

USO EN ODONTOLOGÍA DE RESINAS POLIMERIZADAS POR APERTURA DE ANILLOS.

E. Cuevas ^a, N. D'Accorso^b, A. Herrera ^c, G. Olvera ^d, E. Zamarripa ^d

^a Alumno de la Licenciatura de Cirujano Dentista AAO, ICSa UAEH

carlosecsuarez@gmail.com

^b Profesora de la FCEyN. UBA, Argentina

norma@qo.fcen.uba.ar

^c Profesora Investigadora del AACM, ICBI UAEH

mherrera@uaeh.edu.mx

^d Profesores Investigadores del AAO, ICSa, UAEH

eliezerz@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La era de las resinas modernas empieza cuando el Dr. Ray L. Bowen desarrolla un tipo de resina basada en una matriz orgánica de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato. Desde entonces, las resinas compuestas utilizadas en odontología han sido objeto de numerosos avances gracias al desarrollo de nuevas tecnologías que permitan eliminar su principal deficiencia: la contracción por polimerización y el estrés asociado a ésta¹. La contracción por polimerización se produce durante el proceso de formación del polímero, en donde las unidades monoméricas se encuentran más cerca unas de otras a lo largo de la cadena polimérica que durante su fase inicial como monómero². Para intentar resolver esto, numerosas investigaciones se llevan a cabo, siendo la línea de investigación más importante el desarrollo de nuevos monómeros que conformen a la matriz orgánica³. El principal objetivo se centra en los monómeros que polimerizan por apertura de anillos³, en donde un monómero cíclico se convierte en un polímero que no contiene anillos⁴, produciéndose una menor contracción del producto final³. Actualmente se está experimentando con varios tipos de monómeros que polimerizan a través de éste sistema, con la finalidad de elaborar una nueva resina dental: espiro-ortocarbonatos, éteres y acetales cíclicos y vinilciclopropanos³.

INTRODUCCIÓN

La resina compuesta es un material con características similares al diente en cuanto color, estructura y dureza, que lo hacen ser el material ideal para restauraciones para operatoria dental. El inicio del uso de éste tipo de materiales data desde la década de los 40, y desde ésta fecha, se han ido desarrollando nuevos y mejores materiales.

A pesar de los excelentes resultados estéticos de las resinas dentales, aún se pone en tela de juicio su funcionalidad, ya que posee ciertas desventajas. De entre ellas, la más importante y la que más ha despertado el interés de los investigadores es la contracción por polimerización y los problemas asociados a ésta.

La contracción por polimerización es un fenómeno que ocurre durante el curado de la resina dental; y es producido por el acercamiento de los diferentes monómeros entre sí al formar la cadena polimérica. El principal problema asociado a ésta contracción por polimerización es la generación de fuerzas en la estructura de la resina que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias.

Para resolver éste problema, se investigan diferentes monómeros que al polimerizar, formen un polímero con poca contracción de polimerización. Así tenemos que se han desarrollado monómeros que polimerizan a través de sistemas como la apertura de anillos, la formación de enlaces cruzados y a los polímeros acídicos.

En ésta revisión bibliográfica sólo se tratará la polimerización por apertura de anillos, explicando a grandes rasgos, como se da éste proceso y los diferentes monómeros que existen en la actualidad que polimerizan por ésta vía.

RESINAS COMPUESTAS

La era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese entonces, las resinas compuestas han sido testigo de numerosos avances y su futuro es aún más prometedor, ya que se están investigando prototipos que superarían sus principales deficiencias, sobre todo para resolver la contracción de polimerización y el estrés asociado a esta⁵.

Las resinas compuestas se definen como combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual⁵. Éstas se modifican para obtener color, translucidez y opacidad, y de esa forma imitar el color de los dientes naturales, haciendo de ellas el material más estético de restauración directa⁵.

Las resinas compuestas comprenden una combinación de partículas inorgánicas e inorgánicas⁵. Se componen por tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la matriz inorgánica, material de relleno o fase dispersa; y un órgano-silano o agente de unión⁶. Las propiedades y la eficacia de una resina dependen de la naturaleza de estos tres componentes. Algunas se relacionan ampliamente con el relleno y el agente de unión, mientras que otras propiedades dependen ampliamente de la matriz orgánica¹.

La matriz orgánica de las resinas compuestas, está constituida por: un sistema de monómeros, un sistema iniciador de la polimerización de los radicales libres; un sistema acelerador que actúa sobre el iniciador y permite la polimerización en un intervalo clínicamente aceptable; un sistema de estabilizadores o inhibidores, para maximizar la durabilidad del producto durante el almacenamiento antes de la polimerización y su estabilidad química tras la misma; y por último, los absorbentes de la luz, para proveer estabilidad del color⁶.

El sistema de monómeros puede ser considerado como la columna vertebral de la resina compuesta. Actualmente, el BisGMA sigue siendo el material más utilizado en la fabricación de las resinas dentales, sólo o asociado a otros monómeros⁶.

