

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA**

**ESTUDIO COMPARATIVO *IN VITRO* DE LA RESISTENCIA AL
DESGASTE DE 3 RESINAS COMPUESTAS DE NANOTECNOLOGIA
Y 3 RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES**

Rodolfo Ortega Flores

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

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

**TUTORES ASOCIADOS
Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut N.**

**Santiago - Chile
2005.**

INDICE

INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	6
HIPÓTESIS	31
OBJETIVOS	32
MATERIALES Y MÉTODOS	33
RESULTADOS	37
DISCUSION	45
CONCLUSIONES	49
RESUMEN	51
BIBLIOGRAFIA	52

INTRODUCCIÓN

La caries dental es definida como una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial, de tipo crónica, polimicrobiana, localizada, que afecta a los tejidos duros del diente y que se produce por la acción de los ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta (1).

La caries, como enfermedad, es intangible y no puede ser quirúrgicamente removida y son sólo los tejidos dañados por ésta, como consecuencia del proceso patológico, los que pueden ser tratados quirúrgicamente. Es debido a esto que la Odontología ha centrado gran parte de su quehacer en ella (2).

El tratamiento restaurador de la caries consiste en la eliminación mecánica de los tejidos irreversiblemente dañados y en adoptar las medidas necesarias para que los tejidos remanentes permanezcan sanos. Producto de lo anterior quedará una cavitación que será necesario reparar para recuperar la morfología, función y estética perdidas (3).

Para realizar la reparación de las piezas lesionadas contamos con numerosos biomateriales de uso odontológico, los que poseen diferentes características y

propiedades, los que se ocuparán de acuerdo a las distintas situaciones clínicas. Estos materiales se clasifican en materiales de restauración directos e indirectos. Dentro de los materiales restauradores directos, se encuentran las amalgamas, las resinas compuestas y los ionómeros vítreos.

Para cumplir eficazmente con los requerimientos funcionales que deberán asumir en boca, los biomateriales de uso odontológico deben cumplir con una serie de requisitos físicos, químicos, mecánicos y biológicos.

Entre las propiedades óptimas de un material restaurador se pueden mencionar una alta resistencia al deterioro en el medio bucal, buena adaptabilidad a las paredes cavitarias, alta resistencia mecánica, baja conductibilidad térmica, facilidad de manipulación, buena respuesta estética, adecuada compatibilidad biológica, correcta protección de los márgenes contra las caries, etc. (4).

Dentro de las propiedades físicas están las propiedades mecánicas como por ejemplo la resistencia al desgaste y la resistencia a la fractura, en las que la materia va a interaccionar con fuerzas externas denominadas cargas, y éstas pueden ejercerse sobre un cuerpo de distintas formas, todas ellas tratando de deformar los cuerpos (5).

Debido fundamentalmente a sus propiedades estéticas, las resinas compuestas son ampliamente usadas como material restaurador, y el mercado actual nos ofrece una amplia variedad de ellas, que se diferencian, entre otras características, por el tamaño de las partículas de relleno que poseen (6).

En la actualidad, los esfuerzos de los investigadores están puestos en mejorar las propiedades mecánicas y estéticas de los composites, para lograr, junto a una mayor similitud a la estructura dentaria en cada uno de sus aspectos, un comportamiento adecuado frente a las cargas que deberán asumir. Algunas de estas propiedades corresponden a la resistencia al desgaste y la resistencia a la fractura.

Recientemente han aparecido en el mercado nuevos materiales restauradores, cuyos fabricantes dicen incorporar la nueva ciencia de la nanotecnología en la fabricación de ellos y que en sus instructivos ilustran mejoras en sus propiedades con respecto a sus antecesores.

Es por esto, que el presente estudio pretende analizar en forma comparativa la resistencia al desgaste de 3 nuevos tipos de resinas compuestas en relación

con 3 resinas compuestas convencionales, para determinar si realmente existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, y de esta manera, si constituyen una mejor alternativa frente a los materiales convencionales.

MARCO TEORICO

La caries es el resultado acumulativo de un proceso dinámico que lleva a una pérdida neta de minerales. Este proceso es producto de continuos períodos de remineralización y desmineralización producidos por el metabolismo bacteriano en la superficie dentaria, que en el tiempo lleva a una pérdida de minerales con la consecuente, aunque no siempre, cavitación. (7)

La principal función de la odontología es mantener la integridad del sistema estomatognático, pero una vez que este sistema se ve alterado, es necesario recurrir a diferentes procedimientos que permitan devolver la integridad al sistema.

La operatoria dental es la disciplina que enseña a prevenir, diagnosticar y curar enfermedades y/o restaurar lesiones, alteraciones o defectos que puede sufrir un diente, para devolver su forma, estética y función, dentro del aparato masticatorio y en armonía con los tejidos adyacentes. (4)

En busca de lograr dichos objetivos nació la ciencia de los biomateriales dentales, que comprende el estudio de la composición y de las propiedades de

los materiales y la forma en que interaccionan con el medio ambiente en que serán situados. (5)

La selección del material restaurador es de exclusiva responsabilidad del Odontólogo, que debe basarse en las variables de cada caso clínico, y determinar que material restaurador es el más indicado para cada situación clínica, basándose en el conocimiento de sus propiedades y comportamiento clínico (8), pero a su vez, también es responsabilidad del odontólogo, presentar todas las posibles alternativas de restauración al paciente, el cual debe tener la oportunidad de participar en la decisión final sobre la alternativa que se va a elegir. (9)

En la actualidad el aspecto estético en las técnicas de restauración ha cobrado gran importancia. Hoy los estudios científicos para el desarrollo de nuevos materiales están volcados a sintetizar un producto que, además de cumplir con los requerimientos biológicos y mecánicos, satisfaga también los requisitos estéticos, es decir que sea lo más parecido a la estructura dentaria. (10)

Los biomateriales disponibles son diversos y pueden clasificarse de distintas maneras:

1.- Según el estado en que se colocan en el diente:

- a) Materiales plásticos de obturación directa: amalgamas, resinas compuestas y cementos de vidrio de ionómero.
- b) Materiales rígidos de obturación indirecta: inlays y onlays metálicos, cerámicos y de materiales poliméricos combinados.

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

- a) Materiales para piezas dentarias anteriores: materiales que presentan gran estética como por ejemplo resinas compuestas y porcelanas.
- b) Materiales para piezas dentarias posteriores: materiales con mayores exigencias mecánicas como por ejemplo amalgamas, resinas compuestas para piezas posteriores, aleaciones metálicas y porcelana fundida sobre metal.
- c) Materiales de multipropósito.

