



[Resumen]

Empezando por el desarrollo de los composites de obturación en los años 50, actualmente existe en el mercado una gran variedad de materiales en cuanto a composites de recubrimiento en los más diversos niveles de calidad. Este artículo tiene como propósito mostrar las posibilidades que existen para evaluar composites de recubrimiento protésicos en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, y pretende ayudar a asignarlos a perfiles de requisitos.

Palabras clave

Composite de recubrimiento. Microrrelleno. Composite híbrido. Contenido en material de relleno. Módulo de elasticidad. Resistencia a la flexión. Dureza de Vickers. Calidad de la superficie.

(Quintessenz Zahntech. 2012;38(7):782-92)

Aspectos interesantes sobre el composite

Annette von Hajmasy

Los composites fueron desarrollados originalmente como materiales de relleno para el uso odontológico. Sin embargo, se constató que este material podía utilizarse también en el ámbito de la prótesis dental, principalmente para el recubrimiento de prótesis dentales extraíbles. Es aquí donde se pusieron de manifiesto las ventajas del composite con respecto a la cerámica: en virtud de la reducción considerable del peligro de rotura –puesto que es significativamente «más blando y elástico» que la cerámica– y gracias a su mayor facilidad de reparación.

La historia del composite se inició en los años 50 con el desarrollo, por parte de Bowen, de sistemas de resina artificial para el uso en obturaciones: la legendaria BisGMA, también conocida todavía en la actualidad como «resina de Bowen». Desde entonces, los composites han evolucionado hacia tamaños de grano cada vez más pequeños, mediante la adición de materiales de relleno inorgánicos⁹. Naturalmente, en el proceso también han ido mejorando sus propiedades mecánicas y físicas.

Si bien al principio tan solo eran factibles materiales de relleno en el rango macrométrico (5 a 10 μm), la mejora de las técnicas de trituración hizo posible reducir los tamaños de grano hasta el rango micrométrico¹⁴ (< 1 μm). Fue en los años 80 cuando los denominados composites híbridos conquistaron el mercado. Composites con macrorrellenos

Introducción

y microrrellenos mezclados, y por consiguiente un contenido en material de relleno considerablemente aumentado. Mediante la fabricación pirolítica con llama a partir de ácido silícico pirógeno, fue posible obtener granos muy pequeños, en el rango nanométrico (0,001 a 0,01 μm). Así pudo alcanzarse un contenido en relleno sensiblemente superior, y por ende una mejora significativa de las propiedades mecánicas, tales como la resistencia a la flexión, la resistencia a la abrasión y una menor contracción³. Más tarde, en los inicios de este milenio, los nuevos avances químicos y técnicos permitieron aislar los microrrellenos aglomerantes por medio de su energía superficial, y de este modo crear nanómeros: microrrellenos no aglomerados, presentes de forma libre en la matriz. De este modo surgieron los denominados nanocomposites, caracterizados por un incremento significativo del contenido en material de relleno, por lo menos hasta el nivel de los composites híbridos, y por consiguiente una mejora adicional de las propiedades físicas, sobre todo una mayor facilidad de pulido gracias a una superficie más densa y homogénea³.

Hoy en día podemos decir que los composites se diferencian en su evolución de décadas y en su delimitación entre sí principalmente en el tipo, el tamaño y la cantidad de los materiales de relleno, mientras que los composites odontológicos y protésicos son idénticos en su estructura desde los puntos de vista físico y químico^{10,14}.

Material El nombre del composite procede del latín (componere: componer) y se compone de las fases orgánica e inorgánica.

La **fase orgánica**, la matriz, consta del monómero básico como componente principal, comonomeros, inhibidores, aceleradores/iniciadores y estabilizadores⁵.

Como monómero básico, en primer lugar se encuentran dimetacrilatos macromoleculares, como por ejemplo el bisfenol A glidil metacrilato (BisGMA), el uretandimetacrilato (UDMA) o el trietilenglicol dimetacrilato⁷ (TEGDMA). Estas moléculas se diferencian, entre otros aspectos, por sus longitudes de cadena, y por consiguiente influyen también en las propiedades físicas del composite.

