

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL



[Resumen]

La elaboración de restauraciones recubiertas con cerámica sobre armazones galvánicos con precipitación electrolítica es fácil y segura. Se ha demostrado que la unión oro-cerámica es estable a pesar de fallos en los óxidos de adherencia. Gracias a la ductilidad del oro recristalizado, en el sistema aparecen menos tensiones que en los sistemas metalocerámicos convencionales. Éste parece ser el motivo de la amplia gama de sistemas cerámicos utilizables para el recubrimiento.

Palabras clave

Material de bonderización de oro. Cerámica con metal. Galvanoplastia. Precipitación. Unión metalocerámica. Análisis de fallos.

(Quintessenz Zahntech.
2006;32(9):1036-50)

Particularidades del recubrimiento cerámico de estructuras galvánicas

Michael Hopp y Reiner Biffar

Desde que Rogers y Armstrong¹⁵ intentaron galvanizar los primeros armazones para incrustaciones (inlays), la tecnología ha seguido desarrollándose constantemente. Entretanto, existen estudios que echan una mirada retrospectiva a más de un siglo de uso de la galvanoplastia con éxito con ayuda de dispositivos dentales modernos^{10,12}. En el uso clínico de las restauraciones galvánicas resulta fascinante una adaptabilidad claramente superior a la de las restauraciones coladas¹⁶.

Hoy día, el espectro de uso de la galvanoplastia va desde el armazón deflagrable para reconstrucciones simples, como incrustaciones y coronas, también atornilladas a implantes⁸, hasta las prótesis combinadas y las bases protésicas completas, pasando por puentes con piezas galvanizadas²⁰ o unidas a fundas. De este modo, en la combinación de materiales, las ventajas de los materiales individuales se puede aprovechar concienzudamente en una restauración protésica compleja, como suele ocurrir en los sistemas de doble corona con piezas secundarias galvanoplásticas^{1,21,22}.

Introducción

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

La funda de alta calidad como garantía de un recubrimiento cerámico que funciona

Sólo una precipitación correcta de los armazones galvanoplásticos garantiza estabilidad y éxito en su futura aplicación clínica. A simple vista puede apreciarse la calidad del armazón en su color dorado reflectante (fig. 1). Hoy día existen varios dispositivos en el mercado que necesitan un tiempo diferente para la precipitación, pero en el fondo todos ofrecen una calidad más o menos comparable de los armazones. Todos los dispositivos trabajan de forma intermitente, incluso en la dosificación final del oro usado. El control del proceso de precipitación se lleva a cabo por ordenador.

Las precipitaciones defectuosas suelen ser visibles ya en el color (fig. 2), de modo que podemos hablar de marcas de calidad inherentes al proceso. Hopp⁶ y Hopp et al⁷ ofrecen cuadros sinópticos de las posibilidades de fallos que pueden aparecer en la fabricación y el procesamiento de restauraciones galvánicas.

La figura 3 muestra dos coronas con precipitación defectuosa y superficies de estructura globular típicamente modificadas. Una vista detallada de la superficie al microscopio electrónico de barrido permite observar que la modificación se extiende por toda la funda y, en consecuencia, ésta se descarta para el siguiente proceso de producción (fig. 4).

En los defectos de la superficie electroconductora del modelo o del muñón se generan defectos penetrantes, tal como muestra una rectificación a través de una funda galvá-



Fig. 1. Precipitación correcta de los armazones galvánicos.

Fig. 2. Las precipitaciones defectuosas suelen ser visibles ya por el color.



Fig. 3. Dos coronas con precipitación defectuosa.

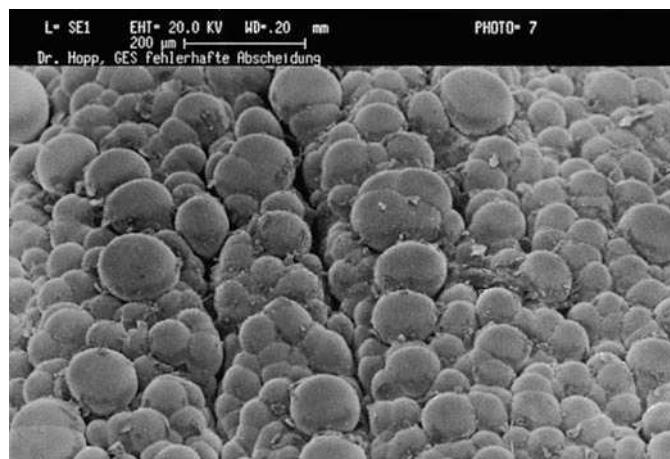


Fig. 4. Vista detallada de la superficie al microscopio electrónico de barrido.

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

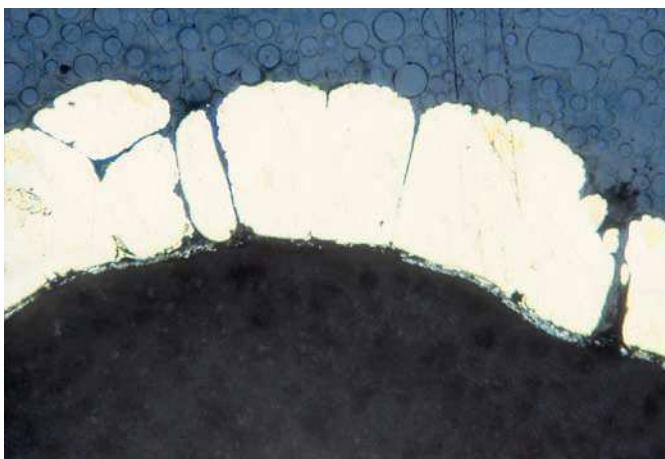


Fig. 5. Pulido a través de una funda galvanoplástica con defectos a causa de un recubrimiento defectuoso con plata conductora. LM, luz incidente, aumento de 100:1.