3.- Según la estructura y origen del material restaurador:

- a) Materiales metálicos: amalgamas y aleaciones metálicas.
- b) Materiales cerámicos: porcelana y cementos de vidrio ionómero.
- c) Materiales orgánicos: resinas acrílicas.
- d) Materiales combinados: resinas compuestas, compómeros y cerómeros. (5)

Cuando el requisito estético es predominante, los materiales indicados son las resinas compuestas, el cemento de vidrio ionómero, los compómeros y las restauraciones cerámicas, siendo las más ocupadas entre estas alternativas, las resinas compuestas. (4)

Los primeros intentos de lograr restauraciones estéticas comienzan con los cementos de silicato y las resinas acrílicas. Estas resinas sintéticas se usaron como materiales de restauración porque son insolubles, estéticas, insensibles a la deshidratación, económicas y relativamente fáciles de manejar. Fueron introducidas a finales de los años cuarenta y principios de la década de 1950, y parcialmente reunieron los requisitos de materiales estéticos y durables para dientes anteriores. Sin embargo poseían algunas desventajas tales como su falta de resistencia mecánica adecuada, su gran contracción de polimerización, sus grandes cambios dimensionales térmicos y su falta de estabilidad de color. Para superar su falta de resistencia mecánica adecuada, se buscó reforzar este tipo de materiales. (11)

Los primeros intentos para elaborar un material compuesto o reforzado no tuvieron éxito porque las partículas de relleno que se agregaron no tenían enlace químico con la resina matriz. La ausencia de un enlace químico entre las

partículas de relleno y la matriz de resina, generó defectos microscópicos entre las partículas retenidas mecánicamente y la resina que la rodeaba, ya que de existir este enlace químico se permitiría que la resina matriz, más flexible, transfiera las tensiones a las partículas de relleno más rígidas; además proporciona estabilidad hidrolítica para prevenir la penetración de agua a través de la interfase relleno - resina. Estos defectos microscópicos produjeron manchas por la filtración de fluidos y la apariencia superficial de las restauraciones no fue aceptable. Por otro lado, la mala retención del relleno también contribuyó a que éste se perdiera y que el material resultante tuviera menor resistencia mecánica que las resinas simples. (11)

El mayor avance ocurrió cuando R. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de material compuesto. Sus principales innovaciones fueron la creación de una nueva resina de dimetacrilato como era el A-glicidil bisfenol metacrilato (bis-GMA), y el uso de un silano que cubría las partículas de relleno para lograr el enlace químico entre el relleno y la resina. El bis-GMA tiene mayor peso molecular que el metil metacrilato, factor que además reduce la contracción al polimerizar. El uso de un dimetacrilato también amplía el enlace cruzado y mejora las propiedades mecánicas del polímero. (11)

El mejoramiento de las propiedades de la matriz y el enlace químico del relleno a ésta, produjeron un material de restauración que fue muy superior a las resinas acrílicas sin relleno. Con este logro, nacen las resinas compuestas que rápidamente reemplazaron a los cementos de silicato y a las resinas acrílicas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. (11)

COMPOSICION

Las resinas compuestas constan de tres fases: una matriz de polímero, partículas de relleno dispersas y un agente de acoplamiento entre ambos, las cuales se explican a continuación (12):

Matriz de resina: La mayor parte de los materiales compuestos usan monómeros que son diacrilatos aromáticos o alifáticos, como el Bis-GMA o el dimetacrilato de uretano (UEDMA), los cuales son los dimetacrilatos más comúnmente usados en los compuestos dentales. Estos monómeros de alto peso molecular, y particularmente el Bis-GMA, son extremadamente viscosos a la temperatura ambiente. Por ello es esencial el uso de monómeros diluyentes no sólo para lograr alcanzar el agregado un elevado nivel de partículas de relleno, sino también para producir una pasta de consistencia clínicamente

manejable. Los diluyentes pueden ser los monómeros de metacrilato, pero los más utilizados también son monómeros a base de dimetacrilatos, pero de menor peso molecular que los otros dos (Bis-GMA y DMU), dentro de los cuales los más utilizados son el TEGDMA, el Bis-EMA-6 y el Bis-EMA-10. Desafortunadamente, la adición de estos monómeros diluyentes de bajo peso molecular, aumentan la contracción de polimerización, factor que limita la cantidad de ellos que puede usarse en las resinas compuestas. Los monómeros de dimetacrilato permiten que ocurra enlace cruzado entre las cadenas, lo que da por resultado una matriz más resistente a la degradación por solventes. Aunque las propiedades mecánicas del Bis-GMA son superiores a las de las resinas acrílicas, no posee adhesión específica a la estructura y por lo tanto, la contracción de polimerizado y el cambio dimensional térmico son consideraciones importantes también para las resinas compuestas. (11)

Partículas de relleno: La incorporación de las partículas de relleno dentro de la matriz mejora significativamente sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Como hay menos matriz de resina en un compuesto, la contracción de polimerizado se reduce, comparada con la resina sin relleno. La sorción de agua y el coeficiente de expansión térmica son menores comparados con las resinas sin relleno. Las propiedades mecánicas, como resistencia a la

compresión, resistencia elástica y el módulo de elasticidad mejoran, así como la resistencia a la abrasión. Todos estos cambios ocurren con aumento de la fracción de volumen de las partículas de relleno. Las partículas de relleno comúnmente son producidas por pulido o trituración de cuarzo o vidrio de tamaños que oscilan entre 0,1 y 100 μm . Las partículas de sílice de tamaño coloidal (0,04 μm), se obtiene por el proceso de precipitación o pirolítico. Para el relleno se han utilizado partículas de cuarzo, sílice, silicato de litio aluminio y cristales de bario, estroncio, cinc e yterbio. (11)

Agentes acopladores: Es importante que las partículas de relleno se unan químicamente a la matriz de resina. Esto permite que la matriz del polímero que es más flexible, transfiera las tensiones a las partículas de relleno, que son más rígidas. Un agente de acoplamiento aplicado en forma adecuada puede impartir propiedades físicas y mecánicas mejoradas y proporcionar estabilidad hidrolítica para prevenir la penetración de agua a través de la interfase relleno-resina. Aunque también se utilizan titanatos y circonatos como agentes de acoplamiento, los agentes que más frecuentemente se usan, son los derivados de los silanos orgánicos, como el γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano. En este estado hidrolizado, el silano contiene los grupos silanol que pueden enlazar con silanoles sobre las superficies del relleno, mediante la formación de un enlace

de siloxano (S-O-Si). Por otra parte, los grupos metacrilato del componente organosilano forman enlaces covalentes con la resina cuando ésta polimeriza, por lo que se completa el proceso de acoplamiento. (11)