La **fase inorgánica**, también denominada fase dispersa, consta de las partículas de material de relleno y los pigmentos colorantes. Como materiales de relleno se utilizan principalmente partículas de dióxido de silicio o silicatos, esto es, cuarzos y vidrios molidos y triturados, los cuales se mezclan en distintos tamaños de grano y proporciones cuantitativas. Al igual que en las cerámicas, como pigmentos se utilizan sobre todo óxidos metálicos, a fin de influir en la opacidad o el grado de transparencia y la coloración. Mediante la silanización de las partículas de relleno como adhesivo se produce la integración química de los materiales de relleno inorgánicos en la matriz^{5,14}.

Por lo tanto, la denominación «composite» no alude a los componentes del material, sino que expresa exclusivamente algo acerca de su estructura, es decir, su composición (fig. 1). De esta composición química se derivan, como ya se ha explicado, todas las propiedades físicas que garantizan el éxito de la utilización de un composite, entre las cuales desempeñan un papel determinante el contenido en relleno y las distintas distribuciones de tamaños de grano.

Básicamente, los composites de recubrimiento protésicos actuales se dividen en composites fotopolimerizables y fotopolimerizables/tratados térmicamente, realizándose en este último caso un tratamiento térmico adicional que incrementa aún más el grado de

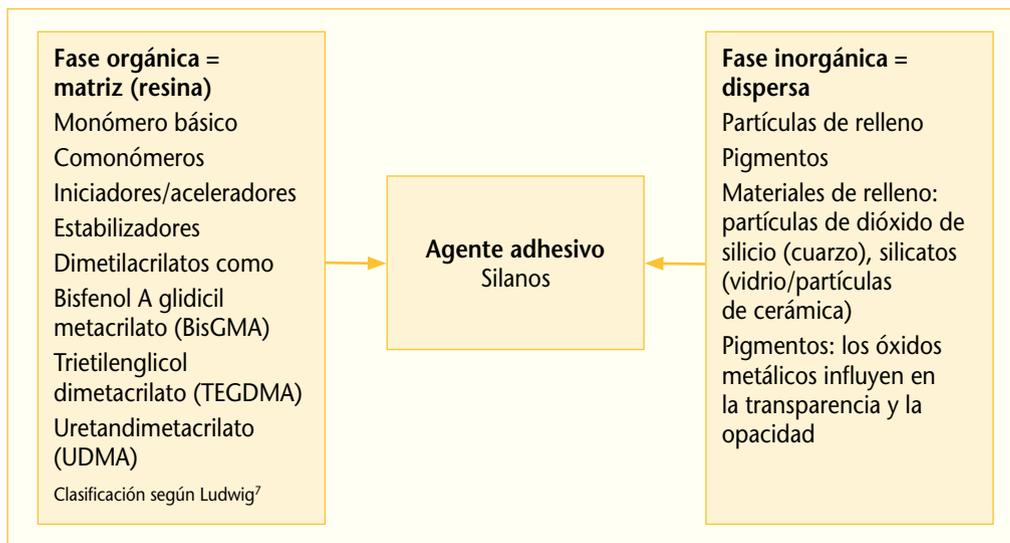


Fig. 1. Componentes del composite (según Kullmann⁵).

polimerización y por consiguiente las propiedades físicas^{8,13}. A este respecto, cabe señalar como inconveniente el hecho de que el elevado grado de polimerización dificulta considerablemente la aplicación posterior de nuevo material tras el tratamiento final, y que el tratamiento térmico representa una inversión adicional de aparatos y tiempo. Además, los composites pueden dividirse en dos grupos en cuanto al contenido de relleno: **composites de microrrelleno** y **composites híbridos**¹⁰.

Los **microrrellenos** poseen una proporción de material de relleno inorgánico con tamaños promedio de entre 10 y 100 nm o 0,01 y 0,1 μm (es decir, en el rango nanométrico). Mediante la adición de copolimerizados o prepolimerizados (composites polimerizados nuevamente molidos) se obtiene entonces un denominado composite de complejos de microrrelleno. Estas macromoléculas orgánicas (componentes prepolimerizados del composite de microrrelleno) reducen la contracción de polimerización y otorgan al composite una resistencia adicional sin influir en el módulo E y en la fragilidad ligada a este³, e incrementan el contenido en material de relleno.