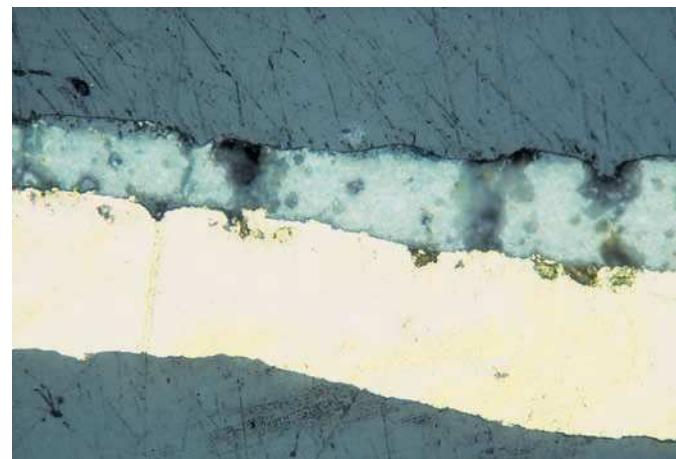


Fig. 6. Formación de burbujas en la cerámica debido a defectos superficiales en la estructura galvánica. LM, luz incidente, aumento de 100:1.

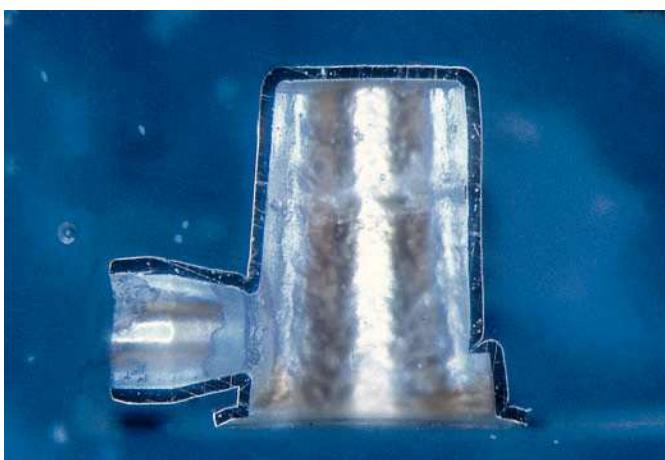


Fig. 7. Funda para implante atornillado. ML, vista general.

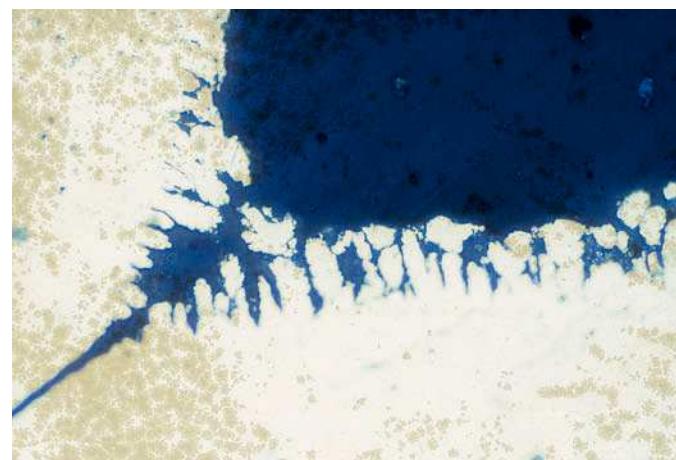


Fig. 8. Vista detallada de la figura 7 con defecto típico debido al efecto de debilitamiento de los bordes. LM, luz incidente, aumento de 200:1.

nica con defectos tras un recubrimiento insuficiente y defectuoso con plata conductora (fig. 5). En todos los defectos superficiales que forman la cavidad de la capa galvánica se forman burbujas en la cerámica con diferentes intensidades (fig. 6). La figura 7 muestra una funda para una restauración atornillada sobre implantes con defectos típicos causados por el llamado efecto de debilitamiento de los bordes. En las preparaciones rectangulares o en pilares prefabricados hay que procurar un redondeo de los bordes, ya sea mediante un pulido para dar forma o mediante el encerado de los vértices antes del recubrimiento con plata conductora. La figura 8 muestra en una vista detallada las consecuencias con una precipitación defectuosa del oro en el vértice rectangular en la rectificación metalográfica.

El acabado de las fundas en las que ya ha finalizado la precipitación debería llevarse a cabo tras la liberación del muñón siempre en un ángulo de 90° hacia el material, lo que permite que surja el típico borde de oro en la estructura recubierta con el grosor del

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

material precipitado. Los bordes de oro rebajados en la punta tienden a la deformación tras la cocción de la cerámica, sobre todo si la cerámica presenta distintos grosores. Quien rechaza el extremo por motivos estéticos debe realizar todo el paso y reducir el hombro metálico, de modo que trabajará con un hombro cerámico.

Unión metalocerámica a fundas de oro fino

En el sistema combinado de cerámica y oro galvanizado debemos alejarnos de las consideraciones que se hacían hasta ahora de las teorías de la unión metalocerámica²³ y de los criterios de carga de estos tratamientos. Incluso se cuestionan las teorías aceptadas sobre la unión metalocerámica en su ponderación de cada una de las partes. De ahí la necesidad de actuación para explicar los mecanismos de adherencia y para determinar un valor límite real para la unión.

En la cerámica con metal, el armazón cerámico constituye una base de cocción estable y poco deformable, siempre y cuando se eliminen las tensiones y se temple en un postratamiento térmico después del colado. El armazón está en posición de soportar fuerzas y reforzar la cerámica. La cerámica sirve en este caso como material puro de recubrimiento. A este respecto, la compatibilidad del CDT es el punto más importante². El éxito de una restauración metalocerámica viene determinado, entre otros, por una unión segura y por la compatibilidad del coeficiente de dilatación térmica de ambos materiales.

Las causas del mal funcionamiento de una construcción metalocerámica pueden ser relativas a los materiales o a la técnica de elaboración y pueden estar basadas en una posición indicativa recubierta, con la consiguiente cargabilidad insuficiente de la prótesis. En estos casos es necesario volver a elaborar la prótesis, lo que supone un gasto elevado de tiempo y dinero.

