funcionales restantes con las partículas de relleno liberadoras de iones. Esta reacción genera la liberación de flúor atribuida a varios de estos cementos. Además, al consumirse el agua, la matriz adquiere propiedades más hidrofóbicas^(11,47), previniendo fenómenos de expansión, disminuyendo la solubilidad y permitiendo mayor estabilidad a largo plazo^(11,51).

Si bien los valores de adhesión a la estructura dentaria proporcionados por los cementos autoadhesivos pueden variar según el producto, en general son menores que los alcanzados por los cementos utilizados con grabado ácido^(11,12).

En este contexto, se plantea que los cementos autoadhesivos serían más eficientes en su unión a dentina que a esmalte^(11,52). Si bien los valores de adhesión a dentina generalmente son inferiores que los de los cementos de resina convencionales, esta diferencia no está del todo clarificada. Existen estudios que

afirman que la fuerza de unión a dentina generada por los cementos autoadhesivos es comparable a la de los cementos de resina precedentes^(14,15,53), mientras que otros, han evidenciado que estos nuevos agentes generarían una fuerza de unión significativamente menor, pero efectiva para su uso clínico^(45,54).

Esta eficacia en la unión al sustrato dentinario podría deberse a dos razones que requieren más estudios para ser totalmente dilucidadas; por una parte, la remoción incompleta del smear layer crearía una capa intermedia rica en iones calcio y fosfato que podría beneficiar la interacción química atribuida a estos cementos⁽⁴⁵⁾; la otra razón sería que el bajo pH creado al entrar en contacto con la humedad dentinaria proveería una desmineralización suficiente para generar retención micromecánica efectiva^(11,45).

Ahora bien, como mencionamos anteriormente, la unión a esmalte se presenta como el punto débil de estos cementos⁽⁵²⁾, que, en general, ha reportado poseer valores significativamente inferiores a los alcanzados por los cementos de resina que requieren acondicionamiento previo^(14,15,16), pudiendo comprometer la calidad del sellado a este nivel⁽⁵³⁾. Es así como incluso algunos autores han recomendado evitar el uso de estos medios de fijación en situaciones donde la preparación esponga cantidades relevantes de esmalte^(11,13,53).

Si bien el sellado adecuado y la correcta unión a dentina es esencial, también lo es la unión al esmalte, superficie que se encuentra en el margen de la restauración. Un fallo a este nivel puede favorecer la filtración marginal y, por lo tanto, riesgo de caries secundarias y problemas estéticos⁽⁵⁵⁾, por lo que buscar estrategias que eviten este fenómeno resulta de gran relevancia clínica.

En vista de lo anteriormente expuesto, surge la interrogante acerca de si el pretratamiento químico y/o mecánico selectivo de la superficie adamantina, puede mejorar el desempeño de estos materiales en cuanto a esta variable.

Es por ello que el presente estudio busca analizar comparativamente la microfiltración marginal utilizando un cemento autoadhesivo (seT PP ® SDI) modificando química y/o mecánicamente la superficie adamantina, previo al proceso de cementación, a través de la aplicación de grabado ácido y la preparación del borde cavo superficial en bisel.

HIPÓTESIS

Existen diferencias en el grado de microfiltración marginal de restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con diferentes tratamientos de superficie de la preparación cavitaria a nivel de esmalte.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias en el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con diferentes tratamientos de superficie de la preparación cavitaria a nivel de esmalte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con previo grabado ácido selectivo del esmalte.
- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con previa preparación del borde cavo superficial en bisel.
- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con previo grabado ácido selectivo del esmalte y preparación del borde cavo superficial en bisel.
- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones indirectas de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI según las indicaciones del fabricante, sin grabado ácido previo del esmalte, y sin preparación del borde cavo superficial en bisel.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación corresponde a un estudio experimental (in vitro) de tipo transversal⁽⁵⁶⁾.

Se recolectaron 40 piezas dentarias humanas sanas (terceros molares) extraídas recientemente, con previo consentimiento informado de sus donantes (Anexo). Éstas fueron almacenadas en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, con el objeto de mantener su hidratación hasta ser utilizadas en la etapa experimental.

Previo a su utilización, las piezas dentarias fueron limpiadas con curetas Gracey 9-10 y 11-12 (Hu-Friedy) para retirar los restos de ligamento periodontal. Posteriormente, se limpiaron con escobillas de copa blanda, agua y clorhexidina al 0,12%.

Para realizar el estudio se formaron 4 grupos, tres experimentales (“A”, “B” y “C”) y un grupo control (“D”). Éstos quedaron determinados de acuerdo al tratamiento químico y/o mecánico que se realizó en la superficie adamantina de las cavidades previo a la cementación de las restauraciones.

Para facilitar su identificación, las piezas fueron enumeradas del 1 al 40 y se identificaron sus caras vestibulares y linguales/palatinas con plumón indeleble. La distribución de las piezas en los diferentes grupos de estudio fue aleatoria.

De esta manera los grupos quedaron configurados de la siguiente manera:

- El grupo “A” estuvo constituido por 20 muestras (n=20), correspondientes a la cara vestibular de 20 de los 40 molares (1-20) , donde las restauraciones fueron cementadas previo acondicionamiento ácido selectivo del esmalte y con bisel en el borde cavo superficial.
- El grupo “B” estuvo formado por 20 muestras (n=20), correspondientes a la cara palatina/lingual de 20 de los 40 molares (1-20), donde las restauraciones fueron cementadas con previo acondicionamiento ácido selectivo del esmalte pero sin bisel en el borde cavo superficial.
- El grupo “C” estuvo constituido por 20 muestras (n=20), correspondientes a la cara vestibular de los 20 molares restantes (21-40), donde las restauraciones fueron

cementadas sin previo acondicionamiento ácido selectivo del esmalte y con bisel en el borde cavo superficial.

- El grupo “D” (Control) estuvo formado por 20 muestras (n=20), correspondientes a la cara palatina/lingual de los 20 molares restantes (21-40), donde las restauraciones fueron cementadas sin previo acondicionamiento ácido selectivo del esmalte y sin bisel en el borde cavo superficial.

La fase experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

En cada pieza dentaria se realizaron dos preparaciones cavitarias clase V, una por vestibular y otra por palatino o lingual, estandarizadas en 4 mm de ancho, 3 mm de alto y 2 mm de profundidad (Ver Figura N°1). Todas las preparaciones fueron efectuadas por el mismo operador y se ubicaron en el tercio medio de la cara en cuestión, 1 mm hacia coronal del límite amelocementario, dejando la pared axial en dentina.

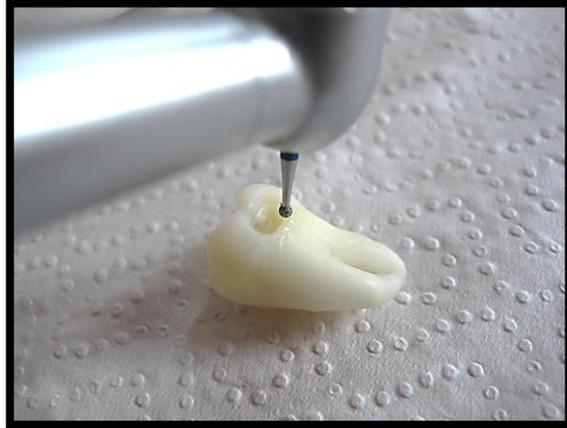
Las cavidades fueron realizadas con turbina (Kavo, Alemania) refrigerada con agua y piedras de diamante de alta velocidad troncocónica con extremo redondeado 016 (Sswhite, Italia). La piedra fue reemplazada cada 5 preparaciones para evitar su desgaste.