Además de las tres fases anteriores, las Resinas Compuestas presentan otros elementos constituyentes, tales como:

Sistema activador e iniciador: Los monómeros de metil metacrilato y dimetil metacrilato polimerizan por una reacción de polimerización por adición iniciada por radicales libres. Los radicales libres pueden ser generados por activación química o por activación física (calor o luz). Los composites fotoactivados se usan más ampliamente que los materiales activados químicamente. Los composites dentales fotoactivados se proporcionan como una pasta simple contenida en una jeringa. La iniciación de los radicales libres consiste en la fotoiniciación de un receptor fotosensible y la acción de éste sobre un activador de amina contenido en esta pasta. La exposición a la luz en una correcta longitud de onda (unos 468 nm) produce un estado de excitación del fotoiniciador y su interacción con una amina alifática para formar radicales libres que inician la polimerización por adición. El fotoiniciador más comúnmente empleado es la canforoquinona (11), cuyo pick de sensibilidad es de 468 nm

dentro del espectro de la longitud de onda azul (13). Este iniciador está presente en la pasta a niveles cercanos a 0.2% en peso o menos (11).

Inhibidores: Para minimizar o evitar la polimerización espontánea de los monómeros, se agregan inhibidores a los sistemas de resinas. Estos inhibidores tienen fuerte potencial de reacción con radicales libres. Si se ha formado un radical libre, como en una breve exposición a la luz cuando se ha dispensado el material, el inhibidor reacciona con el radical libre y así inhibe la propagación de la reacción en cadena terminando con la capacidad del radical libre de iniciar el proceso de polimerización. Cuando todos los inhibidores se han consumido, ocurrirá la propagación de la reacción si se produce el desdoblamiento de los radicales. Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado que se emplea en concentraciones de 0.01% en peso. (11)

Modificadores ópticos: Para lograr la apariencia de las estructuras dentarias, las resinas compuestas deben tener una coloración visual (matizado) y una translucidez que puedan simular la estructura del diente. El matizado se logra por la adición de diferentes pigmentos. Estos pigmentos a menudo consisten en óxidos metálicos diferentes que se agregan en pequeñas cantidades. (11)

CLASIFICACION

Se han propuesto numerosos sistemas de clasificación para las resinas compuestas. Sin embargo, el más utilizado se basa en el tamaño de las partículas de relleno y en base a este sistema clasificaremos las resinas compuestas en:

Resinas convencionales o de macrorelleno: Fueron las primeras en desarrollarse y se han ido modificando lentamente con el tiempo. El relleno más común de estos materiales era el cuarzo. Aunque el tamaño promedio de las partículas era de 8 a 20 μm , también podían haber partículas mayores a 80 μm . La carga de relleno generalmente era de 70 a 80% en peso o 60 a 65% en volumen. Las partículas de relleno expuestas eran grandes y estaban rodeadas de cantidades apreciables de la matriz de resina. Presentaban rugosidad en la superficie como resultado de la abrasión selectiva de la matriz alrededor de las partículas de relleno. El pulido de este tipo de restauraciones dejaba rugosidades en la superficie, dado el diferente patrón de desgaste que tenían la matriz y el relleno, generando además que gruesas partículas de relleno quedaran expuestas haciendo la superficie extremadamente rugosa. Estas restauraciones tendían a pigmentarse, en parte por la susceptibilidad de la

textura rugosa de la superficie a retener sustancias que generaban manchas.

(11)

Resinas de microrelleno: En un esfuerzo por resolver el problema de la rugosidad de la superficie en los compuestos convencionales, se desarrolló un tipo de material que tiene partículas de sílice coloidal como relleno inorgánico. El tamaño promedio de las partículas de relleno oscila entre 0,04 y 0,4 μm . El contenido final del relleno inorgánico es alrededor de 50% en peso (alrededor de 30% en volumen). Por ello, sus propiedades mecánicas y físicas son inferiores a la de los composites convencionales porque casi un 70% en volumen del material de restauración corresponde a resina matriz, y a mayor cantidad de resina comparada con la cantidad de relleno da lugar a mayor sorción de agua, a menor resistencia mecánica, a mayor coeficiente de expansión térmica y a disminución del módulo de elasticidad. (11)

Resinas compuestas rellenas de partículas pequeñas: Se desarrollaron en un intento por mejorar las características de las resinas compuestas de macrorrelleno y emular a las de microrrelleno. El tamaño promedio de los rellenos es de 1 a 8 μm , pero la distribución del tamaño es muy amplia, lo que facilita una elevada carga de relleno, y los composites con pequeñas partículas

generalmente contienen más relleno inorgánico (80% en peso y 60 a 65% en volumen) que los composites convencionales. Algunos composites rellenos de partículas pequeñas usan partículas de cuarzo como relleno, pero muchos incorporan cristales que contienen metales pesados. La resina de la matriz de estos materiales es semejante a la de los composites convencionales y de microrrelleno. El tamaño de las partículas de relleno de estas resinas hace posible que se obtengan superficies lisas y puedan ser aplicadas en dientes anteriores, pero no son tan buenas como las resinas compuestas de microrelleno o las resinas compuestas híbridas, por lo que dejaron de utilizarse.

(11)

Resinas compuestas híbridas: Se desarrollaron en un esfuerzo por obtener la superficie pulida lisa de las resinas compuestas de microrrelleno y la resistencia mecánica de las resinas compuestas de macrorrelleno. Los rellenos híbridos modernos consisten en sílice coloidal y partículas pequeñas de cristales que contienen metales pesados, constituyendo un contenido de relleno de aproximadamente 75 a 80% en peso. Las partículas de relleno tienen un tamaño que oscila entre 0.04 y 5 μm . En una distribución típica, 75% de las partículas tienen un tamaño superior a 1.0 μm . El sílice coloidal representa 10 a 20% en peso del contenido total de relleno. Las partículas de relleno menores,

así como la mayor cantidad de microrelleno, hace que aumente la superficie de contacto, por lo que el contenido total del relleno no es tan alto como el de los composites rellenos de partículas pequeñas. Las propiedades físicas y mecánicas de estos sistemas generalmente se encuentran entre las de composite convencionales y compuestos rellenos de partículas pequeñas. (11)

Resinas compuestas Microhíbridas: Estas resinas compuestas son una mejora de las resinas compuestas híbridas ya que combinan las características físicas de una resina compuesta híbrida y las características estéticas de las resinas compuestas de microrrelleno. El relleno inorgánico de estas resinas está compuesto por partículas cuyo tamaño de grano oscila entre 0,04 y 3 μm . El tamaño promedio de las partículas de relleno oscila entre 0,4 y 0,9 μm dependiendo de la marca. y además contiene partículas de microrrelleno (SiO_2 , YbF_3) cuyo tamaño promedio de grano oscila entre 0,04 y 0,05 μm . Tienen un 65% de relleno en volumen. Estas resinas compuestas son un intento por incorporar una mayor cantidad de relleno inorgánico, lo cual permite mejorar algunas propiedades de las resinas compuestas. (11)

Resinas compuestas de nanorelleno: Recientemente se han introducido en el mercado nuevos composites que incluyen partículas de relleno nanométricas.

