

¿Son las restauraciones de resinas compuestas inertes y seguras?

Are Composite Resin Restorations safe and inert?

Recibido en Septiembre de 2010.

Aceptado para publicación: Noviembre de 2010

Dr. Carlos Carrillo Sánchez, MSD

Maestría en Ciencias Dentales.

Práctica Privada.

Toluca, Edo. De México

En reconocimiento al Dr. Eduardo Ortega Zarate, mi segundo maestro de Operatoria Dental y eminente profesor de Materiales Dentales. Y con profundo agradecimiento a sus múltiples enseñanzas en ambas áreas de la Odontología.

Resumen.

La introducción de los materiales estéticos para la restauración de dientes posteriores en la Odontología, además de por su obvia similitud en el color del diente y las mejoras en sus propiedades físicas, ha sido precedida e impulsada fuertemente por la desinformación, en relación a la posible toxicidad que pudieran presentar las restauraciones de amalgama dental por su contenido de mercurio.

Se presenta a las restauraciones de resinas compuestas como materiales que al endurecer pudieran dar la idea errónea de ser totalmente inertes y no ser causantes de ningún daño.

Es importante que se pueda considerar la posibilidad de generación de daño de estos materiales, así como entender las características de los componentes que pueden producir reacciones dañinas y/o alérgicas tanto en el caso de su reciente colocación, como durante el proceso del envejecimiento de las restauraciones.

Abstract.

The introduction into Dentistry of aesthetic materials for the restoration of posterior teeth has been preceded by misinformation. However, it has also been boosted thanks to the obvious match in color with the tooth structure and the improvement in their physical properties, as well as the knowledge of the possible toxicity that amalgam restorations may induce, due to their mercury content.

Composite resins are presented as materials that, once hardened, could give the erroneous impression of being totally inert and completely harmless.

It is important to consider the possibility of these materials causing damage, and to understand the characteristics of components that can produce harmful and/or allergic reactions either when recently placed or during the aging process of the restorations.

Introducción.

Las resinas compuestas han sido utilizadas en la odontología por poco más de 60 años, aún cuando las resinas a base de metacrilatos fueron introducidas para su uso en la Odontología años antes del desarrollo de Ray Bowen en 1961.¹

Estos materiales compuestos han evolucionado grandemente y en una forma sorprendente en los últimos años, y su uso se ha incrementado para la restauración de dientes posteriores a raíz de las preocupaciones generadas por la presencia de mercurio en la amalgama dental.²

Uno de los avances más significativos en los materiales de resinas compuestas es la presentación en una sola pasta y su endurecimiento a través de luz visible generando un proceso de fotopolimerización.^{2, 3}

Estos avances han dado paso a una amplia variedad en el uso de las resinas como materiales restauradores, adhesivos, materiales de reconstrucción, cementación, etc., así como a un gran número de formas de presentación y endurecimiento, dependiendo de la finalidad principal para la cual es empleada. Pueden encontrarse en polvo y líquido, sistemas de dos pastas, y

como se mencionó anteriormente, en los sistemas más actuales de una sola pasta activados por luz.^{4, 5}

Todos estos materiales al mezclarse o activarse van a endurecer al polimerizar en una forma sólida. El obtener una pasta dura y sólida, puede generalmente, dar una idea de ser completamente inerte.⁵ Una gran cantidad de dentistas se ha quedado con la idea errónea de que las restauraciones estéticas a base de resinas compuestas son totalmente inertes y muy seguras. Ya sea durante el proceso de reacción en la polimerización o una vez endurecidos, estos materiales de resina compuesta presentan una constante salida o desprendimiento de pequeñas moléculas.

Muchos son los factores que pueden dictaminar y regir la liberación de los compuestos orgánicos e inorgánicos de estos materiales dentales, como:

- el grado de polimerización.
- las reacciones químicas que tengan impacto sobre el material.
- la degradación del material.
- el tamaño y las características de las moléculas, y
- la composición o tipo de medio ambiente en que se encuentren.

