



COMPARACIÓN IN VITRO DE MICROINFILTRACIÓN ENTRE
RESINAS COMPUESTAS BULK-FILL Y CONVENCIONAL, EN LA
TÉCNICA “PROXIMAL BOX ELEVATION”

Trabajo de Investigación
requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnas: Daniela Espoz Vidal
María José González Cárcamo
Constanza Tiffi Olave

Docente Guía: Prof. Dra. Daniela Lorca P.
Cátedra de Operatoria Dental

Valparaíso - Chile
2017

DEDICATORIA

Ha sido un largo camino lleno de alegrías y satisfacciones. Es por esto que no podíamos dejar de lado a toda la gente que nos ha acompañado en esta aventura entregándonos su apoyo incondicional.

A mis padres por todo el sacrificio y apoyo incondicional entregado en el transcurso de este largo camino.

A amigos y familiares que me acompañaron y fueron de conejillo de indias ofreciéndose voluntariamente de pacientes para ayudarme a pasar los ramos.

A mi mamá y abuelos que a pesar de que ya no están sé que estarían felices y ansiosos de este momento.

A mis amigas incondicionales que conocí en el transcurso de esta carrera que sin ellas no habría sido posible.

A mis gatusos y a la kisi por acompañarme fielmente durante largas noches de estudios y casos dándome cariño y ronroneos.

Daniela

A mis papás, por ser mi pilar fundamental todo el día... gracias a su sacrificio este logro es tanto mío como de ustedes.

A mi familia, porque a pesar de la distancia siempre los sentí conmigo, en los buenos y malos momentos.

Y en especial a mis tatas y tía Claudia, ¡por cuidarme siempre desde arriba!

María José

A mis padres y hermano por entregarme todo lo necesario para llegar a ser quien soy hoy en día, por ser mi pilar fundamental, mi motor día a día y ejemplo a seguir en la vida.

A mi Lilo (Karina) por ser uno de mis pilares en la vida, por tener siempre más fe en mi que yo, por darme las energías y ánimo que muchas veces no tuve, y ser eternamente paciente e incondicional.

A mi angelito azul, mi Lalita, que donde sea que esté siempre me ha dado la fuerza e inspiración para lograr lo que me proponga.

A mi familia por el apoyo y la confianza que siempre han puesto en mi.

A mis amigos por brindarme su amistad, confianza y apoyo sincero.

Constanza

AGRADECIMIENTOS

A nuestros docentes:

- Dra. Daniela Lorca, por su gran ayuda y compromiso en este largo camino.
- Klgo. Sebastián Espinoza, por toda su disposición y orientación en la parte estadística.
- Y a todos aquellos que con vocación y cariño nos motivaron y formaron, ayudándonos a convertirnos en lo que hoy somos.
- A las personas que nos alegraron y apoyaron todos estos años, haciendo más amenos nuestros días:

Tío Humberto, Rifa, Maysita, Pati, Glorita, Cami,, Vero, y Marquitos . Nunca los olvidaremos!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
HISTORIA RESINAS COMPUESTAS	3
COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS	4
CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES ACTUALES	7
RESINAS BULK FILL	10
CLASIFICACIÓN DE RESINAS BULK FILL	10
POLIMERIZACIÓN Y ESTRÉS DE CONTRACCIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS.	13
FACTOR DE CONFIGURACIÓN CAVITARIO O FACTOR C.	16
TÉCNICA INCREMENTAL	17
TÉCNICA MONOINCREMENTAL	18
TÉCNICA DE “ELEVACIÓN DE MARGEN PROXIMAL” O “PROXIMAL BOX ELEVATION”	19
MICROINFILTRACIÓN EN RESINAS COMPUESTAS	21
ADAPTACIÓN MARGINAL EN RESINAS COMPUESTAS	22
OBJETIVOS	24
General:	24
Específicos:	24
MATERIALES Y METODOS	25
RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIÓN	39
RESUMEN	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	46

INTRODUCCIÓN

En la Odontología actual, la tecnología de adhesivos y materiales de resina ha generado la posibilidad de restaurar los dientes incluso estando severamente dañados. Es por ello que las técnicas mínimamente invasivas se utilizan para guardar una cantidad máxima de tejido dental, pudiéndose restaurar los defectos dentales extensivos y socavados utilizando materiales de resina compuesta directa¹.

La técnica "Proximal box elevation", es una técnica utilizada cuando la caries de zonas proximales sobrepasa el límite amelodentinario a nivel cervical. Estas son zonas críticas para tener una correcta adhesión del material restaurador por las características de la dentina, lo cual si no se maneja correctamente, conlleva a fallas en este tipo de restauraciones. Esta técnica ofrece la posibilidad de realizar una elevación escalonada de cavidades proximales profundas para crear márgenes de preparación más favorables para restauraciones directas o indirectas, al permitir realizar un sellado de la dentina, evitando la invasión bacteriana por un sellado periférico deficiente^{2,3,4}.

En la odontología actual, el material restaurador más utilizado es la resina compuesta convencional, que requiere para su uso el empleo de una técnica de reconstrucción incremental. Esta técnica aporta grandes beneficios al objetivo del proceso restaurador reduciendo la tensión residual y disminuyendo la posibilidad de microinfiltración marginal, pero implica complicaciones clínicas al añadir más pasos operatorios y requerir la inversión de un mayor tiempo clínico por parte del odontólogo⁵.

Ante esta problemática y reconociendo que actualmente el clínico busca reducir el tiempo de trabajo clínico, consiguiendo resultados operatorios satisfactorios, surge un nuevo concepto en resinas compuestas para el sector posterior, llamadas resinas en bloque o "bulk", que permiten restaurar cavidades con incrementos de espesores de hasta 4 mm, rompiendo los protocolos tradicionales de estratificado, en un tiempo más reducido que el habitual.

En la literatura es posible encontrar características, ventajas, desventajas e indicaciones de las resinas convencionales y de las resinas bulk fill, pero no existe evidencia que indique si entre estos dos tipos de resinas existe diferencia de comportamiento cuando se utilizan en cavidades bajo el límite amelodentinario de

zonas cervico proximales, encontrando un vacío a responder, entonces nace la siguiente pregunta.

¿Existe diferencia en la magnitud de microinfiltración entre la Resina Convencional y la Resina Bulk Fill al utilizarse en restauraciones de cavidades bajo el límite amelodentinario de zonas cervico proximales en molares humanos?

MARCO TEÓRICO

HISTORIA RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas, son un tipo de material en continua evolución. El desarrollo que han experimentado en los últimos 50 años es significativo, donde el gran hito en este proceso ocurrió en 1962, cuando el Dr. Ray. L. Bowen dió origen a la formulación de la estructura básica de las resinas compuestas de uso actual, las cuales corresponden a un material de restauración plástico de aplicación directa. Bowen logró mejorar las propiedades mecánicas y estéticas de las resinas compuestas incorporando una matriz de resina en base a Bisfenol A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno o matriz inorgánica ⁶.

Desde ese entonces, las resinas compuestas han sido testigo de numerosas modificaciones, con la intención de mejorar sus propiedades clínicas para la fiel reproducción de las características de los dientes naturales. Cabe recordar que la dentina es un tipo de tejido “compuesto” constituido principalmente por material orgánico (colágeno) e inorgánicos (cristales de hidroxiapatita)⁷.

Actualmente, la formulación básica de las resinas compuestas, se presenta como una “mezcla de dos o más componentes químicamente diferentes, presentando características intermedias de las propiedades de los componentes que lo originan”.⁸

Hay tres componentes estructurales en las resinas compuestas dentales: la matriz orgánica, que corresponde a un material de resina plástica que forma una fase continua que contiene las partículas de relleno; relleno inorgánico, constituido por fibras y/o partículas de refuerzo que se dispersan en la matriz, y un agente de unión bifuncional o fase de acoplamiento que favorece la unión entre el relleno y la matriz de resina⁹.

Al considerar la cantidad de avances y logros en las propiedades del material, es posible comprender por qué su utilización está tan masificada, siendo uno de los materiales dentales más utilizados en la práctica clínica diaria, considerando su adecuado comportamiento biológico, mecánico y sus atractivas características estéticas¹⁰. Es así como el mercado odontológico es cada vez más exigente en que el material logre una reproducción de los tejidos naturales del diente y sus propiedades mecánicas, por lo cual las resinas compuestas, están expuestas a constantes estudios e investigaciones por la industria de los materiales dentales, donde existe cada vez más competencia en las marcas de los laboratorios que las fabrican para lograr alcanzar las demandas requeridas. Sumado a que su aplicación requiere de técnicas muy sensibles y complejas, actualmente investigadores y fabricantes buscan simplificar estas condiciones de ejecución, modificando las resinas con distintos materiales con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, ópticas, de pulido,

adaptación y sellado marginal, para lograr disminuir el tiempo clínico utilizado y las probabilidades de fracaso.

COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Como se mencionó anteriormente, las resinas compuestas están constituidas principalmente por una matriz orgánica (monómeros, inhibidores de polimerización, modificadores del color y sistema iniciador activador), una matriz inorgánica (carga) y un agente de enlace. Además, tienen cierto número de componentes que se añaden a sus componentes principales: se requiere un sistema activador-iniciador para que la resina se transforme en una restauración de larga duración. Hay otros componentes que se añaden para mejorar las propiedades, apariencia y durabilidad del material. Los pigmentos permiten conseguir el color de la estructura dentaria. Los absorbentes de ultravioleta (UV) y otros aditivos mejoran la estabilidad del color, y los inhibidores de la polimerización alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo de estos materiales¹¹.

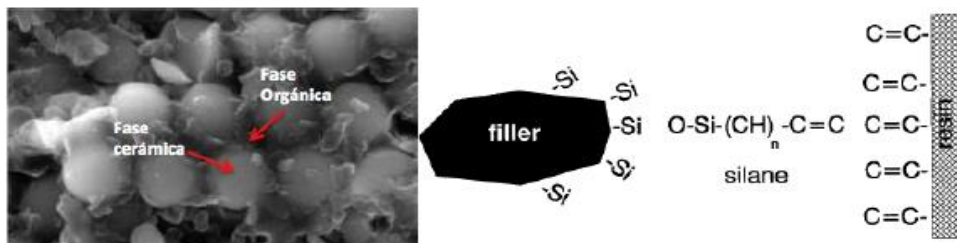


Fig. 1. Composición básica de las Resinas compuestas.

Matriz Orgánica: Está constituida por monómeros orgánicos, fotoiniciadores, coiniadores, inhibidores y estabilizadores de la polimerización, absorbentes de luz ultravioleta y una pequeña cantidad de componentes adicionales que varían dependiendo del fabricante. Aproximadamente el 90% de las resinas compuestas actuales utilizan el monómero Bis-GMA (bisfenol-A-glycidil dimetacrilato) en combinación con el UDMA (Uretano dimetacrilato) como su matriz orgánica. Existen también otros monómeros utilizados que poseen menor peso molecular dentro de los cuales encontramos; TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato), el Bis-EMA (Bis-fenol A Etoxilado metacrilato) o el bis-MA (Dimetacrilato de Bisfenol A). Estos monómeros constituyen la columna vertebral de la matriz de resina¹².

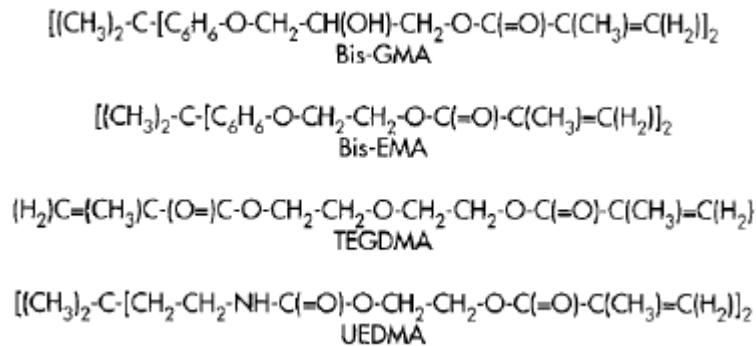


Fig. 2. Monómeros utilizados en la matriz orgánica de las resinas compuestas.