Las partículas de relleno que se emplean en los composites de nanorelleno poseen entre 20 y 75 nm, formas esféricas y una dispersión de tamaño muy baja, y se obtienen a través de un proceso de sílice coloidal. La carga de relleno es aproximadamente de 75 a 85% en peso (60% en volumen). La matriz orgánica de los composites de nanorelleno está constituida por dimetacrilatos como Bis GMA, UDMA y TEGDMA. El sistema fotoiniciador está constituido por canforoquinona. Las partículas de relleno están constituidas de vidrio de estroncio silanizado, vidrio de bario silanizado y ácido silícico amorfo hidrofobizado. El tamaño de las partículas de relleno no es nuevo dentro de la tecnología de los materiales dentales aunque sí es novedoso el tratamiento superficial con silanos que las integran a la matriz orgánica del composite y que evitan que se aglomeren. Ese fue justamente el problema con estas diminutas partículas, que tienden a aglomerarse (y a formar partículas más grandes) y al hacerlo no se comportan como nanopartículas y no pueden ser aprovechadas sus ventajas. Al ser partículas tan pequeñas, por lo tanto numerosas, constituyen superficies muy extensas y poseen elevada energía superficial. La tecnología convencional obtiene las partículas cerámicas de los composites moliendo un bloque cerámico cuyo tamaño inferior de las partículas es de 0,5 μm . La forma de éstas es irregular y la dispersión de tamaños es amplia. Los objetivos que se persiguen al incorporar las nanopartículas en los composites

son mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, por ejemplo, resistencia a la abrasión, mejorar lisura superficial y permitir mejor pulido, incorporar más componente cerámico, disminuir la cantidad de resina en la fórmula del composite, y con ello, disminuir la contracción de polimerización volumétrica (CPV) del mismo, ya que al poseer un composite más carga cerámica, disminuye su porcentaje de contracción. Esto ocurre por la sencilla razón que al tener más componente cerámico, hay menos resina que es la responsable directa de la CPV. Por esta circunstancia es que se pretende incorporar generalmente más carga cerámica en la formulación de los composites (al igual que para lograr una mejoría en algunas propiedades mecánicas). Ahora bien, con la tecnología convencional se ha llegado a establecer un tope máximo de incorporación de carga cerámica. Al agregar más, el composite pierde características de manipulación adecuadas al igual que se empobrece su aspecto óptico. Se obtendrían composites muy densos, viscosos (no fácilmente manipulables) y además muy opacos (antiestéticos). (14,15,16)

Características de las nanopartículas: Por ser tan reducidas en tamaño no reflejan la luz. Se sabe que un cuerpo reflejará la luz (y tendrá color y opacidad) cuando tenga un tamaño mínimo similar a la mitad de la longitud de onda menor del espectro de luz visible (que es 400 nm), o sea que ese cuerpo deberá tener

más de 200 nm para reflejar la luz. Las nanopartículas son de tamaños menores por lo que las ondas de luz no rebotan en ellas. Se comportan como transparentes, la luz las atraviesa sin reflejarse en ellas. Por esta razón es que se les puede incorporar en la composición de los composites sin modificar la opacidad/translucidez de los mismos. Otro aspecto a considerar es que las nanopartículas tienen (en virtud de su tamaño) comportamientos atípicos de sólidos. Se comportan como líquidos: una composición de un composite que sólo posea nanopartículas generará un líquido viscoso y transparente. Cuanto más nanopartículas se incorporen, más líquido será ese material. Por esta razón se podrán incorporar en un composite y no modificarán la viscosidad, tal vez hasta lo fluidifique. Pero estas características de ser transparentes y comportarse como líquidos las invalidan como material de relleno único. Deben acompañarse de partículas más grandes, de tamaño promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte o andamiaje para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color, la opacidad y dan la radiopacidad. Justamente, las distintas formas de otorgar ese andamiaje a las nanopartículas son la diferencia más importante con respecto a los distintos desarrollos comerciales. Algunos fabricantes emplean partículas micrométricas combinándolas con las nanométricas (VOCO)(16), otros utilizan como partícula de andamiaje a las mismas nanométricas pero aglomeradas

formando los llamados “nanocluster” (3M/Espe, Filtek Supreme) que posee un tamaño promedio de 0,075 micrón (15). Cuando se combinan nanopartículas con partículas de tamaño promedio 0,7 μm en un mismo composite, éste se denomina composite nanohíbrido. (15,16,17)

PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Contracción de polimerización: Al polimerizar la matriz de resina, sus polímeros organizados necesitan menos espacio de lo que necesitaban los monómeros desorganizados que la constituían antes de ser polimerizados. Por ello el composite disminuye en volumen (13). La contracción es directamente proporcional a la cantidad de matriz orgánica. Se ha podido demostrar que, a pesar del grabado ácido del esmalte y el empleo de adhesivos, las tensiones generadas por esta contracción pueden superar la fuerza de adhesión de los composites a la estructura dental, lo que puede dar lugar a filtraciones marginales. Se han propuesto dos métodos para suprimir o limitar los efectos de la contracción de polimerización. Uno de ellos consiste en aplicar y polimerizar el composite por capas (técnica incremental), reduciendo de ese modo la contracción efectiva. El segundo consiste en preparar una incrustación de composite en la boca o sobre un troquel, y seguidamente cementar dicha

incrustación en el diente con una fina capa de cemento de composite de baja viscosidad. (12)

Conductividad térmica: Los valores de conductividad térmica son bajos para los composites en general, ya que la matriz orgánica es un muy buen aislante térmico. Tienen valores de conductividad térmica mucho menores que las restauraciones metálicas y muy parecidos a los del esmalte y la dentina. Por consiguiente, los composites proporcionan un buen aislamiento térmico para la pulpo-dentina. (12)