En la galvanotécnica existen relaciones especiales. Por un lado, tenemos unos armazones claramente más delgados que en la metalocerámica convencional, con un grosor de pared de entre 0,2 y 0,4 mm, que se diferencian en grosor de los armazones colados o fresados (grosos de 0,3 a 0,6 mm en la región coronaria y de hasta 5 mm o más en la región intermedia). En segundo lugar existe un material que, tras la cocción de la cerámica, a causa de la recristalización tiene una dureza de Vickers de entre 28 y 33,6 solamente. Esta dureza de la funda de oro ya no es suficiente para proteger una construcción galvánica de la deformación, como ya había indicado Faber³. Tal como muestra la clínica en las restauraciones metalocerámicas con base galvánica, esto tampoco es necesario. La funda metálica constituye en sí el soporte de cocción para la cerámica sin que por sí misma pueda transferir una fuerza mayor en estado cocido. Gracias a la reducida dureza del armazón de oro, también es posible equilibrar las incongruencias de forma con la base, por tanto con el muñón, mediante la deformación del armazón de oro sin defectos en la cerámica. Especialmente después de la prueba en boca y del primer rectificado de las restauraciones galvanoplásticas siempre volvemos a ver en la parte interior de las coronas huellas de rascado. Ésta también es la razón por la que, a pesar del armazón delgado, en la prueba clínica en boca las coronas galvánicas apenas se fracturan.

En una formación oclusal demasiado delgada, la funda blanda puede convertirse en causa de fracturas en la cerámica, ya que, a pesar de la cementación o del pegado con cola, se deforma bajo la carga y genera fracturas de intrusión. Lo mismo se aplica a los desniveles demasiado marcados.

INVESTIGACIÓN

CERÁMICA CON METAL

Además, la reducción de tensiones durante el proceso de cocción hace que, por un lado, podamos recubrir con oro casi todas las cerámicas y que, por el otro, en la cerámica con metal de base galvanoplástica no aparezcan fisuras o descascarillamientos debido a diferencias de CDT, aunque las haya. La reducida dureza y el bajo módulo de elasticidad del armazón de oro se encargan del ajuste. En este caso, el armazón galvanoplástico se deforma por acción de las fuerzas que aparecen en la cerámica y no pone ninguna resistencia debido a las propiedades del material. Así, el sistema cerámico se encuentra en un estado lo más libre de tensiones posible. Sin embargo, esto no sirve para la cerámica en sí, ya que genera tensiones a causa de los diversos grosores del material. A este respecto, se aconseja elaborar construcciones de refuerzo coladas o sintetizadas en defectos de sustancia muy grandes.

La fuerza de adherencia del sistema oro-cerámica depende de la sujeción de la cerámica al metal. Los mecanismos de sujeción se clasifican en varios grupos: mecánicos, químicos, originados por adhesión y causados por fuerzas de compresión^{5,19,23}.

El principio de estos mecanismos de sujeción se basa en un engranaje entre el metal y la cerámica en la superficie límite de contacto. Este engranaje se produce haciendo rugosa la superficie mediante un proceso de chorro de arena^{4,17,18}. Como consecuencia del procesamiento mecánico se consigue un aumento de la superficie de unión eficaz, una mejor humectabilidad y la creación de zonas rebajadas como efectos que influyen positivamente en la sujeción. Con el proceso de chorro de arena se consigue además una limpieza de la superficie por desgaste del material, una mejora de la humectabilidad gracias a la energía superficial modificada y, en parte, una modificación de la composición de la superficie debido a procesos de fusión locales. Así mismo, el tipo de anclaje mecánico incluye la fijación por contracción de la masa cerámica durante el proceso de enfriamiento y las fuerzas de compresión asociadas. La causa principal del mecanismo de sujeción a base de oro puro parece ser, además del anclaje mecánico, la adhesión. Se encarga de obtener un anclaje seguro a la superficie.

En los sistemas metalocerámicos se contempla el fundamento de que la dilatación térmica del metal debería ser superior a la de la cerámica. Puesto que la resistencia a la presión en comparación con la resistencia a la tracción de la cerámica es mayor y debido a la tensión de compresión generada a causa de la diferencia de dilatación térmica durante el proceso de enfriamiento, esta diferencia consigue estabilizar la cerámica.

Las figuras 9-14 muestran un caso de la aplicación de coronas galvánicas con hombro cerámico vestibular. Tras la pérdida del diente 22 por fractura de la raíz a causa de la formación de un vástago, se elaboró una prótesis provisional (fig. 9). Tras la implantación en la región 22 y la cicatrización del implante, la planificación previó un nuevo tratamiento de los dientes frontales ya coronados. Los dientes remanentes se pulieron y se trataron con provisorios en una fabricación chair-side (fig. 10). El protésico elaboró coronas galvánicas con hombro cerámico vestibular (fig. 11). Las figuras 12 y 13 muestran las coronas desde una perspectiva vestibular y palatina. La figura 14 muestra el estado directamente después de la cementación. Los triángulos oscuros aún existentes en la región de las papilas se cerraron por la fijación de la encía en los 14 días posteriores. El nuevo tratamiento no sólo es estable, sino que también ofrece un resultado estéticamente atractivo.

Realización protésica

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL



Fig. 9. Paciente con prótesis provisional tras la pérdida del diente 22.



Fig. 10. Toda la parte frontal con coronas provisionales en una fabricación *chair-side*.



Fig. 11. Coronas galvanoplásticas con hombro cerámico vestibular.



Fig. 12. Perspectiva vestibular.



Fig. 13. Perspectiva palatina.



Fig. 14. Estado directamente después de la cementación.