El dimetacrilato bis-GMA, que resulta de la reacción entre el bisphenol-A y el glicidil dimetacrilato, y el UDMA (Uretano dimetacrilato) poseen un alto peso molecular, otorgándole a la resina compuesta una alta viscosidad debido a la presencia de fuertes enlaces puente de hidrógeno intermoleculares, lo cual, si bien provee menor contracción de polimerización y mejores propiedades mecánicas, dificulta su manipulación^{12,13}.

Para disminuir la viscosidad del material y a su vez mejorar su manipulación, ha sido necesario agregar monómeros diluyentes de menor peso molecular como el TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato), el cual es utilizado en una relación óptima de 1:1 con bis-GMA o UDMA permitiendo obtener una resina más fluida a la cual se le puede agregar la mayor cantidad de relleno inorgánico posible. Es importante recalcar que cuanto más bajo sea el peso molecular promedio del monómero o de su mezcla, mayor será el porcentaje de contracción volumétrica¹⁴.

Relleno inorgánico: está integrada por un material de relleno inorgánico el cual, está constituido fundamentalmente por polvos finos de dióxido de silicio, boro silicatos y aluminosilicatos de litio, aluminio, cuarzo, bario, estroncio y circonio, entre otros¹⁵.

Estas partículas de relleno permiten mejorar las propiedades físico-mecánicas del composite, otorgando beneficios como refuerzo de la matriz de resina, lo que provoca una mayor dureza, resistencia y disminución del desgaste; reducción de la contracción de polimerización; reducción de la expansión y contracción térmica; aumento de la viscosidad y por ello mejora en su manipulación; disminución en la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción, y aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica como son la dureza superficial, resistencia al desgaste,

reducción de la contracción de polimerización, reducción de la expansión y contracción térmica, disminución de la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción, aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica. Es por esto que la incorporación del mayor porcentaje posible de relleno es un objetivo fundamental a conseguir en el material ya que la mejoría de dichas propiedades se encuentra en directa relación con la cantidad de relleno. A su vez, uno de los propósitos del relleno inorgánico es reforzar la resina compuesta y reducir el porcentaje de matriz orgánica lo más posible ya que es ésta la que genera la contracción volumétrica durante la polimerización del material¹⁶.

Agente de enlace: Dado que la fase cerámica y la fase orgánica no poseen afinidad química, es necesario un agente de unión para unirlos. El agente de unión más utilizado en las resinas compuestas es el gama-metacriloxipropil-trietoxisilano (γ -MPTS), molécula bifuncional que por un extremo se une a los grupos hidroxilo de las partículas de sílice y por su otro extremo a los grupos metacrilatos de los monómeros de la matriz copolimerizando con ellos y permitiendo la formación de un fuerte enlace covalente entre las partículas de relleno inorgánico y la matriz orgánica¹⁷.

Sistema activador-iniciador: los monómeros de monometacrilato o dimetacrilato polimerizan por adición mediante mecanismos iniciados por radicales libres; éstos se pueden generar por una activación química o por energía de activación externa (calor, luz o microondas)¹⁸.

Sistemas Inhibidores y estabilizadores: El Hidroxitolueno butilado (HTB) es un inhibidor comúnmente utilizado en las resinas compuestas. Este inhibidor minimiza o previene la polimerización accidental o espontánea de los monómeros al captar los radicales libres antes de que éstos inicien la reacción de polimerización¹⁸.

Modificadores ópticos: corresponden a distintos tipos de pigmentos que son utilizados en las resinas compuestas para otorgarles propiedades ópticas (tono y translucidez) similares a la estructura dentaria. Estos pigmentos se obtienen utilizando cantidades minúsculas de partículas de óxidos metálicos¹⁸.

Componentes	Ventajas	Desventajas
Matriz orgánica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combinación de colores. ✓ Agente aglutinante. ✓ Propiedades reológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto coeficiente de expansión térmico lineal. ✓ Alta contracción de polimerización. ✓ Alta sorción de agua. ✓ Bajas propiedades mecánicas. ✓ Baja estabilidad de color.
Partículas de carga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumenta las propiedades mecánicas. ✓ Bajo coeficiente de expansión térmico lineal. ✓ Reduce la contracción de polimerización. ✓ Son relativamente más inertes que la matriz orgánica. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rugosidad ✓ Influye en el pulido y brillo superficial. ✓ Dificulta el paso de luz.
Agente de unión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite la transmisión homogénea de tensiones masticatorias entre la matriz y la carga ✓ Unión de las partículas de carga a la matriz orgánica ✓ Aumenta la estabilidad hidrolítica y del color a lo largo del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Responsable de hidrólisis. ✓ Aumenta las tensiones de contracción de polimerización

Tabla I. Características de los componentes de las resinas compuestas.

CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES ACTUALES

Conociendo la composición básica de las resinas compuestas y la función de cada uno de sus componentes, podemos clasificarlas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior uso terapéutico (Tablas II y III). De esta forma podemos clasificar a las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de sus partículas de relleno en la fase cerámica de la siguiente manera:^{19,20}

a) Resinas compuestas tradicionales o de macrorelleno: fueron usualmente formuladas con cuarzo. El promedio de sus partículas de relleno fluctuaba entre 10-20 μm , pero llegaba a presentar partículas de hasta 100 μm . Su uso actualmente se encuentra en decadencia debido a la muy baja resistencia al desgaste y sus pobres propiedades estéticas, ya que tendían a pigmentarse por su gran rugosidad superficial y difícil pulido^{19,20}.

b) Resinas compuestas microrrelleno: Se incorporaron al mercado con el objetivo de solucionar los problemas estéticos de las resinas de macrorelleno. Sus partículas de relleno corresponden a sílice coloidal con un 50% de carga en peso. Presentaban un tamaño de partícula promedio de 0,04 μm con un rango que va desde 0,01 – 0,05 μm . Dado que presentaba una baja carga de relleno inorgánico, tenían propiedades mecánicas bajas por lo que no se podían usar en lugares de gran requerimiento mecánico, por ejemplo, caras oclusales del sector posterior. Sin embargo, eran resinas altamente estéticas ya que lograban una excelente superficie pulida^{19,20}.

c) Resinas compuestas híbridas: Estas resinas se incorporaron al mercado con el fin de combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas de macrorelleno y la capacidad de pulido de los sistemas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Presentan partículas de relleno de diferentes tamaños (15 – 20 μm y 0,01– 0,05 μm) con un promedio de tamaño superior al micrón^{19,20}.

d) Resinas compuestas microhíbridas: Presentan partículas de relleno de un promedio de tamaño menor a un 1 μm con un rango de 0,4-0,9 μm según la marca comercial del producto. Estas partículas permiten una superficie satisfactoriamente pulida, buena resistencia mecánica y textura superficial, lo que permite su uso tanto en piezas dentarias anteriores y posteriores^{19,20}.

e) Resinas compuestas de nanorrelleno: contienen como relleno inorgánico partículas esferoidales de nanorrelleno de estroncio vítreo de un tamaño promedio entre 5nm y 100nm. Esto permite que las partículas de relleno sean agregadas en altas concentraciones, lo que favorece al mejor pulido y acabado de la restauración y a su vez para obtener propiedades mecánicas lo suficientemente buenas como para

poder utilizar el material tanto en el sector anterior como posterior. Sin embargo, hay que señalar el hecho de que al ser partículas tan pequeñas no interfieren el paso de la luz, por lo que se deben acompañar de partículas de mayor tamaño (0,6µm promedio) para mejorar su comportamiento óptico^{19,21}.

f) Resinas compuestas nanohíbridas: presentan nanopartículas de circonio/sílice o nanosílice de un tamaño promedio entre 5nm y 100nm aproximadamente. Además, se les agregan partículas de mayor tamaño (0,6µm a 1µm) para darle mejores propiedades al material tales como: reducida contracción de polimerización, gran resistencia mecánica, comportamiento óptico adecuado, buena capacidad de pulido y una estética mejorada¹⁹.

<i>Categoría</i>	Tamaño medio (µm) y tipo de la carga inorgánica	Indicaciones
<i>Microparticuladas</i>	0,04 – 0,4(sílice)	Deben ser utilizadas en regiones donde la estética es primordial, como en dientes anteriores. Poseen excelente lisura y brillo superficial. Debido a las bajas propiedades mecánicas no deben ser empleadas en dientes posteriores y en restauraciones clase IV anteriores (a no ser que sean empleadas solo en la superficie vestibular)
<i>Partículas pequeñas</i>	1 – 5(vidrio)	Resinas para dientes posteriores. Poseen excelentes propiedades mecánicas, aunque no alcanzan la lisura superficial de las resinas microparticuladas. Estas resinas prácticamente no son más comercializadas.
<i>Híbridas</i>	1-5(vidrio) e 0,04(sílice)	Resinas de uso universal, poseen excelentes propiedades mecánicas y lisura superficial, pudiendo ser empleadas tanto en dientes anteriores como posteriores.
<i>Microhíbridas</i>	< 1 (vidrio) e 0,04(sílice)	Son las resinas de uso universal más usadas, poseen excelentes propiedades mecánicas y lisura superficial, pudiendo ser empleadas tanto en dientes anteriores como posteriores.
<i>Nanoparticuladas</i>	0,005 -0,07(sílice)	Son resinas de uso universal, poseen excelentes propiedades mecánicas y lisura superficial, pudiendo ser empleadas tanto en dientes anteriores como posteriores

Tabla II. Resumen de las indicaciones de cada una de los componentes de la resina compuesta

RESINAS BULK FILL

En los últimos tiempos se ha creado una gran variedad de sistemas de resinas compuestas monoincrementales o Bulk Fill, las cuales poseen dentro de su estructura partículas mitigadoras de estrés de contracción, presentan una mejora del espectro de absorción y la reacción a la luz de los iniciadores. Estas resinas han demostrado valores positivos para su uso clínico, facilitando así el trabajo del odontólogo y la comodidad del paciente durante la atención dental.

Debido a que poseen una profundidad de curado mejorada, se pueden aplicar en capas más gruesas mediante tamaños de carga aumentados y un número reducido de pigmentos. Esta técnica de “llenado masivo” de la cavidad operatoria ha sido ideada por los fabricantes para consumir menos tiempo que la técnica incremental. Este tipo de resinas posee porcentajes de relleno menores a resinas compuestas convencionales microhíbridas y nanohíbridas, lo cual las hace comparables a las resinas compuestas fluidas en porcentaje de relleno por volumen, pero mayores por peso²². Se ha propuesto que esta menor proporción de relleno, junto a su aumento de tamaño (20µm) en algunas resinas bulk fill podrían aumentar la profundidad de curado al disminuir la diferencia de índice de refracción entre matriz y relleno, mejorando así la penetración de la luz²².

Las resinas Bulk Fill se pueden fotocurar en capas de hasta 4 mm durante 20 segundos. Con el objetivo de optimizar la polimerización, estos materiales son más translúcidos a la luz azul, con el fin de lograr una polimerización suficiente para obtener las mejores propiedades mecánicas.

CLASIFICACIÓN DE RESINAS BULK FILL

La primera resina de este tipo en aparecer en el mercado fue Surefil® SDR® flow (Dentsply Caulk) en el año 2010, promulgando la posibilidad de aplicar resinas compuestas en incrementos de hasta 4 mm²³. Esta resina Bulk Fill, al igual que otras que aparecieron con posterioridad (x-tra base, VOCO; Filtek™ BulkFill Flowable, 3M ESPE; Venus® BulkFill, Heraeus Kulzer), tienen una **consistencia** similar a la de las resinas **fluidas** y han sido indicadas para ser usadas como base en cavidades clase I y II de Black, requiriendo una capa adicional de 2 mm de resina compuesta convencional en la cara oclusal²⁴. Como ejemplo, la composición de Filtek Bulkfill flowable (3M ESPE) se basa en 4 monómeros: BisGMA, UDMA, Procrylat y BisEMA,

los cuales son de alto peso molecular, por lo cual una menor contracción de polimerización. La adición del monómero Procrylat permite una mayor fluidez, y por lo tanto menor estrés de polimerización²⁴.

