

Prevención del chipping sobre dióxido de zirconio

Un ejercicio de equilibrio entre la ciencia y el día a día del laboratorio

Ingo Becker

Las restauraciones con la cerámica de alto rendimiento dióxido de zirconio (ZrO_2) son extremadamente biocompatibles y no tienen rival por lo que respecta a la ausencia de acumulación de placa. Las estructuras de puente de ZrO_2 con una resistencia a la flexión de 1.000 a 1.200 MPa soportan sin esfuerzo las fuerzas masticatorias generadas en la zona de los dientes posteriores. El ZrO_2 posee una baja conductividad térmica y es altamente resistente a la temperatura, lo cual impide a su vez la deformación incluso tras varios procesos de cocción. Además, las supraestructuras de ZrO_2 individuales en la restauración de dientes anteriores están consideradas como el no va más de la estética. Pese a ello, el dióxido de zirconio todavía no ha podido consolidarse en la medida anteriormente mencionada como el material preferido para restauraciones protésicas, tanto sobre pilares naturales como sobre implantes.

Si bien inicialmente los motivos de coste tuvieron parte de responsabilidad en ello, actualmente este aspecto se ha vuelto claramente secundario en virtud de los modernos

[Resumen]

El entusiasmo por el dióxido de zirconio en los últimos años ha dado paso al desencanto con la aparición del chipping. Y con razón, por lo que respecta a la manipulación del material. Pero sin razón en cuanto a las propiedades materiales. El chipping no es atribuible al material de la estructura como tal. Los problemas de chipping pueden atribuirse a procesos de trabajo deficientes en el laboratorio y en la clínica odontológica, independientemente de la cerámica de recubrimiento utilizada. Esto brinda la posibilidad de prevenirlos. Sin embargo, para ello es necesario disponer de instrucciones de mecanización y procesamiento científicamente fundadas y de validez universal, toda vez que las recomendaciones de los fabricantes son contradictorias.

Palabras clave

Dióxido de zirconio. Chipping. Metaanálisis. Mecanización. Procesamiento. Preparación. Diseño de la estructura. Función. Oclusión. Recubrimiento. Recomendaciones de los fabricantes.

(Quintessenz Zahntech. 2011;37(4):510-21)

Introducción

métodos de mecanización CAD/CAM así como del aumento del precio del oro. Más bien se trata de poder controlar y eliminar las incertidumbres en la mecanización y el procesamiento del material, y en caso de que aparezcan problemas con el recubrimiento.

Las dos siguientes declaraciones, formuladas durante el Simposio sobre Cerámica 2007, describen muy acertadamente la situación de partida. «Las restauraciones de cerámica sin metal adquirirán en el futuro una gran importancia en el espectro de terapias odontológicas. Esto no solo requiere una transformación en el ámbito protésico en cuanto a la confección de estas restauraciones, sino que exige además la manipulación competente de los nuevos materiales por parte del odontólogo, así como la verificación del procedimiento clínico durante la colocación»¹³.

«Pese a que existen informes sobre desconchamientos de las cerámicas de recubrimiento en pequeña medida, cabe suponer que también se resolverá este problema. Son recomendables estudios a largo plazo controlados clínicamente también para la cerámica de dióxido de zirconio. [...] Para todos los puentes de más de tres piezas en la zona de los dientes anteriores, así como para todos los puentes en la zona de los dientes posteriores, debería cambiarse a la cerámica Y-TZP»¹⁰. ¿Qué se ha hecho desde entonces? ¿Continúa siendo en 2011 igual de actual y necesaria la exhortación a realizar estudios controlados clínicamente, así como a una mecanización y un procesamiento correctos en el laboratorio y la clínica?

Aspectos científicos ayer y hoy

Especialmente sobre restauraciones implantosoportadas, las capas de cerámica de recubrimiento de las supraestructuras de cerámica sin metal están expuestas a esfuerzos masticatorios y funcionales sumamente intensos, debido a la osteointegración rígida de los implantes y a la consiguiente falta de movilidad de la restauración, así como a los receptores reducidos. Es uno de los motivos por los que aparecían y aparecen desconchamientos de la cerámica de recubrimiento incluso en restauraciones sobre base de metal.

Sin embargo, hasta el pasado más reciente el chipping no ocupaba el primer plano en los estudios sobre rehabilitaciones de cerámica sin metal. Sus tasas de éxito se medían exclusivamente en función de las fracturas de la estructura, no de desconchamientos. Esto se aprecia en una publicación de Kerschbaum et al¹¹, en la que el autor cita toda una serie de estudios que consignan las tasas de fractura, pero no las de chipping: Sturzenegger 2000, Tinschert 2002, Pospiech 2003, Sailer 2003, Tinschert 2004, Vult von Steyern 2005, Raigrodski 2006. No fue hasta 2006, en los estudios de Rinke y en 2007 de Sailer, también allí mencionados, que se incluyeron como criterio los defectos por chipping, produciéndose a continuación una disminución drástica de las tasas de supervivencia, que hasta entonces llegaban al 100%: en el caso de Rinke 2006 se redujeron al 91,4% y en el de Sailer 2007 al 73,9%^{14,19,23}.