Figura N°1: Dimensiones de las cavidades preparadas.



En todas las cavidades vestibulares se realizó bisel en el borde cavo superficial. Éste se efectuó con fresa redonda 012 (Sswhite, Italia), introducida hasta la mitad de su diámetro, como se muestra en la Figura N°2.

Figura N°2: Preparación de bisel en esmalte para los grupos A y C.

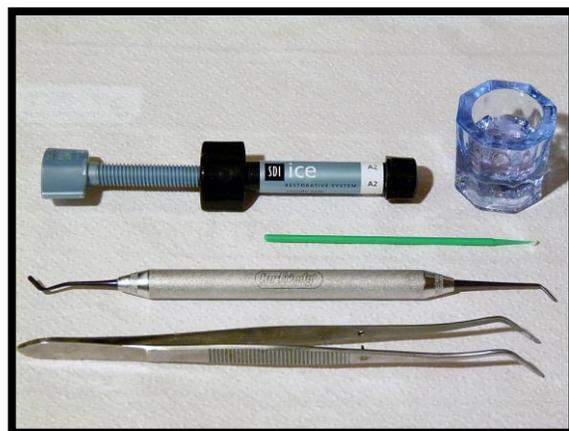


Luego, terminadas las cavidades, las piezas dentarias fueron conservadas en suero fisiológico isotónico hasta el momento de ser restauradas.

Las restauraciones fueron confeccionadas con resina compuesta ICE A2 (SDI, Australia), composite nanohíbrido, indicado para restauraciones de piezas anteriores y posteriores⁽⁵⁷⁾.

Se aplicó aislante de acrílico en las cavidades y luego fueron restauradas utilizando la técnica incremental, polimerizando cada incremento por 20 segundos con lámpara de luz halógena (Elipar XL2500, 3M ESPE) según las instrucciones del fabricante. Para facilitar el retiro de las restauraciones sin dañar su zona marginal y su posterior cementación, se fabricó un botón de resina en el centro de cada una.

Figura N°3: Materiales utilizados para la confección de las restauraciones.

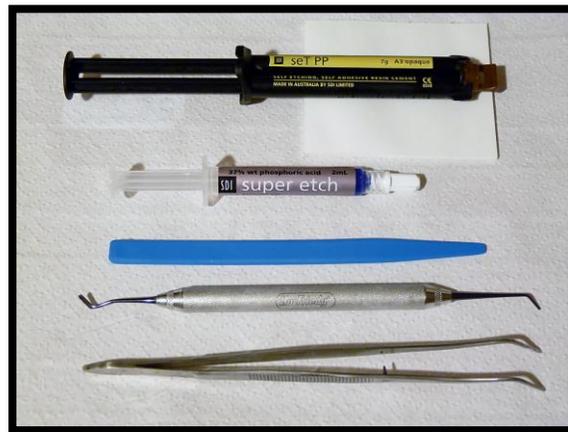


La fijación de las restauraciones fue realizada con cemento seT PP A3O (SDI, Australia), que es un cemento de resina autoadhesivo, de curado dual, presentado en un sistema pasta/pasta⁽⁴⁹⁾.

Previo a su cementación, todas las superficies internas de las restauraciones fueron limpiadas con escobilla blanda y agua, y luego secadas con jeringa triple.

Para los grupos “A” y “B”, en que se realizó grabado selectivo del esmalte previo a la cementación, se utilizó ácido ortofosfórico al 37% (Super etch, SDI) durante 30 segundos, teniendo especial precaución de no sobrepasar el límite amelodentinario. Luego se lavó por el doble del tiempo con jeringa triple y se secó la superficie.

Figura N°4: Materiales utilizados para la cementación de las restauraciones.



Posteriormente, se llevó a cabo la cementación de todas las incrustaciones siguiendo las instrucciones del fabricante⁽⁵⁰⁾:

- Se limpió la cavidad con escobilla y agua, y luego se secó con papel absorbente.
- Se dispensó el cemento en un block y se mezcló con espátula plástica por 30 segundos.
- Se aplicó la mezcla de cemento a las paredes de la cavidad y superficie interna de la restauración.
- Se insertó la restauración en la cavidad tomándola por el botón con ayuda de una pinza, aplicando cierta presión para lograr su completo asentamiento.
- Se esperó 30 segundos antes de efectuar cualquier procedimiento de fotocurado.
- Se retiró el exceso de material luego de fotopolimerizarlo por 2 segundos.
- Luego se fotopolimerizó por 20 segundos.

Figura N°5: Incrustaciones cementadas.



Una vez realizada la fijación de las 80 restauraciones, las piezas dentarias fueron almacenadas en una estufa de control de humedad y temperatura, con 100% de humedad ambiental y 37°C de temperatura, durante 48 horas.

Transcurrido este tiempo se procedió al sellado de las piezas dentarias, realizado con el fin de evitar microfiltración proveniente de otro origen que no fuera el margen diente-restauración (conductos, cámara pulpar, fisuras) durante el proceso de termociclado al que fueron sometidas y que será descrito posteriormente. En aquellas piezas con una apertura apical mayor a 1 mm, se aplicó un tapón de vidrio ionómero de autocurado (Ketac Molar Easymix, 3M ESPE). Luego, se sellaron las superficies radiculares de todas las piezas dentarias con 1 capa de cianoacrilato y 2 capas de esmalte para uñas. Posteriormente, se cubrieron las piezas dentarias con acrílico de autopolimerización, dejando expuestas sólo las restauraciones con un margen de tejido circundante de 1 mm (Ver Figura N°6).

Figura N°6: Pieza dentaria una vez finalizado el procedimiento de sellado.

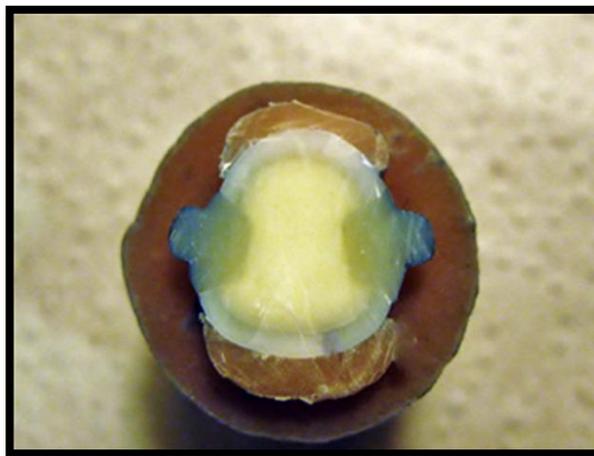


Una vez selladas, las muestras se almacenaron en una estufa de control de humedad y temperatura, con 100% de humedad ambiental y 37°C de temperatura, durante 48 horas.