No es una casualidad, aunque si un poco inoportuno y a destiempo, que el Departamento de Salud y de Servicios Humanos de los Estados Unidos (The United States Department of Health and Human Services, USHHS), este mostrando un particular interés en los potenciales efectos dañinos del BPA (Bisfenol-A-dimetacrilato). Esto, aunado a estudios del potencial cancerígeno de los dimetacrilatos, ha llevado a diversos fabricantes de productos plásticos y principalmente aquellos con los que los niños pueden tener contacto frecuente o íntimo, como juguetes, envases de fórmulas alimenticias, biberones, selladores de fosetas y fisuras, etc. a cambiar las formulaciones o modificar los componentes.

Aún cuando el Bis-GMA puede ser y ha sido modificado en cierta forma en que pueda estar libre de BPA o al menos ser un producto libre de las impurezas del BPA, no se puede establecer todavía cuales son los productos dentales disponibles en el Mercado que son libres de BPA o de sus impurezas.^{4, 6}

Las resinas compuestas que se utilizan en Odontología no solamente presentan el compuesto Bis-GMA, sino que en su composición presentan otros tipos de compuestos orgánicos

e inorgánicos que bajo ciertas condiciones también pueden ser consideradas como tóxicas. La interacción con el medio es determinante para entender el grado de liberación de monómeros sin reaccionar u otras sustancias tanto hacia la dentina y tejido pulpar, como hacia el exterior de la restauración.

Usualmente una polimerización inadecuada o incompleta genera problemas tales como: Sensibilidad operatoria, decoloración, baja resistencia, desgaste excesivo, caries recurrente, deterioro marginal, etc.

Además de ocasionar daños por la retención insuficiente de la resina al esmalte, agresión pulpar por monómero residual, cambios de color y absorción de agua, mayor desgaste y propiedades físicas disminuidas.^{3, 4, 5}

Mecanismos de degradación.

Quando los biomateriales son expuestos a un sistema biológico, una película biológica acelular y adquirida se adhiere y se organiza rápidamente sobre la superficie del biomaterial, por una absorción espontánea de macromoléculas extracelulares compuestas de glicoproteínas y proteoglicanos. Se puede considerar, que desde este momento, comienza un proceso de degradación del biomaterial.^{6, 7}

El grado de polimerización determina la cantidad de monómero que esta disponible para su liberación y normalmente el grado de polimerización (cuando se logra un nivel de polimerización excelente) que se obtiene en la mayoría de los materiales de resina compuesta es del 90%. Esto quiere decir que el 10% restante de esta cantidad de monómero, esta disponible para su liberación.

La utilización de los primeros sistemas de resinas, sobre todo en la restauración de lesiones oclusales en dientes posteriores, demostró que estas restauraciones perdían su forma original y las propiedades de superficie en poco tiempo. Los mecanismos de la degradación estuvieron relacionados inicialmente por el proceso del desgaste, pero diversas investigaciones demostraron también, la existencia de degradación por procesos químicos.^{6, 7, 8}

Durante el proceso de degradación de las restauraciones de resinas compuestas, pequeños volúmenes de componentes del material son desprendidos de la superficie de la restauración, y estos pueden ser especies de material idénticos a los componentes del material restaura-

dor, o componentes formados por los diversos mecanismos de la degradación química. Se ha demostrado que la degradación de estos componentes puede continuar conforme son transportados por todo el organismo.^{9, 10.}

El que una resina pueda liberar compuestos al medio oral depende principalmente de las características químicas y del tamaño de los componentes. La composición molecular y elemental de las superficies de los biomateriales son considerados como el factor determinante de la respuesta temprana hacia la exposición al medio ambiente biológico.

