

[Resumen]

Los problemas técnicos de procesamiento que surgen en el laboratorio durante el recubrimiento cerámico de aleaciones, como por ejemplo las burbujas y fisuras que se originan durante la cocción de la cerámica, no se han solucionado aún. Además, la deformación del armazón durante el tratamiento y el proceso de recubrimiento representa un reto especial para un correcto procesamiento. En este artículo se analizan estos aspectos y se ofrecen soluciones para los problemas presentados.

Palabras clave

Coronas. Puentes. Cerámica con metal. Aleaciones. Cerámica de recubrimiento. Formación de armazones.

(Quintessenz Zahntech.
2006;32(9):972-81)

Errores de procesamiento y soluciones en la cerámica con metal

Preguntas y respuestas a partir de la práctica

Makoto Kuga

El autor no defiende solamente la idea de que ya se han dicho muchas cosas sobre las técnicas de procesamiento de las cerámicas cocidas. Los problemas que en realidad aparecen en el laboratorio durante el recubrimiento de aleaciones aún no se han solucionado. Aquí se nombran sólo a modo de ejemplo las burbujas y fisuras que se originan durante la cocción de la cerámica y contra las cuales el protésico dental lucha a diario con la experiencia ganada durante años. En el presente artículo se analizan estos aspectos y se ofrecen soluciones para los problemas presentados.

Naturalmente todo protésico dental tiene el deseo de que al final la restauración tenga el apoyo perfecto de los muñones en la boca. Pero en realidad, muchas veces el armazón no se fija al muñón de yeso o se deforma durante la cocción de la cerámica. Las tendencias avanzan hacia las llamadas bioaleaciones, de modo que los armazones son menos deformables. En las coronas metalocerámicas deben unirse dos materiales to-

Introducción

Possibilidades para mejorar el ajuste (figs. 1 y 2)

Figs. 1 y 2. Es difícil mantener el armazón libre de deformaciones después de que se cuele y hasta que se acabe. La experiencia práctica ha demostrado que los ajustes son menores si se realizan varios procesos de cocción.



Fig. 1. Ajuste preciso del armazón con ayuda de una silicona fina para marcar los contactos prematuros.



Fig. 2. Prueba de ajuste con silicona después del recubrimiento con cerámica. A pesar del color metálico se pueden observar ligeras deformaciones dimensionales del armazón.

talmente distintos, lo que puede comportar diversos problemas. Durante la cocción de la cerámica también pueden influir muchos factores en cuanto al ajuste y como consecuencia esto también se refleja en el resultado.

El factor más significativo es seguramente la modificación de la forma durante el proceso de colado. Durante el colado la aleación fundida se vierte en el molde y se producen alteraciones en la estructura de la aleación a causa de las rápidas velocidades de enfriamiento en el interior del molde. Éstas hacen que el material colado se contraiga durante el enfriamiento y haya tensiones internas. Estas tensiones permanecen en el armazón o puede que desaparezcan durante el posterior tratamiento en caliente, durante la cocción de la cerámica.

Una opción para controlar y corregir este tipo de alteraciones consiste en realizar un tratamiento en caliente del armazón antes de realizar el ajuste para eliminar la tensión remanente. Incluso si después de la primera cocción no han surgido alteraciones mecánicas de ningún tipo en el armazón, la estructura cristalina de la aleación cambia en el seno de una homogenización (solidificación). La tensión remanente que queda del proceso de colado desaparece en este proceso de recristalización de la estructura.

Acabado de la superficie del armazón

El sentido y objetivo del acabado de la superficie de recubrimiento es la eliminación de las partículas adheridas y las fisuras finas, pequeñas prominencias, desniveles y una película de oxidación no uniforme. Tal y como se ha visto sirve como preparación para obtener una capa de oxidación uniforme en la superficie y también permite precisar la forma final del armazón y su grosor.