Posterior a esto, han aparecido otras resinas de **consistencia normal** como Tetric Evoceram® Bulkfill (Ivoclar Vivadent) y x-tra fil (VOCO) que se pueden usar en incrementos de hasta 4 mm sin la necesidad de una capa oclusal extra realizada con otro material²⁵. Tetric Evoceram Bulkfill (Ivoclar Vivadent)²², es la única resina que ha experimentado cambios en cuantos a los iniciadores de polimerización, ya que posee un nuevo booster de iniciación de polimerización llamado Ivocerin, el cual posee un sistema iniciador en base a Germanio de mayor reactividad que la canforoquinona, al tener mayor absorción en el rango de 400 a 450 nm. Además, se indica, posee un filtro de contaminación de luz que asegura un adecuado tiempo de trabajo clínico²².

Existe una tercera variación que corresponde al sistema SonicFill™ (Kerr), que corresponde a una resina BulkFill que necesita de una **pieza de mano sónica** especial para su aplicación y que el fabricante incluso ha patrocinado que puede ser usado hasta en un incrementos de 5mm²⁶. Esta es activada por medio de vibración sónica, produciéndose una baja momentánea en la viscosidad durante su aplicación. También está indicada en clases I y II prescindiendo de una cubierta oclusal. De esta manera, es posible establecer una clasificación de acuerdo a su viscosidad, indicación de uso y técnica de aplicación de estos materiales (Tabla 4)²²:

	Fabricante	Grosor de incremento (según fabricante en mm)	Matriz	Relleno	% de relleno inorgánico (por volumen/por peso)
Resinas Bulk-Fill viscosidad fluida					
Venus Bulk Fill	Haraeus Kulzer	4	UDMA, EBPDMA	Ba-AL-F- silicatos, YbF3, SiO2	38%/65%
Filtek Bulk-Fill flowable restorative	3M ESPE	4	BisGMA, UDMA, BisEMA, Procylat	Combinación de trifluoruro de Iterbio y partículas de Zirconia/Sílice	42,5%/ 64,5%
Surefil SDR flow	Denstply Caulk	4	UDMA modificado, TEFDMA, EBPDMA	Bario y Estroncio F-Al-silicato	45%/ 68%
x-tra base	VOCO	4	Matriz de metacrilatos	Relleno inorgánico	-/75%
Resinas Bulk-Fill viscosidad fluida con activación sónica					
Sonic Fill	Kerr	5	BisGMA, TEGDMA, EBPDMA	SiO2, vidrio, óxidos	-/ 83%
Resinas Bulk-Fill viscosidad normal					
Tetric Evoceram Bulkfill	Ivoclar-Vivadent	4	BisGMA, UDMA, Dimetacrilatos	Vidrio de Bario, Trifluoruro de Iterbio, prepolímero y óxidos	80% (incluyendo prepolímero)/60%
x-tra fill	VOCO	4	BisGMA, UDMA, TEGDMA	Relleno inorgánico	70,1% / 86%
Filtek Bulk Fill	3M ESPE	5	AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA.	Combinación de trifluoruro de Iterbio y partículas de Zirconia/Sílice	58,4%/ 76,5%

Tabla III Clasificación de resinas Bulk fill de acuerdo a viscosidad.

En cuanto a los monómeros que las componen, el fabricante de Surefill SDR flow patentó esta resina en base a dimetacrilato de uretano con tecnología SDR (“stress decreasing resin”), la cual permite una mayor flexibilidad de la molécula disipando el estrés generado al momento de polimerizar²².

A pesar de todas las modificaciones conocidas en la composición de estos materiales restauradores, aún existen algunos componentes específicos que no se conocen, lo cual puede ser determinante en el su comportamiento clínico²².

POLIMERIZACIÓN Y ESTRÉS DE CONTRACCIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS.

Uno de los principales problemas de las resinas compuestas es la contracción de polimerización que sufren. Para comprender este fenómeno, es necesario explicar el proceso de endurecimiento o polimerización. Ésta ocurre mediante una reacción química donde los monómeros orgánicos de la matriz se unen entre sí a través de enlaces covalentes para formar un polímero de cadenas entrecruzadas. Para esto, deben ser activados mediante un aporte de energía que logre desdoblarse el doble enlace de sus grupos terminales^{27,28}.

Inicialmente las resinas compuestas poseían un sistema de activación química, presentándose en forma de dos pastas, una con un iniciador (peróxido de benzoilo) y otra un acelerador (amina orgánica como la N, N-dimetil-p-toluidina), las cuales al mezclarse permitían su polimerización. Este tipo de resina compuesta presentaba una serie de desventajas como la inestabilidad de color en el tiempo y un tiempo de trabajo reducido, producto de la reacción amina-peróxido que se genera al mezclar ambas pastas. Actualmente se utiliza un sistema activado por luz visible, que utiliza una luz intensa que va entre los 400 nm a 560 nm de longitud de onda, la cual es absorbida por una α -dicetona (agente fotosensible o fotoiniciador) que en las resinas compuestas actuales corresponde a una canforquinona (CQ) la cual, en presencia de una amina orgánica alifática (co-iniciador) es capaz de generar radicales libres que inician la reacción de polimerización^{29,30,31,32}.

Al polimerizar la resina compuesta, ocurren dos fenómenos anexos a ella y que no pueden ser evitados: uno es la exotermia y el otro la contracción por polimerización. La exotermia se produce ya que el material pasa de un estado de mayor energía a un estado de menor energía liberando calor al medio. La contracción de polimerización o contracción volumétrica se produce al acortarse las distancias entre monómeros que se encuentran separados por fuerzas de Van der Waals para aproximarse entre sí a una distancia que les permita generar los enlaces covalentes entre ellos durante la polimerización, esto disminuye el volumen total de la masa. Esta contracción volumétrica se encuentra influenciada directamente por el peso molecular de los monómeros de la fase matriz, el tipo y cantidad de relleno inorgánico y por la cantidad de conversión de monómero a polímero que ocurre durante la polimerización^{33,34,35}.

La contracción por polimerización que sufren las resinas compuestas varía entre un 1,35% a 7,1% dependiendo de su composición química. Cuando el material polimeriza, se va a contraer y los vectores de esta contracción se dirigirán hacia donde le resulte más adhesivo al material. Si el material endureciera en una preparación cavitaria sin acondicionamiento previo, lo más adhesivo para él serán sus propias moléculas, por lo que se contraerá libremente hacia sí mismo, hacia su centro, de modo que al no estar sometida a tensión, no genera estrés al interior del material y se denomina "contracción libre". Pero en la odontología restauradora las resinas compuestas son unidas a la estructura dentaria preparadas adhesivamente en forma previa. En este caso, al activarse la reacción, el material iniciará su contracción pero se verá impedido en poder hacerlo hacia su centro, ya que se encuentra adherido a las paredes cavitarias. En este caso la contracción se produce bajo la restricción que presenta la articulación adhesiva con la pieza dentaria y por ello se genera un estrés al interior de la masa del material, el cual debe ser disipado mediante el escurrimiento de sus zonas libres o no adheridas. Esta es la denominada contracción restringida, restringida o efectiva y si no se compensa adecuadamente, puede inducir la ruptura de la adhesión con la pieza dentaria generando una brecha marginal. Como se señaló, se denomina contracción libre aquella que ocurre cuando la resina compuesta se encuentra sin contactar la superficie dentaria o cuando se encuentra adherida a sólo una pared de ésta, generando una contracción de tipo centrípeta (Fig. 5A y 5B). A su vez, se le denomina contracción restringida cuando el composite se encuentra en contacto con 2 o más paredes y comienza a sufrir una contracción de tipo centrífuga, lo que genera tensiones o estrés en la articulación adhesiva diente-restauración (Fig. 5C y 5D). Estas tensiones derivadas de la contracción por polimerización, pueden producir fallas clínicas como deformación/fractura dentaria, y fallas adhesivas entre diente y restauración^{34,36}.

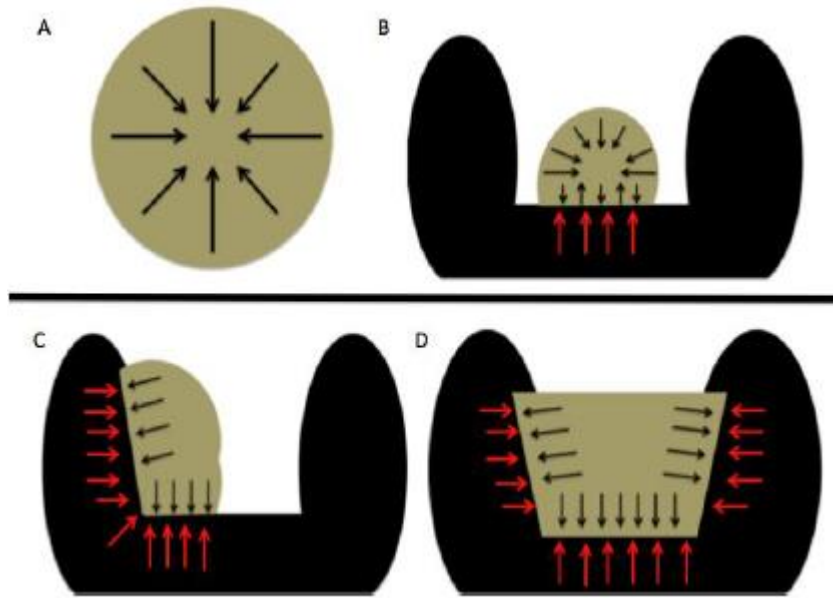


Fig. 3. Representación gráfica de los tipos de contracción centrípeta/centrífuga que sufre un composite de acuerdo a la articulación con la superficie dentaria y de las tensiones que esta produce.

Actualmente se sabe que varios factores influyen en las tensiones de contracción, tales como la configuración de la cavidad, la velocidad con que la polimerización ocurre, el módulo de elasticidad de la resina compuesta y la propia contracción, inherente al material resinoso^{37,38}.

En virtud de lo anterior y considerando que una de las principales deficiencias que han presentado las resinas compuestas desde sus inicios hasta la actualidad, es la falta de adhesión química a la estructura dentaria (esmalte, dentina), se ha hecho necesario la aplicación de un sistema adhesivo que permita la creación de un complejo de unión entre el diente y la restauración. Como se mencionaba anteriormente, el composite al polimerizar sufre una contracción volumétrica que produce tensiones o estrés en la interfaz diente-restauración. Si este estrés supera la fuerza adhesiva obtenida, se pierde la adhesión, dando paso a la generación de un gap o brecha en los márgenes de la restauración, produciendo así un sellado marginal deficiente que atenta contra la adaptación completa del material a las paredes de la cavidad. Este gap o brecha entre el diente y la restauración permite

que se genere microfiltración de bacterias, fluidos, moléculas o iones, lo cual puede generar coloración y deterioro de los márgenes de la restauración, caries secundaria, sensibilidad postoperatoria del diente restaurado y el desarrollo de patologías pulpares que llevan al fracaso de la restauración.

Se han postulado diferentes estrategias para disminuir los efectos de la contracción por polimerización de las resinas compuestas, dentro de las cuales encontramos: el acondicionamiento de las superficies dentarias (esmalte y dentina) para que sean más receptivas para el material restaurador, junto con el uso de sistemas adhesivos que permitan una mejor unión entre diente-restauración. También, en forma complementaria a lo anterior, se ha indicado la utilización de un material de base elástico (ionómero vítreo, composite flow), y el uso de técnicas de polimerización graduales y amigables para el material, además de controlar el factor de configuración cavitaria o factor C, y la utilización de una técnica de inserción incremental del material³⁹.

FACTOR DE CONFIGURACIÓN CAVITARIO O FACTOR C.

El factor de configuración cavitaria o factor C corresponde a una relación matemática simple que permite conocer la magnitud del estrés de polimerización que generará una resina compuesta en una preparación biológica luego de ser polimerizada. En otras palabras, estima la tensión residual de polimerización que sufrirá la restauración según su configuración cavitaria. Esta relación se establece entre las superficies del material adheridas y no adheridas en una cavidad preparada, y es el resultado de dividir la cantidad de superficies donde habrá adhesión (superficie adherida) por la cantidad de paredes libres sin adhesión (superficie no adherida). La tensión residual de la polimerización aumenta en proporción directa a este cociente⁴⁰.