Las respuestas biológicas de las superficies de los biomateriales involucran una gran variedad de especies químicas, comenzando su desarrollo desde los primeros nanosegundos en que se forma la primera monocapa de biomaterial, hasta el contacto inicial con agua a los pocos segundos, en donde comienzan a actuar las fuerzas de disolución propias de los sistemas acuosos.^{7, 9, 11.} Todos los componentes de los materiales de resinas compuestas pueden sufrir de degradación. Las superficies de los rellenos inorgánicos pueden ser degradadas por diferentes mecanismos químicos.^{7, 11.}

El proceso del desgaste por abrasión es primordialmente una interacción mecánica entre dos o tres cuerpos, mientras que el desgaste por corrosión en las resinas compuestas incluye la degradación por uno o más mecanismos químicos, lo que hace que se acelere la degradación química. Esta última degradación de las resinas compuestas esta fuertemente influenciada por la difusión de las moléculas y la velocidad en que el desgaste por abrasión remueve los productos de corrosión de la superficie del polímero.

La degradación de los materiales de relleno puede ocurrir sobre la superficie de la restauración donde el material inorgánico se encuentra expuesto, o dentro de la resina compuesta después de la difusión de los agentes químicos a través de la matriz de relleno orgánica. El agua presente en la saliva, que es el agente químico más abundante en la boca, puede causar el rompimiento hidrolítico de la superficie de los rellenos, comenzando y facilitando así su degradación.

El componente de los materiales de resinas compuestas que une a las partículas inorgánicas con la matriz orgánica, el llamado agente de unión a base de silanos activos, también sufren de degradación. La región comprendida entre relleno-silano-resina, puede fracasar en dos formas: ^{7, 10.}

- El primer mecanismo de fracaso puede iniciarse con la degradación de la superficie del relleno, que conforme se degrada el material inorgánico, la transferencia de stress desaloja al agente de unión de la superficie del relleno.
- El segundo mecanismo de fracaso en esta región, es por la degradación enzimática de las moléculas de los silanos.

La exposición al agua disminuye las propiedades mecánicas de las resinas compuestas, afectadas fuertemente por el efecto de plastificación que principalmente es el resultado o la consecuencia del ataque del agua en la interfase relleno-matriz.

Por otro lado, la degradación del material orgánico que forma la matriz de la resina, esta fuertemente influenciada por el grado de polimerización. Esto también presenta influencia sobre los mecanismos de degradación de la unión relleno-silano y entre la unión silano-matriz.^{7, 8.}

Los diferentes mecanismos de degradación de la matriz orgánica de resina se presentan sobre el desprendimiento o secreción de monómeros y la sustitución molecular. Si el material orgánico desprende monómeros en los fluidos orales, estos son substituidos por fluidos que se difunden dentro de la resina provocando el aumento del espacio entre las cadenas de polímeros y generando la plastificación de la restauración.^{8, 10.}

Las resinas compuestas más actuales presentan en su composición compuestos orgánicos que han sido incorporados como aceleradores, controladores de viscosidad, etc., y son más pequeños y solubles en agua que la resina de Bis-GMA; entre estos se encuentran TEGDMA (Dimetacrilato trietilenglicol), HEMA (Etoxietil metacrilato), UDMA (Dimetacrilato de uretano), etc. Entre los compuestos que son utilizados como fotoiniciadores están Canforoquinona (CQ), PPD (1-Fenil-1,2- Propanidona), Lucirin TPO (Oxido monoacilfosfino), Irgacure 819 (Oxido bisacilfosfino).^{3, 5.}

La naturaleza polar o no-polar, la capacidad de uniones de hidrógeno y el potencial de la aceptación o de la donación de electrones, es lo que controla las características hidrofílicas o hidrofóbicas y el estado energético de las superficies. ^{10, 11.}

Una de las características más relevantes de las resinas compuestas actuales es el de ser hidrofílicas, lo que les permite humectar mejor la su-

perficie de la estructura de los dientes, pero también favorece el mayor contacto con los medios húmedos presentes en la boca. Estos materiales actuales tienen una tensión superficial crítica muy alta, lo que favorece no solo la presencia constante de fluidos en su cercanía, sino la predisposición a la formación de una bio-película con mayor densidad y más coherente.^{8, 9}

Como se mencionó anteriormente, el grado de polimerización determina la cantidad de monómero que está disponible para su liberación o para su reacción con los fluidos orales.