En las restauraciones estudiadas por el propio Kerschbaum, el 8% presentaron fracturas de la estructura y/o del recubrimiento. Los autores identificaron como factores de riesgo significativos por un lado la posición y el tipo de la restauración. Se constató que el chipping era significativamente más frecuente en las coronas de dientes posteriores que en las coronas de dientes anteriores, mientras que no se observaron diferencias en cuanto a los puentes. Por otro lado, como factor de riesgo adicional se identificó al responsable del tratamiento: Las causas del fracaso pueden radicar asimismo en factores

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO

intraindividuales tales como la toma de mordida, la técnica de articulador y de tallado o la omisión del glaseado de la restauración terminada.

Las fracturas observadas en la cerámica de recubrimiento se atribuyeron a un diseño deficiente de la estructura, a contactos prematuros y a grosores desiguales de las capas de recubrimiento, parámetros cuya consideración es rutinaria hoy en día. Sin embargo, en este análisis posterior de defectos se pone de manifiesto al mismo tiempo el verdadero dilema para los protésicos dentales y los odontólogos: ¿En qué punto se hallan los conocimientos técnicos sobre el proceso concreto en el momento de la confección de la restauración? ¿Qué podrían y deberían saber las partes implicadas a partir de los estudios universalmente accesibles y en qué medida se les facilita por parte de los fabricantes de materiales la información necesaria de una manera inteligible?

En el momento en que se confeccionaron y colocaron las restauraciones analizadas en los estudios anteriormente mencionados, los grosores de pared finos, las capas de recubrimiento voluminosas y los diseños de estructura de forma no anatómica constituían el estándar de referencia.

Actualmente se aplican otros estándares: una preparación de forma anatómica que apoye las cúspides como requisito para una aplicación de grosor uniforme de las capas de recubrimiento, transiciones redondeadas para evitar picos de tensión y un chamfer u hombro circular para la absorción óptima de la presión masticatoria. Pero ¿basta simplemente con cumplir estos criterios para que el protésico dental pueda confeccionar un recubrimiento de cerámica sin metal de estabilidad duradera sobre una estructura de ZrO_2 ?

Pospiech publicó recientemente en Quintessenz un artículo¹² en el que enumera una serie de criterios como posibles causas de chippings:

- tratamiento mecánico de ZrO_2 sinterizado
- chorreado de la superficie de ZrO_2
- tratamiento mecánico de la cerámica de recubrimiento
- capacidad térmica
- control de la temperatura del recubrimiento: calentamiento y enfriamiento
- problemas de armonización de los CET de la cerámica de recubrimiento y el ZrO_2
- defectos estructurales en el recubrimiento: burbujas, poros
- diseño de la estructura/preparación
- carga oclusal

Explica detalladamente qué aspectos se deben tener en cuenta durante la mecanización y el procesamiento a fin de eliminar en lo posible estas causas de chipping. En este contexto, llama la atención sobre un aspecto importante: la diferencia entre una fractura de cohesión y una de adhesión. «Chipping» podría traducirse como «desprendimiento» en el sentido de una fractura de adhesión, pero también como «desconchamiento» o «descascaramiento» cuando se trata de una fractura de cohesión. La discusión actual sobre el chipping se centraría más en el desconchamiento dentro de la capa de cerámica de recubrimiento (fractura de cohesión) que en los desprendimientos del recubrimiento respecto de la estructura portante (fractura de adhesión). Sin embargo, toda vez que el mecanismo de unión exacto entre una estructura de cerámica de óxido y un recubi-

Estándares en
la mecanización
y el procesamiento

miento de cerámica vítrea todavía no está totalmente esclarecido, su conclusión resulta comedida: «La observancia de estos criterios debería permitir mantener reducidos los índices de chipping».

Cohesión y adhesión

La unión adhesiva entre una estructura de ZrO_2 y el recubrimiento se basa esencialmente en enlaces por puentes de hidrógeno, así como en la retención mecánica debido a la contracción durante el proceso de cocción. Los valores de adhesión pueden calificarse como excelentes, aunque no se alcancen los mismos valores que en las estructuras con recubrimiento metalocerámico. Guess et al determinaron en 2008 en un estudio comparativo unos valores de adhesión de entre 12 MPa y 9 MPa⁸. Esta buena unión adhesiva es confirmada por Beuer⁴. Por regla general, los desconchamientos afectarían al recubrimiento, mientras que sería infrecuente la exposición de la estructura. Como causa de los desconchamientos alude a «un proceso multifactorial algo complicado que hasta el día de hoy no ha podido ser explicado con todo detalle». Sin duda, también el proceso de cocción puede calificarse como proceso multifactorial. Durante la contracción y en función del material, debido a las influencias térmicas se generan tensiones dentro de la cerámica de recubrimiento. Éstas pueden conducir de manera inmediata o retardada a fisuras o desconchamientos, quedando normalmente una capa más o menos fina de cerámica de recubrimiento sobre la estructura. Tales fracturas de cohesión denotan una unión adhesiva estable entre la cerámica de recubrimiento y la estructura de ZrO_2 , y apuntan más bien a la existencia de zonas problemáticas dentro del recubrimiento cerámico.