Otro caso es la elaboración de coronas e incrustaciones como consecuencia de un tratamiento del cuadrante. En la figura 15 se observa el modelo maestro con los armazones galvánicos ya adaptados. La calidad de la precipitación se muestra en un corte a través de una funda con la misma producción (fig. 16). El ajuste posterior de los extremos se realizó con una pulidora de caucho áspera. El siguiente paso de trabajo es comparable con el procesamiento convencional de la cerámica con metal, la limpieza y el arrugamiento de la superficie. La funda se irradia cuidadosamente con una presión de 2 bar y corindón con un grano de 125 µm (fig. 17). Una presión mayor de chorro aumenta el riesgo de deformación del armazón e incrementa la cantidad de partículas de corindón que impactan. La superficie recibe su apariencia mate típica a causa de las

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

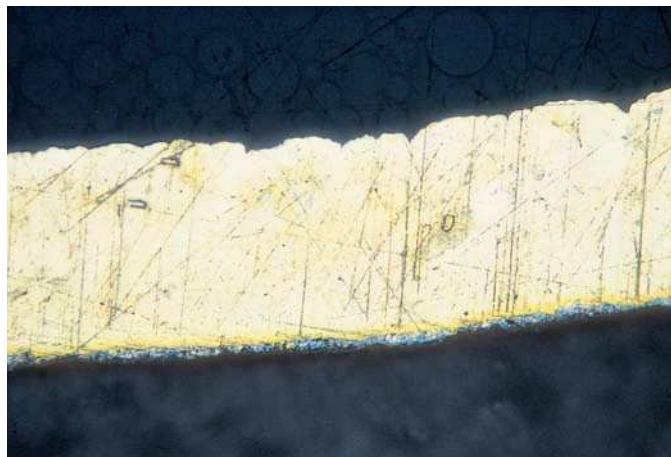


Fig. 15. Trabajo protésico con armazones galvánicos adaptados.

Fig. 16. Corte de una precipitación correcta; la capa de plata conductora todavía existe. LM, luz incidente, aumento de 100:1.

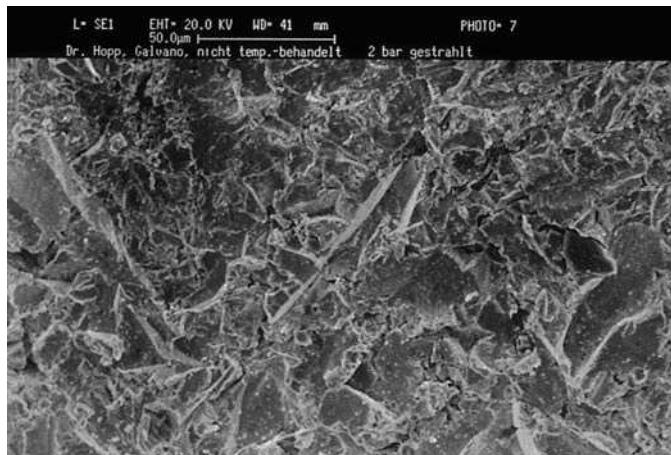
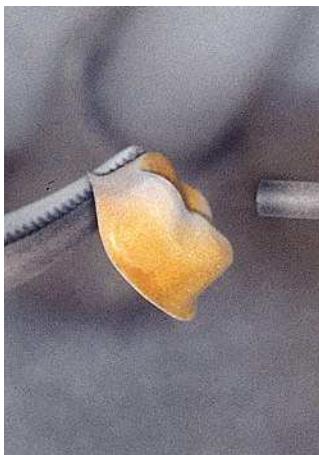


Fig. 17. Tratamiento con chorro de arena de la funda.

Fig. 18. Superficie irradiada, foto al microscopio electrónico de barrido con un aumento de 500:1.

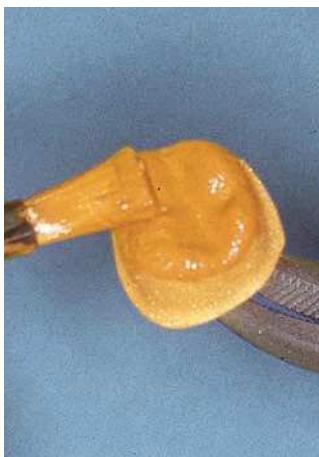


Fig. 19. Aplicación del material de bonderización.

Fig. 20. Cocción del material de bonderización acabada.

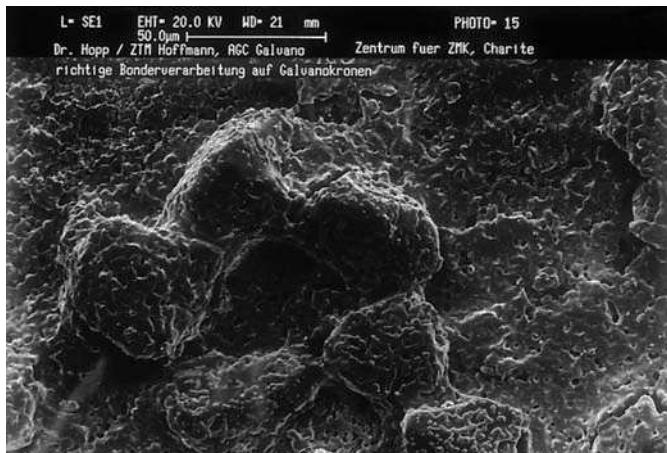


Fig. 21. Cocción correcta del material de bonderización con partículas de oro confluyentes. Foto al microscopio electrónico de barrido con un aumento de 500:1.



Fig. 22. Capa de opáquer.

modificaciones en la irradiación. Una irradiación en ángulo recto evita la formación de duplicados de oro durante el proceso de irradiación, lo cual entraña el riesgo de formación de burbujas en la cerámica. La figura 18 muestra la superficie rugosa en una foto al microscopio electrónico de barrido.

El material de bonderización de oro se aplica sobre el armazón limpio mediante un pincel de pelo corto (fig. 19), se preseca en el horno para cerámica y luego se cuece. Un período largo de almacenamiento del material de bonderización hace que las partículas de oro y de cerámica precipiten y se separen, de modo que siempre antes del procesamiento debe efectuarse una mezcla. El proceso de presecoado se lleva a cabo de forma correcta y sobre todo lenta, ya que un secado demasiado rápido de la masa conlleva una humectación insuficiente de la superficie y una confluencia de partículas no aplicable en la cocción. Durante la cocción, las partículas de oro se funden, confluyen entre sí y separan las partículas de cerámica parcial o totalmente. La cocción exitosa con el material de bonderización presenta una apariencia dorada mate típica (fig. 20).