Luego, fueron sometidas a un proceso de termociclado, método ampliamente utilizado en estudios de microfiltración marginal, pues permite simular las variaciones térmicas que experimenta la restauración en boca, las cuales, en virtud de la diferencia entre los coeficientes de variación dimensional térmica de los materiales restauradores y la estructura dental, pueden traducirse en el debilitamiento de la interfase adhesiva, formación de brechas y, por tanto, favorecer la filtración marginal^(17,29,58). Se utilizó una solución acuosa de azul de metileno al 1% como indicador de la filtración en la interfase diente-restauración. El régimen de termociclado fue de 100 ciclos entre 3°C 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^(9,40). Una vez terminado el proceso, las muestras fueron lavadas con un chorro profuso de agua durante 5 minutos y secadas.

Posteriormente, las muestras fueron cortadas perpendicularmente al eje mayor de la pieza dentaria pasando por el centro de ambas restauraciones indirectas (Ver Figura N°7). El corte fue realizado con un disco de diamante, baja velocidad y de manera intermitente, para disipar el calor producido. Los discos fueron recambiados cada dos piezas dentarias.

Figura N°7: Pieza dentaria una vez realizado el corte transversal.



Los cortes de las muestras fueron observados con microscopio óptico (Carl Zeiss, Alemania), utilizando lente lupa (10X) graduado a nivel de la interfase diente-restauración para determinar el grado de penetración del colorante (con una unidad de medición mínima de 0,1 mm y un error de instrumento de 0,05 mm). En base a la relación existente entre el grado de penetración y la profundidad total de la cavidad, se obtuvo el porcentaje de microfiltración para cada una de las muestras, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Penetración del colorante en la interfase}}{\text{Profundidad de la cavidad}} \times 100$$

Obtenidos los resultados, los datos fueron analizados utilizando el software estadístico SSPS versión 1.9. Se estimaron estadígrafos descriptivos con el objeto de caracterizar el comportamiento de los datos de los grupos en estudio. Con el fin de determinar si los datos se distribuían de manera normal, éstos fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Posteriormente, se aplicó el test ANOVA, para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos y, finalmente, se realizó el test post-hoc de comparaciones múltiples de Games Howell, para determinar entre que grupos existió diferencia estadísticamente significativa. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

Los valores de microfiltración obtenidos fueron tabulados para facilitar su comprensión y se expresan en las Tablas N°1 y N°2.

Tabla N°1. Porcentajes Microfiltración Marginal para Grupos A y B.

N° pieza	Grupo A Con grabado Con bisel	Grupo B Con grabado Sin bisel
1	3,2	3,5
2	2,6	3,0
3	3,0	4,5
4	2,7	2,8
5	3,3	3,3
6	2,5	2,7
7	3,0	3,9
8	3,2	3,7
9	3,6	3,9
10	2,8	4,1
11	3,7	4,0
12	2,6	4,4
13	2,8	4,8
14	2,8	3,6
15	2,4	3,9
16	3,3	4,6
17	3,9	4,7
18	3,1	3,5
19	2,9	3,4
20	2,6	3,6
Media	3,0	3,8

Tabla N°2. Porcentajes Microfiltración Marginal para Grupos C y D.

N° pieza	Grupo C Sin grabado Con bisel	Grupo D Sin grabado Sin bisel
21	6,4	5,6
22	5,2	5,9
23	5,4	6,9
24	5,2	5,8
25	6,7	7,0
26	5,3	7,3
27	5,5	6,9
28	6,1	6,3
29	5,6	7,2
30	6,7	7,1
31	5,4	7,4
32	6,0	6,9
33	6,0	6,9
34	5,8	6,7
35	6,2	6,8
36	4,9	7,6
37	5,1	5,0
38	5,3	5,7
39	5,9	6,4
40	5,4	6,7
Media	5,7	6,6

Los datos fueron sometidos a estudios de análisis estadístico descriptivo, que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los grupos estudiados. Este análisis, en términos generales, mostró que la media del grupo D (sin grabado / sin bisel) representa el mayor valor de microfiltración marginal, mientras que el grupo A (con grabado / con bisel), presenta el menor valor. Estos datos se exponen en detalle en la Tabla N°3.

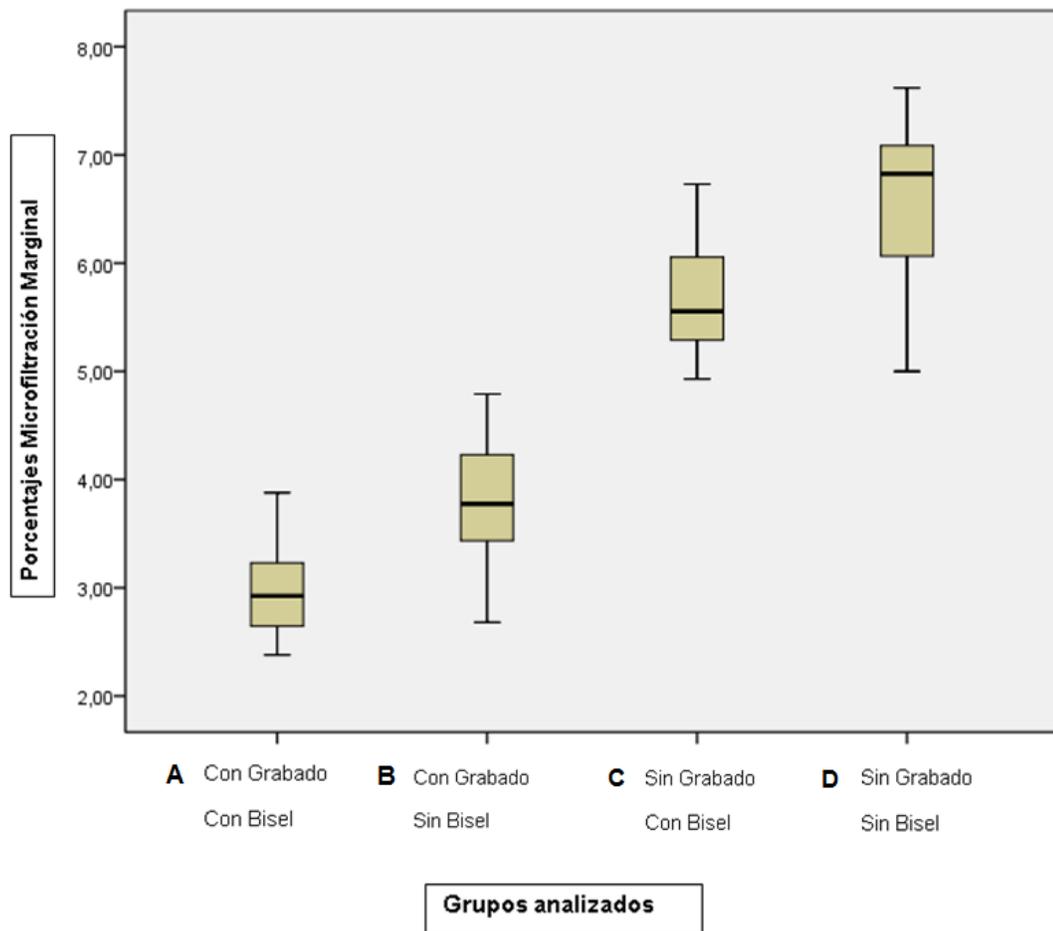
Tabla N°3. Estimación de estadígrafos descriptivos para los grupos estudiados.