Tensiones de compresión y de tracción

De este tema se ocupa en otra publicación actual Belli². El autor explica a partir de dos factores los problemas de chipping, especialmente sobre estructuras de ZrO_2 . Por una parte, la causa podría radicar en una distribución no homogénea de la tensión de compresión (de hecho deseada en la cerámica de recubrimiento puesto que incrementa la resistencia), debido a «restauraciones con diferentes superficies, radios, ángulos y grosores de capa». Belli remite en su artículo a un estudio de Aboushelib et al de 2008, según el cual la resistencia de la restauración recubierta sería máxima cuando no se generan tensiones y los valores CET de ambas cerámicas están armonizados entre sí¹. Como segundo factor, Belli alude a la baja conductividad térmica del dióxido de zirconio, lo cual en caso de un enfriamiento demasiado brusco o una apertura demasiado rápida del horno provoca tensiones de compresión en la superficie de la cerámica de recubrimiento y al mismo tiempo tensiones de tracción en la superficie limítrofe con el ZrO_2 . Las diferencias de tensión son tanto más pronunciadas cuanto más gruesa sea la capa de recubrimiento. Belli proporciona información importante para la mecanización de la superficie cerámica: «La zona de superficie muy fina, sometida a tensión de compresión, sirve así pues como protección para las zonas subyacentes, sometidas a presión de tracción y por consiguiente más débiles». Ello explica que cualquier debilitamiento o eliminación de esta capa superficial, ya sea por tallado inicial o debido a un proceso de abrasión, dé lugar a chippings. Lo mismo es aplicable a una superficie rugosificada no pulida, ya que de este modo se forman nuevos núcleos de fisuras. Los datos recabados por Pospiech y Belli, así como los estudios y las publicaciones citados como referencia, podrían reflejar el estado actual de los conocimientos científicos acerca de la problemática del chipping.

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO

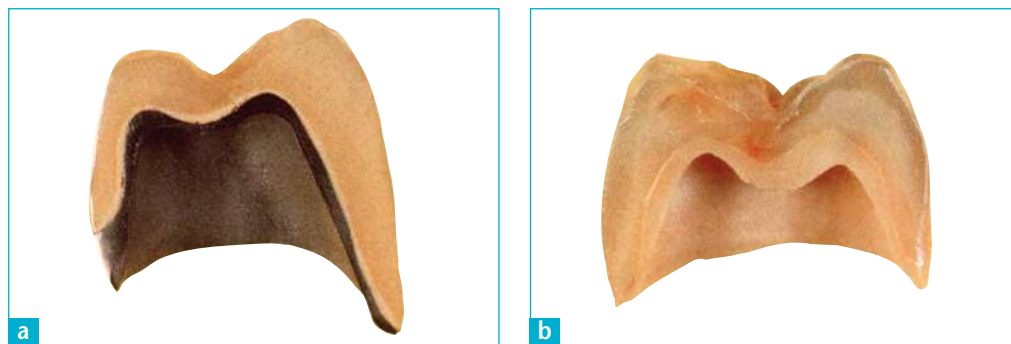


Fig. 1. La estructura homogénea de la cerámica de recubrimiento tras la sinterización sobre una estructura de metal (a) y la estructura heterogénea de la cerámica de recubrimiento tras la sinterización (b) sobre una estructura de ZrO_2 con un control de temperatura idéntico y una fase de enfriamiento demasiado corta para una estructura de ZrO_2 ²¹.

El hecho de que un programa de cocción modificado con una velocidad de enfriamiento reducida repercute positivamente en la resistencia a la flexión de la cerámica de recubrimiento se constató también en una disertación de 2010⁵. A una conclusión similar llegaron también Vollmann et al en 2009 en su estudio de la distinta conductividad térmica de las cerámicas de recubrimiento de dióxido de zirconio y de metal: La modificación de la velocidad de enfriamiento ejerció una influencia significativa sobre la tensión de tracción máxima, mientras que la no modificación favorecía los desconchamientos de la cerámica de recubrimiento sobre estructuras cerámicas²². Este estudio demuestra concluyentemente que el control de la temperatura en las restauraciones metalocerámicas no es extrapolable a restauraciones de cerámica sin metal. También Tiong et al hicieron esta observación en 2008 y la visualizaron prácticamente²¹ (fig. 1). Además del programa de cocción, también las propiedades químico-físicas de los materiales de recubrimiento influyen en la estabilidad a largo plazo de una restauración. Así pues, pese a toda perfección odontológica y protésica, en los materiales de recubrimiento con elevada proporción de vidrio y baja proporción de cerámica, debido a un esfuerzo cíclico sostenido por debajo del límite crítico de la resistencia del material (la denominada carga subcrítica) agravado por la acción corrosiva de la saliva, pueden aparecer fracturas por fatiga a partir de fisuras iniciales cercanas a la superficie³.

