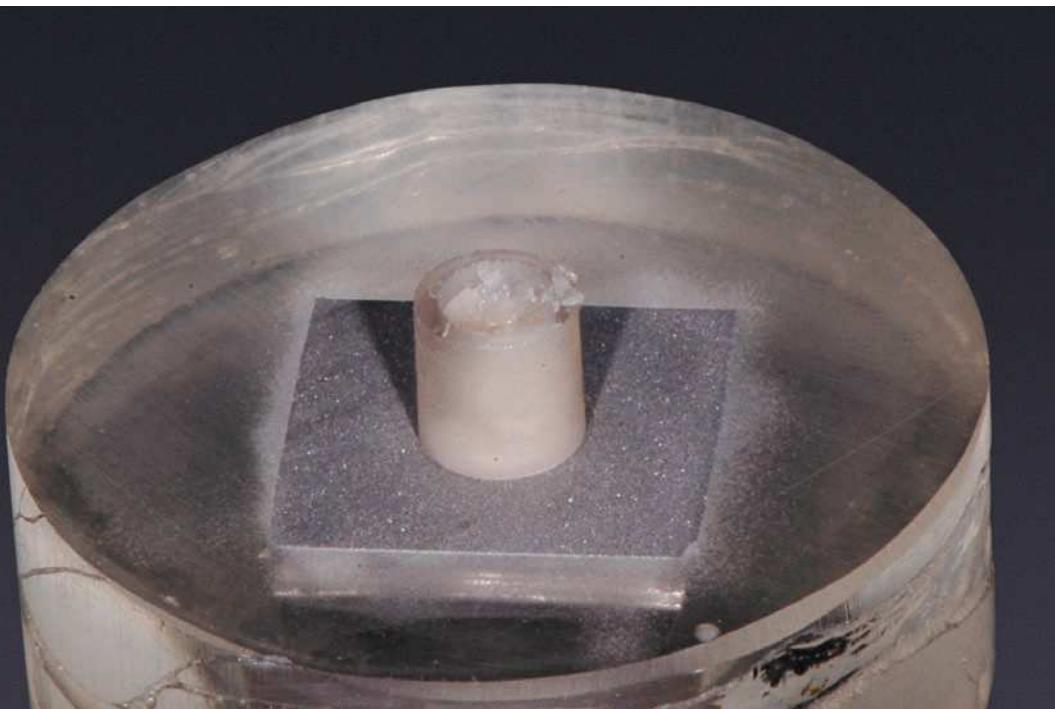


INVESTIGACIÓN COMPOSITES



[Resumen]

En el presente estudio se determinó la resistencia a la presión entre composites de recubrimiento y una aleación CoCr CAD/CAM ZENO NP con superficies pretratadas de distinta forma. Para ello se aplicó sobre el material de la estructura el composite con una superficie definida y a continuación se sometió a cizallamiento hasta la rotura. Se calculó la resistencia a la presión en base a la fuerza medida y a la superficie de adhesión.

Palabras clave

Composite de recubrimiento. Resina de recubrimiento. Aleación metálica. Resistencia de la unión. Adhesión. Aleación CAD/CAM.

(Quintessenz Zahntech.
2008;34(12):1544-53)

Resistencia a la presión de los composites de recubrimiento sobre una aleación CrCo CAD/CAM con distintos tratamientos superficiales previos

Bogna Stawarczyk, Jens Fischer y Christoph H. F. Hämerle

La estética y la biocompatibilidad son actualmente requisitos básicos para una reconstrucción odontológica. Gracias a la introducción de la resina de recubrimiento en la prótesis de coronas y puentes es posible, al igual que con la cerámica de recubrimiento, satisfacer dichos requisitos básicos. Las resinas de recubrimiento se han erigido en alternativa a la cerámica de recubrimiento^{1,5,6,12,14}. Su producción es considerablemente más sencilla y económica^{1,7}. Además, en caso de fractura es posible una reparación rápida y sencilla^{4,7-9}.

Las resinas de recubrimiento actualmente disponibles en el mercado son en su mayor parte composites. Se designa con el término «composite» una combinación de como mínimo dos materiales distintos. Generalmente se trata de materiales de relleno inorgánicos incrustados en una matriz monómera orgánica.