Expansión térmica: Al aumentar la cantidad de matriz orgánica aumenta igualmente el coeficiente de expansión térmica, ya que el polímero tiene un coeficiente mayor que el relleno. Debido a ello, entre los diferentes tipos de resinas compuestas, aquellas de microrelleno tienen los máximos valores de expansión térmica y por consiguiente las restauraciones con este tipo de composites experimentarán una mayor variación dimensional con las fluctuaciones de la temperatura oral. Sin embargo, un composite híbrido con un 30% de volumen en microrrelleno experimenta la mitad de la expansión térmica que un composite que tiene exclusivamente microrrelleno. (12)

Sorción acuosa: La absorción de agua consiste en la captación de líquido por un sólido. La matriz orgánica es la principal responsable de la absorción de agua, y por esto las resinas compuestas de microrrelleno son más propensas a los cambios de color a causa de los pigmentos hidrosolubles que penetran en la matriz de resina. (12)

Radiopacidad: Para que un composite sea radioopaco debe contener un elemento de número atómico elevado, como bario, estroncio, bromo, cinc, circonio, yterbio o yodo, ya que el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el silicio no atenúan los rayos X. Aquellos composites que contienen sólo sílice o sólo cuarzo en su estructura no son radiopacos. En cambio, aquellos composites que contienen cantidades suficientes de cristales de metales pesados si son radioopacos, y son identificados como tales por los fabricantes. (12)

Módulo elástico: El módulo elástico, o rigidez, de los composites depende fundamentalmente de la cantidad de relleno y aumenta exponencialmente con la fracción volumétrica del mismo. La rigidez tiene una gran importancia en aquellas aplicaciones que soportan fuerzas de mordida muy intensas y en las que es fundamental una gran resistencia al desgaste (12). En cambio, los composites con un módulo elástico elevado pueden ser incapaces de adaptarse

a algunos cambios que producen las fuerzas de flexión sobre la forma de los dientes. Esta situación podría dar lugar a que la restauración de composite se desprendiese del esmalte o la dentina. (17)

Dureza, resistencia a la penetración y desgaste: La dureza de Knoop de los composites guarda una relación exponencial con la fracción volumétrica del relleno, y depende en menor medida de la dureza del relleno. Aquellos composites que contienen un mayor contenido de relleno permiten oponer una mayor resistencia a la penetración no recuperable y al desgaste abrasivo. Esta propiedad será profundizada más adelante por ser uno de los objetivos de este estudio. (12)

Resistencia a la compresión y tracción: La resistencia suele aumentar de forma lineal con el porcentaje volumétrico de relleno. Con un mismo porcentaje de relleno inorgánico, al disminuir el tamaño de las partículas aumenta la resistencia. No obstante, las partículas de los composites de microrelleno incrementan la viscosidad de los materiales, razón por la cual sólo se pueden utilizar cantidades limitadas de relleno, por lo que su resistencia a la compresión es menor. (12)

La **resistencia al desgaste** de los composites a nivel de las superficies oclusales de piezas dentarias posteriores, ha recibido una gran atención en numerosos estudios clínicos. Existen como mínimo 5 tipos de posibilidades de desgaste de un composite:

- 1) Desgaste por acción de los alimentos.
- 2) Desgaste por impactos generados en contacto dental en zonas céntricas.
- 3) Desgaste por deslizamientos por contacto dental funcional.
- 4) Desgaste por frote producido a nivel de contacto dental interproximal.
- 5) Desgaste secundario producido por los métodos de profilaxis oral.

En general, el proceso de desgaste se relaciona con el fracaso de la cohesión de los componentes fundamentales de las resinas compuestas de uso odontológico (relleno, matriz, agente acoplador). Basándose en datos clínicos correspondientes al desgaste de zonas libres de contactos en restauraciones oclusales posteriores pequeñas, se han propuesto diversos mecanismos para explicar el desgaste:

Teoría de las microfracturas: Establece que las cargas oclusales comprimen la matriz contigua a las partículas de relleno. Dado que estas últimas tienen un

módulo de elasticidad más elevado, se producen microfracturas en la matriz, que es más débil. Con el paso del tiempo, estas microfracturas se comunican y se empiezan a exfoliar las capas superficiales del composite. (17)

Teoría de la hidrólisis: Sostiene que los enlaces silánicos que existen entre la matriz resinosa y las partículas de relleno son hidrolíticamente inestables y acaban rompiéndose. Esta ruptura de la unión permite que se desprendan las partículas de relleno superficial. (17)

Teoría de la degradación química: Considera que la matriz orgánica de las resinas compuestas absorbe sustancias procedentes de la saliva y los alimentos, que degradan dicha matriz y la desprenden de la superficie. (17)

Teoría de la protección: Establece que la matriz, al ser más débil, se va erosionando entre las partículas. Se cree que la resistencia al desgaste no guarda relación con la resistencia mecánica del composite, sino más bien con la separación de las partículas de relleno. Estas son mucho más duras que la matriz de polímero y resisten el desgaste muy bien. Si las partículas de relleno están muy juntas, ocultarán la matriz polimérica intermedia. Esto es lo que se conoce como **microprotección**. Por otro lado, las restauraciones de composite

con preparaciones cavitarias relativamente pequeñas, limitan el contacto del material restaurador con el bolo alimenticio y protegen así las restauraciones del proceso de desgaste. Este proceso se conoce como **macroprotección**. (17)

No se conoce bien el fenómeno de la abrasión de los composites por los cepillos dentales (y la pasta dentrífica). No existen pruebas directas de que los composites anteriores sufran este proceso, excepto a un ritmo muy lento. Aún así, se sigue intuyendo que un cepillado dental muy agresivo puede producir una abrasión significativa. (17)

Como ya lo habíamos mencionado, al rehabilitar las piezas dentarias dañadas, se busca lograr recuperar el equilibrio morfofuncional del sistema estomatognático, dentro de lo cual la recuperación de la forma anatómica de los dientes y su mantención a largo plazo juega un rol fundamental.

En este sentido, si se logra restablecer la morfología dentaria con un material restaurador, es de vital importancia que éste sea capaz de suplir eficazmente los requerimientos funcionales que deberá asumir, manteniendo la forma de las estructuras dentarias reconstruidas.

Es por esto que, dentro de los avances que registran los biomateriales restauradores, la resistencia mecánica adecuada es uno de los objetivos a optimizar, asimilándola a la de las estructuras dentarias. Dentro de este aspecto, la resistencia al desgaste es un factor importante por cuanto no sólo influye en la mantención de las formas dentarias reconstruidas sino que también en el equilibrio funcional oclusal.

Es así como constantemente las resinas compuestas están evolucionando para optimizar su comportamiento clínico y en este contexto, es que recientemente han aparecido 3 nuevos tipos de ellas, que señalan tener ventajas sustantivas en relación con aquellas de uso actual.