Programa de cocción modificado

A partir de las publicaciones mencionadas, para la realización de recubrimientos sobre una estructura de ZrO_2 puede concluirse que el control de la temperatura desempeña un papel determinante para la cocción de la cerámica de recubrimiento. Debido a la mala conductividad térmica del dióxido de zirconio, deben preverse unas fases de calentamiento y enfriamiento específicas y suficientes para permitir que desaparezcan las tensiones en la estructura.

Sin embargo, no existen instrucciones de procesamiento unitarias a este respecto, sino que más bien el perfil de temperatura varía para los distintos materiales de recubrimiento en función del fabricante. El protésico dental se encuentra con indicaciones más o menos no vinculantes, tales como:

- En caso de estructuras de puente de grandes dimensiones, puede ser necesario incrementar la temperatura de cocción en aproximadamente 10 °C, dado que en determinadas circunstancias, las estructuras de puente con piezas de gran tamaño absorben más calor (aislante).

El día a día en el laboratorio protésico: experiencias prácticas y observaciones

Fig. 2. Una estructura fresada industrialmente, configurada de forma que apoye las cúspides (Nobel Biocare).



- Los tiempos de secado previo y de cierre pueden ser más largos en caso de estructuras grandes.
- A fin de evitar tensiones térmicas, se recomienda un enfriamiento lento de la estructura del puente.

Tales indicaciones de los fabricantes –«en determinadas circunstancias», «pueden», «se recomienda»– convierten al laboratorio dental en un laboratorio de ensayos. Sin experiencia propia, el fracaso está preprogramado. Máxime cuando los diversos materiales de recubrimiento de cerámica sinterizada –cerámicas vítreas puras, cerámicas vítreas reforzadas con leucita, cerámicas vítreas de disilicato de litio o cerámicas de fluorapatita– presentan su propia estructura de material y requieren el correspondiente tratamiento específico. De todos modos, debido a las distintas propiedades materiales, no es posible extrapolar sin más los valores empíricos de la metalocerámica a los trabajos de cerámica sin metal. Pero este tipo de indicaciones vagas en las instrucciones de procesamiento no se encuentran únicamente en los materiales de recubrimiento. Así, ya en 2008 Beuer⁴ advertía de que las instrucciones de procesamiento de los fabricantes para el tratamiento de las estructuras antes del recubrimiento contienen recomendaciones contradictorias: chorrear y no chorrear, especificaciones distintas en cuanto a la presión y el tamaño de grano, cocción de curación en ocasiones sí y en ocasiones no, entre otras muchas cosas. Pero concretamente la preparación de la estructura influye en la manera en que reaccionan los materiales de recubrimiento y en la estabilidad a largo plazo que pueden desarrollar.

CET, templado y enfriamiento para eliminar tensiones

Las cerámicas de recubrimiento constan de una fase vítrea con distintas proporciones de cristales de leucita, de las cuales dependen la estabilidad de la restauración estratificada y el valor CET. Para una unión estable entre la estructura y el recubrimiento, es necesario armonizar los coeficientes de expansión térmica (CET) de ambos materiales, dado que de este modo es posible regular el alivio de tensión. Para ello, el valor CET del material de recubrimiento debe situarse algo por debajo del valor CET en su fase tetragonal estabilizada, con aproximadamente $9 \text{ a } 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. De este modo, durante el enfriamiento pueden generarse en el recubrimiento las tensiones de compresión deseadas. Si la cerámica se halla bajo tensión de compresión, pueden detenerse las fisuras incipientes, las cuales por el contrario se continuarían expandiendo bajo tensiones de tracción y cizallamiento.

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO

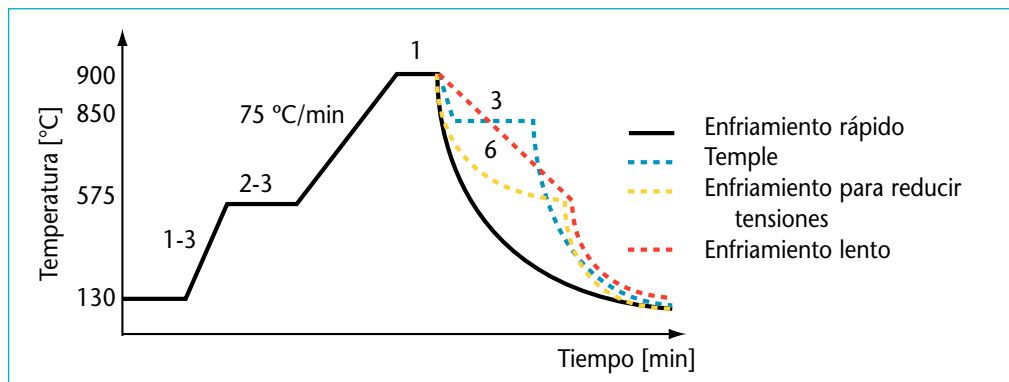


Fig. 3. Mediante temple y enfriamiento para reducir tensiones es posible influir en las propiedades materiales.