Grupos analizados		Estadístico	
Microfiltración Marginal	Grupo A con grabado con bisel	Media	2,9865
		Mediana	2,9250
		Varianza	,172
		Desv. típ.	,41443
		Mínimo	2,38
		Máximo	3,88
	Grupo B con grabado sin bisel	Media	3,7865
		Mediana	3,7750
		Varianza	,373
		Desv. típ.	,61062
		Mínimo	2,68
		Máximo	4,79
	Grupo C sin grabado con bisel	Media	5,7020
		Mediana	5,5550
		Varianza	,273
		Desv. típ.	,52228
		Mínimo	4,93
		Máximo	6,73
	Grupo D sin grabado sin bisel	Media	6,5955
		Mediana	6,8250
Varianza		,469	
Desv. típ.		,68471	
Mínimo		5,00	
Máximo		7,62	

Desv.típ., Desviación típica

La comparación de los datos expresados en la Tabla N°3 se representa en el Grafico N°1, diagrama de cajas y bigotes, donde las cajas representan el rango donde se concentra el 50% central de los datos para cada grupo analizado, la línea central horizontal representa la mediana, y las líneas verticales se extienden hasta los valores máximos y mínimos obtenidos.

Gráfico N°1. Comparación de datos obtenidos para los grupos analizados.



Para determinar si los datos de los diferentes grupos analizados se distribuían de forma normal se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Se utilizó este test dado que el número de muestras de cada grupo de estudio es 20 (menos de 50 muestras indican el uso de este test). El nivel de significancia empleado fue de $\alpha = 0,05$.

Como en todos los grupos estudiados el nivel de significancia fue mayor a 0,05, se ratifica la distribución normal de los datos (la hipótesis nula se refiere a que “existe distribución normal de los datos” y ésta es ratificada por los resultados obtenidos). Estos resultados se muestran en la Tabla N°4.

Tabla N°4. Resultados de la aplicación de prueba de normalidad de Shapiro Wilk a los grupos analizados.

	Grupos analizados	Estadístico	gl	Sig.
Microfiltración Marginal	A Con grabado Con bisel	,951	20	,378
	B Con grabado Sin bisel	,966	20	,670
	C Sin grabado Con bisel	,938	20	,221
	D Sin grabado Sin bisel	,931	20	,161

gl, grado de libertad; Sig., significancia

Luego, se realizó el análisis inferencial, para el cual utilizamos el test ANOVA, empleando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Uno de los requisitos para realizar este test, es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, lo que fue ratificado con el test de Shapiro Wilk. Además, la variable independiente debe ser nominal, lo que se cumple; estas variables son los cuatro tipos de tratamientos efectuados en esmalte previo a la cementación. Otro requisito, es que la variable dependiente sea numérica, lo que también se cumple, ya que ésta está representada por los valores de microfiltración marginal.

Los resultados de este test, expresados en la Tabla N°5, muestran que el nivel de significancia obtenido fue de 0,00, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos analizados presentan diferencias significativas en sus porcentajes de microfiltración marginal, pero no se especifica aún entre que grupos existe o no dicha diferencia.

Tabla N°5. Resultados de la aplicación de test ANOVA.

ANOVA					
Porcentaje Microfiltración Marginal					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	166,984	3	55,661	173,102	,000
Intra-grupos	24,438	76	,322		
Total	191,422	79			

gl, grado de libertad; F, estadístico F; Sig., significancia

Posteriormente, para determinar entre que grupos existía o no la diferencia descrita en la tabla precedente, se realizó el test post-hoc de comparaciones múltiples de Games-Howell. El nivel de significancia empleado fue de $\alpha = 0,05$.

Como todos los valores de significancia obtenidos fueron inferiores a 0,05, se asume la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre todos los grupos en estudio (Tabla N°6).

Tabla N°6. Resultados de la aplicación de test Games-Howell.

Comparaciones múltiples			
Porcentaje Microfiltración marginal Games-Howell			
Grupos analizados	Grupos analizados		Sig.
<u>Grupo A</u> con grabado con bisel	B	con grabado sin bisel	,000
	C	sin grabado con bisel	,000
	D	sin grabado sin bisel	,000
<u>Grupo B</u> con grabado sin bisel	A	con grabado con bisel	,000
	C	sin grabado con bisel	,000
	D	sin grabado sin bisel	,000
<u>Grupo C</u> sin grabado con bisel	A	con grabado con bisel	,000
	B	con grabado sin bisel	,000
	D	sin grabado sin bisel	,000
<u>Grupo D</u> sin grabado sin bisel	A	con grabado con bisel	,000
	B	con grabado sin bisel	,000
	C	sin grabado con bisel	,000

Sig., significancia

DISCUSIÓN

Conforme a los resultados obtenidos se verifica la hipótesis planteada, es decir, existen diferencias en el grado de microfiltración marginal de restauraciones de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con diferentes tratamientos de superficie de la preparación cavitaria a nivel de esmalte. Todos los tratamientos efectuados generaron una reducción significativa en los valores de microfiltración marginal en relación al grupo control (D), en que ningún tratamiento previo a la cementación fue realizado, el cual experimentó los mayores valores de microfiltración (6,6% en promedio). Dicha reducción, en orden decreciente, fue mayor en el grupo en que el esmalte fue grabado y biselado (A) presentando un 3% de microfiltración, seguido por el grupo en que el esmalte sólo fue grabado (B) con un 3,8% y, finalmente, el grupo en que el esmalte sólo fue biselado (C), que experimentó un valor promedio de microfiltración de un 5,7%.

No existen investigaciones previas donde podamos comparar valores de microfiltración de este cemento sometido a las variables manejadas en este trabajo. No obstante, analizaremos ciertos estudios e información disponible en la literatura que nos pueden ayudar a entender las razones de nuestros resultados.

Nuestro estudio mostró valores significativamente menores de microfiltración marginal en los grupos en los que se efectuó grabado selectivo del esmalte previo a la cementación comparados con aquellos en que este sustrato no fue grabado, tanto en los grupos biselados como en los no biselados, experimentando el grupo A una reducción de la microfiltración en un 47% en relación con el grupo C (grupos biselados) y en el caso del grupo B, una reducción en un 42% en relación con el grupo D (grupos no biselados).

Mientras el grabado ácido ha sido considerado el método más eficiente para lograr adhesión al esmalte^(4,12), los cementos autoadhesivos contienen monómeros ácidos que no serían igual de efectivos, generando un patrón de desmineralización menos favorable para la adhesión^(12,16). Esto puede ser, en parte, explicado por la menor acidez de los monómeros del cemento comparada con la del ácido ortofosfórico^(12,38,45), en virtud de la cual, su capacidad desmineralizadora resulta menor. Sumado a lo anterior, se ha reportado que sustratos hidratados facilitarían

una ionización más eficiente de los monómeros ácidos del cemento, lo que ciertamente podría influir en su capacidad de acondicionar el esmalte⁽¹¹⁾.