Durante la polimerización, la contracción hace que las superficies del material que se encuentran adheridas a las paredes cavitarias, se mantengan en estado de tensión, mientras que las superficies no adheridas o superficies libres del material no sufren dicho estrés. Es por esto, que la técnica operatoria para colocar el material dentro de la cavidad preparada, debe buscar un factor C favorable en donde haya la menor cantidad de paredes adheridas posibles y a su vez, la mayor cantidad de paredes libres. Para poder lograr esto, se estableció la técnica incremental de aplicación del material⁴⁰.

TÉCNICA INCREMENTAL

La técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente-restauración, reduciendo así la posibilidad de microfiltración marginal^{41,42}.

Existen múltiples maneras de aplicar esta técnica, alguna de ellas más efectivas que otras para reducir el efecto de la contracción de polimerización y las consecuencias de esta. Dentro de las técnicas más utilizadas encontramos:

- Técnica de reconstrucción horizontal: en ella, se incorporan los incrementos en sentido vestíbulo-palatino/lingual a lo largo de la cavidad. Su desventaja es que aumenta el Factor C por la cantidad de paredes adheridas en relación a las paredes libres y por consiguiente, aumenta la contracción de polimerización⁴¹.
- Técnica de reconstrucción oblicua: consiste en la incorporación de incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad los que son polimerizados de forma indirecta a través de las paredes cavitarias y luego desde la superficie oclusal de forma directa para direccionar el vector de polimerización hacia la superficie adhesiva. Esta técnica ayuda a prevenir la distorsión de las paredes de la cavidad y reduce el Factor C, permitiendo un flujo mayor de la resina y por ende una reducción de la contracción de polimerización^{41,42}.

Pese a que se ha demostrado que la técnica incremental contribuye a la reducción de la contracción de polimerización y a su vez, mejora la adaptación marginal, esta no ha sido capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal y las complicaciones que esta conlleva. Por otra parte, esta técnica presenta una serie de desventajas, tales como: un mayor tiempo de trabajo operatorio, técnica sensible en donde se pueden incorporar vacíos o burbujas como también la falta de unión o contaminación entre los incrementos, y la dificultad de acceso tanto en preparaciones conservadoras como en sectores posteriores de la cavidad bucal^{43,44}.

TÉCNICA MONOINCREMENTAL

Ante esta problemática y reconociendo que actualmente el odontólogo busca reducir el tiempo de trabajo clínico, consiguiendo resultados operatorios satisfactorios, surge un nuevo concepto en resinas compuestas para el sector posterior, llamadas resinas en bloque o "bulk", que permiten restaurar cavidades con incrementos de espesores de hasta 4mm, rompiendo los protocolos tradicionales de estratificado, en un tiempo más reducido que el habitual al necesitar solamente 10 segundos de polimerización por cada cara dentaria⁴⁵.

Básicamente, se incorporaron en su composición filtros sensibles a la luz (que permiten un curado de mayor profundidad), y aceleradores de polimerización.

Para poder desarrollar este tipo de resinas compuestas de un solo incremento, fue necesario analizar minuciosamente las propiedades de las resinas compuestas convencionales y de las lámparas de fotocurado, debiendo mejorarse principalmente cuatro áreas⁴⁶:

1) Disminuir la contracción de polimerización (especialmente el estrés de contracción): ya que la cantidad de composite que se polimeriza en un solo paso aumenta⁴⁷. Para ello las resinas Bulk Fill, poseen partículas "mitigadoras" del estrés de contracción que se fusionan parcialmente con silanos, adhiriéndose a la pared de la cavidad junto con la matriz de los monómeros y el adhesivo, de modo que resisten la fuerza de contracción. De esta forma actúan como "amortiguadoras" durante la fotopolimerización, otorgando índices similares al de un composite convencional pero con una masa superior.

Estudios comparativos de adaptación marginal en cavidades clase I de resinas Bulk Fill han concluido que la mayor desadaptación se observa en la interfase dentina-material restaurador, específicamente en los vértices y en el fondo de la preparación; mientras que el mejor sellado se produce a nivel del esmalte.

2) Profundidad de polimerización y penetración de la luz: Conseguir una profundidad efectiva de fotopolimerización que alcance mínimamente los 4 mm estimados en cada capa para permitir la realización de una obturación en un incremento⁴⁸.

3) Prolongar el tiempo de trabajo con el fin de que el profesional pueda adaptar el material correctamente, dando la anatomía correspondiente y evitando dejar excesos,

4) Emplear lámparas de alto poder de curado que activen foto iniciadores en profundidad y aseguren la polimerización en un solo paso (Potencia mínima de 1,000 mW / cm²). Además deben permitir un acceso rápido para facilitar las labores en pacientes con apertura bucal disminuida y/o en tratamientos pediátricos.

El uso de esta técnica presenta ventajas en relación a la técnica incremental, dado que simplifica el proceso clínico al disminuir la cantidad de pasos operatorios durante la obturación y ahorra tiempo clínico en casos de preparaciones extensas⁴⁹.

TÉCNICA DE “ELEVACIÓN DE MARGEN PROXIMAL” O “PROXIMAL BOX ELEVATION”

Las caries proximales, las cavidades de grandes dimensiones que se extienden por debajo de la unión cemento-esmalte (UCE) o de los tejidos gingivales parecen ser desafiantes, ya que la preparación de la cavidad, la toma de impresión, los procedimientos de adhesión y el adecuado control de la humedad podrían fallar⁵⁰.

Además, con un cajón proximal profundo, el uso de restauraciones indirectas de cerámica a menudo se ve obstaculizado, si es que no imposibilitado. Está comprobado que la contaminación con sangre y/o saliva durante los procedimientos de unión y cementación debilita la fuerza de unión del adhesivo y conduce a un posible fallo de la restauración. Por lo tanto, con las cavidades proximales profundas es vital dominar estos pasos clínicos y alcanzar la integridad marginal, que se considera uno de los criterios más importantes para el éxito de la restauración^{50,51}.

Una alternativa para resolver este problema, y que los márgenes gingivales puedan ser expuestos, es el alargamiento quirúrgico de la corona, que reubica el margen de la cavidad a una posición supragingival, generando condiciones favorables. Sin embargo, esto puede conducir a pérdida de inserción y complicaciones anatómicas, tales como la proximidad a las concavidades radicales y furcas, además una vez expuestos al ambiente oral, los márgenes gingivales pueden ser difíciles de mantener y pueden generar desafíos adicionales^{45,46}.

Para evitar la intervención quirúrgica y producir una restauración estética en una sola visita, se puede utilizar una técnica donde se reubica el margen proximal subgingival a un nivel supragingival mediante el uso de resina compuesta⁴⁷.

Esta técnica es conocida como "Proximal box elevation", y consiste en colocar una base de resina compuesta para desplazar coronalmente los márgenes proximales, para luego complementar con una técnica indirecta. Se realiza bajo aislamiento con

goma dique junto con el uso de una matriz curvada adaptada y se debe tomar previamente una radiografía de mordida para evaluar la adaptación de la resina compuesta en el área gingival⁴⁷.



Fig. 4 Sellado marginal con aplicación de matriz curvada.



Fig. 5a.

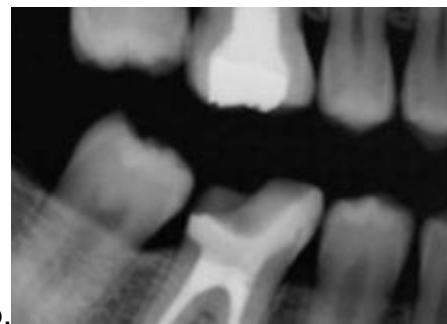


Fig. 5b.

Fig. 5a y 5b Radiografías tomadas antes y después de la aplicación de "Proximal box elevation" para sellar la dentina y elevar el margen distal del primer molar inferior. Después de la elevación, el margen fue fácilmente accesible.

Además de la elevación supragingival del margen, la resina compuesta se utiliza para sellar la dentina, reforzar las cúspides debilitadas, rellenar los socavados y proporcionar la geometría necesaria para las restauraciones de incrustaciones.

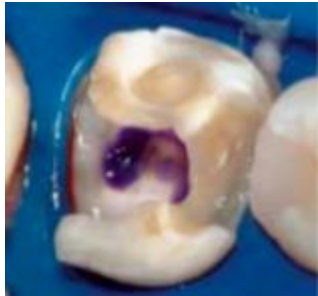


Fig. 6a.



Fig. 6b.

Fig.6. Situación clínica (a) antes y (b) después de la colocación de la matriz .

La técnica se aplica en las preparaciones cavitarias para restauraciones de incrustaciones adhesivas semi-directas e indirectas, cuando los márgenes gingivales no se pueden aislar solamente con goma dique, debido a que existe un riesgo sustancial de contaminación por hemorragia o pérdida del control de la humedad, que impide un aislamiento apropiado cuando se trata de cavidades subgingivales⁴⁶.

Algunos estudios que tuvieron como objetivo investigar si la técnica "Proximal box elevation" influiría en la calidad marginal de los inlays de resina compuesta, determinaron que una meticulosa técnica de estratificación de tres capas consecutivas de 1 mm con una resina compuesta híbrida, muestra un buen rendimiento con respecto a la calidad marginal de la dentina. Esto se debe a que permite una unión más fácil de las pequeñas porciones de resina compuesta al fondo del cajón proximal, en comparación con un procedimiento de cementación adhesivo que es más complejo, y que está bajo un alto riesgo de contaminación durante un período considerablemente más largo⁴⁷.

MICROINFILTRACIÓN EN RESINAS COMPUESTAS

Se define como microinfiltración o infiltración marginal al paso de fluidos orales, anterior del diente, por una interfaz diente-restauración no sellada. Este paso se produce en primer lugar por falta de sellado y luego, porque el espacio virtual actuará como un tubo capilar facilitando el paso de fluidos. La microinfiltración no sólo es causa de dolor postoperatorio, sino también de una nueva injuria pulpar, de la recidiva de la lesión y de un pronto desalojo de la restauración.

Con el fin de demostrar y cuantificar el grado de microinfiltración in vitro de las resinas compuestas, se han desarrollado diversas técnicas. Una de ellas es el test de penetración de colorante, en el cual se utiliza generalmente azul de metileno desde

el 0.5% al 5% de concentración. Otros tintes usados son la fucsina (0.5% y 2%) o nitrato de plata al 50%.

El tiempo que la muestra está en contacto con el tinte es tema de discusión. En un estudio previo, se estipuló que sólo 10 segundos son suficientes para que se produzca el fenómeno de capilaridad y la consecuente penetración del colorante. Sin embargo, 30 minutos es un tiempo óptimo para poder discriminar mejor hasta donde penetra el colorante en la interfase diente restauración.

Debido a la naturaleza hidrofílica de los adhesivos, un tiempo prolongado de la muestra en el medio colorante puede arrojar un falso positivo, debido a la captación de agua con colorante. En el caso de los adhesivos de autograbado, debido a la gran hidrofiliidad, este fenómeno se ve aumentado. Sin embargo, 24 horas de contacto del diente con el colorante es lo más comúnmente descrito en la literatura⁵².

Otro método comúnmente usado para medir la microinfiltración marginal in vitro es la utilización de microscopía electrónica de barrido (SEM), mediante el cual es posible cuantificar con mayor precisión la profundidad de la microinfiltración, tanto en restauraciones adhesivas directas como indirectas⁶³. Cabe destacar que este método requiere de operadores entrenados y mayor equipamiento técnico.

ADAPTACIÓN MARGINAL EN RESINAS COMPUESTAS

Las restauraciones posteriores de resina compuesta tienen varias limitaciones; la más grave ha sido la apreciable contracción de polimerización. Varios estudios han reportado una significativa fuerza tensil que se desarrolla durante la polimerización de resinas compuestas, produciendo una separación entre éstas y el diente, o en otras palabras, una desadaptación marginal. La contracción de polimerización puede originar una formación de microgrietas en el margen gingival y la formación de microfracturas en los márgenes del esmalte de una restauración. La formación de brechas entre la resina compuesta y la preparación cavitaria permite la microfiltración marginal, generando consecuencias clínicas negativas que incluyen la pigmentación como resultado de la ruptura de la unión marginal, sensibilidad postoperatoria y caries recurrente.