Los **composites híbridos** se componen de los microrrellenos y los macrorrellenos (tabla 1), si bien los microrrellenos están presentes en distintas gradaciones de tamaño, que van desde los composites híbridos de partículas gruesas (tamaño de partículas entre 5 y 10 μm), composites híbridos de partículas finas ($\text{PG} < 5 \mu\text{m}$), composite híbrido de partículas muy finas ($\text{PG} < 3 \mu\text{m}$) hasta composites híbridos submicrométricos ($\text{PG} < 1 \mu\text{m}$).

A fin de poder evaluar y escoger un composite de recubrimiento para el uso protésico, deberían considerarse los siguientes criterios: ¿Qué perfil de requisitos se plantea? ¿Qué

Discusión

Partículas gruesas	Composites híbridos	5 $\mu\text{m} < \text{TP} < 10 \mu\text{m}$ (rango macrométrico)
Partículas finas	Composite híbrido	TP < 5 μm
Partículas muy finas	Composite híbrido	TP < 3 μm
Submicrómetros	Composite híbrido	TP < 1 μm
Composite nanorrelleno		$\varnothing 0,02 \mu\text{m} = 20 \text{ nm}$

Tabla 1. Los materiales de relleno³.

COMPOSITES Y POLÍMEROS MODERNOS



Fig. 2. Prótesis dental telescópica en los maxilares superior e inferior, recubierta con composite (Dialog Vario, Dialog Okklusal, Schütz Dental, Rosbach, Alemania).

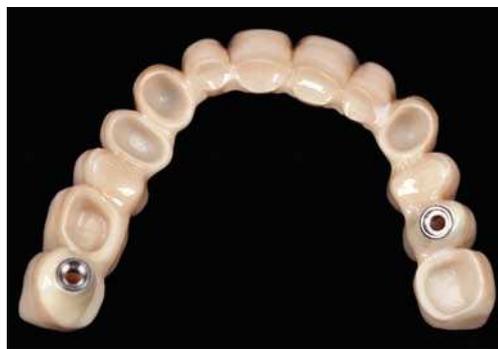


Fig. 3. Puente de dióxido de zirconio condicionalmente extraíble recubierto con composite (GrandioSo, Voco, Cuxhaven, Alemania).



Fig. 4. Todas las partes en contacto directo con la mucosa están realizadas en dióxido de zirconio brillantado intensamente.



Fig. 5. Cierre de un diastema entre los dientes 11 y 21 por medio de chips de composite (Dialog Okklusal).



Fig. 6. Las porciones mesiales de los dientes 11 y 21 fueron preparadas tan solo mínimamente en la región incisal.

cometidos/ámbitos de aplicación debe cubrir? Y es que ciertamente existen diversos ámbitos de aplicación y perfiles de requisitos:

- el recubrimiento de estructuras metálicas (por ejemplo, prótesis dental extraíble, prótesis provisionales) (fig. 2)
- el recubrimiento de estructuras de dióxido de zirconio (por ejemplo, en la prótesis implantosoportada) (figs. 3 y 4)
- la utilización sin estructura (por ejemplo, carillas, onlays, inlays, coronas parciales) (figs. 5 y 6)