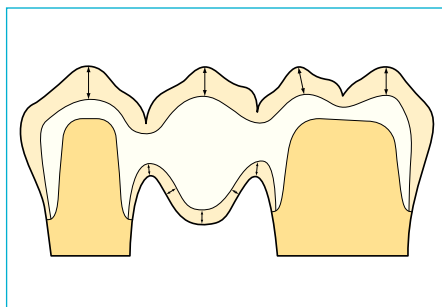
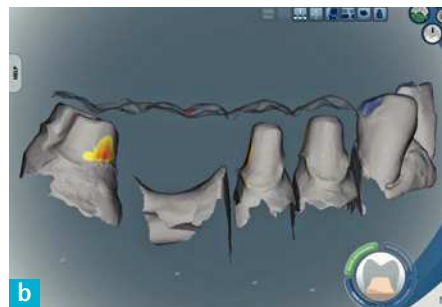


Fig. 4. Unos grosores de capa cerámica uniformes tanto por oclusal como por basal, y unos conectores con unas dimensiones verticales suficientes distribuyen uniformemente la presión de carga masticatoria y de este modo reducen el riesgo de chipping.



Figs. 5a y 5b. Una estructura preparada por el odontólogo teniendo en cuenta el material, de forma anatómica y que apoya las cúspides, con recubrimiento diseñado digitalmente (software NobelProcera®).

En caso de que durante la mecanización de la estructura se haya producido una transformación de fase a la fase monoclinica con valores CET en torno a $7,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, pueden aparecer tensiones de tracción en la cerámica de recubrimiento y provocar desconchamientos bajo carga masticatoria. De ahí que sea conveniente diseñar y fresar la estructura con la máxima precisión, a fin de evitar en lo posible la necesidad de retoques. A este respecto resulta ventajosa la confección industrial en un centro de fresado (fig. 2).

La armonización del valor CET se controla mediante la formación de cristales de leucita, en cuya intensidad puede influirse selectivamente a su vez mediante el temple. Si se mantiene la cerámica a temperatura de fusión durante la cocción y a continuación no se enfría demasiado bruscamente, se logra un crecimiento de los cristales de leucita. Sin embargo, debido al temple se reduce la tensión de compresión necesaria. En contrapartida, pueden generarse tensiones de tracción indeseadas.

En cambio, durante el enfriamiento para reducir tensiones no se produce alteración alguna del valor CET. Para ello se atraviesa rápidamente la gama de temperaturas superior, evitándose así el crecimiento de los cristales. Por el contrario, el rango de cristalización entre aproximadamente 600 y 480 °C se recorre lentamente, a fin de lograr un enfriamiento uniforme de las cerámicas de estructura y de recubrimiento y generar tensiones de compresión (fig. 3, gráfico).

A fin de poder reducir el riesgo de chipping mediante un perfil de enfriamiento optimizado, se requiere a su vez un horno para cerámica de última generación calibrado regularmente, con programas de cocción libremente modificables. Y es que para los distintos parámetros de cocción, dependiendo del fabricante de la cerámica de recubrimiento se aplican valores distintos que pueden variar significativamente.

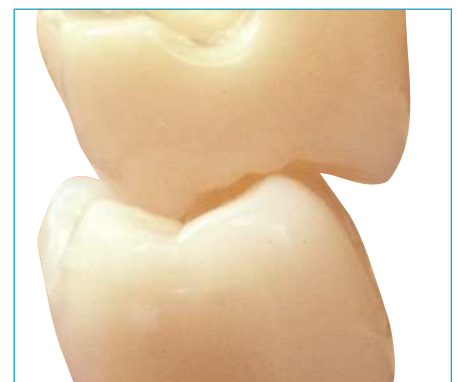
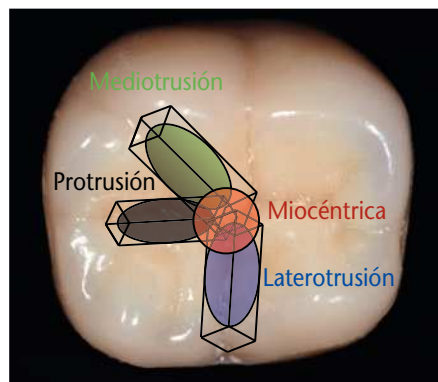
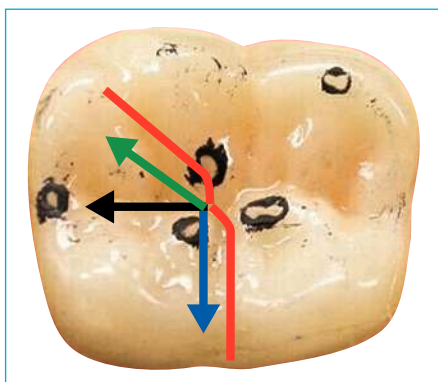
Siempre y cuando el fabricante del ZrO_2 concreto no especifique otra cosa, en opinión del autor es recomendable el enfriamiento lento del ZrO_2 ; en este caso se enfría la cerámica a una velocidad uniformemente lenta hasta su temperatura de transición vítrea (T_g).