Existen diversos métodos para evaluar la adaptación marginal, los cuales pueden clasificarse en indirectos y directos. dentro de los indirectos se encuentra la evaluación mediante fotografías estandarizadas, y actualmente se han incorporado análisis de las mismas mediante softwares especializados, los cuales aumentan la información obtenida para el diagnóstico clínico

Otros métodos utilizados corresponden a duplicados de las restauraciones con resinas epóxicas utilizando impresiones de silicona, que facilitan un registro permanente de la condición de la restauración evaluada. Análisis más sofisticados

han utilizado microscopía electrónica de barrido para analizar las características de las restauraciones, donde aumenta la objetividad del estudio, pero también los costos de llevarlo a cabo⁵³.

Otro método de evaluación indirecta corresponde al uso de técnicas radiográficas que permiten evaluar el estado de la restauración en relación a la adaptación marginal, pero también para otros parámetros como caries secundaria y sobre contornos.

Los métodos de evaluación directos son los más utilizados y permiten evaluar las características de la restauración en el momento del examen clínico, y a diferencia de los métodos anteriores, no requiere de otros instrumentos.

En el año 2007, la FDI (Federación Dental Internacional) recomendó nuevos criterios para ser utilizados en las investigaciones clínicas⁵⁴. Los criterios fueron categorizados en tres grupos: parámetros estéticos (cuatro criterios), parámetros funcionales (seis criterios) y parámetros biológicos (seis criterios). Cada criterio puede ser expresado con cinco categorías, tres son clínicamente aceptables y dos no aceptables (Tabla 7).

Existen en la literatura diversos estudios referentes a la técnica de elevación del piso proximal en los cuales se ha medido la adaptación marginal del material restaurador a través de los métodos indirectos mencionados anteriormente, Esto es posible mediante el examen de “gaps” o “lagunas” entre las resinas compuestas y el tejido dentario, y la adaptación marginal de los márgenes cervicales reubicados con microscopía electrónica de barrido usando réplicas de la restauración hechas con resina epoxi.

OBJETIVOS

General:

- Determinar si existe diferencia en cuanto a la magnitud de microinfiltración entre una resina compuesta convencional v/s una resina compuesta bulk fill al utilizarse en restauraciones para cavidades bajo el límite cervicoamelodentinario de zonas proximales en molares humanos.

Específicos:

- Comparar el porcentaje de microinfiltración marginal en dentina en restauraciones de resina compuesta convencional y porcentaje de área de microinfiltración en restauraciones con resina compuesta bulk fill en restauraciones para cavidades bajo el límite cervicoamelodentinario de zonas proximales en molares humanos.
- Comparar adaptación marginal que se observa en dentina en restauraciones con resina compuestas convencional y con un sistema de resina bulk fill en cavidades bajo el límite cervicoamelodentinario de zonas proximales en molares humanos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. En éste se estudió la microinfiltración entre una resina Bulk-Fill (Filtek® Bulk Fill, 3M/ESPE®) y una resina compuesta convencional (Filtek™ Z250 3M/ESPE®).

1) **Diseño de estudio:**

Corresponde a un estudio comparativo, diseño experimental in vitro.

2) **Hipótesis:**

No hay diferencias en la magnitud de microinfiltración de restauraciones de resina compuesta Bulk-fill (Filtek® Bulk Fill, 3M/ESPE®), comparadas con restauraciones de resina compuesta convencional (Filtek™ Z250 3M/ESPE®). en la técnica de levantamiento de piso proximal.

3) **Variables a examinar:**

	VARIABLE	CLASIFICACIÓN	DEPENDENCIA	CATEGORIA/ UNIDAD DE MEDIDA
	Sistema de resina A	Cualitativa nominal	Independiente	Sistema de resina Bulk Fill Filtek Bulk Fill, 3M ESPE
	Sistema de resina B	Cualitativa nominal	Independiente	Sistema de resina convencional Filtek z250, 3M ESPE
	Microinfiltración	Cuantitativa continua	Dependiente	% área microinfiltrada
	Adaptación	Cualitativa ordinal	Dependiente	A: adaptado B: Escalón positivo C: Escalón negativo
	Técnica de aplicación	Cualitativa nominal	Covariable	Monobloque Incremental

Tabla IV. Variables

a) MICROINFILTRACIÓN

Variable tipo cuantitativa ordinal (se midió en % de área)

Definición conceptual: Filtración de orden micrométrico que se produce entre la capa híbrida y la dentina.

Definición operacional: Medida a través un programa computacional que calcula el área de microinfiltración, mediante una fotografía de la muestra, observada en una lupa estereoscópica.

b) ADAPTACIÓN:

Variable tipo cualitativa nominal se medirá con una escala visual explicada más adelante.

Definición conceptual: Grado de proximidad y encadenamiento de los materiales de relleno a la pared de la cavidad de un diente.

Definición operacional: Continuidad entre el contorno dentario y la restauración, medida a través de parámetros mediante una escala visual.

Evaluación/ Parámetros	Adaptación marginal
1. Clínicamente excelente	1. Línea armónica sin separaciones ni líneas blancas o descoloridas
2. Clínicamente aceptable (después de corregir puede ser muy buena) No requiere tratamiento	2.1 Espacio marginal (<150um) líneas blancas 2.2 Pequeña fractura marginal removible con pulido 2.3 Leve brecha, irregularidades menores
3. Clínicamente satisfactorio (alteraciones menores sin efectos adversos, ajustables sin dañar al diente)	3.1 Brecha <250um no removible 3.2 Varias fracturas marginales pequeñas 3.3 Irregularidades mayores, escalones o brechas
4. Clínicamente insatisfactorio (reparar por razones preventivas)	4.1 Brecha >250 um dentina/base cavitaria expuesta 4.2 Escalón severo o fractura marginal 4.3 Amplias irregularidades o escalones (reparación es necesaria)
5. Clínicamente pobre (necesita reemplazo)	5.1 Restauración ha perdido la adaptación (completa o parcial) pero in situ. 5.2 Gry es espacios o irregularidades generalizadas

Tabla V Criterios de evaluación FDI para adaptación marginal (Hickel, Peschke y cols 2010)

4) **Población y unidad de estudio. Cálculo y selección de la muestra**

Se utilizaron dientes humanos correspondientes a terceros molares, cuya indicación de extracción era quirúrgica u ortodóncica. Las muestras fueron reclutadas en servicios de Cirugía Maxilofacial de la región, a través de un Formulario de Consentimiento Informado entregado a los pacientes para autorizar voluntariamente la donación de dientes.

Cálculo tamaño muestral

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times S^2}{d^2}$$

Donde:

$$Z_{\alpha} = 1,645$$

$$Z_{\beta} = 0,842$$

$$S^2 = 1,17$$

$$d^2 = 0,3025$$

$$n = 48$$

Los datos iniciales fueron obtenidos del estudio de Domínguez 2014. Aplicando la fórmula de contraste de hipótesis para dos medias, con un nivel de significancia de 95% y una potencia de 80%, se obtiene un resultado de n=48 dientes para cada grupo de experimentación.

Criterios de inclusión: Los potenciales fueron contactados de manera directa en la sesión previa a la exodoncia de los terceros molares

1. Terceros molares humanos íntegros, sin caries, ni obturaciones.

2. Terceros molares humanos obtenidos y mantenidos en condiciones óptimas hasta ser ocupados durante un período máximo de 3 meses.

Criterios de exclusión:

1. Terceros molares con fracturas coronarias o radiculares producidas en el procedimiento de extracción.
2. Terceros molares humanos mantenidos en medios de conservación no indicados o inapropiados para estudios de tejido.
3. Terceros molares con anatomía anómala que no califique para hacer cavidades estandarizadas.

Se utilizó una muestra de 48 terceros molares humanos sanos, obtenidos por indicación de exodoncia bajo consentimiento informado (almacenados por un plazo no mayor a 3 meses).

Estos fueron almacenados en cloruro de sodio al 0,9% en un recipiente debidamente rotulado y hermético y refrigerados a -4°C para mantener su hidratación hasta ser utilizados en la etapa experimental.

Previo a la parte experimental se realizó una desinfección con timol al 5%, y luego una profilaxis, donde la corona se limpiará con una suspensión de piedra pómez fina en agua, aplicada con escobilla de copa dura, y la zona radicular con scaler y curetas estandarizadas para el retiro de ligamento periodontal residual.

Se prepararon los molares sellándolos apicalmente con cianocrilato y posteriormente fueron montados individualmente en una base de yeso piedra, para realizar el tallado de cavidades y su posterior restauración.

La **etapa experimental** constó de seis sub-etapas principales:

- a) Tallado de dos cavidades clase II en cada diente (OM y OD).
- b) Restauración de cavidades.
- c) Inmersión en nitrato de plata coloidal al 50%.
- d) Corte de las muestras.
- e) Evaluación de la Microinfiltración.

Calibración

Con el fin de calibrar a los operadores, se realizó un estudio piloto inicial para seleccionar al operador más hábil en la ejecución de las etapas a, b y d (ya que

requieren de suma precisión), tras compararlos con un Gold Standard (docente Cátedra Operatoria dental). Para cada etapa se eligió al operador más hábil, y posteriormente los 3 operadores participaron en la etapa de medición del grado de microinfiltración.

Etapa experimental

a) Tallado de dos cavidades clase II en cada diente

En cada diente seleccionado se realizaron 2 cavidades clases II, en las caras mesial y distal en toda la muestra seleccionada. Para esto se utilizó una piedra de diamante troncocónica punta redonda 025 de alta velocidad, siendo esta refrigerada con agua (cada 6 cavidades la piedra fue cambiada por otra nueva). La cavidad en sentido cervico oclusal es de tal dimensión que el piso de esta se ubicó a 2 mm debajo de la línea amelo cementaria (LAC), 4 mm en sentido vestibulo-palatino/lingual y 1,5 mm en sentido mesio distal.

Previamente las cavidades fueron marcadas con marcador permanente fino, a modo de guía sobre la zona proximal del diente. El margen gingival de la cavidad se ubicó 2 mm debajo de la línea amelo cementaria y el borde cavo superficial fue preparado en 90°.

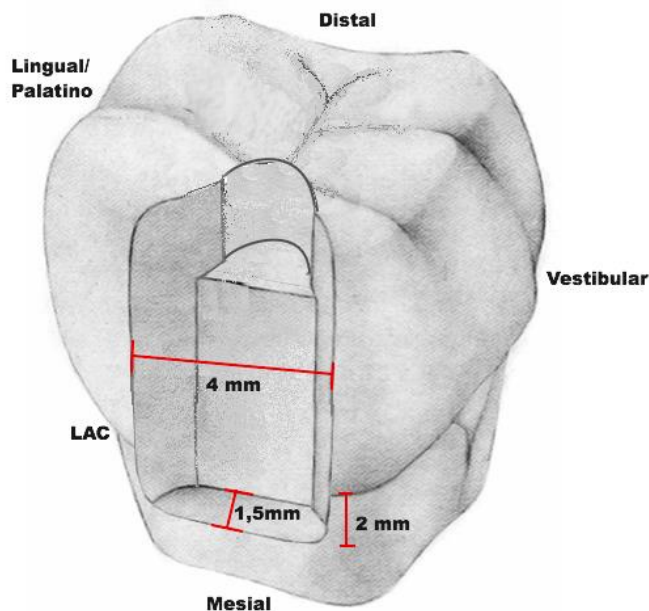


Fig.7 Preparación cavitaria



Fig. 8. Preparación cavitaria real.

Luego de la preparación cavitaria los dientes fueron sumergidos en agua destilada a temperatura ambiente hasta su restauración, por un plazo no mayor a 3 meses.

b) **Restauración de cavidades**

En una siguiente etapa se procedió a la restauración de las cavidades mesial y distal, lo cual fue realizado por un mismo operador previamente calibrado. En cada una de las restauraciones, se realizó la aplicación del grabado ácido con ácido fosfórico al 37% (Dentsply) durante 20 segundos, se enjuaga con agua durante 20 segundos, y se eliminó el exceso de agua de la superficie de la dentina. Luego se procedió a la aplicación de dos capas de sistema adhesivo (Singlebond Universal, 3M), y su posterior fotopolimerización según indicaciones del fabricante (Tabla VI).