Todas las partículas de cerámica son envueltas parcialmente por las partículas de oro fundidas, de modo que se fijan igual que una piedra a un anillo, a pesar de que presentan su superficie al opáquer de la cerámica dental. En las regiones en las que no hay partículas de cerámica, las partículas de oro confluyentes del material de bonderización se encargan de conseguir una estructura de retención reticulada (fig. 21). En esta superficie, la cerámica se puede engranar mecánicamente. La temperatura de cocción de las partículas de oro del material de bonderización se mantiene en el procesamiento por debajo del punto de fusión del oro. La causa de este fenómeno son las reducidas dimensiones de las partículas. La naturaleza del material de bonderización garantiza una difusión íntima con el armazón de oro, de manera que se forma una unión sin fisuras entre el material de bonderización y la funda de oro. Un protésico con experiencia puede anticipar el fracaso ya a nivel macroscópico en la refracción modificada y en el brillo. Así mismo, suele poderse comprobar una aplicación no uniforme del material de bonderización sobre las superficies. Desde el punto de vista del usuario, una aplicación defectuosa del material de bonderización parece tener grandes repercusiones sobre la estabilidad marginal

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

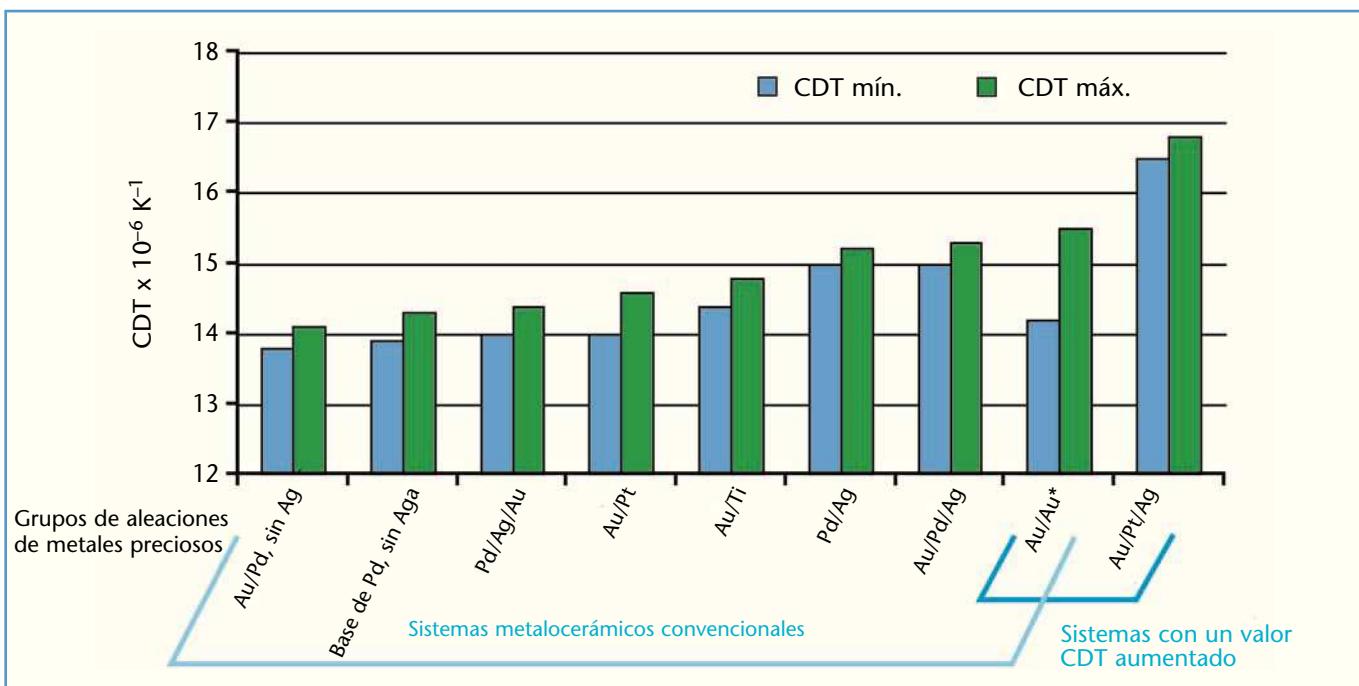


Fig. 23. Sinopsis de los intervalos del CDT en sistemas metálicos y de aleaciones respecto a las posibles cerámicas de recubrimiento (Au: datos según¹⁴; Au*: oro con precipitación electrolítica; CDT estimado).



Fig. 24. Trabajo acabado.

de la cerámica. En estudios posteriores de regiones cervicales fracturadas de coronas se pudo observar una relación entre el descascarillamiento localizado de la cerámica y el procesamiento del material de bonderización en la región marginal.

A continuación se realiza la estratificación de la cerámica empezando por el opáquer o por una cocción de lavado si se desea (fig. 22). En la elección de los sistemas cerámicos, el protésico no está limitado. Gracias a la recristalización en las fundas de oro, todos los sistemas cerámicos son aplicables a la técnica de la cerámica con metal. La figura 23 ofrece una sinopsis de los intervalos del CDT de las posibles cerámicas de recubrimiento. En parte, incluso se utilizaron con éxito sistemas cerámicos para recubrir el titanio; puesto que los sistemas no estaban autorizados para esta aplicación, el practicante tuvo que renunciar a estos experimentos. La figura 24 presenta un trabajo realizado con éxito.



Fig. 25. En la cocción defectuosa del material de bonderización no hay una unión sólida entre la cerámica y la funda.