Es por este motivo que el presente trabajo pretende evaluar la resistencia al desgaste de 1 resina compuesta de nanorelleno y 2 resinas compuestas nanohíbridas en comparación con 3 resinas compuestas convencionales.

HIPOTESIS

Existen diferencias significativas en la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología en comparación con 3 resinas compuestas convencionales.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar si existen diferencias significativas en la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología en comparación con 3 resinas compuestas convencionales.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta Filtek Supreme (3M/ESPE).
- Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta Grandio (VOCO). Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta Ice (S.D.I).
- Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta Sinergy Compact (Coltene).
- Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta Sinergy Duo Shade (Coltene).
- Determinar la resistencia al desgaste de la resina compuesta z250 (3M/ESPE).
- Evaluar comparativamente los resultados obtenidos.

MATERIAL Y METODO

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

Se midió y comparó *in vitro* la resistencia al desgaste de 1 resina compuesta de nanorelleno (Filtek Supreme), 2 resinas compuestas nanohíbridadas (Grandio, Ice) y 3 resinas compuestas convencionales (z250, Sinergy Duo Shade, Sinergy Compact).

Para medir la resistencia al desgaste se confeccionaron 90 cuerpos de prueba, divididos en 6 grupos, es decir 15 para cada resina. Estos cuerpos de forma cilíndrica, eran de 3mm de alto y un diámetro de 6 mm. Para su confección se utilizó un formador metálico de probetas estandarizado que fue previamente envaselinado, en el cual se comprimió el material en su interior, luego se colocaron dos portaobjetos cubriendo el cuerpo de prueba y se polimerizó durante 30 segundos por cada lado con una lámpara de fotocurado marca 3M ESPE Elipar.

Los cuerpos de prueba así confeccionados se colocaron en una estufa (Haeraeus), donde permanecieron en un ambiente de $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa de $100 \pm 5\%$ hasta el momento de ser utilizados.

Cada uno de los grupos fue clasificado con una clave, de manera que al ser sometidos a desgastes, y luego medir el porcentaje de pérdida de peso, el operador no conociera el tipo de resinas compuestas evaluada.

Los 90 cuerpos de prueba, 15 de cada tipo de material, fueron sometidos a desgaste en una máquina de pulido metalográfico Stephan-Werke Hameln, modificada para tal efecto. Previamente se emparejó la superficie a abrasionar utilizando discos de lija al agua, de carburo Silicio N° 600 (Norton, Brasil), ubicando los cuerpos de prueba en el vástago de la máquina, aplicándoles una carga constante de 500 grs. y girando el disco de lija a 450 rpm por un tiempo de 5 segs.; se utilizó una lija nueva para cada cuerpo de prueba.

Una vez emparejados se registraron los pesos iniciales en una balanza de precisión analítica electrónica (Swiss Quality, Precisa 125A, Suiza) y después se procedió a su desgaste por un tiempo de 30 segs., para luego registrar su peso final.

Con los valores obtenidos de los cuerpos de prueba antes y después de haber sido sometidos a acción abrasiva, se determinó el porcentaje de pérdida de peso, aplicando la siguiente fórmula:

$$P3 = \frac{(P1 - P2) \times 100}{P1}$$

Donde:

P3: Porcentaje de pérdida de peso del cuerpo de prueba.

P1: Peso inicial en grs.

P2: Peso final en grs.

Enseguida se verificó a que resina compuesta correspondía cada grupo evaluado y se sacó el promedio de los porcentajes de pérdida de peso obtenidos para cada una de las 6 resinas compuestas. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente aplicando el test de t de Student, comparando posteriormente los grupos entre sí

Las diferencias fueron consideradas significativas si el valor de probabilidad (p) resulta inferior al 5% ($p < 0.05$) para establecer si se valida o rechaza la hipótesis.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos antes y después de ser sometidas las probetas a desgaste, se tabularon y se muestran a continuación:

Tabla I: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta Sinergy Duo Shade (Grupo 1).

GRUPO 1	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,1645	0,1477	10,21
2	0,1721	0,1562	9,24
3	0,171	0,1548	9,47
4	0,1693	0,152	10,22
5	0,1759	0,1578	10,29
6	0,1721	0,1566	9,01
7	0,1705	0,1517	11,03
8	0,1745	0,1557	10,77
9	0,1706	0,161	5,63
10	0,1741	0,1608	7,64
11	0,1746	0,164	6,07
12	0,1714	0,1624	5,25
13	0,1694	0,1599	5,61
14	0,1746	0,1635	6,36
15	0,1753	0,1633	6,85
PROMEDIO	0,1720	0,1578	8,24

Tabla II: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta Ice (Grupo 2).

GRUPO 2	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,1603	0,1454	9,30
2	0,1617	0,1501	7,17
3	0,1577	0,1465	7,10
4	0,1588	0,1477	6,99
5	0,1594	0,1477	7,34
6	0,1611	0,1453	9,81
7	0,1588	0,147	7,43
8	0,1612	0,15	6,95
9	0,1606	0,1521	5,29
10	0,1635	0,1543	5,63
11	0,1601	0,1525	4,75
12	0,1615	0,153	5,26
13	0,1611	0,1541	4,35
14	0,1622	0,1538	5,18
15	0,1609	0,1519	5,59
PROMEDIO	0,1606	0,1501	6,54

Tabla III: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta Filtek Supreme (Grupo 3).

GRUPO 3	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,1608	0,1469	8,64
2	0,1592	0,1446	9,17
3	0,1592	0,1441	9,48
4	0,1576	0,1424	9,64
5	0,1596	0,1452	9,02
6	0,1589	0,1451	8,68
7	0,1607	0,1463	8,96
8	0,1605	0,1455	9,35
9	0,1615	0,1562	3,28
10	0,1602	0,1534	4,24
11	0,1603	0,1539	3,99
12	0,1634	0,157	3,92
13	0,159	0,1526	4,03
14	0,1615	0,1543	4,46
15	0,1644	0,1573	4,32
PROMEDIO	0,1605	0,1497	6,73

Tabla IV: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta Sinergy Compact (Grupo 4).

GRUPO 4	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,1565	0,139	11,18
2	0,1558	0,1391	10,72
3	0,1571	0,1413	10,06
4	0,1591	0,1413	11,19
5	0,1584	0,1418	10,48
6	0,1576	0,1374	12,82
7	0,16	0,1433	10,44
8	0,16	0,143	10,63
9	0,1567	0,1449	7,53
10	0,1592	0,1484	6,78
11	0,1655	0,1533	7,37
12	0,158	0,1475	6,65
13	0,1584	0,1477	6,76
14	0,1601	0,15	6,31
15	0,1577	0,1473	6,59
PROMEDIO	0,1587	0,1444	9,02

Tabla V: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta z250 (Grupo 5).