Preparación y diseño de la estructura

Otro factor decisivo a la hora de reducir el riesgo de chipping es una preparación adecuada al material por parte del responsable del tratamiento. Además de un chamfer acentuado con una convergencia axial aproximada de 6° o una preparación en hombro con redondeo interno así como esquinas y bordes redondeados, es importante la configuración anatómica de la superficie oclusal de la estructura, de forma que apoye las cúspides². Stawarczyk et al¹⁷ observaron que en caso de estructuras no apoyadas anatómicamente tuvo lugar un desconchamiento más precoz de la cerámica de recubrimiento, mientras que las estructuras apoyadas anatómicamente no sólo alcanzaron fuerzas de rotura más elevadas, sino que la fisura discurrió mayoritariamente desde la cerámica de recubrimiento a la estructura.

En un estudio posterior en el que tuvo ocasión de participar el autor se investigó la influencia del diseño de la estructura en la carga de rotura de coronas de ZrO_2 . Las fuerzas masticatorias en la zona de los dientes posteriores se indican con un promedio de 400 N con un máximo de 800 N. En el estudio, incluso las estructuras no configuradas anatómicamente alcanzaron valores de carga de rotura de 800 N, mientras que las estructuras apoyadas anatómicamente alcanzaron en algunos casos fuerzas superiores a 1.000 N¹⁶. Geiselhöringer aludió ya en 2007 a esta circunstancia, así como a la altura vertical como el parámetro decisivo para los conectores⁷ (figs. 4 y 5).

Los softwares de diseño 3D modernos asistidos por ordenador (NobelProcera, Nobel Biocare, Colonia, Alemania, entre otros) permiten al protésico dental afrontar tareas de diseño complejas, tales como la configuración totalmente anatómica de la estructura o



Figs. 6 y 7. Las directrices del diseño de la superficie masticatoria según la brújula oclusal, ampliadas en la dimensión espacial conforme a las trayectorias de movimiento (brújula tridimensional según I. Becker).

Fig. 8. Relación de contacto uniforme y simultánea conforme a la céntrica fisiológica.

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO



Fig. 9. Mediante el registro de mordida escaneado se registra la morfología oclusal de los antagonistas.



Fig. 10. Estructura diseñada virtualmente (software Nobel-Procera®) y estructura fresada industrialmente con cierre marginal preciso sobre el muñón dental preparado.

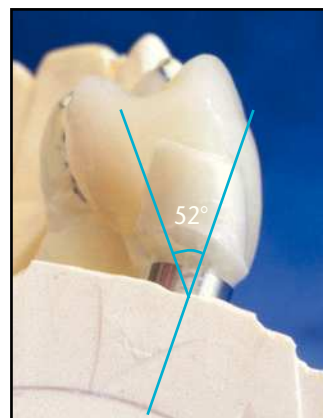


Fig. 11. Sólo mediante pilares individuales puede lograrse una alineación así de los pilares para obtener un asiento libre de tensiones.

realizar una reducción digital con una calidad óptima y sobre todo reproducible y por ende predecible.

En principio, para el recubrimiento es indiferente «que la estructura proceda del fabricante A, B o C. Sin embargo, esta constatación se refiere únicamente a la compatibilidad de los coeficientes de expansión térmica. En ella no se tienen en cuenta las diferencias de calidad en la estructura y la microestructura de las estructuras de zirconio», explica Jürgen Steidl en un artículo publicado en Quintessenz Técnica¹⁸. Además de la calidad del material, para la utilización de restauraciones de cerámica sin metal estables a largo plazo son requisitos imprescindibles una calidad del proceso elevada y reproducible mediante un escaneo detallado de la impresión, un software moderno y un fresado de precisión industrial. En este contexto, es condición sine qua non lograr un ajuste lo más correcto posible de la relación maxilar –por ejemplo registrada instrumentalmente mediante un perno de apoyo electrónico– con la oclusión correspondiente.

Este método permite determinar electrónicamente los límites retrales y anteriores del espacio de la articulación temporomandibular, y a continuación se puede posicionar, de forma exactamente céntrica en la posición de mordida habitual, el complejo disco-cóndilo con el espacio libre necesario.

La estabilidad de un recubrimiento depende en considerable medida de la situación de los puntos de contacto oclusales determinada bajo criterios funcionales. El pasado deparó a los protésicos dentales un gran número de conceptos de oclusión, que abarcan hasta un encaje con 138 puntos de contacto, que ni es natural ni por lo general puede reconstruirse sin fallos²⁰. Ya en los años setenta, en un estudio clínico se constató que en la población natural no se encuentra ninguno de estos conceptos de oclusión idealizados⁹.

El concepto que más se aproxima a la biomecánica de la oclusión, y por consiguiente al encaje natural, podría ser la brújula oclusal de Michael H. Polz. Mediante este concepto

Función, oclusión
y recubrimiento

Fig. 12. El encerado.



Fig. 13. El diseño final de la estructura.