Se definieron 2 grupos:

Grupo 1 (control positivo): 48 terceros molares restaurados resina compuesta convencional, utilizando técnica incremental (bloques de 2 mm) (Filtek Z250, 3M ESPE)

Grupo 2: 48 terceros molares restaurados con resina compuesta Filtek Bulk fill utilizando técnica monoincremental (bloque de hasta 5 mm) (3M ESPE).

Material	Protocolo de aplicación
Ácido Ortofosfórico 37% Scotchbond™ Universal Etchant 3M ESPE / EE.UU	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicar 20 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina. ● Enjuagar por 20 segundos. ● Retirar el exceso de agua aplicando un chorro de aire suave, dejando el diente húmedo.
Adhesivo Singlebond Universal 3M ESPE / EE.UU	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizando un tip saturado con el adhesivo para cada capa, aplicar 2 capas consecutivas de adhesivo en las superficies de esmalte y dentina grabadas, frotando por 20 segundos. ● Secar con un chorro suave de aire de 2 a 5 segundos y fotopolimerizar por 10 segundos.
Composite Filtek z250 3M / EE.UU	<ul style="list-style-type: none"> ● Colocar el material en incrementos menores a 2.5 mm. Fotopolimerizar cada capa durante 20 segundos
Composite Filtek Bulkfill 3M / EE.UU	<ul style="list-style-type: none"> ● Colocar el material en un incremento de hasta 5 mm. ● Fotopolimerizar 10 segundos por oclusal. Retirar la matriz y polimerizar 10 segundos por vestibular y 10 segundos por lingual.

Tabla VI. Protocolos de aplicación de los materiales restauradores a utilizar

Posteriormente los dientes fueron restaurados con incrustaciones estéticas semi-indirectas, mediante una impresión con alginato de las cavidades, luego vaciadas con silicona por condensación liviana, donde sobre este modelo se realizó la incrustación estética con resina compuesta Filtek Z350 A2 body, que fue cementada con cemento Relyx U200 (3M).

Luego los dientes fueron cubiertos con una capa delgada de esmalte de uñas, con el fin de minimizar futuros problemas en la interpretación de los datos, debido a que las muestras fueron sometidas a cortes bajo flujo de agua con lo que se podría arrastrar colorante al interior de los cortes, por lo que se intentó reducir al mínimo la cantidad de colorante al momento de realizarlos.

d) *Inmersión en solución de nitrato de plata al 50%:*

Luego de este proceso las muestras fueron inmersas en una solución Nitrato de Plata coloidal al 50%, que será preparado de la siguiente forma:

Se Disolvió 25 gr de nitrato de plata en 25 ml de agua desmineralizada. Se llevó a 50 ml con agua destilada. El pH debió estar aproximadamente en 9,5. Se almaceno en un recipiente de vidrio ámbar y se cubrió con papel aluminio. Las muestras fueron inmersas en esta solución por 24 horas a 37°C en completa oscuridad. Una vez transcurrido este período las muestras fueron lavadas con agua destilada por 1 minuto y luego se sumergieron en solución reveladora de radiografías (Kodak GBX®, Eastman Kodak Company, Nueva York, EE.UU.) por 8 horas expuestas a una luz fluorescente.



Fig. 9 Dientes luego de ser sometidos a tinción, montados previo al corte.

d) **Corte de las muestras:**

Una vez concluida la preparación de la muestra con la tinción, fueron fijadas nuevamente a un portamuestra para ser cortadas. Cada diente fue seccionado sagitalmente en sentido mesiodistal en relación al eje mayor del diente mediante un disco diamantado con una cortadora Isomet de baja velocidad (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff IL, EE.UU.). Luego se lijo cada corte con lija al agua grano 500 y 1200, en movimientos circulares y presión constante.

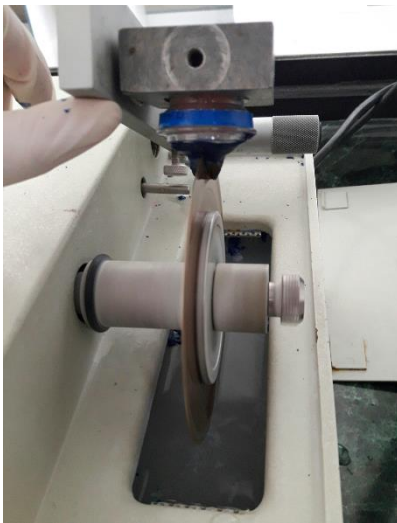


Fig 10. Corte de muestras.



Fig. 11 Muestra para análisis.

e) **Evaluación de microinfiltración:**

Tras la realización del corte se retiraron del portamuestra, para luego analizar la penetración del colorante bajo **lupa estereoscópica** a un aumento de 10x y 40x respectivamente y donde se tomó una fotografía digital como registro para su posterior análisis a través de un programa para análisis de imágenes (Image J), obteniendo el % de superficie infiltrada.

Al finalizar este proceso la zona dental expuesta en las muestras fueron recubiertas totalmente por acrílico transparente de autocurado, para contribuir a fijar el

excedente de colorante.

RESULTADOS

Los datos recolectados fueron tabulados en el programa Microsoft Excel 2010, obteniéndose una base de datos, que luego fue trasladada al programa Stata 13. Se calcularon valores de medidas de tendencia central y dispersión a través de análisis estadísticos descriptivos. Posteriormente se aplicó el test de normalidad Shapiro Wilks, lo que arrojó que los datos no tenían una distribución normal al obtenerse (p valores= 0.00049 y 0,02622) Debido a ello, se aplicó la prueba estadística no paramétrica Test Mann Whitney, para analizar diferencias de medianas con significancia $p > 0,05$. (Tabla 11). El test de Mann Whitney, que implica la sumatoria de rangos para ambos tratamientos, arrojó un p valor > 0.05 (p valor = 0.6848), por tanto no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a microinfiltración entre resinas compuestas Bulk fill y resinas compuestas convencionales en la técnica restauradora para cavidades bajo el límite amelodentinario de zonas cérvico proximales.

Análisis descriptivo

Resina	Media	sd	mediana	p75	cv	P valor
<i>Bulkfill</i>	0.286	0.328	0.141	0.521	1.146	0.00049
<i>Convencional</i>	0.331	0.352	0.249	0.629	1.066	0.02622
<i>Total</i>	0.308	0.339	0.191	0.542	1.100	

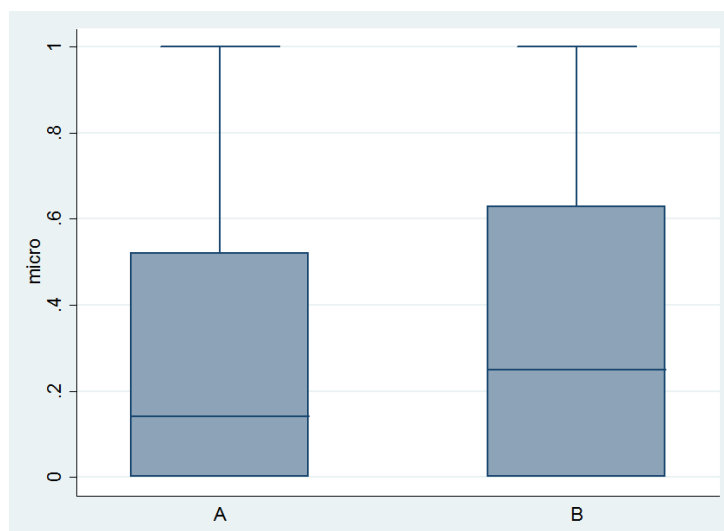
Tabla VII. Valores estadísticos descriptivos

En la tabla N^oVII se observa que la media para las resinas bulkfill es de un 28,6% y para las resinas convencionales de un 33,1%.

En cuanto a la desviación estándar para las resinas Bulkfill fue de un 32,8% y para las resinas convencionales de un 35,2%.

La mediana de las resinas bulkfill fue de un 14,1%, mientras que para las convencionales de un 24,9 %.

El coeficiente de variación para las resinas bulkfill fue de un 1,14 y para las resinas convencionales de 1,06 lo que nos indica que existe gran heterogeneidad de los



datos.

Fig 12: Gráfico de cajas y bigotes de microinfiltración

En la figura 12, se observa grafico de cajas y bigotes donde para resinas bulkfill el 50% de los datos se concentró entre 0 y 14% de microinfiltración y para la resina convencional el 50% de los datos se concentró entre 0 y 24%.

	Filtek Bulkfill	Filtek z250	Total
0 - 25%	29,17%	25%	54,17%
25 - 50%	7,29%	11,46%	18,75%
51 - 75%	8,33%	5,21%	13,54%
76 - 100%	5,21%	8,33%	13,54%

Tabla VIII. Frecuencia de Microinfiltración por Resina.

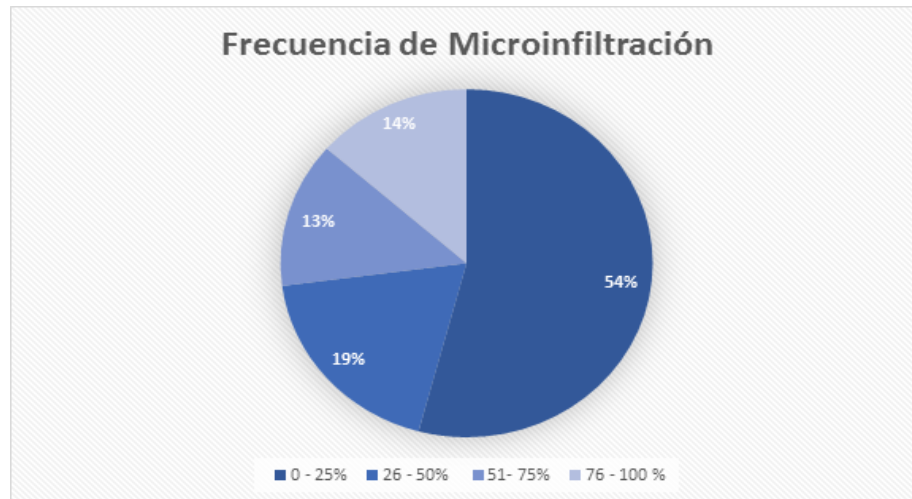


Fig 13. Gráfico de frecuencia de microinfiltración de ambas resinas.

En la tabla VIII, se observa que ambas resinas se infiltraron con mayor frecuencia en el rango de 0- 25%.

En el rango de 76- 100% la resina Filtek z250 se microinfiltró en un 8,33% y la resina Filtek Bulk Fill en menor frecuencia en un 5,21% del total de la muestra.

DISCUSIÓN

Tras finalizar la etapa experimental, el principal hallazgo del presente estudio es que entre ambos sistemas de resinas estudiados, tanto en la resina Filtek Z250 como en la resina Filtek Bulk Fill no hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto a magnitud de microinfiltración en restauraciones por debajo del límite amelodentinario a nivel de zonas cérvico proximales, realizadas en igualdad de condiciones.

Se accedió a un tamaño muestral aceptable para el estudio, cada etapa de ésta investigación fue realizada por un operador debidamente calibrado. Además se utilizó un método objetivo para la evaluación de la microinfiltración. Ésta, generalmente se evalúa mediante una puntuación numérica de la penetración del colorante en la interfase diente-restauración en una escala visual con valores de 0 a 3, lo que se ve influenciado por la capacidad del operador, asociándose a una poca confiabilidad entre examinadores⁵⁸. Para evitar este problema, en este estudio, la microinfiltración fue evaluada mediante porcentaje de área, que se calculó con la ayuda de un software de análisis de imágenes (Image J). La longitud del cajón cérvico-proximal en la interfase resina-dentina fue medida en milímetros, el software calculó la cantidad de tejido infiltrado, y luego se calculó el porcentaje de microinfiltración.