La reducción de la microfiltración observada al grabar el esmalte previo a la cementación también puede fundamentarse en que el grabado, al generar microcavidades retentivas y un aumento del área disponible para la adhesión⁽⁶⁾, podría facilitar la infiltración de los monómeros del cemento y su retención micromecánica, así como brindar un mayor área de superficie para la adhesión química del cemento a la hidroxiapatita residual^(16,19). Por ello, se podría esperar una mayor calidad de la adhesión y del sellado con el grabado adamantino y, por tanto, como se pudo apreciar en el presente estudio, una menor microfiltración.

Considerando que la resistencia adhesiva es un concepto que se encuentra íntimamente ligado con la mantención del sellado de las restauraciones⁽³⁸⁾, nuestros resultados se condicen con los hallazgos de De Munck y cols.(2004), Hikita y cols.(2007) y Duarte y cols.(2008), que al evaluar la resistencia adhesiva de un cemento autoadhesivo (Relyx Unicem) al esmalte, con y sin grabado ácido previo, encontraron un significativo aumento en la fuerza de unión al grabarlo previo a la cementación. Además, se observó que al no grabarlo las fallas fueron, principalmente, de tipo adhesivas a nivel de la interfase esmalte-cemento^(14,16,46).

Nuestros resultados también se pueden apoyar en el análisis con microscopía electrónica de barrido (SEM) de la interfase esmalte-cemento expuesto por los estudios mencionados. Al no grabar el esmalte, sólo se evidenció una interacción superficial del cemento autoadhesivo con éste^(14,16), con una inconsistente penetración en la zona interprismática e hibridación intraprismaica sólo en pequeñas áreas. Por otra parte, al grabarlo, el patrón de grabado fue más definido, con mayor penetración tanto a nivel interprismático como intraprismaico⁽⁴⁶⁾.

Otro hallazgo interesante se puede desprender de la comparación de nuestro estudio con el trabajo de Moya R.(2009), que midió el grado de microfiltración marginal utilizando el mismo cemento y método experimental, con y sin grabado previo de esmalte y dentina, a diferencia de nuestro estudio, donde el grabado fue selectivamente realizado en esmalte. En ese trabajo el grupo grabado presentó una microfiltración significativamente menor que el que no fue grabado⁽⁴⁰⁾, lo que

se condice con nuestros resultados, donde el grupo que fue grabado en esmalte (B) versus el que no lo fue (D), también vio reducidos significativamente sus valores de microfiltración en un porcentaje cercano al observado en el mencionado estudio. Esto podría dejar entrever que el beneficio obtenido en los niveles de microfiltración en aquella investigación pudo haber estado mayormente determinado por el grabado del esmalte que por el de la dentina, dado que en nuestro trabajo se obtuvieron resultados similares sin grabar el sustrato dentinario.

Al contrario de lo observado en el sustrato adamantino, la fuerza de unión a la dentina no se vería beneficiada por su grabado ácido previo a la cementación con estos agentes, sino que se podría ver disminuía significativamente^(11,12), hecho corroborado en los estudios de De Munck y cols.(2004) y Hikita y cols.(2007)^(14,16). Es así como la evidencia expuesta sugiere que estos cementos se verían beneficiados por el grabado previo selectivo del esmalte, sin comprometer la dentina, como fue realizado en el presente estudio. Es posible que los valores de microfiltración encontrados por Moya R.(2009) no se hayan visto afectados por el grabado de la dentina dado que los efectos deletéreos asociados a éste, se han relacionado mayormente a fenómenos de nanofiltración^(17,45), el cual no es observable mediante el método experimental utilizado en ese y en este estudio⁽¹⁷⁾. Además, se debe considerar que posiblemente la filtración a nivel dentinario pudo haber sido minimizada por un mejor sellado marginal atribuible al grabado adamantino, como pudimos ver en nuestro estudio.

Debido a la relativamente reciente introducción de estos cementos, son pocos los estudios clínicos disponibles, especialmente respecto a la variable en estudio, vale decir, el grabado selectivo del esmalte. Schenke y cols.(2012) y Peumans y cols.(2012) evaluaron el desempeño clínico de restauraciones indirectas cerámicas cementadas con Relyx Unicem con y sin grabado selectivo del esmalte, por un periodo de 2 años y 4 años, respectivamente. Ambos estudios, aunque no mostraron una mejoría significativa de las restauraciones cementadas con grabado previo en cuanto a los criterios evaluados (USPHS modificado), sí evidenciaron una tendencia a resultados más favorables en cuanto a la integridad y decoloración marginal en ellas. Esta tendencia también se vio al evaluar los porcentajes de fracaso de las restauraciones, que Schenke y cols.(2012),

evaluaron determinando la aceptación del procedimiento por un porcentaje de falla menor al 5%(ADA), requerimiento sólo cumplido por el grupo con grabado^(48,59).

Paralelamente, nuestros resultados también mostraron que los grupos donde se biseló el esmalte presentaron valores de microfiltración marginal significativamente menores que aquellos grupos en los que éste no fue realizado, tanto en las preparaciones acondicionadas con ácido ortofosfórico, como en las que sólo actuaron los monómeros ácidos del cemento. Es así como el grupo A mostró una reducción de la microfiltración en un 21% en relación con el grupo B (grupos con grabado ácido) y, por otra parte, el grupo C mostró una reducción de la microfiltración en un 14% en relación con el grupo D (grupos sin grabado ácido).

Estos resultados pueden fundamentarse en que el biselado del esmalte es una estrategia que permite exponer los prismas de manera más transversal, beneficiando por tanto, el acondicionamiento del sustrato adamantino y, además, permitiendo aumentar el área y número de prismas expuestos disponibles para el acondicionamiento y para la adhesión⁽⁶⁰⁾. Por otra parte, se debe considerar que es posible que la exposición de los prismas en su eje longitudinal (sin bisel) genere una mayor exposición de las vainas que los envuelven, que corresponden a zonas de menor mineralización⁽⁴²⁾, lo que podría influir en la calidad de la desmineralización debido a la existencia de una menor cantidad de cristales susceptibles de ser solubilizados por los ácidos en estas zonas. Es así como estos factores podrían asociarse a una mejor calidad de la adhesión y del sellado al exponer los prismas transversalmente, y consecuentemente, a una reducción de la microfiltración marginal⁽⁶¹⁾, como pudimos observar en el presente estudio.

Nuestros hallazgos se condicen con los resultados de Saunders y cols.(1990), que evaluaron el grado de microfiltración en restauraciones clase V de resina con y sin bisel en esmalte, efectuado con fresa redonda al igual que en nuestro estudio, luego de 2110 ciclos de termociclado (5°-37°-55°-37°C) utilizando isótopo ⁴⁵Ca como marcador. La microfiltración, cuantificada a nivel de los márgenes oclusales y cervicales, fue significativamente menor en los márgenes biselados⁽⁶²⁾.