Herramientas de pulido

Según el grado de dureza de la aleación existen diferentes herramientas de pulido, pero las diferencias no son muy grandes (figs. 3 y 4). Al final, la superficie acabada no debe presentar entalladuras o agujeros profundos y debe tener una superficie plana y brillante. Sin embargo, conseguir un trabajo correcto en lo que se refiere a la formación de burbujas en el lugar de unión es un paso extremadamente difícil y puede influir en los factores responsables de la formación de burbujas. Especialmente en las aleaciones de metales nobles –cuya dureza es menor comparativamente– y en las aleaciones de

PUESTA AL DÍA

CORONAS Y PUENTES

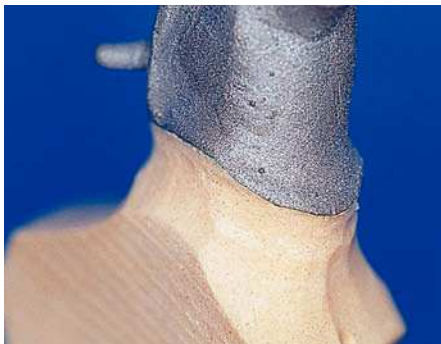


Fig. 3a. Armazón acabado y ajustado en el modelo. Las bases de la formación del armazón deben seguirse obligatoriamente.

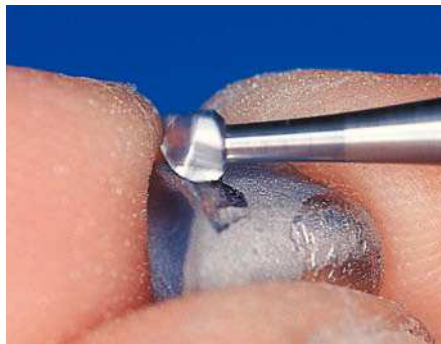


Fig. 3b. Después de retirar los restos de la masa de revestimiento, los límites del armazón se desvistan con una fresa redonda. Este último paso debe realizarse con un microscopio. La zona de los extremos es muy sensible. Para los noveles se recomienda utilizar una piedra de desvastado al principio.

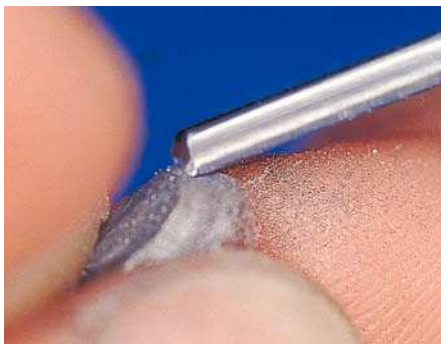


Fig. 3c. Las líneas de transición se afilan.

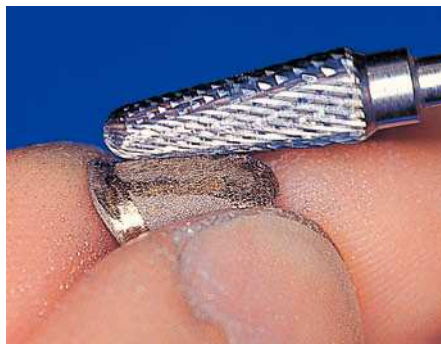


Fig. 3d. Con una fresa un poco más grande se trabaja la pieza total.



Fig. 3e. El armazón de metal acabado.

gran ductibilidad pueden aparecer fisuras o pequeños agujeros en los cuales penetren cuerpos extraños según la herramienta utilizada. Si el pulido se realiza en diferentes direcciones también pueden surgir estos problemas. Las piedras de pulido de carburo de silicio, que anteriormente se utilizaban para el acabado de la superficie de recubrimiento por su buen grado de pulido, están compuestas principalmente por carburo de silicio (SiC), que puede penetrar en residuos en la superficie de la porcelana y se gasifica durante la cocción de la cerámica, lo que de nuevo puede provocar la formación de burbujas. Por este motivo es mejor utilizar una fresa de metal duro o piedras de pulido de óxido de aluminio, cuyas partículas de pulido no se gasifican durante la cocción. Especialmente si se utilizan aleaciones de metales nobles de color dorado (aprox. 200 Hv), tal y como frecuentemente se hace en la actualidad, no es raro que surjan estos problemas. Los motivos son varios: generalmente se deben trabajar las aleaciones blandas con especial cuidado.