Introducción

La sustancia orgánica contiene diversos monómeros de metacrilato en distintos porcentajes del peso, como p. ej. BisGMA, UDMA, TEGDMA³. Mediante la elección selectiva de los monómeros, es posible determinar las propiedades mecánicas de la resina, como p. ej. la resistencia o la viscosidad. El BisGMA está presente en un estado muy viscoso, mientras que el UDMA no es tan sólido¹⁰. Tras la polimerización, el BisGMA posee una gran resistencia, y el UDMA una baja resistencia. A fin de optimizar adicionalmente las propiedades de forma más selectiva, se añaden a la matriz materiales de relleno inorgánicos. Éstos incrementan la resistencia y aumentan la viscosidad. Además se mejora la resistencia a la abrasión. Los materiales de relleno se dividen básicamente en tres grandes grupos. Se trata de los actualmente ya no utilizados frecuentemente macrorrellenos –los cuales sin embargo poseen una resistencia enormemente elevada–, los microrrellenos, los cuales posibilitan unas propiedades de pulido óptimas pero presentan una resistencia inferior, y los composites híbridos, que actualmente son los únicos que se utilizan. Éstos se componen de macro y microrrellenos, lo cual les confiere las mejores propiedades.

Tras el modelado, deben endurecerse las resinas. Existen tres tipos de polimerización: fotopolimerización, fraguado químico y fraguado dual. Por motivos de manipulación de estas resinas, en el caso de los composites de recubrimiento se utiliza mayoritariamente el sistema de fotoiniciadores. Se trata de resinas monocomponentes que ya no requieren mezclados antes de su manipulación.

Las propiedades materiales específicas de los diversos composites de recubrimiento son muy distintas y son definidas, entre otros factores, por la resistencia a la flexión, la abrasión, la absorción de agua y la alteración cromática. Otro punto determinante es la resistencia de la unión de estas resinas de recubrimiento al material de la estructura. Una buena unión es un requisito para una estética duradera, así como para la longevidad clínica. La unión debe ser capaz de resistir las influencias mecánicas, químicas y térmicas en la cavidad oral. Numerosos estudios indican que la resistencia de la unión entre la aleación metálica y el composite todavía no es tan buena como la unión entre el metal y la cerámica^{1,11,12}.

Dado que resulta imposible la unión química directa de ambos materiales debido a sus distintas propiedades químicas y físicas, al principio se creaba principalmente tan sólo mediante macro y microrretenciones un anclaje mecánico a la superficie de la aleación.

Actualmente, ahora además es posible alcanzar una adhesión química de los composites de recubrimiento a las aleaciones mediante silanización o silicatización⁹. Al silicatizar se aplica sobre la superficie de la estructura en el primer paso una capa de SiO. Para ello pueden emplearse diversos métodos, p. ej. un recubrimiento triboquímico en el que mediante un proceso de arenado se genera una temperatura local elevada, la cual se utiliza para derretir una capa de silicato sobre la superficie.

Por otra parte, están presentes en el mercado primers capaces de dar lugar a una adhesión química sin necesidad de recubrimiento triboquímico. Éstos se han acreditado como alternativa a la silicatización¹⁵⁻¹⁹. Estos primers contienen habitualmente monómeros con contenido en ácido fosfórico o ácido carboxílico⁸. La principal ventaja de estas sustancias adhesivas reside en su facilidad de aplicación, sin necesidad de un aparato específico como sí ocurre en la silicatización.

INVESTIGACIÓN COMPOSITES

Por motivos de coste, las aleaciones CrCo se están imponiendo cada vez más en Alemania como material para estructuras. Pese a que dichas aleaciones se componen exclusivamente de metales no nobles, todas ellas se caracterizan por una elevada resistencia a la corrosión^{2,13}. La tecnología CAD/CAM permite fresar a partir de una pieza bruta maciza de CrCo una estructura que posteriormente es recubierta por el protésico dental. Las piezas brutas son de fabricación industrial, de manera que presentan una estructura constante y controlable. Se evitan fallos de procesamiento en el laboratorio durante el colado.

El objetivo del presente estudio *in vitro* era investigar la resistencia a la presión de los composites de recubrimiento Gradia y Sinfony sobre una aleación CoCr CAD/CAM y determinar la influencia del tratamiento previo de la estructura. Así mismo, se pretendía estudiar el efecto de un envejecimiento inducido artificialmente mediante termociclado sobre la adhesión de estos composites de recubrimiento.

Se comprobó la resistencia a la presión de dos composites de recubrimiento (Gradia, GC, Lovaina, Bélgica y Sinfony, 3M ESPE, Seefeld, Alemania) sobre una aleación CoCr CAD/CAM (ZENO NP, Wieland Dental, Pforzheim, Alemania) con distintos tratamientos previos de la superficie. Los materiales utilizados se indican en la tabla 1.

El material de estructura CAD/CAM ZENO NP fue suministrado en discos redondos con un diámetro de 98,5 mm y un grosor de 10 mm (fig. 1). Con ayuda de un torno (Schaublin 102-VM, Bevilard, Suiza) se tornearon pequeñas piezas con una superficie de adhesión de como mínimo 5 mm² para los ensayos de presión. Dichas piezas fueron incrustadas en pequeños moldes de incrustación cilíndricos ($d = 25$ mm) (Struers, Ballerup, Dinamarca) mediante un material bicomponente (Specifix 20, Struers Ballerup, Dinamarca). Se mezcló la resina epoxídica en la proporción 7:1 conforme a las indicaciones del fabricante. El tiempo de endurecimiento fue de ocho horas.