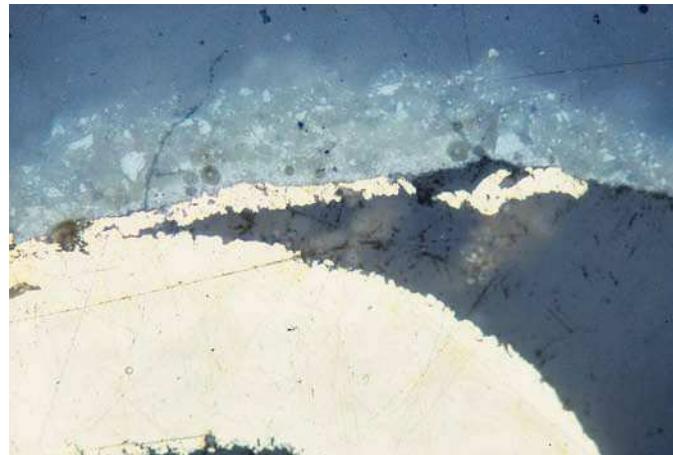


Fig. 26. Unión destruida por el pulido. LM, luz incidente, aumento de 100:1.

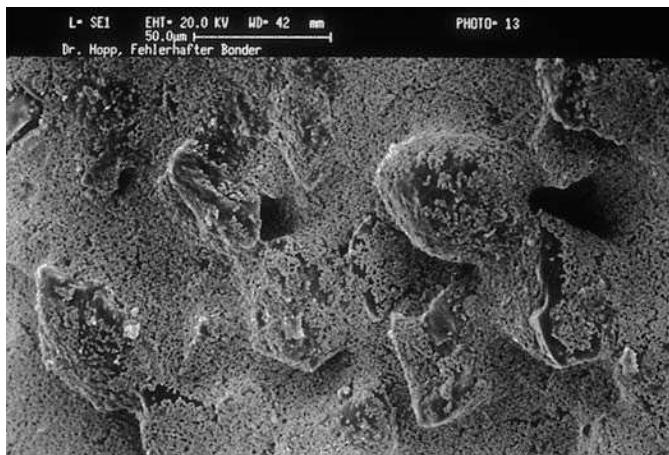


Fig. 27. Cocción incorrecta del material de bonderización, foto al microscopio electrónico de barrido con un aumento de 500:1.

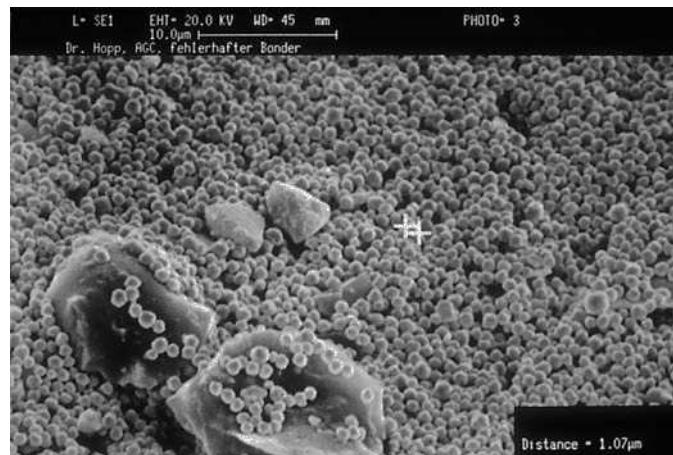


Fig. 28. Ampliación de la figura 27; las partículas de oro siguen existiendo después de la cocción, las partículas de cerámica no se han integrado. Foto al microscopio electrónico de barrido con un aumento de 2.000:1.

Más fuentes de fallos

La mayor fuente de fallos en el recubrimiento con cerámica es la aplicación y la cocción del material de bonderización. Un secado demasiado rápido a una temperatura excesiva condiciona una separación de las partículas de oro del material de bonderización tras la cocción. La cerámica integra las partículas en su opáquer, aunque no existe estabilidad para la funda de oro, de modo que la funda de oro se puede eliminar del recubrimiento cerámico (fig. 25). La figura 26 muestra la unión destruida en el pulido metalográfico. La figura 27 muestra una vista general de la cocción correcta del material de bonderización y la figura 28 ofrece una vista detallada en la que las partículas de oro están separadas tras la cocción y las partículas de cerámica no se han integrado y fijado con seguridad. En la imagen seccional se puede ver la unión defectuosa o muy poco marcada del material de bonderización a la base (fig. 29).

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL



Fig. 29. Cocción defectuosa del material de bonderización sin fusión con la funda. LM, luz incidente, aumento de 200:1.

Para optimizar la unión se analizaron varios procesos de acondicionamiento. El llamado líquido de bonderización, en el que las partículas de la cerámica habían precipitado en la capa de oro en la última fase de galvanizado, era muy costoso e influía en los siguientes procesos de precipitación⁶. El proceso no se ha puesto en práctica. Es más interesante la irradiación con chorro de arena exclusivamente como acondicionamiento de las superficies. Los primeros ensayos dieron como resultado una imagen de rotura casi igual entre las fundas recubiertas con cerámica sometidas a bonderización y a chorro de arena únicamente (fig. 30). La imagen seccional ofrece una unión sin fisuras entre el oro y la cerámica (fig. 31). Así mismo, el recubrimiento remanente con fragmentos de cerámicas tras la destrucción de las fundas produjo para ambas variantes una imagen prácticamente idéntica (fig. 32). Las mediciones de la fuerza adhesiva dieron resultados comparables. Kappert⁹ determina la fuerza de adherencia de la cerámica a piezas de prueba únicamente irradiadas en aproximadamente 11 MPa y a piezas de prueba bonderizadas en aproximadamente 13,5 MPa. No obstante, ambas series se diferencian significativamente, por lo que puede recomendarse el uso de materiales bonderizados.



Fig. 30. Lotes de cinco fundas para coronas irradiadas o bonderizadas y recubiertas tras la destrucción con los alicates cónicos.



Fig. 31. Unión defectuosa en una funda irradiada. LM, luz incidente, aumento de 100:1.