Fig. 4. Las fresas utilizadas principalmente por el autor para tratar la superficie de recubrimiento: fresas diversas, fresas redondas e instrumentos de pulido de óxido de aluminio.

Según las circunstancias, en las aleaciones de metal de poca dureza se puede utilizar una piedra combinada con cerámica para el tratamiento del armazón, con la que se puede lograr una superficie fina y se pueden solucionar mejor los problemas que vayan surgiendo eventualmente.

Tratamiento con chorro de arena de la superficie; recubrir después de acabar de desvistarla

En la práctica diaria, la superficie de recubrimiento se trata después del acabado mayoritariamente a 2 bares de presión con partículas de óxido de aluminio de 50 μm de grosor (fig. 5). De esta manera, la superficie del armazón se prepara de forma óptima para la unión con la cerámica. Por otro lado, en las superficies que fueron tratadas con fresas existe como siempre el peligro de que penetren cuerpos extraños o se formen pequeños agujeros o fisuras en la superficie. Por tanto sería aconsejable utilizar más bien una aleación muy dura y menos moldeable en este procedimiento en vez de una aleación blanda.

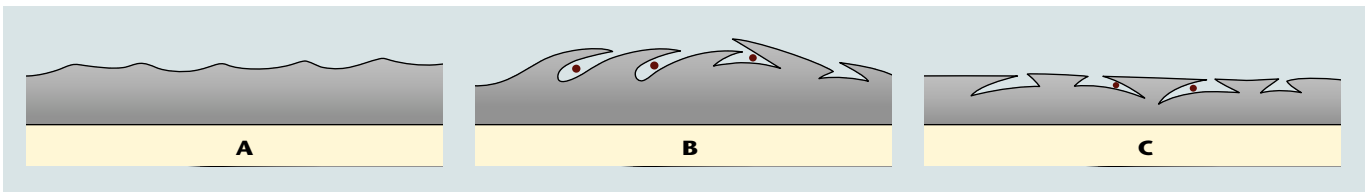


Fig. 5. Durante el fresado con una fresa rotatoria, especialmente en las aleaciones de metal noble, que son muy flexibles y blandas, se originan frecuentemente fisuras y entalladuras por las cuales penetran cuerpos extraños que permanecen dentro del armazón. Según las características de fresado de la herramienta se obtienen superficies cualitativamente diferentes. A: La superficie es lisa y no existe ninguna fisura. B: El uso de un afilador que trabajó en dos direcciones originó fisuras por las cuales podían entrar cuerpos extraños. C: Si una superficie como la de la fig. B se trata con arena para finalizar, la superficie parece lisa y plana, pero los cuerpos extraños permanecen en las fisuras.

Comparación de las aleaciones de metales nobles de color dorado y plateado

Últimamente ha aumentado el uso de aleaciones de metales nobles de color dorado con un grado de dureza de 220 HV (Au 86,5%, Pt 11,3%, entre otros) así como de aleaciones de metales nobles de color plateado con un grado de dureza de 240 HV (Au 78,5%, Pt 10,2%, Pd 7,8%, entre otros) (fig. 6). En este ensayo se elabora cada pieza de forma individual, se procesa de forma convencional y se limpia con una solución orgánica en un baño de ultrasonidos. Después de la oxidación, la cerámica transparente se cuece en vez de aplicarse una capa de opáquer y se realizan todos los procesos de cocción de la cerámica hasta llegar a la cocción de vidriado.

El resultado de las superficies tratadas con una fresa (1) fue muy satisfactorio. Las pruebas que tenían una aleación muy dura (2) y que a continuación se trataron con partículas de aluminio de 50 μm de grosor fueron suficientemente buenas.