A continuación se pulieron hasta P4000 todos los cuerpos de ensayo mediante SiO (TegraPol-21, Struers).

Los diez tratamientos superficiales previos distintos se recogen en la tabla 2. La figura 2 muestra un cuerpo de ensayo ya preparado.

Se fijó el cuerpo de ensayo en el dispositivo de elaboración de cuerpos de ensayo con la superficie a adherir hacia arriba. Se colocó mediante la horquilla de fijación un casquillo

Planteamiento del problema

Método

Tabla 1. Lista de materiales

Material	Fabricante
ZENO NP	Wieland Dental, Pforzheim, Alemania
Gradia	GC, Lovaina, Bélgica
Sinfony	3M ESPE, Seefeld, Alemania
Metalprimer II	GC, Lovaina, Bélgica
Metal Zirconia	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Primer	
Rocatec	3M ESPE, Seefeld, Alemania
3M ESPE Sil	3M ESPE, Seefeld, Alemania



Fig. 1. Pieza bruta CAD/CAM del material CoCr ZENO NP.

Tabla 2. Los tratamientos superficiales previos

Tratamiento superficial previo	Realización
Pulida	hasta P4000
Pulida con Metalprimer II (GC)	hasta P4000, aplicar Metalprimer II y dejar secar al aire
Pulida con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	hasta P4000, dejar actuar 3 min el Metal Zirconia Primer y soplar con aire
Arenada Al_2O_3 50 μm	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm
Arenada Al_2O_3 100 μm	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm
Arenada Al_2O_3 50 μm con Metalprimer (GC)	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm, aplicar Metalprimer II y dejar secar al aire
Arenada Al_2O_3 100 μm con Metalprimer (GC)	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm, aplicar Metalprimer II y dejar secar al aire
Arenada Al_2O_3 50 μm con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm, dejar actuar 3 min el Metal Zirconia Primer y soplar con aire
Arenada Al_2O_3 100 μm con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	hasta P4000, 15 s, 2 bar, distancia 1 cm, dejar actuar 3 min el Metal Zirconia Primer y soplar con aire
Silicatizada (aparato Rocatec Delta)	hasta P4000; arena de prechorreado Rocatec Pre (limpieza y activación de la superficie) 6 s, 2,8 bar, distancia 1 cm arena de recubrimiento Rocatec Plus 10 s, 2,8 bar, distancia 1 cm aplicar 3M ESPE Sil y dejar secar 5 min

Fig. 2. Un cuerpo de ensayo incrustado y arenado.

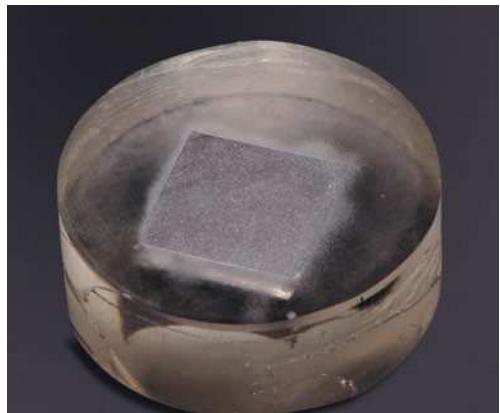


Fig. 3. Fijación del casquillo de plexiglás.

de plexiglás con un diámetro entero de 3,1 mm sobre la superficie a adherir (fig. 3). El casquillo sirvió como espaciador con una superficie definida ($A = 7,55 \text{ mm}^2$) para el material de recubrimiento.

En el primer paso se aplicó opáquer en el casquillo (fig. 4) y se polimerizó siguiendo las indicaciones del fabricante. A continuación se llenó el casquillo de plexiglás con el material de recubrimiento (fig. 5) y se endureció también siguiendo las indicaciones del fabricante. Posteriormente se retiraron los cuerpos de ensayo del dispositivo de adhesión y se depositaron en agua destilada a temperatura ambiental hasta que se hubo

INVESTIGACIÓN COMPOSITES



Fig. 4. Aplicación de opáquer.



Fig. 5. Introducción del composite de recubrimiento en el casquillo de plexiglás.

Fig. 6. El cuerpo de ensayo terminado.