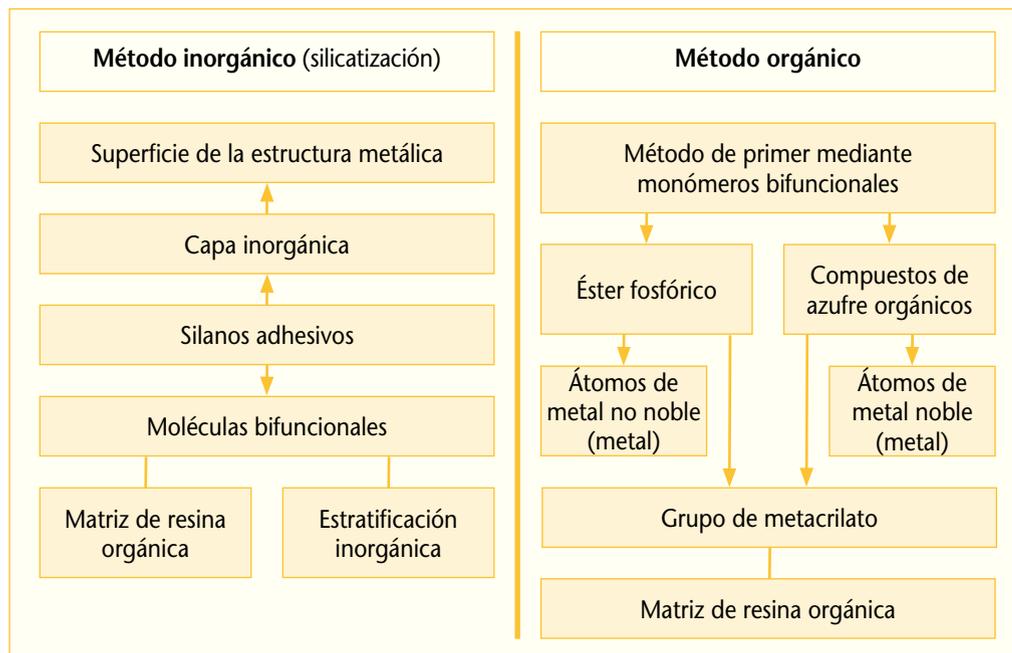


Fig. 7. Los métodos de unión (según Göbel y Welker).

Todos estos ámbitos de aplicación plantean a un composite requisitos algo distintos. Por ejemplo, las estructuras de metal y de dióxido de zirconio presentan una diferencia fundamental: a diferencia del dióxido de zirconio, las estructuras metálicas poseen ductilidad, esto es, deformabilidad. Para un composite de recubrimiento, esto significa que se requiere más elasticidad, a fin de evitar que la ductilidad del material de la estructura provoque fisuras por tensión. En el recubrimiento de los materiales de estructura se añade otro criterio importante: el sistema de unión entre el material de estructura y el composite. En este caso es preciso lograr una unión químico-mecánica, responsable de que el recubrimiento permanezca estable y sin intersticio sobre la estructura. También a este respecto distinguimos entre dos métodos distintos: el método orgánico y el inorgánico. El método inorgánico se conoce como silicatización. Consiste en la aplicación de una capa inorgánica con una elevada aportación de energía (presión de chorro o calor) sobre la estructura metálica, y a continuación se aplica un silano adhesivo. Este consta de moléculas bifuncionales, que presentan una afinidad por una parte a la capa inorgánica y por otra a la matriz de composite.

El método orgánico, también conocido como método de primer, utiliza también monómeros bifuncionales: estos contienen éster fosfórico y compuestos de azufre orgánicos, los cuales poseen una afinidad a los átomos de metal (metal noble y metal no noble), pero al mismo tiempo pueden establecer un enlace con la matriz de composite por medio de los grupos de metacrilato que contienen. En el método orgánico, el primer para metal se aplica como líquido sobre la superficie chorreada de la aleación (fig. 7). Por ejemplo desde el punto de vista cromático, las estructuras metálicas plantean al composite de recubrimiento requisitos muy distintos a los que plantean las restauraciones sin estructura. Especialmente en trabajos telescópicos, una estructura metálica debe poder cubrirse ópticamente empleando un grosor de capa fino. Por lo tanto, para ello se requiere un material relativamente opaco (fig. 8). Las restauraciones sin estructura

COMPOSITOS Y POLÍMEROS MODERNOS



Fig. 8. Un gran problema recurrente en el caso de los puentes telescópicos, sobre todo en la zona de los dientes anteriores: la escasez de espacio disponible para el recubrimiento.



Fig. 9. Una restauración mediante carillas adicionales de composite en los dientes 13, 12, 22, 33, 32, 42.

presentan su aspecto más natural cuando se confeccionan utilizando masas con el mayor grado posible de opalescencia y translucidez (fig. 9).

¿Pero qué convierte a un composite en un producto logrado? ¿Qué requisitos planteamos a un composite?

Tabla 2. Requisitos planteados a los composites.

Requisito	Mecánicos	Ópticos
Resistencia a la placa/ calidad de la superficie	Contenido en material de relleno	Color
Buena capacidad de pulido	Absorción de agua	
Estabilidad cromática	Resistencia a la flexión (resistencia a la compresión y a la tracción)	
Resistencia a la abrasión	Módulo E	
Respetuoso con los antagonistas	Dureza (de Vickers)	

Los principales perfiles de requisitos mecánicos planteados a un composite se recogen en la tabla 2.