Fig. 14. La estructura de ZrO_2 sobre el modelo.



Fig. 15. La estructura ya recubierta en el laboratorio.



resulta posible, durante el encerado, trasladar la dinámica del maxilar inferior a cada cúspide individual, a cada fosa o a cada punto de contacto céntrico. Con una subsiguiente configuración oclusal conforme a las recomendaciones de Eugen End, mediante la cual se persigue una carga axial de los dientes y no se «fuerza» el sistema masticatorio a un equilibrio lateral o frontal, se logran las libertades oclusales necesarias y por ende unos movimientos libres de interferencias desde la céntrica así como hacia la céntrica⁵. Con una oclusión en equilibrio neuromuscular se previenen cargas no fisiológicas y por consiguiente riesgos de chipping adicionales (figs. 6 a 8).

Un software moderno permite registrar mediante el registro de mordida escaneado las superficies de oclusión de los antagonistas, de modo que los contactos de oclusión correspondientes pueden tenerse en cuenta ya en la planificación virtual de la restauración propiamente dicha. Mediante una función de «cutback» se reduce la restauración virtual en la medida equivalente al grosor de capa de la cerámica de recubrimiento. El resultado son unas condiciones perfectas para una estratificación homogénea y estable. En caso de que sea preciso el tallado selectivo intraoral de la oclusión, a continuación se debería devolver la restauración al laboratorio para su pulido profesional –sobre todo en las fisuras– o mejor aún, para someterla a una nueva cocción de glaseado. Y es que en observaciones clínicas se ha constatado que los defectos en la cerámica de recubrimiento partían también de zonas insuficientemente pulidas, tales como fisuras profundas¹⁵. Además, el software debería ofrecer la posibilidad de configurar de forma específica para cada caso pilares individuales como elemento de apoyo de coronas de ZrO_2 configuradas anatómicamente, para permitir que las fuerzas que actúan sobre la cerámica puedan distribuirse favorablemente incluso en situaciones clínicas o protésicas difíciles (figs. 9 a 11).

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO

Los procesos descritos en último lugar se ilustran someramente a partir de un caso: una vez escaneado el encerado (fig. 12), se procedió al diseño definitivo de la estructura mediante el software de diseño (NobelProcera 4.0.8.3) (fig. 13) y a continuación se redujo en la medida equivalente a la capa de recubrimiento mediante la función de cutback. La confección de las estructuras de ZrO_2 (fig. 14) tuvo lugar en el centro de fresado industrial (Nobel Biocare). El recubrimiento de la estructura (fig. 15) con cerámica de recubrimiento armonizada en cuanto al CET (Zirox, Wieland Dental + Technik, Pforzheim, Alemania) se llevó a cabo en el laboratorio.

Del encerado
al recubrimiento

Acerca de los diversos ámbitos temáticos relevantes para el protésico dental encargado del recubrimiento existen opiniones distintas y en algunos casos contradictorias. Se plantea por ejemplo la cuestión de si la cerámica de recubrimiento debe o no contener leucita o fases equiparables. Esta pregunta recibe respuestas distintas por parte de los fabricantes, y tampoco se ha esclarecido concluyentemente mediante estudios. Según indicaciones de un fabricante, una cerámica de recubrimiento sin leucita aportaría mayor estabilidad y reduciría el peligro de formación de microfisuras. Esta afirmación se contradice claramente con las fuentes citadas.

Discusión

Las instrucciones de procesamiento para cerámicas de recubrimiento divergen en varios sentidos. Así, diversos fabricantes prescriben un enfriamiento lento con especificaciones mínimas de entre tres y seis minutos, pero también hay fabricantes que ofrecen instrucciones en sentido contrario, recomendando como económico y ágil un procesamiento seguro sin enfriamiento lento. Si por una parte se recomienda un tiempo de retención de 90 s, otros fabricantes prefieren una temperatura de cocción más alta.

También varían las especificaciones del grosor de la capa de recubrimiento, con un máximo de entre 1,3 y 2,0 mm. En cuanto a las indicaciones sobre el grosor de pared de la estructura de ZrO_2 , los valores mínimos se sitúan entre 0,3 y 0,6 mm para los dientes anteriores y hasta 0,8 mm para los posteriores. Tampoco existe unanimidad acerca del chorreado de la superficie exterior de estructuras de dióxido de zirconio. Las recomendaciones para los tamaños de grano oscilan entre 30 y 100 μm , y para los valores de presión van desde < 1,5 bar pasando por > 1,0 bar hasta 2,5 bar. Allí donde algunos fabricantes recomiendan prescindir por completo del chorreado, dado que una posible generación de calor podría provocar alteraciones del CET, transformación de fase y como consecuencia microfisuras, otros fabricantes prescriben el chorreado de las estructuras, ya que según sus propias indicaciones éste no implica perjuicio mecánico alguno y mediante la superficie ligeramente rugosificada se logra una mejor humectación con el material cerámico de recubrimiento. Por lo menos existe unanimidad en señalar que el chorreado no debe conducir a un incremento excesivo de la temperatura. En el sitio web del grupo de trabajo de cerámica sin metal² en la Universidad Ludwig-Maximilian de Múnich (LMU) se dice al respecto:

«Actualmente no disponemos de un estudio científico detallado y en profundidad acerca de este tema».