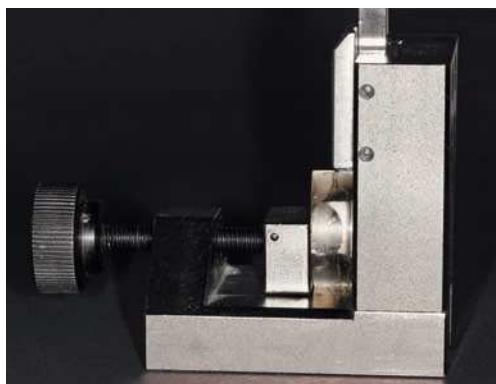


Fig. 7. El cuerpo de ensayo, fijado en el dispositivo de presión.

Fig. 8. Medición de la resistencia a la rotura.

confeccionado toda la serie. Cada serie constó de 12 cuerpos de ensayo. La figura 6 muestra un cuerpo de ensayo ya terminado.

A continuación se almacenaron todas las series de ensayo en agua destilada a 37 °C durante 24 h. De este modo se simuló el medio oral. Para simular la carga por diferencias de temperatura, tras el almacenamiento en agua se sometió a los cuerpos de ensayo a 1.500 ciclos de carga técnica (Willytec, Gräfelfing, Alemania) en baños de agua a temperaturas de 5 °C y 55 °C. El tiempo de permanencia por baño de agua fue de 20 s, y el tiempo entre ambos baños, de 10 s, de modo que cada ciclo duró un minuto.

Una vez completado el termociclado, se relajaron los cuerpos de ensayos durante una hora en agua destilada a temperatura ambiental. A continuación se procedió a medir la resistencia a la presión en la máquina universal para ensayos (Zwick Z010, Zwick, Ulm, Alemania). Para ello se fijaron los cuerpos de ensayo adheridos en un dispositivo de sujeción creado para este ensayo (fig. 7) y se sometió a carga cuidadosamente con un perno de ensayo el casquillo adherido (fig. 8). En estas condiciones se introdujo en la máquina universal para ensayos el cuerpo de ensayo fijado en el dispositivo de sujeción y se sometió a carga hasta la rotura con una velocidad de avance constante de

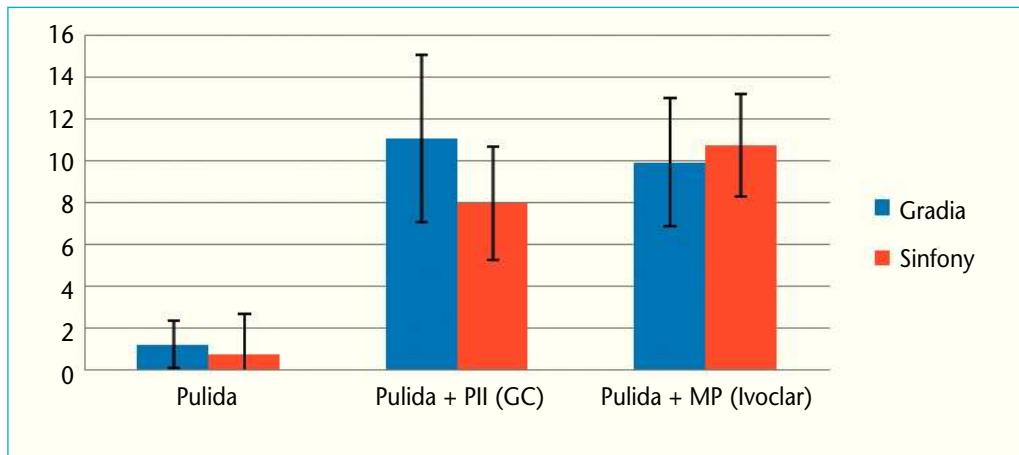


Fig. 9. La resistencia a la rotura [MPa] sobre superficies pulidas.

1 mm/min perpendicularmente desde arriba. En el proceso se midió la carga de rotura. Dividiendo la carga de rotura por la superficie de adhesión definida por el casquillo fue posible calcular la resistencia a la presión.

La valoración estadística sobre las diferencias significativas ($p < 0,05$) se realizó con ONE WAY ANOVA, efectuándose a continuación un test de Scheffe post-hoc (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.).

Resultados Los valores de resistencia a la presión más bajos se alcanzaron sobre las superficies pulidas. En el diagrama anterior (fig. 9) se representan los valores de resistencia a la presión sobre superficies pulidas. Gradia alcanzó sobre la superficie pulida una resistencia adhesiva de $1,2 \pm 1,1$ MPa, mientras que para Sinfony se midieron $0,8 \pm 1,9$ MPa. Tras el tratamiento adicional con silanos de las superficies pulidas, se registró con Gradia un incremento significativo ($p = 0,000$) de los valores. Los resultados de las series en las que se utilizaron Metal Zirconia Primer ($11,0 \pm 4,0$ MPa) y Metalprimer II ($9,9 \pm 3,1$ MPa) se situaron en un mismo rango de valores ($p = 1,000$).