El tamaño de las moléculas del material también influye en la posibilidad de su liberación. Las moléculas de TEGDMA y HEMA son más pequeñas y más solubles en agua que el Bis-GMA y por lo tanto, se pueden difundir más fácilmente a través de la red de polímeros y pueden salir con mayor facilidad del material hacia el ambiente bucal.

Existe una relación dinámica entre el material dental y el medio acuoso en que se encuentra localizado, ya sea hacia adentro de la boca por la presencia de saliva como medio o hacia el tejido dentinario por la presencia de fluido.

La degradación del polímero es un proceso en el cual el agua penetra a la matriz de polímeros desencadenando un rompimiento químico; los monómeros y oligómeros tienden a salir a través de las porosidades que se forman en la microestructura del polímero.^{9, 11.}

En estudios in-vitro ha sido fácil observar a los productos enzimáticos de las reacciones, como el ácido metacrílico y BADGE (blisfenol-A-diglicil éter) en medios que contienen esterasas y proteasas derivadas de la saliva, después de que estos reaccionan con los monómeros y oligómeros del polímero.^{12.}

Los monómeros sin polimerizar, además de que pueden ser liberados hacia el medio ambiente del exterior, también han demostrado su difusión a través de dentina y hacia el tejido pulpar. El desprendimiento de monómeros u otras sustancias de las resinas compuestas pueden llevar a desencadenar efectos adversos en las células y tejidos de la cavidad oral.^{9, 12.}

La concentración de TEGDMA que presentan muchos de los materiales de resinas compuestas es de aproximadamente 50%, y la de HEMA es ligeramente menor. Ambos pueden ser liberados o desprenderse de los materiales de resinas compuestas que están constituidas por compuestos metacrilatos con uniones a ésteres. Estas uniones de ésteres son susceptibles

de rompimiento o de separación a través de la hidrólisis, y es muy posible que las hidrolasas que son secretadas por las células expuestas a TEGDMA, puedan hidrolizar a estos materiales restauradores causando mayor desprendimiento de los monómeros o de otras moléculas pequeñas.

Cuando TEGDMA y HEMA son sometidos a hidrólisis, los productos resultantes son trietilen-glicol y ácido metacrílico; ambos productos son altamente tóxicos a las células.

TEGDMA y HEMA han demostrado la alta posibilidad de generar apoptosis en las células de la pulpa dental, además de que pueden alterar la expresión de las proteínas que son responsables de proporcionar protección a las células.

TEGDMA ha demostrado causar también una disminución drástica y muy significativa de glutatión en fibroblastos humanos. Este forma parte de los mecanismos por los cuales las células están protegidas del daño por oxidación.

HEMA y TEGDMA causan además la peroxidación de lípidos y el colapso del potencial de la membrana mitocondrial, que son eventos que llevan a la muerte celular. Este impacto que generan tanto HEMA como TEGDMA sobre las células más comunes presentes en la cavidad oral debe ser considerado muy especialmente.^{8, 9, 11.}

Los agentes utilizados como fotoiniciadores para la polimerización de las resinas compuestas también pueden ser fácilmente liberados de las restauraciones y generar daño celular. La Canforoquinona (CQ) es mucho más soluble en agua que el HEMA y TEGDMA y la cantidad presente de canforoquinona en los materiales de resinas compuestas es mayor en su proporción que la del TEGDMA, y también es mayor la proporción disponible para su liberación.