Además los métodos más frecuentemente utilizados para los estudio de microfiltración in vitro incluyen la tinción de la interfase con diferentes sustancias, como fucsina, azul de metileno, rodamina, eritrosina, eosina, marcadores radioactivos (CaCl_2), nitrato de plata, penetración bacteriana y movimientos hidrodinámicos medidos con aparatos especiales

La tinción de azul de metileno, es de fácil preparación y manipulación, además es la segunda tinción más frecuentemente utilizada en estudios de microfiltración. Sin embargo, presenta serios problemas técnicos, ya que se produce la disolución y remoción del azul de metileno al momento de desgastar con refrigeración las muestras de prueba, lo cual podría resultar en una subestimación de la microfiltración. Este problema no se presenta al utilizar nitrato de plata, dado que éste se reduce a granos metálicos de plata al ser expuesto a la solución reveladora y por lo tanto, no es hidrosoluble. Otra razón para la utilización de nitrato de plata como tinción, es que éste ha sido aceptado como método para cuantificar microfiltración y nanofiltración⁵⁵. Esto se debe a que el tamaño del ión de plata es muy pequeño (0,059 nm de diámetro) si se le compara con el tamaño promedio de una bacteria (0,5-1,0 μm). Este pequeño tamaño implica que su aplicación como tinción para evaluar la interfase diente-sellante sea una prueba bastante más rigurosa en comparación a otros tipos de tinciones como, por ejemplo, la de azul de metileno, cuyo diámetro corresponde a 1,2 nm⁵⁶.

El nitrato de Plata coloidal 50% (pH: 14) que se sugiere utilizar es del tipo amoniacal, debido a que el pH del nitrato de plata amoniacal es básico, a diferencia del pH del nitrato de plata que tiene un pH 4.5, lo que podría crear microporosidades en la superficie del esmalte, dando falsos positivos ⁵⁷.

A la luz de los resultados, al no haber diferencias en la magnitud de microinfiltración entre ambas resinas en restauraciones bajo el límite amelodentinario en zonas cérvico-proximal, se puede inferir que se podría utilizar una u otra de las resinas estudiadas para la técnica de levantamiento de piso cérvico-proximal, pero debido a que las resinas Bulk Fill posee las siguientes cualidades: menor tiempo clínico utilizado y ejecución menos compleja de la técnica, podría ser más ventajosa para estos casos.

En un estudio previo se comparó la microfiltración en cemento y dentina para tres sistemas de resina compuesta en cavidades clase II, donde ninguno de los materiales aplicados eliminó completamente la microinfiltración marginal ⁵⁹. Otros investigadores analizaron la microfiltración marginal bajo microscopía electrónica de barrido, en un estudio que comparó tres resinas compuestas, con sus sistemas adhesivos, obteniendo también presencia de microinfiltración ⁶⁰.

Éstos y otros estudios evidencian la presencia de microinfiltración marginal, independiente de la técnica restauradora, la consistencia de las resinas compuestas, el mecanismo de adhesión seleccionado y la técnica de polimerización utilizada. La presente investigación no es la excepción, ya que se observó un grado de microinfiltración marginal similar para ambos sistemas de resina compuesta utilizados tanto la resina convencional como la resina Bulk Fill.

Jang JH. y cols (2014) ⁶² midió la profundidad y contracción de curado de tres sistemas de resinas de técnica monoincremental, factor que influye de manera importante en la microinfiltración, dentro de los cuales se encontraba una resina compuesta Bulk Fill de alta viscosidad, en comparación a una resina compuesta fluida convencional. El estudio evidenció un curado adecuado frente a incrementos de 4 mm para los dos sistemas de resinas monoincrementales fluidas, sin embargo, para la resina Bulk Fill de alta viscosidad, no se obtuvo un grado de polimerización aceptable y su grado de contracción de polimerización fue similar al de los sistemas de resinas convencionales. Esto podría relacionarse con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se observa un grado de microinfiltración de similar valor para ambos tipos de resina, considerando que la resina monoincremental Filtek Bulk

Fill utilizada es de similares características al sistema de resina Bulk Fill de alta viscosidad analizado en aquella investigación.

Por otro lado actualmente, el conocimiento válido de la técnica “proximal box elevation” se sustenta en estudios in vitro; no obstante, existen investigaciones que indican que la utilización de resinas compuestas fluidas parece ser una opción de tratamiento válida, representando una nueva alternativa para mejorar la adaptación marginal y la microinfiltración de las restauraciones en la técnica de este estudio, por lo que sería interesante considerar este tipo de resinas en nuevas investigaciones.

Otra razón por la cual utilizarlas en un futuro es que existen estudios que avalan un mejor desempeño con respecto a la eficiencia de polimerización de las resinas Bulk Fill fluidas en comparación con los resinas Bulk Fill de alta viscosidad ⁶¹, pudiendo influir positivamente en el grado de microinfiltración. Scotti y cols. (2014) ⁵⁸ realizaron un estudio donde se comparó la microfiltración en esmalte y dentina entre los sistemas de resina Venus Diamons (Heraeus Kulzar, Hanau, Germany), Venus Diamond Flow (Heraeus Kulzar, Hanau, Germany) y Surefil SDR flow (Dentsply, York, PA, USA) en cavidades clases II (de 2x2x2 mm) antes y después de realizarse un envejecimiento artificial, resultando que la resina Bulk Fill demostró menor microinfiltración marginal en dentina comparado con la resina nanohíbrida de alta viscosidad.

Es necesario evaluar la variable adaptación marginal para los dos tipos de resina compuesta utilizadas, sin embargo en esta investigación no se pudo evaluar, ya que requiere mayor tiempo para desarrollarla, al igual que otros factores como la profundidad de curado, el tamaño de posibles brechas marginales, etc. Se presentaron otras limitaciones como la imposibilidad de recrear completamente las condiciones clínicas reales, donde juegan un rol importante en la calidad de esta técnica, la posición del diente en la arcada, las relaciones de contacto, el manejo de tejidos, entre otras, lo que se podría considerar en investigaciones futuras utilizando una arcada que simule la situación clínica real y/o realizar un estudio prospectivo aplicando esta técnica en pacientes y controlándolos en el tiempo.

CONCLUSIÓN

Tras la realización del presente estudio se puede concluir:

- 1) Los valores de porcentaje de área microinfiltrada de ambas resinas utilizadas (Filtek Bulk Fill y Filtek Z250), para la técnica de levantamiento de piso cérico proximal en este estudio, no tuvieron una diferencia estadísticamente significativa.
- 2) Es necesario realizar estudios posteriores en los que se evalúe la adaptación marginal de estas resinas en la técnica de levantamiento del piso cérico proximal al igual que el grado y profundidad de polimerización.
- 3) A lo largo de los años se han ido evaluando nuevas técnicas y elaborando nuevos materiales con el fin de poder eliminar el proceso de la microinfiltración de las resinas compuestas, pero a pesar de todos los esfuerzos de los fabricantes, no se ha podido confeccionar una resina compuesta que no tenga microinfiltración.
- 4) La microinfiltración es un fenómeno que siempre estará presente, desde el tiempo 0 en que se realiza la restauración, como se dijo anteriormente ha sido imposible eliminar este fenómeno del todo, pero si existe la posibilidad de modificar factores para disminuirla al máximo, por lo tanto es necesario tener conocimientos de estos para así aplicar estrategias o técnicas que nos permitan hacerlo y así asegurar un mejor comportamiento de la restauración a futuro.

RESUMEN

Introducción: En la literatura existe mucha información sobre el comportamiento clínico de resinas compuestas convencionales y bulk fill, pero no existe evidencia que indique si existe una diferencia en su comportamiento en cavidades bajo el límite amelodentinario de zonas cérvico proximales.

Objetivos: Comparar el porcentaje de microinfiltración y el nivel de adaptación marginal en restauraciones de resina compuesta convencional y resina compuesta bulk fill en restauraciones para cavidades bajo el límite amelodentinario de zonas cérvico-proximales en molares humanos.

Materiales y métodos: Se utilizaron 48 terceros molares humanos íntegros, extraídos por indicación quirúrgica u ortodóncica. Posteriormente, se realizó en cada diente una cavidad mesial y otra distal a 2 mm bajo el LAC, y luego un levantamiento del piso cervical con resina bulk fill y resina convencional en cada cavidad. Las muestras fueron restauradas con incrustaciones semi-directas, inmersas en una solución de Nitrato de Plata coloidal al 50% por 24 hrs a 37°C y cortadas en sentido mesiodistal. Se analizó la penetración del colorante bajo lupa estereoscópica y se tomó una fotografía digital analizada con el software Image J, obteniendo el % de superficie infiltrada.

Resultados: No existe diferencia estadísticamente significativa en el grado de microinfiltración entre la resina Filtek Z250 y Filtek Bulk Fill (p valor = 0,68).

Discusión: Al no haber diferencias en la magnitud de microinfiltración entre ambas resinas en cuanto a magnitud, podría utilizarse cualquiera ellas para la técnica de levantamiento de piso cérvico-proximal, pero debido a las cualidades de las resinas Bulk Fill como menor tiempo clínico y técnica menos compleja, podría ser más conveniente su uso.

Conclusión: Entre ambas resinas utilizadas (Filtek Bulk Fill y Filtek Z250) no hubo una diferencia significativa en cuanto a la magnitud de microinfiltración.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Dietrich T, Kraemer M, GM Losche, y Roulet .Integridad marginal de gran compómero Clase II restauraciones con márgenes cervicales en la dentina Journal of Dentistry (2000) 28 (6) 399 - 405.
- 2) Da silva, D. Influence of Proximal Box Elevation on Bond Strength of Composite Inlays. Clin Oral Investig. 2016;21(1): 247-254.
- 3) Kielbassa, A.M,; Phillip, F.: Restoring proximal cavities of molars using the proximal box elevation technique: Systematic review and report of a case. Quintessence Int. 2015 Oct;46(9): 751-64.
- 4) V Müller et al. Influence of Proximal Box Elevation Technique on Marginal Integrity of Adhesively Luted Cerec Inlays. Clin Oral Investig. 2016 Aug; 21 (2), 607-612.
- 5) Czasck P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. Clin Oral Invest DOI 10.1007/s00784-012-0702-8 (2012).
- 6) Phillips R.W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 15 p.401
- 7) Loguercio, A.D. Resinas compuestas. Editorial Santos. Materiales Dentales Directos - de los Fundamentos a la Aplicación Clínica. Brasil: ; 2012. p. 137.
- 8) Reis, A. Resinas compuestas. Editorial Santos. Materiales Dentales Directos - de los Fundamentos a la Aplicación Clínica. Brasil: ; 2012.
- 9) Phillips R.W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 15 p.401
- 10) Malhotra N, Mala K, Acharya S. Resin-based composite as a direct esthetic restorative material. Compend Contin Educ Dent 2011; 32(5): 14-23
- 11) Phillips R.W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 14 p.402.
- 12) Schneider LF., Cavalcante LM., Silikas N. “Shrinkage Stresses Generated during Resin-Composite Applications: A review”. J Dent Biomech. 2010.
- 13) Stansbury J., Bowman C. “The progress in development of dental restorative material”. Material Matter. 2010. 5.3, 73
- 14) Phillips R.W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima edición.

- Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 14 p.403.
- 15) Stansbury J., Bowman C. "The progress in development of dental restorative material". *Material Matter*. 2010. 5.3, 73.
 - 16) Phillips R.W. "La Ciencia de los Materiales Dentales". Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 14 p.403-404.
 - 17) R. Van Noort. *Introduction to dental materials*. Elsevier. London, UK. 3a ed. 2007.
 - 18) Phillips R.W. "La Ciencia de los Materiales Dentales". Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 14 p.415-16
 - 19) Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dent Mater* (2010), DOI:10.1016/j.dental.2010.10.020.
 - 20) R. Van Noort. *Introduction to dental materials*. Elsevier. London, UK. 3a ed. 2007.
 - 21) Senawongse P., Pongprueksa P. (2007) Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *J Esthet Restor Dent*; 19: 265-275.
 - 22) Corral, C, Vildósola, P, Fernández, E, Bersezio, C. Revisión de Literatura del Estado Actual de Resinas Compuestas Bulk-Fill. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquía*. 2015;27(1): 177-196.
 - 23) Dentsply. SureFil SDR flow: posterior bulk fill flowable base [internet]. Milford: DENTSPLY; 2011.
 - 24) Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38(6): 618-625).
 - 25) Available from: <https://www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/17021/Tetric+EvoCeram+Bulk+Fill>. [Accessed 31 July 2017]
 - 26) Available from: <https://www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/17021/Tetric+EvoCeram+Bulk+Fill>. [Accessed 31 July 2017]
 - 27) De Souza FB, Guimaraes RP, Silva CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. *Quintessence Int*. 2005;36:41.
 - 28) Suzuki S. Does the wear resistance of packable composite equal that of dental amalgam?. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:355-65.
 - 29) Albers HF. Resin Polymerization. In: Albers HF ed. *Tooth-colored restoratives. Principles and techniques*. London: BC Decker In 9ªEd.2002.p.81-110.
 - 30) Astorga C., Bader M., Baeza R., Ehrmantraut M., Rivera C., Vergara J. *Texto De Biomateriales Odontológicos*. Primera edición. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1996. Tomo I y II.
 - 31) Bowen RL. Properties of silica reinforced polymer for dental restoration. *J Am Dent Assoc* 1963;66:57-64.
 - 32) Stansbury JW. *Curing Dental Resins and Composites by Photopolymerization*.