También con la resina de recubrimiento Sinfony se observó una tendencia al alza de los valores de adhesión al utilizar el silano. Utilizando Metalprimer II, los valores de resistencia a la rotura aumentan hasta $8,0 \pm 2,7$ MPa. Debido a la gran dispersión, estos valores no fueron significativamente más elevados ($p = 0,051$) que los registrados sobre la superficie pulida ($0,8 \pm 1,9$ MPa). Utilizando Metal Zirconia Primer ($10,7 \pm 2,4$ MPa) se registró una diferencia significativa ($p = 0,000$). Al comparar ambos valores de resistencia al cizallamiento (Metalprimer II y Metal Zirconia Primer), ambos se situaron en un mismo rango de valores desde el punto de vista estadístico.

El arenado ($50 \mu\text{m}$ y $110 \mu\text{m}$) de la superficie sin utilización adicional de primers en ambos composites de recubrimiento mejoró significativamente ($p = 0,000$) los valores de resistencia a la rotura con respecto a la superficie únicamente pulida (fig. 10).

Si además del arenado con $50 \mu\text{m}$ se trabajó con primers en ambos composites de recubrimiento, los valores se mantuvieron estadísticamente en un mismo rango (fig. 11). Los cuerpos de ensayo arenados con $110 \mu\text{m}$ (fig. 12) y a continuación silanizados con Metal Zirconia Primer tampoco presentan valores más elevados (Gradia $21,9 \pm 4,0$ MPa y Sinfony $18,1 \pm 3,6$ MPa). Sólo tras la silanización de los cuerpos de ensayo arenados

INVESTIGACIÓN COMPOSITES

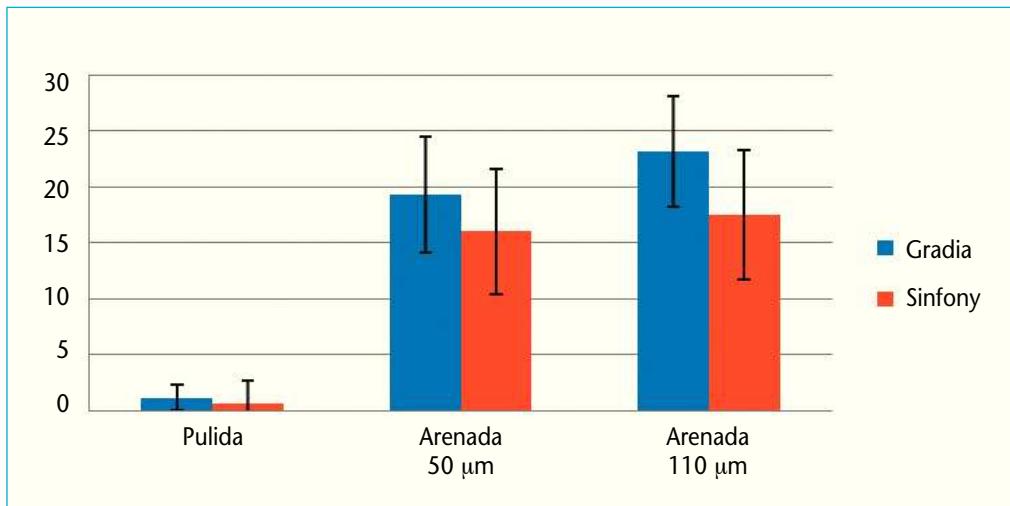


Fig. 10. La resistencia a la rotura [MPa] pulidas frente a arenadas.

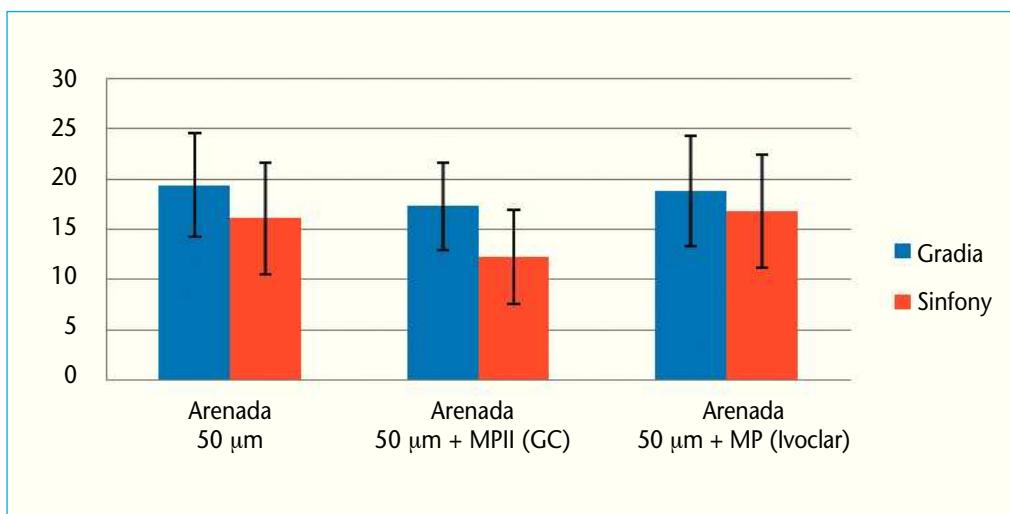


Fig. 11. La resistencia a la rotura [MPa] sobre superficie arenada con 50 µm.