La Canforoquinona (CQ) ha demostrado causar daño al DNA celular al reaccionar con el oxígeno molecular formando especies de oxígeno reactivo.^{9, 11.}

Existen estudios que han comparado a las restauraciones de amalgama dental con restauraciones de resinas compuestas y han demostrado que estas últimas presentan un mayor número de fracasos que las de amalgama dental, aún sin considerar el potencial de toxicidad de sus componentes.^{12, 13.}

Es importante considerar que las sustancias presentes en la composición de las restauraciones de resinas compuestas, así como las sustancias propias de las reacciones de estos compuestos con los fluidos orales, pueden ser muy tóxicas

y ser causantes de severos daños a las células de los tejidos bucales. Además de que durante el proceso de envejecimiento, las restauraciones de resinas compuestas sufren mucho mayor daño y múltiples alteraciones que sugieren que puedan generar mayor desprendimiento de sus compuestos nocivos.^{8, 9, 10.}

Conclusiones.

Aún cuando las restauraciones de materiales de resinas compuestas pudieran dar la idea de que, una vez endurecidas, fueran inertes y estuvieran exentas de causar daño, estos materiales generan una constante de salida o desprendimiento de pequeñas moléculas que pueden producir daño por sí mismas o como consecuencia de sus reacciones químicas.

Son muy diversos los factores que pueden inducir a que los materiales de resinas compuestas tengan la posibilidad de causar daño, entre ellos, el grado de polimerización puede determinar la cantidad de monómeros que estén disponibles para su liberación o para su reacción con los fluidos orales.

Bibliografía.

- 1.- Bowen R. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. JADA 1963; 66:71-8.
- 2.- Phillips RW. Past, present and future of composite resin systems. Den Clin of North America. 1981; 25 (2) p. 209-218
- 3.- Carrillo C y Monroy M. Fotopolimerización Parte I. Materiales de Resina Compuesta y su polimerización. Revista ADM 2009; 65 (4);10-17
- 4.- Phillips RW. Changing trends of dental restorative materials. Dent. Clin. Of North America. 1989; 33 (2) p. 202-215
- 5.- Monroy-Pedraza A M. Fotopolimerización de Resinas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Odontología. Universidad Intercontinental, Tlalpan, D.F., 2010

- 6.- Phillips RW, Avery DR, Mehra R, Swartz, ML, McCune, RJ. Observation on a composite resin for class II restorations: A three year report. J. Prosthet. Dent. 1973;30:891-7
- 7.- Soderholm KJ, Mariotti A. Bis-GMA based resins in dentistry: Are they safe? JADA 1999;130:201-9.
- 8.- Eliades G, Eliades T, Vavuranakis M. General aspects of biomaterials surface alterations following exposure to biologic fluids. In: Eliades G, Eliades T, Brantley W. Dental Materials in Vivo. Aging and related phenomena. Section I (Overview), Chicago, Quintessence publishing Co. 2003 pp 3-20
- 9.- Gregson K, O'Neill T, Platt J., Windsor, J. In vitro induction of hydrolytic activity in human gingival and pulpal fibroblast by triethylene glycol dimethacrylate and monocyte chemotactic protein - 1. Dent. Mater. 2008;24 (1):1-7.
- 10.- Soderholm KJ. Degradation mechanisms of dental resin composites. In: Eliades G, Eliades T, Brantley W.: Dental Materials in Vivo. Aging and related phenomena. Section III, Chicago, Quintessence publishing Co. 2003 pp 99-12
- 11.- Gregson K, Beinswanger A, Platt, J. The impact of sorption, buffering and proteins on leaching of organic and inorganic substances from dental resin core material. J. of Biomedical Mater. Res. 2007; 48 (4) :256-264.
- 12.- Soderholm KJ, Richards ND. Wear resistance of composites: A solved problem? Gen. Dent. 1998; 46:256-63.
- 13.- Whitworth JM, Myers PM, Smith J, Wall AW, McCabe JF. Endodontic complications after plastic restorations in general practice. Int. Endodontic J. 2005;38:409-16.

Correspondencia

Dr. Carlos Carrillo Sánchez, MSD
Av. Hidalgo Pte. # 704-A
Col. Centro
Toluca, Edo. De México
México 50080
E-mail: caliscarrillo@hotmail.com