El armazón de color dorado tenía muchas burbujas. Las superficies tratadas con pulidoras de cerámica también mostraron un buen resultado (3). Por lo que atañe a la elección del instrumento de tratamiento, la fresa se desafilaba muy rápidamente y según cómo se utilice puede originar rápidamente fisuras finas en la superficie. Por contra, la piedra blanca de Arkansas (Labo-White, Shofu) ofrece un buen resultado.

En la prueba (4) primero se trabajó con una fresa y a continuación con una pulidora de silicona. Seguidamente el armazón se sometió a un chorro de arena. Durante el tratamiento de la superficie con la fresa se originaron manchas cristalizadas en el material

PUESTA AL DÍA

CORONAS Y PUENTES



Fig. 6. En un ensayo sencillo se contrapusieron las aleaciones de color dorado y plateado que se utilizan más frecuentemente en la actualidad. Las aleaciones de color dorado tenían un grado de dureza de 220 HV (izquierda en la fig.). Los metales nobles de color plateado tenían un grado de dureza de 240 HV (derecha en la fig.).

- ① Trabajo con una fresa.
- ② Tratamiento con chorro de óxido de aluminio después del trabajo con una fresa.
- ③ Pulido con una piedra de pulido de Labo-White (Shofu).
- ④ Pulido con una pulidora de silicona y tratamiento con chorro de óxido de aluminio después del trabajo con una fresa.

que se cubrieron con partículas de pulido y son muy difíciles de detectar. Con el uso de una pulidora de silicona también se pueden detectar alteraciones en la superficie y dado el caso tomar medidas preventivas. Los autores parten de la idea de que este método se utiliza frecuentemente en las consultas y lo han sometido a una prueba. El uso de una pulidora de silicona para la pieza de trabajo se consideró correcto. Con el supuesto de que se habían eliminado todas las partículas con este instrumento, la pieza de trabajo completa se trató con un chorro de arena en la prueba. Efectivamente, al final se encontraron residuos de silicona, pero en diferentes lugares, y esto provocó la formación de burbujas. Aquí se registró el peor resultado de la prueba.

Si en la preparación del armazón surgen defectos importantes, no queda más remedio que fabricar de nuevo la pieza de trabajo (figs. 7a y 7b). Si el cuerpo de recubrimiento es demasiado fino en algunos lugares o han aparecido pequeños agujeros con la irrupción de cuerpos extraños, normalmente el armazón puede soldarse en estos lugares. De lo contrario surgen problemas en la superficie de recubrimiento y están directamente relacionados con la formación de burbujas durante la cocción de la cerámica. Por este motivo debe trabajarse con extremo cuidado.

Para elegir el tipo de reparación el tamaño del agujero es decisivo. En perforaciones muy grandes el agujero debe cerrarse con el mismo material de la aleación.

En principio, la soldadura tiene unas características de unión mejores con la cerámica que con las aleaciones. En superficies grandes, sin embargo, la adherencia disminuye y la cerámica puede desprenderse. Después de soldar la superficie, es necesario retocar el lugar correspondiente y realizar un tratamiento con chorro de óxido de aluminio. De lo contrario pueden surgir problemas graves más adelante. Para soldar las piezas del puente también se debe tener en cuenta lo mismo.

En la formación de las coronas metalocerámicas pueden originarse burbujas (salida de gases) durante la cocción de la cerámica o la cocción de vidriado (figs. 8 y 9). En estos casos es raramente necesario volver a fabricar las coronas. Las razones para la formación de estas burbujas son mayoritariamente dos: la primera razón puede ser los cuerpos extraños, que penetran en el material durante el tratamiento del armazón y posteriormente emiten gases que forman burbujas. La segunda razón puede ser las burbujas

[Perforación del armazón](#)

[Formación de burbujas en la cerámica de recubrimiento](#)

Figs. 7a y 7b. La perforación que se forma durante el tratamiento del armazón se cerró con una soldadura lo más pequeña posible.