(110 µm) con el Metalprimer II, la resina de recubrimiento Sinfony alcanzó su valor significativamente más elevado en este estudio de $25,4 \pm 4,7$ MPa. La serie arenada (110 µm), así como la serie arenada (110 µm) silanizada con Metal Zirconia Primer, se situaron en el caso de Sinfony en un mismo rango de valores ($p = 0,255$). Para Gradia se registró un valor de $27,6 \pm 3,6$ MPa. Éste se situó en un mismo rango con la serie arenada (110 µm) ($p = 0,635$) y la serie arenada y silanizada con Metal Zirconia Primer ($p = 0,243$).

La figura 13 muestra mediante un diagrama de barras los valores de las series silanizadas y silicatizadas. También en estas series, la superficie arenada con 100 µm y tratada con Metalprimer II alcanzó en ambos composites los valores de resistencia a la rotura más elevados. En el caso del composite de recubrimiento Sinfony éste fue el valor significativamente más elevado, mientras que las restantes columnas se situaron en un rango de valores inferior.

También en el caso de Gradia, este tratamiento previo superficial alcanzó los valores de resistencia a la rotura más elevados. Las superficies silicatizadas no alcanzaron ni con

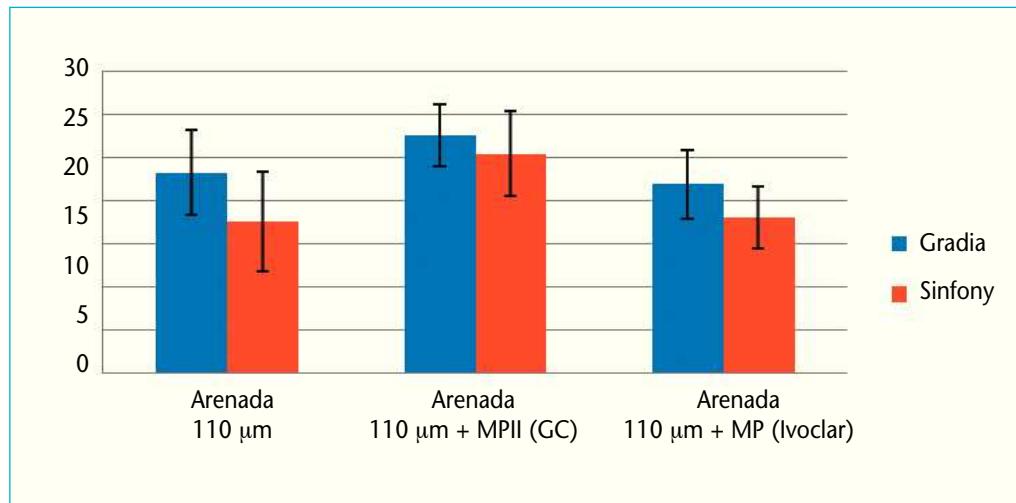


Fig. 12. La resistencia a la rotura [MPa] sobre superficie arenada con 100 µm.