El relleno inorgánico lo conforma lo que se denomina partículas de carga. De éste componente dependen las propiedades físicas y mecánicas de la resina dental. La naturaleza del relleno, su modo de obtención, y la cantidad incorporada determinará en gran medida las propiedades mecánicas del material restaurador⁶. Cuando estas partículas son mezcladas a la matriz, el primer efecto es la reducción de la contracción de la polimerización, esto simplemente por el hecho de disminuir la cantidad de resina presente en cierto volumen. Otras mejoras observadas son la menor absorción de agua y un menor coeficiente de expansión térmica, aumento de la resistencia de tracción, compresión y abrasión y un aumento en la rigidez⁷.

Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones⁶. Las partículas de carga utilizadas para el relleno son normalmente partículas de cuarzo o vidrio de bario de diversos tamaños; éstas son obtenidas por diversos procesos de fabricación, como la pulverización, la trituración o el molido⁷. La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas. La nanotecnología ha conducido al desarrollo de nuevas resinas compuestas que se caracterizan por poseer en su composición nanopartículas con un tamaño inferior a $0.01\mu\text{m}$ ⁶.

El *agente de unión* es una molécula bifuncional que logra la unión del relleno inorgánico con la matriz resinosa. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional denominada silano⁵. Los silanos, son un grupo de compuestos orgánicos que tienen la particularidad de reaccionar con sustratos orgánicos e inorgánicos, esto lo logran a través de complejas reacciones de hidrólisis y condensación para formar una gran variedad de estructuras híbridas orgánicas e inorgánicas. En las resinas a base de metacrilatos, el agente de unión entre la matriz orgánica y las partículas de relleno es el 3-metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPTMS)⁸.

POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

El término de polimerización se define como el proceso de conversión de un monómero o una mezcla de monómeros en un polímero⁴.

La completa polimerización del material está determinada por el grado de conversión de monómero a polímero, indicando la cantidad de grupos metacrilato que han reaccionado entre sí mediante un proceso de conversión⁶.

El grado de conversión indica el porcentaje de enlaces simples que se han convertido en enlaces dobles. Indica la cantidad de monómeros de la resina que han reaccionado formando polímeros. El grado de conversión de las resinas dentales actuales oscila entre el 35 y el 80%⁵. La conversión incompleta aporta a la resina cierta elasticidad, propiedad que puede beneficiarnos ya que reduce las tensiones generadas en la interfase adhesivo – diente. Un mayor grado de conversión confiere a las resinas mejores propiedades mecánicas, pero con el inconveniente de una mayor contracción de polimerización⁵.

La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 0.340 nm, esta distancia está dada por la fuerzas de Van der Waals ejercidas por los elementos que conforman a cada monómero; al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 0.154 nm. Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros provoca la reducción volumétrica del material³.

La contracción volumétrica depende solamente de la matriz orgánica y, dentro de ella, del número de reacciones que se produzcan, aumentando con el grado de conversión y disminuyendo con el incremento del peso molecular de los monómeros⁶.

Los sistemas de monómeros que actualmente se ocupan en la fabricación de resinas compuestas para uso dental tienen una contracción por polimerización que oscila entre el 1.35% y el 7.1%⁶. Se ha reportado que el Bis-GMA tiene una contracción volumétrica del 5%¹.

La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias. Éstas fuerzas internas, a su vez, producen microfracturas del material².

DESARROLLO DE NUEVOS MONÓMEROS PARA RESINAS DENTALES.

Juzgando los cambios de formulaciones que han tenido los diversos sistemas de resinas a lo largo de su historia, la investigación dentro del campo de éstos materiales se ha centrado en mejorar los mecanismos de iniciación así como las mejoras en el relleno inorgánico, mientras que los monómeros en los cuales se basa han permanecido prácticamente sin cambiar¹.

Actualmente, la matriz orgánica de las resinas compuestas está constituida por una mezcla de monómeros de dimetacrilatos basados en el Bis-GMA o alguna de sus variaciones⁵.

El desarrollo de nuevos monómeros para la elaboración de resinas dentales restauradoras está motivado por el deseo de evitar algunos inconvenientes de las resinas actuales, entre ellos, el principal es la filtración marginal ocasionada por la contracción de polimerización².

Las líneas de investigación llevan a la obtención de nuevos monómeros que sigan los siguientes sistemas: monómeros que polimerizan a través de la apertura de anillos, monómeros que polimerizan a través de enlaces cruzados y conforman a un polímero con una nueva estructura, y por último, monómeros acídicos usados en los compómeros².

MONÓMEROS CÍCLICOS QUE POLIMERIZAN POR APERTURA DE ANILLOS

Se entiende por polimerización por apertura de anillos a aquella en la que un monómero cíclico es convertido en un polímero que no contiene anillos o bien, contiene menos anillos que las unidades monoméricas⁴. Los anillos del monómero, al reaccionar entre sí, se abren y se extienden a lo largo de una cadena polimérica².