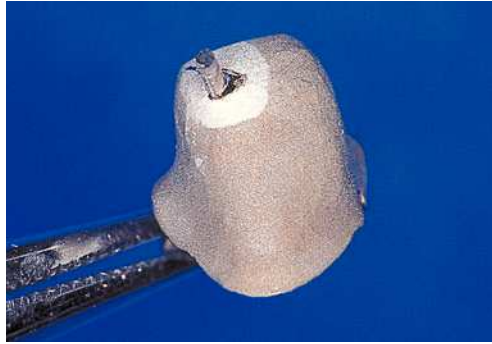


Fig. 7a. El agujero se cerró con los restos de la aleación utilizada. La zona adyacente se soldó.



Fig. 7b. Una funda soldada lista para el recubrimiento.

Fig. 8. Durante los diversos tratamientos en caliente aparecen gases en las rugosidades de la superficie y las cavidades de la aleación y se forman burbujas.



Fig. 9. Los pequeños agujeros pueden taparse con una fresa redonda.



que se originan en el interior durante la formación de la cerámica, pero esto sólo desencadena pequeños problemas. Si los cuerpos extraños penetran en el material y forman pequeñas burbujas, la corona puede repararse eventualmente. Sin embargo, muchas veces se forman agujeros más grandes. En este caso se debe fabricar una nueva corona y para ello se procederá tal y como se explica a continuación.

El armazón se tratará de nuevo después del ajuste del lado de cocción:

- En el acabado se debe vigilar de que no se forme ninguna fisura o entalladura, si es así se trabajará con un instrumento de acabado o una piedra blanca (según la aleación deberá realizarse un tratamiento con chorro de óxido de aluminio).
- Limpiar con un disolvente orgánico o un baño al ácido.
- En ningún caso la superficie de recubrimiento debe tocarse con los dedos.
- Después del baño de ultrasonidos la superficie puede limpiarse adicionalmente con vapor. Tras la oxidación del armazón debe eliminarse todo lo que pueda originar la formación de burbujas de gas en la superficie. La cerámica cocida puede observarse también con el microscopio para detectar posibles manchas cristalizadas. Las manchas cristalizadas de gas pueden verse como zonas oscuras. Si la causa de la formación de burbujas radica en la superficie de la aleación, aumenta el riesgo de que salgan a la luz en cada proceso de cocción. En la mayoría de los casos se hacen visibles en la cocción de vidriado. Para eliminarlas se debe trabajar muy detenidamente. En el caso de pequeñas burbujas es importante trabajar con una fresa redonda, con movimientos giratorios.

PUESTA AL DÍA

CORONAS Y PUENTES

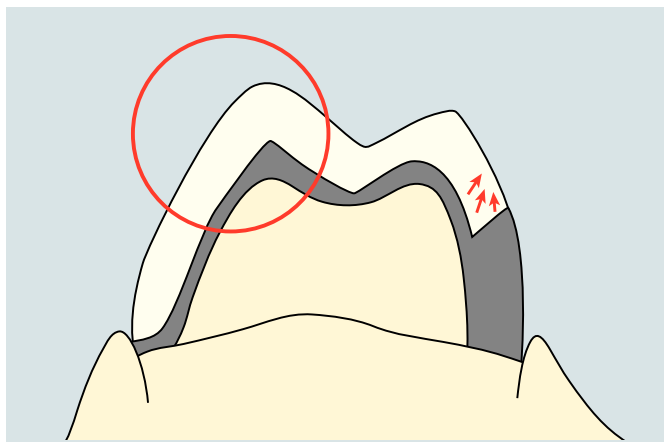


Fig. 10. Si los bordes del armazón son demasiado afilados pueden aparecer concentraciones de fuerza o tensiones que provocan fisuras en la cerámica.