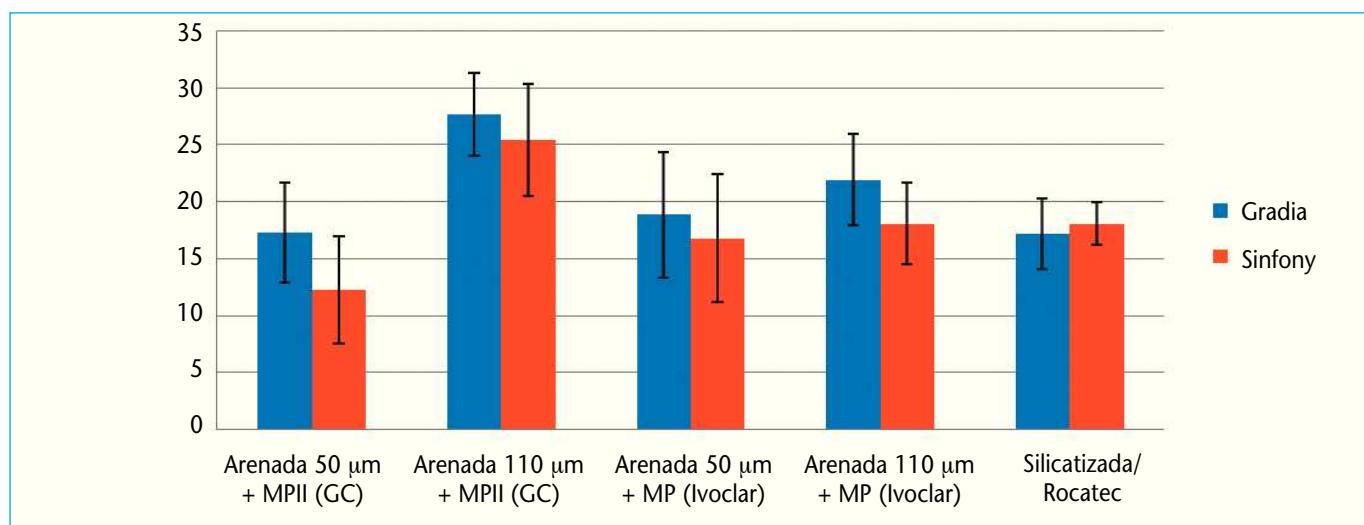


Fig. 13. La resistencia a la rotura [MPa] sobre superficies silanizadas/silicatizadas.

Gradia ni con Sinfony mejores valores de adhesión que las silanizadas. Se situaron en un mismo rango de valores. La excepción fue la superficie arenada (110 µm) y pretratada con Metalprimer II, en la que los valores para ambos composites fueron significativamente más elevados que para las superficies silicatizadas (Gradia $p = 0,000$ y Sinfony $p = 0,043$).

En la comparación estadística entre ambos composites de recubrimiento no se observaron diferencias significativas con ningún tratamiento previo de la superficie.

En la tabla 3 se recogen los valores promedio de todas las series con su dispersión.

Discusión

Las retenciones de agua, las contracciones de polimerización y los distintos coeficientes de expansión térmica dan lugar a tensiones y formación de fisuras entre ambos participantes en la unión. En la cavidad oral se producen fluctuaciones de temperatura, p. ej. durante las comidas. Dichas fluctuaciones suponen una carga para la unión, dado que los materiales se expanden y contraen en diferente medida debido a sus distintos coefi-

INVESTIGACIÓN

COMPOSITES

Tabla 3. Los valores de resistencia a la rotura de las series medidas

Tratamiento superficial previo	Gradia (MPa)	Sinfony (MPa)
Pulida	1,2 ± 1,1	0,8 ± 1,9
Pulida con Metalprimer II (GC)	11,0 ± 4,0	8,0 ± 2,7
Pulida con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	9,9 ± 3,1	10,7 ± 2,4
Arenada 50 µm	19,4 ± 5,2	16,1 ± 5,6
Arenada 110 µm	23,2 ± 4,9	17,6 ± 5,8
Arenada 50 µm con Metalprimer (GC)	17,3 ± 4,4	12,2 ± 4,7
Arenada 110 µm con Metalprimer (GC)	27,6 ± 3,6	25,4 ± 4,9
Arenada 50 µm con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	18,8 ± 5,5	16,8 ± 5,6
Arenada 110 µm con Metal Zirconia Primer (Ivoclar)	21,9 ± 4,0	18,1 ± 3,6
Silicatizada (Rocatec)	17,2 ± 3,1	18,1 ± 1,9

cientes de expansión térmica. En el presente estudio, estas condiciones fueron simuladas mediante el termociclado. Todas las series fueron expuestas a estas condiciones. Con ambas resinas de recubrimiento, los valores de resistencia a la rotura más bajos se midieron sobre la superficie CrCo pulida. Sobre esta superficie abrillantada intensamente sólo pudo medirse la adhesión puramente química. Ésta es reducida para la aleación CrCo y el composite. Sólo el uso de primers resultó en un incremento de la resistencia al cizallamiento sobre la superficie pulida. El primer a base de monómeros con contenido en carboxilato y fosfato incrementa sustancialmente la adhesión química. Se trata de monómeros que por una parte producen una adhesión química con el material de la estructura y por otra parte se ligan al composite mediante enlaces de carbono dobles. La adhesión mecánica fue generada mediante el arenado de la superficie pulida y, por ende, el aumento de la superficie. En cuanto a la resistencia a la rotura, mediante el arenado se observó un aumento significativo de las fuerzas en ambos composites de recubrimiento. La aplicación de primers sobre la superficie arenada con 50 µm no resultó en ningún incremento significativo de la resistencia a la rotura. Mediante el arenado con Al₂O₃ de mayor tamaño (110 µm) se aumentó aún más la superficie y se incrementó tendencialmente la resistencia a la rotura en comparación con la superficie arenada con 50 µm. Utilizando Metalprimer II sobre una superficie arenada con 110 µm se alcanzaron los valores de resistencia al cizallamiento más elevados. En este estudio, la silicatización no aportó mejora alguna en comparación con la aplicación de Metalprimer II. El Metalprimer II aporta ventajas en cuanto a manipulación y tiempo invertido. Los resultados obtenidos en este estudio también hablan en su favor. La silicatización requiere aparatos especiales y es más trabajosa, pese a que el efecto es peor que con el primer metálico fácilmente aplicable sobre una superficie arenada (110 µm). Desde el punto de vista estadístico, ambas resinas de recubrimiento alcanzan los mismos valores de resistencia al cizallamiento a igualdad de tratamientos previos de la superficie.