Resistencia a la flexión: es un valor para una tensión de flexión en un componente sometido a flexión, y en caso de ser excedido se produce el fallo por rotura del componente. Se comprueba mediante el ensayo de flexión en tres puntos en un aparato medidor de recorrido-fuerza, aplicando un método de medición definido: el cuerpo de ensayo de 2 mm x 2 mm x 25 mm (ISO 4049) se sitúa sobre dos apoyos, mientras que la presión ($0,75 \pm 0,25$ mm/min) se aplica desde arriba centralmente mediante una tercera espiga, hasta que se produce la rotura de la muestra y se mide el valor de la resistencia a la flexión. Los valores de la resistencia a la flexión de los composites de recubrimiento se sitúan entre aprox. 90 y 150 MPa. En la norma ISO se establece un valor mínimo de 80 MPa para los composites fotopolimerizables. La resistencia a la flexión proporciona información sobre el comportamiento plástico de un composite en estado polimerizado.

Explicación
de los conceptos de
las propiedades físicas
Propiedades mecánicas

Módulo de elasticidad: describe el comportamiento de deformación de materiales bajo carga, la relación entre la tensión y la extensión durante la deformación de un cuerpo sólido con un comportamiento elástico lineal. El valor del módulo E es tanto mayor cuanto más resistencia oponga un material a su deformación. Sin embargo, esto también significa que cuanto menos plástico (esto es, deformable) sea un material, tanto más quebradizo se vuelve. Para los composites dentales, esto significa que el hecho de que un composite se introduzca en una cavidad como material de obturación o se aplique como material de recubrimiento sobre diversos materiales de estructura constituye una diferencia significativa. Para un material de obturación, un comportamiento de elasticidad similar al del diente constituye una ventaja, dado que permite distribuir mejor en el conjunto del «sistema del diente» las fuerzas masticatorias aplicadas^{1,2,15} (dentina: 16.550 MPa; esmalte: 18.620 MPa). Toda vez que un módulo E algo menor compensa mediante deformación elástica las fuerzas de compresión que actúan durante la carga por presión masticatoria, esto es, el estrés estático, esto puede suponer una clara ventaja para la técnica de recubrimiento de estructuras protésicas. Conforme a las indicaciones de los fabricantes, los valores del módulo E de los diversos composites de recubrimiento exclusivamente fotopolimerizables se sitúan entre aproximadamente 3.000 MPa y 10.700 MPa.

A la hora de evaluar un composite, deberían considerarse siempre en conjunto la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. Una elevada resistencia a la flexión se traduce en un buen comportamiento plástico, es decir, reduce la fragilidad. Y es que un composite demasiado quebradizo conduciría a su vez a un mayor peligro de rotura y a fisuras por tensión en puentes de gran envergadura. Un módulo E elevado significa una resistencia elevada, y está directamente relacionado con el contenido y la proporción de material de relleno de un composite. Cuanto mayor es el contenido en material de relleno inorgánico, tanto mayor es también el módulo E del composite.

Dureza: es la resistencia mecánica que un material opone a la penetración mecánica de un cuerpo de ensayo más duro. Para su medición se emplean diversos métodos.

El más utilizado en el ámbito de los composites dentales es la medición de la dureza según Vickers. Los composites de microrrelleno presentan una mayor propensión a la abrasión que los composites híbridos¹³. Lamentablemente, los valores de dureza de los composites dentales no siempre se miden aplicando los mismos métodos de medición de dureza. Por lo tanto, para la comparabilidad de valores de distintos productos, debe procurarse que se trate de los mismos métodos de medición. Por ejemplo, la experiencia de la autora demuestra que puede suceder perfectamente que el valor se indique en unos casos en dureza de Vickers (HV) y en otras ocasiones en MPa. Los valores de dureza para composites de recubrimiento fotopolimerizables se sitúan entre aproximadamente 350 MPa y aproximadamente 750 MPa conforme a las indicaciones de los fabricantes.