- J Esthet Dent 12: 300-308,2000.
- 33)Caetano N., Grover V., López B., Susin A. Influencia de la Fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. Acta Odontológica Venezolana. 2008. Vol 46 n°3
 - 34)Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. Dental Materials (2005) 21, 962-970.
 - 35)Moraes RR, Goncalves LS, Lancelotti AC. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? Operative dentistry, 2009, 34-5, 551-55).
 - 36)Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. A Review of Polymerization Shrinkage Stress: Current Techniques for Posterior Direct Resin Restorations. J Contemp Dent Pract 2006 September;(7)4:079-088.
 - 37)Lopes G. et al. "Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives". Quintessence Int. 33: 213-224. 2002.
 - 38)Pfeifer S, Friedl KH, Hiller KA, Schneider A, Schmalz G. Efficiency of LED and Halogen Polymerization in composite restorations. J Dent Res. 2002; abs:3974).
 - 39)Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. A Review of Polymerization Shrinkage Stress: Current Techniques for Posterior Direct Resin Restorations. J Contemp Dent Pract 2006 September;(7)4:079-088.
 - 40) Scorri N, Comba A, Gambino A, Palomino DS, Alovise M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. Eur J Dent. 2014; 8(1): 1-8.
 - 41)Sabbagh J. Sistema SonicFill™: un planteamiento clinico. Kerr news: your practice is our inspiration.
 - 42)Jackson R. Colocación de composite en piezas posteriores: una nueva técnica, eficiente y práctica. Kerr news: your practice is our inspiration).
 - 43)Nazarian A. La simplificación de las restauraciones directas con Composite. Sybron Dental Especialties Kerr.
 - 44)Juneja R, Duhan J, Tewari S, Sangwan P, Bhatnagar N. Effect of blood contamination and decontamination protocols on acetone-based and ethanol-based total etch adhesive systems. J Esthet Restor Dent 2014;26:403–416
 - 45)Czasch, P, Ilie, N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. Clin Oral Investig. 2013 Jan;17(1227-35): 227-35
 - 46)Ivoclarvivadentes. [Online]. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.es/zoolu-website/media/document/29696/Special Edition - Tetric EvoCeram Bulk Fill - Dr- Eduardo Mahn.> [Accessed 30 July 2017].
 - 47) Lally, U. Restoring class II cavities with composite resin, utilising the bulk filling technique. J Ir Dent Assoc. 2014 Apr-May;60(2): 74-6.
 - 48)Christensen, J. Advantages and Challenges of Bulk-Fill Resins. Clinicians

- Report. 2012 Jan;5(1): 1-6.
- 49) Benetti, A.R. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015;40(2): 190-200.
 - 50) Roggendorf MJ, Krämer N, Dippold C, Vosen VE, Naumann M, Jablonski-Momeni A, Frankenberger R (2012) Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. *J Dent* 40:1068–1073
 - 51) Hajtó J, Krämer N, Naumann M, Koch A, Roggendorf MJ (2013) Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of ceramic inlays in vitro. *Clin Oral Investig* 17:177–183
 - 52) Ernst CP, Galler P, Willershausen B & Haller B (2008) Marginal integrity of Class V restorations: SEM versus dye penetration *Dental Materials* 24(3) 319-327.
 - 53) Soares, C, Celiberto, L, Dechichii, P. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays – SEM and stereomicroscopic evaluation. *Braz oral res* .2005;12(4)
 - 54) Hickel, R., J. F. Roulet, y cols. (2007). "Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98--FDI World Dental Federation study design (Part I) y criteria for evaluation (Part II) of direct y indirect restorations including onlays y partial crowns."
 - 55) Pardi, V. In Vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit-and-fissure sealants. *Braz Dent J*. 2016;17(1): 49-52
 - 56) Ganesh , M, Shobha , T. Comparative evaluation of the marginal sealing ability of Fuji VII and Concise as pit and fissure sealants. *J Contemp Dent Pract*. 2007;8(4): 8-10.
 - 57) Tay F, Pashley D, Yoshiyama M. Two Modes of Nanoleakage Expression in Single-step Adhesives. *J Dent Res* 2002; 81(7): 472-476.
 - 58) (Scotti N, Comba A, Gambino A, Paolino DS, Alovise M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *Eur J Dent* 2014;8:1-8.)
 - 59) Narayana, V. Assessment of Microleakage in Class II Cavities having Gingival Wall in Cementum using Three Different Posterior Composites. *J Int Oral Health*.2014;6(35-41)
 - 60) Alb C, y cols. "In vitro testing of an experimental dental composite resin and adhesive system." *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*, 2010. Volume114, Issue 1, Pages 227-232.
 - 61) Figueredo , A, Vestphal, M, Do amaral, R. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz oral res*. 2017;31(1807-3107)

- 62) Jang JH y cols. "Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of BulkFill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin." Operative Dentistry In-Press, 2014.
- 63). Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs. etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. Dent Mater 2005;21:397–412.

ANEXOS

ANEXO 1: CARTA ACEPTACIÓN COMITÉ DE REVISIÓN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN FACULTAD ODONTOLOGÍA UV

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación

Valparaíso, 05 de Abril de 2017

Sr.

Prof. Dra. Daniela Lorca

Presente

De nuestra consideración:

Se realizó la evaluación de su Proyecto de Investigación titulado Estudio comparativo IN VITRO, de microinfiltración entre resinas compuestas Bulk Fill y convencionales, en la técnica “proximal box elevation”, no encontrándose reparos desde el punto de vista metodológico. Presenta, además, los antecedentes necesarios para su evaluación ética. Por tanto, esta Comisión considera que puede presentarlo al Comité Ético-Científico y al Comité de Bioseguridad de la Universidad.

Atentamente,

Prof. Dr. Ricardo Moreno Silva
Presidente
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación
Facultad de Odontología

ANEXO 2: ACTA DE APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS DE LA UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO, CEC-UV



Comité Ético-Científico
Universidad de Valparaíso
CEC-UV

Valparaíso, 17 de agosto de 2017.

Estimada Investigadora:

Justo por saludar, nos dirigimos a usted para comunicarle la resolución del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Valparaíso CEC-UV, en relación a su proyecto CEC150-17 "Estudio comparativo IN VITRO, de microinfiltración entre resinas compuestas convencionales y resinas Bulk Fill, en la técnica "Levantamiento de piso carelocoproximal"" presentado para revisión.

Después de haber sido analizado en sesión ordinaria del día 01 de Agosto de 2017, el Comité de Ética Científica de la Universidad de Valparaíso, ha aprobado su protocolo y consentimiento informado. En esta comunicación usted está recibiendo los siguientes documentos:

ACTA DE APROBACIÓN: Debe conservarla ya que le será requerido durante el seguimiento del estudio, y deberá mencionarla en las publicaciones originadas por su proyecto. Esta acta sólo da cuenta de la aprobación del estudio presentado, pero en caso de cualquier enmienda o variación de su protocolo, este Comité debe ser informado en forma inmediata.

CONSENTIMIENTO INFORMADO APROBADO: Debe fotocopiarse o reimprimirse y foliarse. Este consentimiento sólo es válido con el timbre del Comité de Ética y así le será requerido en caso de seguimiento del proyecto. Se le recuerda que según la ley vigente, todo consentimiento debe contener además la firma de la persona encargada del lugar donde se realiza la investigación.

RESPONSABILIDADES DEL INVESTIGADOR: Debe firmar su recepción. Le rogamos leerlas cuidadosamente, ya que debe cumplirlas en todo momento durante la ejecución de su protocolo aprobado. Según la legislación vigente, los Comités Ético-Científicos están facultados para detener la ejecución de cualquier proyecto de investigación en caso de incumplimiento.

Sin otro particular lo felicitamos y deseamos el mayor éxito durante la ejecución de su proyecto.


Eva Madrid
Presidenta del Comité Ético Científico Universidad de Valparaíso.

ANEXO 3: FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



N°: _____
**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE DIENTES EN LA
INVESTIGACIÓN TITULADA "MICROINFILTRACIÓN ENTRE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL
CONVENCIONALES, CON LA TÉCNICA "PROXIMAL BOX ELEVATION"**



Dirigido a pacientes sometidos a exodoncia de terceros molares.

Este formulario tiene dos partes:

- La hoja informativa
- El certificado de consentimiento (para registrar su autorización)

Parte 1: Hoja informativa

El estudio dirigido por la Dra. Daniela Lorca P., docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, es una investigación que tiene como objetivo definir el mejor material para una técnica de restauración específica, comparando dos tipos de resinas.

Para esta investigación son necesarias muelas del juicio (terceros molares), los que necesitan ser extraídos por indicación de su dentista. A estos dientes se les aplicarán dos materiales distintos, que se utilizan para realizar tapaduras, y luego serán analizados en laboratorios de la Universidad de Valparaíso para determinar qué material es mejor.

En esta investigación no se le preguntará por datos personales ni se le solicitarán datos que lo/a identifique individualmente, su participación sólo consiste en donar su diente, es decir, una vez donado, no será posible saber a quién pertenece. Terminado el estudio, su diente será eliminado.

El cirujano que realizó la extracción de su muela del juicio (tercer molar), le entregará este documento, que debe firmar si desea donar su diente.

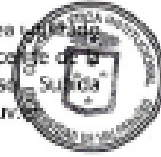
Es importante que sepa que la investigación realizada no tiene beneficios para usted. Así mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por la(las) muela(s) del juicio entregada(s) para esta investigación.

Los resultados de este estudio podrán ser difundidos en publicaciones de tipo científicas y/o académicas.

Esta investigación cuenta con la aprobación del Comité Institucional de Bioética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Valparaíso. Si usted lo requiriera, puede contactar a alguno de sus integrantes o con su secretaria administrativa, Srta. Mariana Rodríguez, al teléfono +56 32-2603136, o a través del mail institucional cec.uv@uv.cl.

VERSIÓN 1 APROBADA 01.08.2017

Si tiene alguna duda posterior a la firma de este documento o desea que su diente no sea usado para esta investigación, puede contactarse directamente con la Dra. Daniela Lorca, Docente de la Cátedra de Operatoria Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Suiza 211, Canchalvo 211, Playa Ancha, Valparaíso, teléfono +56 32-2508520 - email: daniela.lorca@univ



Parte 2. Certificado de Consentimiento para diente extraído

He leído la información, e se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consentir de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

Firma del Paciente _____
 Fecha _____
 Día/mes/año

Si es analfabeta
 He investigado la lectura precisa de este formulario de consentimiento informado al paciente, quien ha tenido la posibilidad de realizar preguntas. Confirmando que el individuo ha dado su consentimiento de manera libre

Firma del Testigo _____
 Fecha _____
 Día/mes/año

huella digital del participante

Declaración del Profesional
 He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y me ha preocupado que el paciente comprenda lo siguiente:
 1. Para que se utilizará el diente a donar y la ficha
 2. Que no se utilizarán datos personales de identificación en esta investigación

Confirmando que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca de los objetivos de la investigación y uso de su diente y ficha. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta. Confirmando que el individuo otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria.

Firma del profesional que toma el Consentimiento _____

Fecha _____
 Día/mes/año

Una copia de este consentimiento informado será entregada a usted como donante y otra copia será guardada por el investigador responsable.

VERSIÓN 1 APROBADA 01.08.2017