Los bordes y cantos afilados del armazón pueden hacer que la presión masticatoria de la oclusión se concentre en pequeñas zonas y aparezcan grietas en la cerámica. Especialmente en la zona de los bordes incisales y en la superficie masticatoria el armazón se inclina en cantos afilados. Por tanto, ya en el diseño se deben considerar las diferentes direcciones de las cuales se deben esperar cargas oclusales y en los lugares correspondientes crear bordes redondeados. Para evitar la contracción de la cerámica durante el sinterizado y la fuerza de la potencia de presión en una zona se deben trabajar también las puntas cuspídeas del armazón con bordes redondeados. Para poder absorber lo mejor posible las cargas oclusales incidentes, en el interior de la cerámica se deben conseguir las condiciones óptimas. Ya en la planificación del diseño del armazón se debe tener en cuenta que la cerámica se trabaja de forma uniformemente espesa, pero en ningún caso debe ser demasiado espesa. Naturalmente, también se deben ajustar los coeficientes de dilatación térmica (CDT) de los materiales de la aleación y la cerámica.

En la práctica diaria es inevitable que en el acabado de la superficie de recubrimiento surjan alteraciones en la estructura de la aleación (figs. 11 y 12). Surgen en el lado tratado, pero no en el lado no tratado. Por tanto, en el tratamiento en caliente se debe intentar encontrar un buen equilibrio, ya que si no el armazón puede deformarse. En principio estas alteraciones son inevitables. En la práctica ocurre a menudo que las deformaciones se concentran en un lado, cuando el extremo bucolingual varía mucho en su altura. En los casos con un lado bucal largo y un lado lingual corto la zona bucal tratada será más grande en comparación con el lado lingual. Como resultado las tensiones superficiales aumentarán en la superficie bucal. Si éstas se liberan en el tratamiento en caliente que se realiza a continuación, el armazón sufre fuertes deformaciones. Si se originan fuertes deformaciones en la superficie lingual, parece que en los bordes adyacentes se originan grandes deformaciones a causa de la diferencia de longitud. Puesto que las diferencias en la forma influyen igualmente en el grado de la distorsión y el medio de curvatura es más bien pequeño en la encía relativamente gruesa, es raro que aparezcan deformaciones en la superficie lingual.

Puede haber dos causas diferentes para las deformaciones en el armazón si se usan grandes cantidades de aleación (fig. 13). En los puentes de más de una pieza la tensión restante del recubrimiento se distribuye según la forma o el tamaño del armazón y apa-

Fisuras en la cerámica (fig. 10)

Tensiones superficiales durante el tratamiento mecánico

Deformaciones del armazón en relación con la cantidad de la aleación

Figs. 11a a 11h. En el caso de diferencias marcadas de altura en el extremo bucolingual aparecen marcadas deformaciones en armazones largamente trabajados. Este tipo de formación debe evitarse como norma general.

Figs. 11a a 11b. En el ensayo mostrado se determina de forma fácil y gráfica la influencia que tiene la calidad de la aleación y el posterior tratamiento en caliente en la dimensión de deformaciones.



Fig. 11c. El estado de la aleación reducida de metales nobles después de la oxidación. Aquí apenas se pueden observar deformaciones.



Fig. 11d. Después de otro tratamiento en caliente. Apenas se observan deformaciones grandes.



Fig. 11e. Aquí se realizó una homogeneización después de un segundo tratamiento en caliente. En comparación con la situación después del acabado, el lugar de unión parece algo flojo, pero en general el ajuste es bueno.



Fig. 11f. Una aleación de color plateado, que se usa frecuentemente como aleación para cerámica.



Fig. 11g. Estado después de un segundo tratamiento en caliente. No se observan deformaciones notables.



Fig. 11h. Después del segundo tratamiento en caliente. Efectivamente las aleaciones de metales nobles parecen deformarse más.

PUESTA AL DÍA

CORONAS Y PUENTES



Fig. 12. Para reforzar el extremo y contener las deformaciones, puede hacerse un borde de metal. Sin embargo, esta medida es difícilmente realizable por motivos estéticos en la región frontal.