Comparación de procesos

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

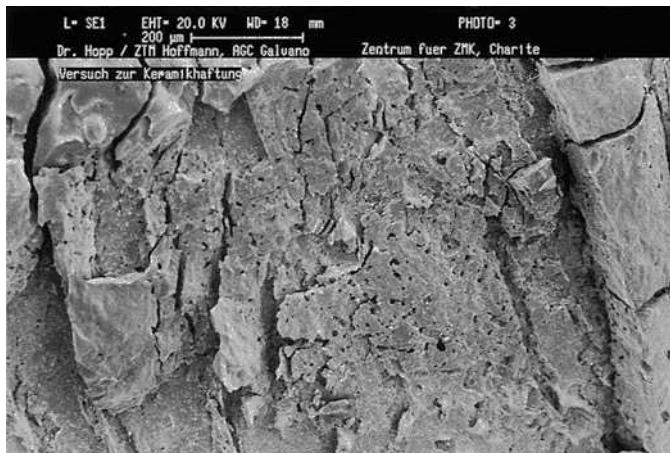


Fig. 32. Imagen de rotura tras la destrucción; la superficie de oro está completamente cubierta con la cerámica. Foto al microscopio electrónico de barrido con un aumento de 100:1.

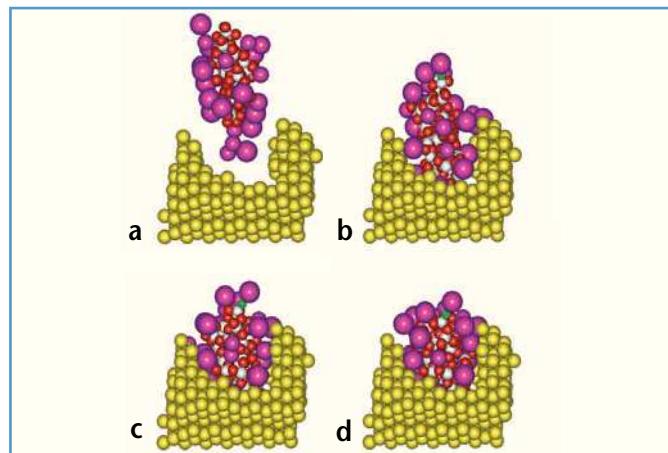


Fig. 33. Esquema de la unión adhesiva entre el oro y la cerámica a) a temperatura ambiente, b) a 300 °C y c) a 600 °C y d) a 900 °C.

En la irradiación con chorro de arena como proceso de acondicionamiento exclusivo, hay que pensar en la fijación a la superficie de oro. Mediante una simulación por ordenador con un programa de modelado¹³ (Molecular modeling, 4th St., Gainesville, FL 32601, EE.UU.) puede comprobarse la modificación de la matriz silicatada en la cerámica dental (figs. 33a a 33d). Al inicio de la cocción, los componentes del vidrio presentan un carácter amorfo en una disposición homogénea de los componentes modificados. Al iniciarse el proceso de sinterización, la masa cerámica dental estratificada se seca y empiezan los primeros procesos de incineración del plastificante. Junto con el aumento del movimiento molecular browniano comienza un acercamiento de los átomos de la frita de vidrio a la superficie de oro sin que se formen enlaces químicos (figs. 33b y 33c). Los álcalis y alcalinotérreos de la frita de vidrio tienden a formar un enjambre de moléculas y se concentran en la parte opuesta a la zona de unión. El armazón silicatado se coloca ajustado a la superficie de oro sin que se formen fisuras y sin dificultades estéricas (compárese la fig. 33d).

Aspectos clínicos

Para el éxito estético a largo plazo son importantes varios aspectos. La preparación debe realizarse con suficiente grosor y dilatación para que la cerámica estabilizadora tenga un volumen suficiente. La preparación de las cavidades para incrustaciones debería ser suficientemente ancha y profunda. La figura 34 muestra una incrustación galvánica en el modelo protésico tras la preparación y elaboración correctas. La preparación de una incrustación demasiado grácil, aquí mostrada en un premolar (fig. 35a), provoca una fractura de la incrustación en el istmo en la prueba en boca o posteriormente en la incorporación (fig. 35b).

Otro fallo es el fuerte biselado del borde de la preparación. Puesto que la preparación debe cubrirse, se originan extremos anchos y muy finos del oro, sólo con un fino recubrimiento cerámico. Bajo la carga de masticación, estos extremos se deforman y la cerámica se introduce en la transición. La figura 35c muestra un caso de este tipo.

El borde de oro formado debido a la tecnología es un defecto estético desde el punto de vista de los autores. La publicidad promete en ocasiones que el borde de oro es estiloso, pero esto no es comprensible en la era de la estética de la cerámica sin metal.

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL



Fig. 34. Incrustación galvánica tras la preparación y la fabricación correcta.



Fig. 35a. Preparación de una incrustación demasiado grácil en un premolar.



Fig. 35b. Fractura de la incrustación en el istmo.



Fig. 35c. Preparación y fabricación defectuosa de una corona parcial; los extremos se rompen.



Fig. 35d. Apariencia opaca debido a un grosor demasiado reducido del material en la cerámica.

No obstante, los pacientes jóvenes, en especial las mujeres, perciben el borde de oro como elemento decorativo adicional.

Una de las desventajas radica en la falta de transparencia de la funda galvanoplástica, lo cual, en parte, en el caso de incrustaciones y coronas parciales, provoca el oscurecimiento antiestético del diente natural y una discrepancia cromática masiva. La figura 35d ilustra el ejemplo de un tratamiento con incrustaciones en el que la cerámica cobra una apariencia opaca debido a un grosor demasiado reducido del material.