El arenado con 110 µm y aplicación adicional de Metalprimer II resultó en los valores de resistencia a la rotura más elevados en este estudio. La laboriosa silicatización mediante el sistema Rocatec no llevó a alcanzar valores de resistencia a la rotura más elevados.

Conclusión

Ambos materiales de revestimiento alcanzan, si el pretratamiento de las superficies es el mismo, idénticos valores de resistencia a la rotura.

Agradecimiento Los autores agradecen a la compañía GC de Lovaina, Gelpien, la provisión del composite de revestimiento Gradia, y a la compañía Wieland-Dental, de Pforzheim, los discos ZENO NP.

Bibliografía

1. Almilhatti HJ, Giampaolo ET, Vergani CE, Machado AL, Pavarina AC. Shear bond strength of aesthetic materials bonded to Ni-Cr alloy. *J Dent* 2003;31:205-211.
2. Geis-Gerstorfer J, Sauer KH, Passler K. Ion release from Ni-Cr-Mo and Co-Cr-Mo casting alloys. *Int J Prosthodont* 1991;4:152-158.
3. Janda R. Organische Polymere: Chemie und Physik, Teil 1. *Quintessenz Zahntech* 2008;34:190-204.
4. Kolodney H, Puckett AD, Brown K. Shear strength of laboratory-processed Komposit resins bonded to a silanecoated nickel-chromium-beryllium alloy. *J Prosthet Dent* 1992; 67:419-422.
5. Kouritis SG: Bond strengths of resin-to-metal bonding systems. *J Prosthet Dent* 1997;78:136-145.
6. Kussano CM, Bonfante G, Batista JG, Pinto JH. Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. *Braz Dent J* 2003;14:132-135.
7. Lee CF, Pierpont HP, Strickler ER. The effect of bead attachment systems on casting patterns and resultant tensile bond strength of composite resin veneer cast restorations. *J Prosthet Dent* 1991;66:623-630.
8. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc* 1997; 128:573-581.
9. Leinfelder KF. Resin to metal bonding: overcoming esthetic problems. *J Am Dent Assoc* 1994;125:292-294.
10. Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci* 2001;26:535-576.
11. Petridis H, Garefis P, Hirayama H, Kafantaris N, Koidis P. Bonding indirect resin composites to metal: part 1. Comparison of shear bond strengths between different metal-resin bonding systems and a metal-ceramic system. *Int J Prosthod* 2003;16:635-639.
12. Petridis H, Hirayama H, Kugel G, Habib C, Garefis P. Shear bond strength of techniques for bonding esthetic veneers to metal. *J Prosthet Dent* 1999;82:608-614.
13. Pfeiffer H, Schwickerath H. Vergleich der Löslichkeit von NEM- und Palladiumlegierungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995;50:136-140.
14. Takahashi Y, Hisama K, Sato H, Chai J, Shimizu H, Kido H, Ukon S. Probability of failure of highly filled indirect resin-veneered implantsupported restorations: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2002;15:179-182.
15. Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. 4-META opaque resin-a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. *J Dent Res* 1981;60:1697-1706.
16. Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Adhesive primers for bonding cobalt-chromium alloy to resin. *J Oral Rehabil* 1999;26:475-478.
17. Yoshida K, Matsumura H, Atsuta M. Monomer composition and bond strength of light-cured 4-META opaque resin. *J Dent Res* 1990;69:849-851.
18. Yoshida K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. *J Prosthet Dent* 1993;69:357-62.
19. Yoshida K, Taira Y, Sawase T, Atsuta M. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobalt-chromium alloy. *J Prosthet Dent* 1997;77:617-620.

Correspondencia

MSc Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk.

PD Dr. med. dent. Dr. rer. nat. Jens Fischer.

Prof. Dr. med. dent. Christoph Hans Franz Hämerle.

Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich.

Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Suiza.

Correo electrónico: bogna.stawarczyk@zzmk.uzh.ch