Fig. 13. Existen diversas medidas en la práctica diaria para impedir deformaciones en el armazón durante los diferentes pasos de trabajo. En muchos casos puede alcanzarse una mayor precisión con métodos como el soldado, etc.

recen deformaciones muy grandes en el primer tratamiento en caliente. De nuevo, las piezas largas de los puentes cambian mucho porque su peso propio es elevado. Incluso si se deformaran igual que una corona simple, la deformación parecería mucho más grande a causa de la longitud total de la pieza de trabajo. Respecto al grosor del armazón de la corona o en los casos en que se planeó una unión amplia, puede esperarse que la deformación sea pequeña cuando la resistencia sea alta o se liberen las tensiones en el armazón. Igualmente, en los puentes con el mismo número de dientes existe la posibilidad de reducir o impedir la medida de deformación con el peso propio aumentando el número de pónicos y con ello la cantidad del puente. En aleaciones con un punto de fusión bajo, la resistencia disminuye cuando la temperatura del tratamiento en caliente sobrepasa el punto de fusión. Igualmente aparecen deformaciones importantes a causa del peso propio.

Después de ajustar el armazón, antes del recubrimiento, se realiza un encerado preciso y se calcula exactamente la reducción de la cantidad de procesamiento y de esta forma se reduce al mínimo la liberación de la tensión restante del tratamiento en caliente (figs. 14 y 15).

Después del colado se realiza un tratamiento en caliente para liberar las tensiones restantes responsables de las deformaciones. El ajuste exacto se realiza con una fresa sin ejercer presión excesiva, así se evita el «fresado» del armazón. A ser posible debe utilizarse el grosor calculado de la capa de aleación para aumentar la resistencia del armazón. Cerca del extremo nada debe penetrar en la aleación. Durante el proceso de cocción el armazón debe fijarse al soporte de forma que las deformaciones se mantengan en los extremos por el peso propio. El armazón debe colocarse en el horno de forma que el calor se reparta uniformemente a ser posible.

Medidas para evitar deformaciones

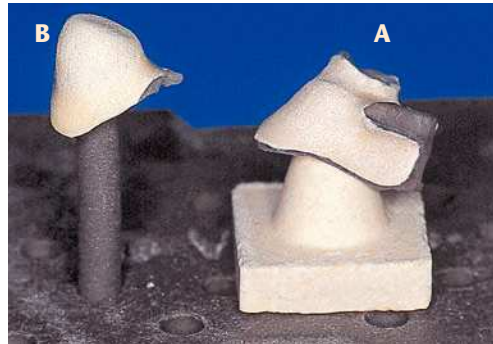


Fig. 14. Los diferentes fabricantes ofrecen varios soportes de cocción. Se debe vigilar que con coeficientes de dilatación térmica diferentes entre la aleación y el soporte no aparezcan deformaciones en el armazón. A: Con un soporte como éste aparecen deformaciones en el límite de la corona del armazón enfriado a causa del contacto del soporte y el armazón. B: Es importante elegir un soporte de cocción que no entre en contacto con los extremos del armazón.



Fig. 15. Proceso de oxidación en un soporte de cerámica. Con este proceso se previenen deformaciones grandes durante el tratamiento en caliente.

Conclusiones Cuando alrededor del año 1975 las coronas metalocerámicas empezaron a utilizarse en las consultas dentales, es verdad que se realizaron algunas investigaciones y discusiones sobre su posterior desarrollo, pero no se pusieron en práctica. Todos los problemas que ya había en un principio causan aún hoy quebraderos de cabeza a los protésicos dentales. También la problemática tratada en este artículo expone muchos aspectos individuales que se relacionan unos con otros de forma complicada. Esperamos que de aquí en adelante los fabricantes de aleaciones de la industria dental unan esfuerzos para fabricar aleaciones que tengan una estructura cristalina ventajosa, estabilidad dimensional y ofrezcan una adherencia segura a la cerámica.

Agradecimientos El autor quiere dar las gracias por el apoyo prestado al Sr. Yoshinori Doi (Ishifuku Metall-Legierungen AG) y al Sr. Hitoshi Takahashi (Shofu AG), que participaron decisivamente en la génesis de este artículo. Se agradece también el trabajo del equipo del laboratorio dental Core, que colaboró de forma activa durante las diversas pruebas experimentales.

Correspondencia Makoto Kuga, Core Dentallabor. Kanagawa-ken, Minami-ku, Ooka 1-29-2, Yokohama, Japón