En la unión de la cerámica con el armazón para coronas o incrustaciones fabricado galvánicamente aparecen diferencias importantes en comparación con los sistemas convencionales de cerámica con metal:

- a pesar de una funda fina y blanda para el armazón, las restauraciones galvanoplásticas son clínicamente estables y son satisfactorias en la valoración clínica;

Conclusiones

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

- con una formación homogénea de las fundas, la aplicación de cerámica tendrá grosos diferentes sin que llegue a ocasionar problemas relacionados con el procesamiento o con la dilatación a causa de incompatibilidades de los CDT;
- a pesar de la falta de tensión en la unión, las cerámicas de recubrimiento pueden generar tensiones a diferentes grosores. De ahí la recomendación de fabricar construcciones de apoyo coladas o sinterizadas en el caso de grandes defectos de sustancia con diferencias masivas de grosor de la cerámica;
- aunque el valor CDT del oro ($14,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)¹⁴, estimado tras la precipitación debido a la estructura atómica no tan densa ($15,2 - 15,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), se encuentra entre el centro y muy por encima de los sistemas cerámicos convencionales para la cerámica con metal (CDT aprox. $14 \pm 1,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), todos los sistemas de recubrimiento tradicionales se aplican con éxito a los recubrimientos cerámicos;
- la unión oro-cerámica tiene éxito gracias a la unión adhesiva incluso sin óxidos de sujeción y material de bonderización, en caso necesario sólo con irradiación de arena. Sin embargo, se recomienda el uso de material especial de bonderización de oro;
- para optimizar la estabilidad y la estética debía respetarse un grosor mínimo de preparación comparable a otros sistemas de cerámica con metal: entre 1 y 1,2 mm.

Si se cumplen estos puntos y sólo se trabaja con bases correctamente precipitadas, los pacientes, el protésico dental y el odontólogo disfrutarán de la apariencia y la durabilidad de las estructuras fabricadas.

Agradecimientos

Por la elaboración de las figuras 33a a 33d de modelado molecular de la unión galvanocerámica quisiera dar las gracias al Dr. Martin Roos (Berlín), diplomado en Químicas.

Bibliografía

1. Bongartz B, Rosenheim P. Galvanogeformte Doppelkronen und Suprastrukturen in der direkten Technik. Quintessenz Zahntech 1996;22(5):533-548.
2. Dorsch P. Die thermische Dehnung von Dental-Legierungen und Dental-Keramiken. Dent Labor 1983;31:1237-1242.
3. Faber FJ. Verformung von galvanokeramischen Kronen nach keramischer Verblendung. Dtsch Zahnärztl Z 1997;52:373-375.
4. Freesmeyer WB, Lindemann W. Biegefestigkeit eines Edelmetall-Keramik-Verbundes in Abhängigkeit von der Vorbehandlung des Metallgerüsts. Dtsch Zahnärztl Z 1983;38:949-952.
5. Henning G. Metall/Keramik-Bindung. Dent Labor 1976;24:1065-1071.
6. Hopp M. Materialtechnische Aspekte. In: Wirz J, Hoffmann A. Galvanoprothetik in der Zahnmedizin. Berlin: Quintessenz 1999.
7. Hopp M, Jepp R, Hoffmann A, Lange KP. Fehleranalyse in der Galvanoforming-Technik. Quintessenz Zahntech 2001;27(2),157-170.
8. Hopp M, Nehring H, Lange KP. Verschraubte Implantatsuprastrukturen – ein Fall für Galvanoforming. Zahntech Mag 1998;2:208-219.
9. Kappert HF. Persönliche Mitteilung (2000).
10. Kerschbaum TH, Erpenstein, H. Galvanokeramische Einzelkronen haben sich klinisch bewährt. ZM 1997;87:38-43.
11. Knosp H. Edelmetall-Dentallegierungen - Eigenschaften und Anwendung. Erzmetall 1995;48: 240-248.
12. Krieg G. Erste Langzeitergebnisse galvanokeramischer Kronen nach dem AGC-Verfahren – Eine 9-Jahres-Studie. Quintessenz 1995;46:783-788.
13. Kunz RW. Molecular Modeling für Anwender. Stuttgart: Teubner, 1997.
14. Lide DR (Hrsg.). Handbook of Chemistry and Physics. New York: CRC-Press, 76th Ed. 1995/96.
15. Rogers OW, Armstrong BW. Electroforming a gold matrix for indirect inlays. J Prosthet Dent 1961;11:959-966.

INVESTIGACIÓN CERÁMICA CON METAL

16. Setz J, Diehl J, Weber H. Der Randschluß zementierter galvanischer Kronen. Quintessenz 1989; 40(4):1439-1445.
17. Tiller HJ, Musil R. Der Sandstrahlprozeß und seine Einwirkung auf den Oberflächenzustand von Dentalallegierungen (I). Quintessenz 1985;10(10):1927-1933.
18. Tiller HJ, Musil R. Der Sandstrahlprozeß und seine Einwirkung auf den Oberflächenzustand von Dentalallegierungen (II). Quintessenz 1985;10(11):2151-2158.
19. Voß R. Zur Beurteilung der Belastbarkeit von metallkeramischen Restaurationen. ZWR 1989;98:434-442.
20. Warnecke A. Ästhetisch – biokompatibel – wirtschaftlich: Eingalvanisieren der Galvano-Brücke. Zahntech Mag 1998;2:120-129.
21. Weigl P, Hauptmann J, Lauer H-CH. Vorteile und Wirkungsweise eines biokompatiblen neuen Halteelements: vollkeramische Primärkrone, kombiniert mit metallischer Sekundärkrone. Quintessenz Zahntech 1996;22(5):507-525.
22. Würz J, Jäger K, Schmidli F. Teleskopierende Galvanokronen. Quintessenz 1996;47(3):385-396.
23. Yamamoto U. Metallkeramik - Prinzipien und Methoden. Berlin, Chicago, São Paulo, Tokio: Quintessenz, 1986.

Dr. Michael Hopp, Zahnarztpraxis am Kranoldplatz, Kranoldplatz 5, 12209 Berlín, Alemania.
Correo electrónico: mdr.hopp@t-online.de

[Correspondencia](#)

Prof. Dr. Reiner Biffar, Ernst-Moritz-Arndt- Universität Greifswald, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung für Zahnräztliche Prothetik und Werkstoffkunde (Director: Profesor Dr. Reiner Biffar), Rotgerberstrasse 8, 17489 Greifswald, Alemania.