Nuestros resultados también pueden ser relacionados con los hallazgos de Opdam N. y cols.(1998) y Hilton y cols.(1999), que evaluaron la microfiltración

marginal de las paredes ascendentes de restauraciones directas clase II de resina con y sin terminación en bisel, tras 500 y 1000 ciclos de termociclado (a 5° y 55°C) usando fucsina básica y nitrato de plata como marcador, respectivamente^(63,64). Al igual que en nuestro trabajo, evidenciaron una reducción significativa de la microfiltración en las paredes biseladas^(63,64), atribuyendo estos resultados a la exposición transversal de los prismas, que según los autores, brindaría un mejor patrón de grabado, una mayor fuerza de unión y un mejor sellado marginal⁽⁶⁴⁾.

Otro estudio cuyos resultados pueden relacionarse con lo observado en el presente trabajo es el de Coelho-de-Souza y cols.(2008), en el cual se evaluó la formación de brechas marginales (SEM) en restauraciones indirectas MOD de resina cementadas con Relyx Arc, con y sin bisel en esmalte, tras ser sometidas a 2 regímenes de termociclado de 500 ciclos. Los resultados mostraron una menor formación de brechas a nivel de la interfase en los grupos biselados, además de la ocurrencia de menos fallos de tipo adhesivo. Estos autores postulan que el bisel a nivel del borde cavo superficial podría tener un efecto protector ante la disrupción de la interfase adhesiva que, en boca, puede ser causada por la contracción de polimerización del material o por las alteraciones de temperatura a la que son sometidos⁽⁶⁵⁾, fundamento que también podría explicar nuestros hallazgos.

Uno de los pocos estudios clínicos que ha evaluado el efecto del bisel en la microfiltración de restauraciones posteriores de composite es el de Coelho-De-Souza y cols.(2012), que comparó el desempeño de restauraciones Clase I y Clase II, usando un sistema adhesivo de grabado y enjuague simplificado, con y sin bisel en esmalte, después de 1 año de seguimiento. La evaluación, realizada mediante el criterio de la FDI, reveló un comportamiento similar de ambos grupos en la mayoría de los criterios evaluados. No obstante, en cuanto al criterio de decoloración y sellado marginal, las restauraciones biseladas presentaron un significativo mejor rendimiento⁽⁶⁰⁾. Si bien este estudio clínico difiere en varios aspectos a nuestro estudio in vitro, corrobora el efecto positivo del bisel en el sellado marginal relacionado a procedimientos adhesivos de resinas compuestas, efecto también evidenciado por nuestros resultados.

Sin perjuicio de lo anteriormente discutido, un aspecto importante a considerar, es que la gran desventaja de la terminación en bisel es la remoción adicional de tejido dentario sano, que si bien no es de gran magnitud, sólo será justificable al comprobar su capacidad de reducción de la microfiltración, que como hemos mencionado, puede ser causal de caries secundarias y patología pulpar. Esto resulta de gran relevancia considerando que éstas últimas, a largo plazo, pueden generar la necesidad de desgastar aún más la pieza dentaria. Si bien nuestros resultados corroboraron dicho efecto en la reducción de la microfiltración, es necesaria la realización de más estudios que corroboren nuestros hallazgos, más aún considerando la existencia de estudios como los de Santini y cols.(2004) y Bagheri y cols.(2008) que, en contraposición a los anteriormente expuestos y a nuestros resultados, no encontraron diferencias significativas en el grado de microfiltración en restauraciones clase V de composite al biselar el esmalte^(66,67).

Otro aspecto de consideración guarda relación con el tipo de bisel realizado. La mayoría de los estudios expuestos han utilizado biseles en 45°, mientras que en nuestro trabajo, se realizó un bisel cóncavo con fresa redonda. Si bien éste último presentó en nuestro estudio un efecto positivo en cuanto a la reducción de la microfiltración marginal, es importante considerar que es posible que en las zonas superficiales de este tipo de terminación queden prismas expuestos de forma más longitudinal. No obstante, el bisel cóncavo tiene la ventaja de exponer los prismas de manera más transversal comprometiendo una menor superficie de esmalte, además de brindar un mayor grosor de material a nivel marginal. Por ello, podría sugerirse la comparación de diferentes tipos de bisel en estudios posteriores.

Otro hallazgo interesante en nuestro estudio se desprende de la comparación del grupo que fue tratado sólo con grabado ácido previo (B) y aquel que sólo fue biselado (C), presentando el grupo B valores de microfiltración marginal significativamente menores, mostrando una reducción de la microfiltración en un 33% respecto del grupo C. Asimismo, al comparar los valores de microfiltración de los grupos B y C con respecto al grupo control (D), se observó una reducción en la microfiltración de un 42% y un 14%, respectivamente. Esto evidencia que el efecto en la reducción de la microfiltración atribuible al grabado ácido previo del esmalte sería mayor al imputable a la preparación del borde cavo en bisel.

Sin embargo, no se puede dejar de considerar el efecto beneficioso del biselado en los valores de microfiltración, que resultó ser significativo tanto en presencia como ausencia de grabado, por lo que a la luz de los resultados que obtuvimos, ambas estrategias serían efectivas en la reducción de los niveles de microfiltración marginal. Cabe mencionar que dicha reducción fue mayor al implementarlas en conjunto (grupo A), donde se observó una reducción de la microfiltración en un 55% en relación al grupo control (D).

En virtud de lo anterior, ambas técnicas, implementadas de manera independiente o en conjunto, podrían ser recomendables con el fin de disminuir la ocurrencia de microfiltración en restauraciones fijadas con cemento autoadhesivo seT PP. Sin embargo, al realizar esta recomendación, resulta fundamental considerar las limitaciones del método experimental utilizado en este estudio.

No existe estandarización del procedimiento de termociclado en cuanto a los tintes usados, sus concentraciones, las temperaturas, el número y tiempos de los ciclos, lo cual hace difícil la comparación de resultados entre distintos trabajos⁽⁶⁸⁾.

El sistema más utilizado para el corte de las muestras, es decir, el corte central, nos da una visión bidimensional de la restauración y de la filtración, por lo que los datos obtenidos son parciales ya que no vemos toda la interfase^(17,68).

Un importante aspecto a considerar, es que las condiciones experimentales difieren bastante de las condiciones intraorales, ya que en éstas últimas se agregan múltiples factores propios del paciente, así como diferentes tipos de fuerzas que afectan a las restauraciones simultáneamente⁽³⁸⁾.