Contenido en material de relleno: actualmente distinguimos entre composite según el contenido en material de relleno, el tipo de material de relleno y el tamaño de las partículas (macro, micro o nanopartículas) (véase la tabla 1). En el caso de los composites de recubrimiento, además de los materiales de relleno inorgánicos (cristales y cuarzos) existe el contenido en material de relleno orgánico. Este consta de los denominados prepolimerizados. Gracias a los avances crecientes en el ámbito de los composites dentales, fue posible reducir cada vez más los tamaños de las partículas, y de esta manera optimizar el contenido en material de relleno en cuanto a cantidad y proporción. Concretamente, un mayor contenido en material de relleno optimiza las propiedades mecánicas y físicas del composite^{6,12}: a este respecto, el papel determinante lo desempeñan el tamaño de grano y su distribución, pero también el contenido y el tipo de los materiales de relleno y su acondicionamiento.

A medida que disminuyen las partículas inorgánicas en el material de relleno, como en el caso de los microrrellenos hasta los nanorrellenos, aumenta también la proporción superficie-volumen, lo cual a su vez se traduce en un incremento de la viscosidad. Esto se debe al aumento de la superficie total de las partículas y al consiguiente aumento de la superficie de contacto con la resina circundante. En este caso es posible un contenido máximo de material de relleno de aproximadamente 80%, dado que de lo contrario el material ya no sería modelable. Este es también el motivo por el cual los composites fluidos con microrrelleno suelen presentar un contenido en material de relleno sensiblemente inferior al de las pastas, puesto que el contenido en material de relleno influye decisivamente en la viscosidad.

Absorción de agua: para la medición de la absorción de agua de un composite se aplica la norma ISO 4049. Un cuerpo de ensayo (tamaño conforme a la norma ISO) del composite fotopolimerizado se almacena durante siete días en agua a 37 °C después de haber determinado su peso inicial. A continuación se retira el cuerpo de ensayo, se seca y se pesa nuevamente. A partir de la diferencia entre los pesos se puede determinar la absorción de agua. Conforme a la norma, los valores de absorción de agua debería situarse por debajo de 40 $\mu\text{m}/\text{mm}^3$. En el caso de los composites de recubrimiento habituales, los valores conocidos se sitúan, de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes, entre 13 y 19,5 $\mu\text{m}/\text{mm}^3$, dado que no todos los fabricantes indican la absorción de agua en sus descripciones de producto. Pese a sus propiedades hidrófo-

bas relativamente pronunciadas, los composites absorben agua en pequeñas cantidades. Esta agua se almacena en los espacios intermedios del polímero. Esto comporta dos inconvenientes esenciales:

1. Hinchamiento del material, con la consiguiente variación del volumen: esto desempeña un papel determinante precisamente en el ámbito de la obturación odontológica, toda vez que la presión de hinchamiento generada puede provocar fracturas en caso de paredes de cavidad finas.
2. La absorción de agua va acompañada de la absorción de bacterias y sustancias de color (vino tinto, café, té, etc.), las cuales conducen a largo plazo a la tinción de las obturaciones y de los recubrimientos. Esto significa que cuanto más agua puede absorber un composite, tanto mayor es también su tendencia a la tinción.

Color: si bien es posible medir y determinar físicamente el color, también sabemos que el color es una percepción muy subjetiva para cada individuo⁴. Por ejemplo, estudios científicos demuestran que hombres y mujeres perciben el color de manera muy distinta. Sin embargo, es indiscutible que esta primera percepción subjetiva de la apariencia de un composite (color y grado de brillo) suele ser determinante a la hora de utilizar o no un material concreto. ¿Cuántas masas incisales y masas de transparencia están disponibles? ¿Cuánta fluorescencia y opalescencia muestran las distintas masas? El grado de brillo determina la facilidad de pulido y la calidad de la superficie, y es la única propiedad mecánica que también puede evaluarse ópticamente. Todas las demás propiedades (tales como contenido en material de relleno, módulo E, resistencia a la flexión, dureza, etc.) tan solo pueden evaluarse o compararse mediante los valores indicados (tabla 3).

Una comparación de la autora entre seis materiales presentes en el mercado demostró lo siguiente: si se analizan los valores de las distintas propiedades físicas de diversos composites, se constata que estos valores están representados en un rango muy amplio, es decir, existen diferencias enormes en algunos casos (tabla 3).

A modo de síntesis puede decirse que las resinas de recubrimiento presentes en el mercado se diferencian en sus propiedades mecánicas y ópticas. Sin embargo, el hecho de

Tabla 3. Las propiedades físicas de diversos composites presentan grandes diferencias en algunos casos.