GRUPO 5	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,175	0,1636	6,51
2	0,1691	0,1576	6,80
3	0,1741	0,1604	7,87
4	0,1743	0,1604	7,97
5	0,1652	0,1536	7,02
6	0,1727	0,1593	7,76
7	0,1715	0,1594	7,06
8	0,1742	0,1611	7,52
9	0,177	0,17	3,95
10	0,1769	0,1707	3,50
11	0,1732	0,1659	4,21
12	0,1707	0,1625	4,80
13	0,1724	0,1662	3,60
14	0,1701	0,164	3,59
15	0,173	0,167	3,47
PROMEDIO	0,1726	0,1628	5,70

Tabla VI: Pesos iniciales y finales (en grs.) y sus porcentajes de pérdida de la resina compuesta Grandio (Grupo 6).

GRUPO 6	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% pérdida
1	0,1806	0,1725	4,49
2	0,1803	0,1724	4,38
3	0,1808	0,173	4,31
4	0,18	0,1724	4,22
5	0,1813	0,1724	4,91
6	0,1808	0,1724	4,65
7	0,1823	0,1742	4,44
8	0,1835	0,1764	3,87
9	0,1843	0,1798	2,44
10	0,1799	0,1759	2,22
11	0,1815	0,1776	2,15
12	0,1806	0,1751	3,05
13	0,1814	0,1771	2,37
14	0,1801	0,1745	3,11
15	0,1823	0,1778	2,47
PROMEDIO	0,1813	0,1749	3,54

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Tabla VII: Valores promedio (en %) de las 6 resinas en estudio y su desviación standart

	PROMEDIO (%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SEM
GRUPO 1	8,24	2,11	0,54
GRUPO 2	6,54	1,59	0,41
GRUPO 3	6,75	2,65	0,68
GRUPO 4	9,03	2,21	0,57
GRUPO 5	5,71	1,84	0,48
GRUPO 6	3,54	1,02	0,26

Tabla VIII: Comparación de las resinas en estudio aplicando el test t de Student.

COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS	DIFERENCIA DE PROMEDIOS	t	p < 0,05
1 v/s 2	1,7	2.361	No
1 v/s 3	1,5	1.704	No
1 v/s 4	0,79	1.097	No
1 v/s 5	2,53	3.518	Si
1 v/s 6	4,7	6,53	Si
2 v/s 3	0,2	0,263	No
2 v/s 4	2,49	3.458	Si

2 v/s 5	0,83	1.322	No
2 v/s 6	3	4,17	Si
3 v/s 4	2,29	3.177	Si
3 v/s 5	1,04	1.439	No
3 v/s 6	3,21	4.451	Si
4 v/s 5	3,33	4.616	Si
4 v/s 6	5,5	7.628	Si
5 v/s 6	2,17	3.012	No

Los resultados, considerando $p < 0.05$, muestran que existen diferencias estadísticamente significativas al comparar los grupos entre si.

DISCUSION

El tamaño promedio de las partículas de relleno, el porcentaje de relleno en volumen y el espacio entre las partículas de relleno, influyen en gran medida en la resistencia al desgaste de las resinas compuestas. Resinas compuestas con partículas de relleno más pequeñas y mayor porcentaje de relleno en volumen sufren menores porcentajes de pérdida de peso al ser sometidas al desgaste.

(18)

El análisis de los valores de pérdida de peso sufrida por las resinas compuestas estudiadas, al ser sometidas a desgaste, demostró que la resina Grandio (VOCO) posee la mayor resistencia al desgaste al ser comparada con las otras resinas compuestas.

Los valores de pérdida de peso de la resina z250 fueron menores que los valores de pérdida de peso de las resinas compuestas Ice, Filtek Supreme, Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact.

La resina Ice tuvo una mayor resistencia al desgaste comparada con las resinas Filtek Supreme, Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact.

La resina Filtek Supreme experimentó mayor resistencia al desgaste que las resinas Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact, siendo esta última la que tuvo los mayores valores de pérdida de peso al ser sometida al desgaste, por lo tanto la menos resistente.

Los resultados obtenidos con la resina Grandio (VOCO) concuerdan con la información entregada por el fabricante, de que este material posee una resistencia extremadamente alta al desgaste (porcentaje de relleno en peso de 87%; porcentaje de relleno en volumen 70%). (16)

La mayor resistencia al desgaste de esta resina guarda relación con el tamaño de las partículas de relleno, la separación entre las partículas de relleno y el porcentaje de relleno en peso (87%) (16), aunque si bien es un nanohíbrido, las partículas de nanorelleno son muy pequeñas y el espacio entre ellas es muy reducido con lo que se protege u oculta la matriz polimérica, debido a esto esta resina tendría una resistencia al desgaste mucho mayor.

Al ser comparado con otros estudios, se puede reafirmar lo anterior: Jack Ferracane (2002) comparó cuatro resinas compuestas de microrrelleno con diferentes porcentajes de relleno en volumen y encontró que a mayor

porcentaje de relleno en volumen las resinas compuestas tienen mayor resistencia al desgaste (19). Turssi CP (2005) comparó resinas compuestas con distintos tamaños de partículas de relleno (entre 0,1 μm y 1,5 μm) y encontró que la presencia de partículas de relleno más pequeñas mejora altamente la resistencia al desgaste de las resinas compuestas (20). Yap AU (2004) comparó la resistencia al desgaste de resinas compuestas de nanorelleno, microrrelleno y minirelleno (híbridas) y encontró que la resistencia al desgaste de la resina de nanorelleno (Filtek Supreme, 3M ESPE) fue comparable o superior a las resinas compuestas de microrrelleno y minirelleno (híbrida) (21), esto podría explicarse por lo anteriormente dicho, de que al ser las partículas de relleno muy pequeñas protegería la matriz polimérica, con lo cual la resistencia al desgaste sería mucho mayor.

La resina compuesta z250 es una resina compuesta por relleno microhíbrido, por lo tanto con partículas de tamaño mayor que la resina compuesta Grandio, lo que explicaría su menor resistencia al desgaste al ser comparada con ella.

La resina compuesta Ice es una resina compuesta por relleno nanohíbrido, con partículas de relleno de un tamaño que oscila entre 0,01 y 1 μm , con un promedio de tamaño entre 0,1 y 1 μm , a pesar de esto presenta menos

resistencia al desgaste que la resina compuesta z250 que tiene un tamaño promedio de partículas de $0,6 \mu\text{m}$, pero posee un porcentaje de relleno en volumen mayor que la resina Ice, lo que explicaría su mayor resistencia al desgaste.