Los resultados obtenidos en este estudio experimental, sugieren la necesidad de continuar esta línea de investigación. Es necesario someter este material y las variables manejadas a estudios in vitro adicionales en condiciones similares que permitan contrastar nuestros resultados de manera fiable y, a estudios in vivo a largo plazo, que permitan corroborar la efectividad evidenciada en nuestro estudio de estos tratamientos en la reducción de la microfiltración marginal. También es necesario poner atención a la información que pueda surgir acerca del mecanismo específico de adhesión del cemento seT PP y estudios en que éste sea evaluado que, hasta la fecha, son escasos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado este estudio y los resultados obtenidos podemos concluir:

- Existen diferencias en el grado de microfiltración marginal de restauraciones de composite fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI con diferentes tratamientos de superficie de la preparación cavitaria a nivel del esmalte.
- El grabado ácido previo del esmalte generó una significativa reducción en los niveles de microfiltración marginal de restauraciones indirectas fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI.
- La realización de bisel en esmalte generó una significativa reducción en los niveles de microfiltración marginal de restauraciones indirectas fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI.
- El grabado ácido previo del esmalte en conjunto con la preparación del borde cavo superficial en bisel generó la mayor reducción en los niveles de microfiltración marginal de restauraciones indirectas fijadas con cemento autoadhesivo seT PP ® SDI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Nocchi, E (2008). *Odontología Restauradora Salud y Estética*. 2° ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 560 p, pp.2-5.
- (2) Bertoldi, A (2000-2001). *Odontología adhesiva y prótesis*. Revisión bibliográfica. *La Carta Odontológica* 5(16):19-26.
- (3) Zenni L, Pisani J, Guilherme M, Neves F, Mieko E, Del Castillo R (2008). Restauraciones indirectas de composite: conceptos generales y propuesta clínica de utilización. *Quintessence (ed. esp.)* 21(1):1-7.
- (4) Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, y cols. (2003). Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Operative Dentistry* 28(3):215-235.
- (5) Suárez D, García C, Velazco G, Ortiz R (2010). Análisis ultraestructural del tejido adamantino vs polímero de obturación directa. *ODOUS Científica* 11(2):6-16.
- (6) Garbin C, Alberton S, Mezzono E (2010). Cementos y Cementaciones. En: Mezzono E., Makoto R. y cols., *Rehabilitación Oral Contemporánea*. Tomo II, 1° Edición, Editora Santos, pp. 791-823.
- (7) Pisani J (2010). Estudio in vitro de la eficacia de unión de cementos autoadhesivos a sustratos biológicos y no biológicos en Odontología: Efectos de pretratamientos de superficie. Tesis doctoral para optar al título de Doctor en Odontología. Facultad de Odontología, Universidad de Granada.
- (8) Pegoraro T, Da Silva N, Carvalho R (2007). Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dent Clin N Am.* 51:453–471.
- (9) Moya M (2009). Estudio comparativo in vitro del grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuestas cementadas con cemento RelyX U100 con y sin utilizar grabado ácido previo. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología, U. de Chile.
- (10) Corts, J (2003). Restauraciones indirectas En: Henostroza G. y cols. *Adhesión en Odontología Restauradora*. 1° Ed., Editora Maio, Brasil, 454 p., pp.280-282.
- (11) Burgess J, Ghuman T, Cakir D (2010). Critical Appraisal. Self-Adhesive Resin Cements. *Journal Compilation, Wiley Periodicals, INC.* 22(6):412-419.
- (12) Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJT (2011). Review Article. Self-adhesive

resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *Journal of Oral Rehabilitation* 38;295-314.

⁽¹³⁾ Cedillo J, Espinosa R (2011). Nuevas tendencias para la cementación de postes. *Revista ADM* 68(4):196-206.

⁽¹⁴⁾ De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2004). Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dental Materials* 20:963–971.

⁽¹⁵⁾ Abo-Hamar S, Hiller K, Jung H, Federlin M, Friedl K, Schmalz G(2005). Bond strength of a new universal self adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Invest* 9:161–167.

⁽¹⁶⁾ Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, y cols. (2007) Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dental materials* 23:71–80.

⁽¹⁷⁾ Fabianelli A, Pollington S, Davidson C, Cagidiaco M, Goracci C (2007). The relevance of microleakage studies. *International Dentistry SA* 9(3):64-74.

⁽¹⁸⁾ Macchi, R (2007). *Materiales dentales*. 4° ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, pp. 339.

⁽¹⁹⁾ Pisani J, Valandro LF, Amarol R, Prochnow E, Botinno MA, Del Castillo-Salmeron R, y cols. (2008). Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strenght of self-adhesive resin cements to enamel. Research Study, presentado en PEF IADR meeting, London.

⁽²⁰⁾ Barrancos, M (2006). *Operatoria dental; Integración clínica*. 4° ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, pp.715-6.

⁽²¹⁾ Blunck U (2009). *Sistemas Adhesivos: Revisión y recomendaciones para su aplicación*. Quintessence (ed. esp.) 22(8):391-401.

⁽²²⁾ Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G (2001). Enamel and dentin adhesion. En: Summit J, Schwartz, Robbins W. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. 2°edición, Quintessence Publishing, 576 p., pp 178.

⁽²³⁾ Toledano M, Osorio R, Sanchez F, Osorio E (2003). *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. 1° Edición, Ediciones Avances Médico Dentales, Madrid, España, 537 p., pp 128, pp 182-185.

- (24) Calatrava L (2009). Protocolo para selección de un cemento adhesivo. *Revista Odontológica de Los Andes* 4(2):79-88.
- (25) Hill E (2007) Dental Cements for Definitive Luting: A Review and Practical Clinical Considerations. *Dent Clin N Am* 51: 643–658.
- (26) Berrios E, Porto Neto, S (2004). Respuesta pulpar frente a diferentes agentes cementales. *Rev. Estomatol. Herediana*.14(1-2):84-88.
- (27) Attar N, Tam L, McComb D (2003). Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent* 89(2):127-134.
- (28) Ahmad, I (2012). Red Bonding: Predictable Cementation Of Indirect Esthetic Restorations. *Cosmetic Dentistry International* 6(1):22-32.
- (29) Nunes M, Franco E, Pereira J (2005). Marginal Microleakage: Critical Analysis of methodology. *Salusvita* 24(3):487-502.
- (30) Steenbecker (2003). Fundamentos de la adhesión dental. En: Henostroza G y cols. *Adhesión en Odontología Restauradora*. 1° Ed., Editora Maio, Brasil, 454 p., pp. 51.
- (31) Rosentiel SF, Land MF, Crispin BJ (1998). Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent*. 80(3):280-301.
- (32) Weiner RS (2007). Dental Cements: a review and update. *Gen Dent* 55(4):357-364.
- (33) Lahoud, V (1998). Cementos a base de Vidrio Ionómero. *Odontol. Sanmarquina* 1(1):47-49.
- (34) Anusavice KJ (2004) *Ciencia de los materiales dentales*. 11° Ed., Editorial Elsevier, España, 850 p., pp.444-488.
- (35) Gomes, J (2003). La adhesión en prostodoncia fija. En: Henostroza G y cols. *Adhesión en Odontología Restauradora*. 1° Ed., Editora Maio, Brasil, 454 p., pp.368-369.
- (36) Goes MF (2001). Cementos resinosos. En: Chain y Baratieri. *Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores*. 1° Edición, Editorial Artes Médicas, Sao Paulo, pp.169-175.
- (37) Santana G, Da Costa R, Braz, R (2009). Revisiones Bibliográficas. Cemento resinoso: ¿Todo cemento dual debe ser foto activado? *Acta odontológica Venezolana* 47(4):225-233.