Dureza	370-726 MPa
Módulo E	3.100-10.700 MPa
Resistencia a la flexión	90-140 MPa
Resistencia a la compresión	354-450 MPa
Contenido en material de relleno	45-75% del peso
Absorción de agua	13-21 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$

Propiedades ópticas



Fig. 10. Carillas de composite microrrelleno (Adoro, Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Alemania) en los dientes 12, 21 y 22 al cabo de siete años in situ. Puede apreciarse la superficie todavía brillante y libre de placa.



Fig. 11. Carillas de composite híbrido desde el diente 12 hasta el 22 (Dialog Okklusal). La superficie se ha vuelto mate, pero ello no repercute negativamente en la acumulación de placa.

que los distintos valores físicos presenten tales diferencias permite extraer la conclusión de que también los diversos composites se diferencian en gran medida entre sí en su calidad global. Así pues, si se pretende juzgar un composite por sus propiedades, ante todo es importante saber en qué medida las diversas propiedades físicas influyen en las propiedades mecánicas de un composite.

La resistencia a la placa, la facilidad de pulido y la calidad superficial dependen en su mayor parte de la rugosidad superficial, y por consiguiente en cierta medida del tamaño de las partículas de material de relleno¹³. Las partículas pequeñas en un composite híbrido son, por así decirlo, capaces de compensar y rellenar las irregularidades que aparecen en la superficie a causa de las macromoléculas. Cuanto menor es el tamaño de las partículas, tanto más cerca de la superficie se encuentran estas y tanto más fácil resulta pulir dicha superficie. Sin embargo, los composites microrrellenos han acreditado los mejores resultados en estudios científicos comparativos de composites^{10,11,13}. Las experiencias de la propia autora han demostrado que un composite microrrelleno es capaz de mantener una superficie pulida altamente brillante incluso tras un tiempo prolongado de permanencia en la boca (fig. 10). En cambio, los composites híbridos presentan una superficie algo mate al cabo de un periodo relativamente corto, si bien esto no repercute negativamente en la acumulación de placa ni en el comportamiento de tinción (fig. 11). La absorción de agua, el pulido y la calidad superficial desempeñan un papel determinante para la **estabilidad cromática**. Cuanto menos agua absorbe en la boca un composite durante el periodo de utilización, tanto menos bacterias y tinciones provocadas por estas podrán acumularse^{10,13}. Cuanto más lisa y densa sea la superficie de un material y cuanto más tiempo se conserve esta estructura superficial durante el periodo de utilización, tanto menor será la cantidad de placa que pueda acumularse sobre dicha superficie.

La dureza, el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión adquieren protagonismo al evaluar el **comportamiento de resistencia a la abrasión** y el **respeto a los antagonistas**. Como ya se ha mencionado, el módulo E se halla en relación directa con la cuantía del contenido en material de relleno, pero esto también significa que cuanto mayor es el módulo E, tanto más quebradizo es el material. Si un material es quebradizo, aumenta a su vez el riesgo de chippings y desconchamientos. De ahí que, además del valor del módulo E, se deba considerar siempre el valor de la resistencia a la flexión. En caso de que un material presente un valor de resistencia incrementado a medida que aumenta el módulo E, esta resistencia a la flexión contrarresta la fragilidad.

Un ejemplo cotidiano ilustra este concepto: el vidrio es un material con un módulo E extremadamente elevado y una resistencia a la flexión muy reducida. Se trata de un material extremadamente quebradizo. En cambio, una goma de uso doméstico posee un módulo E extremadamente bajo y una resistencia a la flexión extremadamente elevada, de modo que es sumamente elástica y deformable plásticamente.

Así pues, en el caso ideal un composite debería poseer una proporción equilibrada entre el módulo E y la resistencia a la flexión.

Conclusión y perspectivas

En todas las propiedades medibles de un composite, la coloración, la facilidad de pulido/el grado de brillo y la manipulación desempeñan en la mayoría de los casos el papel



Figs. 12 y 13. Para probar nuevas masas de composite, es recomendable confeccionar dientes de muestra de color individuales (Nexco, Ivoclar Vivadent).

determinante como criterio de decisión para el usuario. Las propiedades mecánicas quedan relegadas a un segundo término o son incluso ignoradas. De todos modos, actualmente podemos afirmar con seguridad que todos los composites presentes en el mercado satisfacen sus requisitos en la práctica cotidiana. No obstante, en virtud de los enormes avances en este ámbito se irán comercializando continuamente productos mejorados.