La resina compuesta Filtek Supreme es una resina compuesta por nanorrelleno, pero a pesar de tener partículas de tamaño más pequeñas que todas las otras resinas compuestas, experimentó menos resistencia al desgaste que las resinas compuestas Grandio, z250 e Ice, esto podría explicarse porque a pesar de estar compuesta por partículas de relleno nanométricas, la cantidad de relleno en volumen es inferior a las otras resinas compuestas, razón por la cual tendría menor resistencia al ser sometida al desgaste abrasivo.

Las resinas compuestas Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact son resinas compuestas por relleno microhíbrido, con un tamaño promedio de partículas de $0,6 \mu\text{m}$, y con un porcentaje de relleno en volumen del 59% lo que explicaría su menor resistencia al desgaste al ser comparadas con las otras resinas compuestas.

CONCLUSIONES

1. La resina compuesta Grandio (VOCO) presenta la mayor resistencia al desgaste estadísticamente significativa al ser comparada con las otras resinas en estudio, excepto con la resina compuesta z250, con la cual no hubo diferencias estadísticamente significativas.
2. La resina compuesta z250 presenta una mayor resistencia al desgaste estadísticamente significativa al ser comparada con las resinas compuestas Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact, pero no presentó diferencias estadísticamente significativas con las resinas compuestas Grandio, Ice y Filtek Supreme.
3. La resina compuesta Ice presenta un menor porcentaje de pérdida de peso estadísticamente significativa al ser comparada con la resina compuesta Sinergy Compact, pero un mayor porcentaje de pérdida de peso que la resina compuesta Grandio. No presentó diferencias estadísticamente significativas al ser comparada con las resinas compuestas z250, Filtek Supreme y Sinergy Duo Shade.
4. La resina compuesta Filtek Supreme presenta una mayor resistencia al desgaste estadísticamente significativa al ser comparada con la resina compuesta Sinergy Compact, y una menor resistencia al desgaste

estadísticamente significativa que la resina compuesta Grandio, por lo que la resina compuesta Filtek Supreme es solo superior a la resina compuesta Sinergy Compact en cuanto a la resistencia al desgaste. No presentó diferencias estadísticamente significativas al ser comparada con las resinas compuestas z250, Ice, y Sinergy Duo Shade.

5. Finalmente la resina compuesta Sinergy Compact presentó el mayor porcentaje de pérdida de peso estadísticamente significativo al ser sometida al desgaste abrasivo, por lo tanto es la resina compuesta menos resistente al desgaste en este estudio.
6. De lo anterior se valida la hipótesis de trabajo, de que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología (Grandio, Ice, Filtek Supreme) y 3 resinas compuestas convencionales (z250, Sinergy Duo Shade, Sinergy Compact), pero solo en el caso de la resina compuesta Grandio al ser comparada con las resinas compuestas Sinergy Duo Shade y Sinergy Compact y en el caso de la resinas compuestas Ice y Filtek Supreme al ser comparadas con la resina compuesta Sinergy Compact.

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo *in vitro* de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales.

Para ello se confeccionaron 90 cuerpos de prueba, 15 para cada material restaurador, cada uno de ellos estandarizado con un tamaño de 3 mm de alto y 6 mm de diámetro. Los cuerpos de prueba fueron previamente emparejados en la superficie a abrasionar y pesados. Luego fueron sometidos al desgaste abrasivo por un tiempo de 30 segundos para registrar los respectivos pesos finales. Se determinó el porcentaje de pérdida de peso promedio para cada grupo de resinas compuestas y los resultados fueron analizado con el test t Student para establecer diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Finalmente se concluyó que la resina compuesta Grandio presentó la menor pérdida de peso estadísticamente significativa, por lo tanto es la que presenta la mayor resistencia al desgaste.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Studervant J., Herman H., Roberson T. "Operatoria Dental. Arte y Ciencia". 3ª Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid, España. Marzo 1999. Cap. 3
- (2) Mariné A., Stanke F., Urzúa I., "Caries: Tratamiento de una Enfermedad Infectocontagiosa". 1ª Edición. 1997. Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
- (3) Uribe J., "Operatoria Dental" Ciencia y Practica. 3ª edición. Editorial Ediciones Anances, 1990, Cáp. 1.
- (4) Barrancos J., "Operatoria Dental". 3ª Edición. Editorial Panamericana. Cáp. 17. 1998.
- (5) Bader M., Astorga C., Baeza R., Ehrmantraut N., Villalobos J., "Biomateriales Dentales". Tomo I. Propiedades Generales. Primera Edición. 1996.

- (6) Phillips R., “la Ciencia de los Materiales Dentales” 7ª Edición. Editorial Interamericana. Cap. 14.
- (7) Urzúa I., Stanke F., Mariné A.. “Nuevas estrategias en cariología”. Facultad de odontología Universidad de Chile. 1999.
- (8) Díaz J. “Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de tres resinas compuestas de nanorelleno”. Trabajo de investigación requisito para acceder al título de cirujano dentista. 2004.
- (9) Studervant J., Herman H., Roberson T. “Operatoria Dental. Arte y Ciencia”. 3ª Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid, España. Marzo 1999. Cap. 12.
- (10) Ramírez A. “Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 4 resinas compuestas de reciente aparición en el mercado”. Trabajo de investigación requisito para acceder al título de cirujano dentista. 2003.
- (11) Phillips R. W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. 10ª Edición. Editorial Interamericana. México. 1998. Cap. 12.

(12) Craig R., O'Brien W., Powers J., "Materiales Dentales". 6ª Edición. Editorial Harcourt Brace. 1996. Cap. 4.

(13) http://media.ivoclarvivadent.com/pdf/binarydata_es/info/blue_wissdoku.pdf

(14) <http://www.sdi.com.au/ice/specs.asp>

(15) <http://cms.3m.com/cms>

(16) <http://www.voco.com>

(17) Studervant J., Heymann H., Roberson T. "Operatoria Dental. Arte y Ciencia". 3ª Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid. España. Marzo 1999. Cap. 6.

(18) Manhart, J., et al. "Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins". Dental Materials 2000. 16: 33-40.

(19) Turssi, CP., et al. "Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites". *Biomaterials*. 2005 Aug;26(24):4932-7.

(20) Yap, AU., et al. "Wear behavior of new composite restoratives". *Oper. Dent.* 2004 May-Jun;29(3):269-74.

(21) Ferracane, Jack L., et al. "Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composite". *Dental Materials* 2002. 18:1-11.