- (38) Monsalves S, Astorga C, Bader M (2011) Evaluación del Grado de Adhesión a la Dentina de Dos Tipos de Adhesivos de Uso Clínico Actual. *Revista Dental de Chile* 102(1):4-12.
- (39) Anusavice KJ (1998). *Ciencia de los materiales dentales*. 10ª Edición, Editorial Mc Graw Hill Interamericana, México, 746p., pp.566-607.
- (40) Moya, R (2009) Estudio comparativo in vitro del grado de infiltración marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta realizadas con y sin técnica de grabado ácido previo, cementadas con cemento de resina autoadhesivo seT®. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología, U. de Chile.
- (41) Carpena G, Greenhalgh D, Klauss P, Mussi G, Widmer N (2007). Enamel Acid Etching: A Review. *Compendium* 28(1):662-669.
- (42) Abramovich A (1999) *Histología y embriología dentaria*. 2ª Edición, Editorial Médica Panamericana, pp.121-129.
- (43) Rincón F, Camejo D (2008). Efectividad de los adhesivos de autograbado sobre el esmalte dental. *Estado Actual. RAAO* 47(2):30-36.
- (44) Aguilera A, Guachalla J, Urbina G, Sierra M, Valenzuela V (2001). Revisión Bibliográfica. Sistemas Adhesivos de Autograbado. *Revista Dental de Chile* 92(2):23-28.
- (45) Garcia R, Zattar A, Rainer B, Frankenberger R, Lohbauer U, Machado L (2011). Bond strength of self-adhesive resin cements to deep dentin. *RSBO* 8(4):431-8.
- (46) Duarte S, Botta A, Meire M, Sadan A (2008). Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. *Journal of Prosthetic Dentistry* 100(3):203-210.
- (47) Relyx™ Unicem Aplicap™/Maxicap™ Cemento Autoadhesivo Universal de resina. Disponible en: http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSufSevTsZxtUM8me5x_eevUqevTSevTSevTSeSSSSSS&fn=unicem_tp_es.pdf (Consultado en Octubre de 2012).
- (48) Peumans M, Voet M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Ende A, Van Meerbeek B (2012) Four-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *Clin Oral Invest.* (E-pub, en prensa).
- (49) seT & seT PP. Cemento resinoso, autoadhesivo y autograbador. Información

sobre productos. Disponible en: <http://www.sdi.com.au/es/set/> (Consultado en Abril de 2012).

⁽⁵⁰⁾ seT PP Cemento Resinoso, Autoadhesivo, Autograbador. Instrucciones de uso. Disponible en: http://www.sdi.com.au/images/stories/instructions/instructions_pdf/seT_PP/in_setPP_es.pdf (Consultado en Abril de 2012).

⁽⁵¹⁾ RelyxU100™ Cemento de Resina Universal Autoadhesivo. Disponible en: [http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUnx_SNxtUevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=TPP_RelyX_U100_Esp.pdf](Consultado en Octubre de 2012).

⁽⁵²⁾ Behr M, Hansmann M, Rosentritt M, Handel G (2009). Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent. *Clin Oral Invest* 13:459-464.

⁽⁵³⁾ Ibarra G, Johnson G, Geurtsen W, Vargas M (2007). Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin based dental cement. *Den Mater* 23:218-225.

⁽⁵⁴⁾ Lührs A, Guhr S, Günay H, Geurtsen W (2010). Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clin Oral Invest* 14:193-199.

⁽⁵⁵⁾ Padrós J, Monterrubio M, Padrós E (2003) Adhesivos autograbantes ¿Grabar o no grabar? *RCOE* 8(4):363-375.

⁽⁵⁶⁾ Pineda E, De Alvarado E, Canales F (1994). Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de la salud. 2ª Edición, OPS., pp.80-97.

⁽⁵⁷⁾ ICE, Composite Nanohíbrido para dientes anteriores/posteriores. Información sobre productos. Disponible en: <http://www.sdi.com.au/es/ice/> (Consultado en Abril de 2012).

⁽⁵⁸⁾ Cal E, Celik EU, Turkun M (2012). Microleakage of IPS Empress 2 inlay restorations luted with self-adhesive resin cements. *Operative Dentistry* 37(4): 417-424.

⁽⁵⁹⁾ Schenke F, Federlin M, Hiller K, Moder D, Schmalz G (2012). Controlled, prospective, randomized, clinical evaluation of partial ceramic crowns inserted with RelyX Unicem with or without selective enamel etching. Results after 2 years. *Clin Oral Invest* 16:451–461.

- ⁽⁶⁰⁾ Coelho-De-Souza F, Camargo J, Beskow T, Balestrin M, Klein-Junior C, DeMarco F (2012). A randomized double-blind clinical trial of posterior composite restorations with or without bevel:1-year follow-up. *J Appl Oral Sci.* 20(2):174-179.
- ⁽⁶¹⁾ Crawford P, Whittaker D, Owen G (1987). The influence of enamel prism orientation on leakage of resin bonded restorations. *Journal of Oral Rehabilitation* 14(3):283-289.
- ⁽⁶²⁾ Saunders W, Grieve A, Russell E, Alani A (1990). The effect of dentine bonding agents on marginal leakage of composite restorations. *Journal of Oral Rehabilitation* 17(6):519-527
- ⁽⁶³⁾ Opdam N, Roeters J, Kuijs R, Burgersdijk R (1998). Necessity of bevels for box only Class II composite restorations. *J Prosthet Dent* 80(3):274-279.
- ⁽⁶⁴⁾ Hilton T, Ferracane J (1999). Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. *American Journal of Dentistry* 12(3):123-133.
- ⁽⁶⁵⁾ Coelho-de-Souza F, Camacho G, Demarco F, Powers J (2008). Fracture Resistance and Gap Formation of MOD Restorations: Influence of Restorative Technique, Bevel Preparation and Water Storage. *Operative Dentistry* 33(1):37-43.
- ⁽⁶⁶⁾ Santini A, Ivanovic V, Ibbetson R, Milia E (2004). Influence of marginal bevels on microleakage around class V cavities bonded with seven self-etching agents. *American Journal of Dentistry* 17(4):257-261.
- ⁽⁶⁷⁾ Bagheri M, Ghavamnasiri M (2008). Effect of cavosurface margin configuration of Class V cavity preparations on microleakage of composite resin restorations. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 9(2):122-9.
- ⁽⁶⁸⁾ Gómez S, Miguel A, De la Macorra JC (1997). Estudio de la microfiltración: modificación a un método. *Avances en Odontoestomatología* 13(4): 265-271.

ANEXO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo.....Rut:.....
con domicilio en.....
habiéndome sometido a la extracción de mi(s) terceros molares (muelas del juicio) dono y autorizo a Javiera Zúñiga Silva, Rut: 16.208.553-0, Estudiante de Odontología de la Universidad de Chile, a la utilización de ésta(s) pieza(s) dentaria(s) con fines de estudio e investigación a cargo del docente Dr. Manuel Ehrmantraut.

Declaro que esta donación con objetivos académicos es absolutamente libre y voluntaria, no pretendiendo con esta acción obtener beneficio alguno y dejando en completa libertad de uso a la persona a cargo de la investigación.

Nombre:.....

Fecha:.....

Firma:.....

MANDATO ESPECIAL PARA MENORES DE EDAD

Yo.....Rut:.....
representando a.....
consiento lo expresado más arriba.

Fecha:.....

Firma:.....