En éstos monómeros, por cada enlace que va de Van der Waals a covalente, al menos dos anillos se abren durante la polimerización¹. De ésta forma, se produce menos contracción que en la polimerización de monómeros lineales. Los cambios de volumen que se producen durante la polimerización de éste tipo de monómeros están influenciados por el tamaño del anillo, el número de anillos por unidad de volumen y el efecto de la apertura del anillo, es decir, mientras más grande sea el anillo, más pequeña es la contracción. Además, la contracción puede ser menor si se incrementa el número de anillos reactivos por cada monómero².

En la actualidad, se ha experimentado con tres tipos de monómeros cíclicos que polimerizan a través de éste sistema: espiro ortocarbonatos, éteres cíclicos y vinilciclopropanos².

Espiroortocarbonatos (SOC). Los ortocarbonatos, son ésteres del Ácido Ortocarboxílico, donde hay 4 átomos de oxígeno unidos a un carbono; el término 'espiro' significa que ése carbono simple es común para dos sistemas cíclicos¹. Éstos compuestos fueron patentados por Bailey hace alrededor de 20 años, y a partir del concepto de la polimerización por apertura de anillos propuesta por este personaje, se iniciaron importantes estudios e investigaciones basadas en la síntesis de monómeros que polimerizaran por éste método³.

Durante la polimerización de estos compuestos, cada enlace covalente formado presenta la misma distancia intermolecular entre monómero y monómero que la que está presente cuando están unidos por fuerzas de Van der Waals².

Con los espiroortocarbonatos, utilizados como componentes de las resinas dentales compuestas, se han logrado niveles iguales de contracción por polimerización y el doble de la fuerza de adhesión de la resina al esmalte grabado, que en un grupo control¹.

Se ha intentado realizar formulaciones que contengan combinaciones de Bis-GMA:TEGDMA con espiroortocarbonatos, y aunque éstas formulaciones mostraron cierta reducción en la contracción por polimerización cuando fueron comparadas con un grupo control, su contracción aún es significativa¹.

A pesar de propiedades que presentan éste tipo de compuestos, poseen muchas desventajas que han obligado a la experimentación con otros compuestos. Entre las principales desventajas que tienen los SOC están: al ser cristalinos, su incorporación a la fórmula de la resina dental es difícil; son menos reactivos que los metacrilatos, por lo que necesitan de un prolongado tiempo de radiación de luz para poder polimerizar; son muy sensibles a la humedad y tienden muy fácil a la decoloración².

Éteres cíclicos. Éstos monómeros forman parte de los compuestos epóxicos cicloalifáticos, los cuales han demostrado poseer una menor contracción de polimerización en comparación con los metacrilatos. Además, éstos compuestos son lo suficientemente reactivos como para ser polimerizados en un lapso de tiempo aceptable y usando una lámpara de luz convencional².

Otros compuestos que caben dentro de este grupo son los oxetanos, cuya polimerización por apertura de anillo también se caracteriza por una menor contracción de polimerización comparada con el metilmetacrilato³.

Además de la baja contracción de polimerización, los éteres cíclicos también presentan ventajas muy significativas, de las cuales destacan la baja sensibilidad al oxígeno, excelentes propiedades adhesivas del polímero formado y buena resistencia³.

Por el contrario, los éteres cíclicos también presentan ciertas desventajas, entre estas están una alta sensibilidad al agua y a los compuestos ácidos, además del riesgo de toxicidad por parte de los epóxidos contenidos en su estructura².

Vinilciclopropanos. Éstos compuestos son bien conocidos por ser monómeros de baja contracción de polimerización. Se presentan bajo la forma de líquidos viscosos o compuestos cristalinos³.

Entre sus características más importantes se pueden encontrar la de ser insoluble en solventes orgánicos y la de presentar una expansión de polimerización de entre el 1 y el 3.9%².

Éstos monómeros, además, han demostrado baja toxicidad oral, tampoco posee efectos mutagénicos, y tiene menor toxicidad que los metacrilatos utilizados comúnmente².

BIBLIOGRAFÍA

1. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997;105(2):97-116.
2. Moszner N, Salz U. Composites for Dental Restoratives. In: Press C, editor. *POLYMERS FOR DENTAL AND ORTHOPEDIC APPLICATIONS*. Florida; 2007. p. 13-69.
3. Moszner N, Salz U. New Developments of polymeric dental composites. *Prog. Polym. Sci.* 2001;26:42.
4. Jenkins AD, Kratochvíl P, Stepto RFT, Suter UW. GLOSSARY OF BASIC TERMS IN POLYMER SCIENCE. *Pure Appl. Chem.* 1996;68:8.
5. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. *Acta Odontológica Venezolana* 2007;46:19.
6. Hervas-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11(2):E215-20.
7. Chain M, Baratieri LN. Restauraciones Estéticas con Resina Compuesta en Dientes Posteriores. Sao Paulo: Artes Medicas; 2001.
8. Antonucci JM, Dickens SH, Fowler BO, Xu HHK, McDonough WG. Chemistry of Silanes: Interfaces in Dental Polymers and Composites. *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.* 2005;110:541-58.