A la hora de escoger un composite de recubrimiento, puede constituir una ayuda la siguiente lista de comprobación elaborada por la autora, y que cada usuario puede responder por sí mismo:

- ¿Qué inversión implica el procesamiento (aparatos, tiempos de fraguado)? ¿Es el composite exclusivamente fotopolimerizable o es necesario un tratamiento térmico adicional?
- ¿Cuántos componentes individuales (masas incisales, dentina, masas transparentes) están disponibles? ¿Son necesarios todos estos componentes individuales?
- ¿Para qué perfiles de requisitos se pretende utilizar el material: prótesis dental extraíble, restauraciones provisionales o restauraciones sin estructura? ¿Se desea trabajar el material también sobre dióxido de zirconio? En caso afirmativo, ¿es posible hacerlo con este material?
- ¿Cómo se comportan las masas durante la aplicación? ¿Se necesitan ayudas para el modelado o sistemas de adhesión?
- ¿Puede reproducirse exactamente, mediante una estratificación de dentina y masa incisal sencilla, un color dental escogido? – Utilizando «dientes de prueba» muy sencillos, estratificados rápidamente, puede llevarse a cabo fácilmente esta prueba del color (figs. 12 y 13). Además, de este modo pueden probarse también con suma facilidad diversas masas transparentes y de efectos, para así hacerse una idea de la manipulación y el efecto cromático de las masas.

- Bibliografía**
1. Asmussen E, Peutzfeldt A. Class I and Class II restorations of resin composites: an FE analysis of the influence of modulus of elasticity on stresses generated by occlusal loading. *Dent Mater* 2008;24:600-605.
 2. Craig RG, Peyton FA. Elastic and mechanical properties of human dentin. *J Dent Res* 1958;37:710-718.
 3. Ernst CP, Willershausen B. Eine aktuelle Standortbestimmung zahnärztlicher Füllungskomposite. *ZM online* 2003;1:Fortbildungsteil.
 4. Kohlbeck C, Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Farbbeständigkeit von Verblendkompositen nach künstlicher Alterung, Verfärbungslagerung und Reinigung. *Dtsch Zahnärztl Z* 2003;58:14-18.
 5. Kullmann W. Grundlagen zahnärztlicher Restaurationskunststoffe. In: Kullmann W (Hrsg.). *Atlas der Zahnerhaltung mit Glas-Ionomer-Zementen und Komposit-Kunststoffen*. München, Hanser, 1990:76.
 6. Li Y, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Effect of filler content and size on properties of composites. *J Dent Res* 1985;64:1396-1401.
 7. Ludwig K. Werkstoffkunde der Verblendwerkstoffe. *Quintessenz Zahntech* 1997;23:683-692.
 8. Peutzfeldt A, Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two composites. *J Dent* 2000;28:447-452.
 9. Roulet JF, Meyer G. Komposit – Meilensteine der Entwicklung der letzten 50 Jahre. *DZW* 2006;15:Seiten?
 10. Rzanny A, Göbel R, Küpper H. Moderne Verblendkomposite – ein werkstoffkundlicher Vergleich. *DZZ* 2007;62:11-Seite?
 11. Rzanny A, Göbel R, Küpper H. Verblendkunststoffe – ästhetische und zahntechnische Herausforderung. *Quintessenz Zahntech* 2009;35:1598-1615.
 12. Rzanny A, Göbel R, Welker D. Quasistatische Prüfungen an 21 Füllungs- und Verblendkompositen. *ZWR* 1995;104:698-703.
 13. Rzanny A, Welker D. Bearbeitung moderner Verblend- und Füllungskomposite. *Interdis Prothet Zahnheilk* 2000;3:203-212.
 14. Staufenbiehl A. Vergleichende werkstoffkundliche Untersuchungen marktgängiger und neu entwickelter Verblendkomposite. *Dissertationsarbeit*. Jena: Universität Jena, 2005.
 15. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 1993;24:641-658.

Correspondencia Annette von Hajmasy
Zahntechnik
Arn Wassermann 29
50829 Colonia, Alemania
Correo electrónico: kontakt@hajmasy.de