Resultan especialmente interesantes y dignos de seguimiento los conceptos del retoque en seco del dióxido de zirconio sinterizado con fresas de diamante ligadas cerámica-

mente, las cuales no conducirían a tensiones térmicas ni a una alteración del valor CET debido a una generación excesiva de calor. No obstante, todavía faltan resultados fiables y los estudios pertinentes a este respecto, de modo que no se debería confiar por lo menos ciegamente en las indicaciones de los fabricantes.

En el curso de la digitalización cada vez más avanzada, la LMU ha desarrollado un método muy prometedor para un recubrimiento confeccionado íntegramente mediante CAD/CAM. En este procedimiento se confeccionan de forma asistida por ordenador tanto la estructura (de dióxido de zirconio) como el recubrimiento (a partir de bloques de disilicato de litio), y a continuación se unen en un proceso de sinterización¹⁵. Este método es ofrecido actualmente por la industria. Todavía no se existen estudios en vivo a este respecto.

Conclusión A fin de cubrir, en beneficio del paciente, toda la gama de indicaciones que ofrece el dióxido de zirconio como material de estructura, se requieren instrucciones de trabajo claras, fundamentadas científicamente y probadas en la práctica. Sin duda, esto presupone también que el protésico dental y el odontólogo se atengan a recomendaciones de validez universal ya existentes. Las recomendaciones formuladas de forma contradictoria, sea cual sea el motivo, no tienen sitio en una odontología y una odontotecnica con base científica. Ni el responsable del tratamiento ni el protésico dental, ni mucho menos el paciente, están indicados como sujeto de ensayo. Y un tratamiento odontológico constituye, en ocasiones, una considerable inversión económica por la que el paciente tiene derecho a esperar una contraprestación adecuada.

- Bibliografía**
1. Aboushelib MN, de Kler M, van der Zel J, Feilzer AJ. Effect of Veneering Method on the Fracture and Bond Strength of Bilayered Zirconia Restorations. *Intern J Prosthodont* 2008;21:237-240.
 2. Arbeitsgruppe Vollkeramik an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität München. www.zirkondioxid.de.
 3. Belli R, Guimaraes J, Lohbauer U, Baratieri L, Narciso. Über die Sprödigkeit von Dentalkeramiken – Ursachen für Frakturverluste. *Quintessenz* 2011;62:49–61).
 4. Beuer F. Gastkommentar. *Dig Dent News* 2008;4:3.
 5. Brodam S. In-vitro-Studie zum Einfluss eines modifizierten Brennprogramms auf die Biegefestigkeit von Lava Ceram. Dissertation. Tübingen: Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität zu Tübingen, 2010.
 6. End E. Die physiologische Okklusion des menschlichen Gebisses. München: Neuer Merkur, 2005.
 7. Geiselhöringer H. Full arch: 12 Glieder, Funktion, Biokompatibilität und Ästhetik. *Quintessenz Zahntech* 2007;33:708-717.
 8. Guess P, Kulis A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub J. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater* 2008;24:1556-1567.
 9. Helkimo M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. II. Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. *Sven Tandlak Tidskr* 1974;67:101-121.
 10. Janda R. Standortbestimmung aktueller Vollkeramik-Systeme. Düsseldorf: Abstract zum 7. Keramik-Symposium, 2007.
 11. Kerschbaum T, Faber F, Noll F et al. Komplikationen von Cercon-Restaurationen in den ersten fünf Jahren. *DZZ* 2009;64:82.
 12. Pospiech P. Chipping – systemimmanente oder verarbeitungsbedingte Probleme? *Quintessenz* 2010;61:173–181.
 13. Reiss B. Das große 1x1 der vollkeramischen Restaurationen. Düsseldorf: Grußwort zum 7. Keramik-Symposium, 2007.
 14. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, CHF Hämmerle. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Intern J Prosthodont* 2007;20:383-388.

PUESTA AL DÍA

DIÓXIDO DE ZIRCONIO

15. Schweiger J, Beuer F. Sinterverbundkronen: Hightech-Verblendkeramikkkronen im reinen CAD/CAM-Verfahren. Quintessenz Zahntech 2009;35:262-272.
16. Stawarczyk B, Jahn D, Becker I, Fischer J. Einfluss des Gerüstdesigns auf die Bruchlast von ZrO₂-Kronen. Quintessenz Zahntech 2008;34:1246-1254.
17. Stawarczyk B, Jahn D, Becker I, Hämmerle C. Design ist nicht nur Schein. Untersuchungen zu Bruchlast und Chippingverhalten von Kronen mit Zirkoniumdioxidgerüst. Dig Dent News 2008;2:6-15.
18. Steidl J. Moderne Verblendkeramiken: Eigenschaften und Anforderungen. Interview. Quintessenz Zahntech 2008;34:1443-1445.
19. Sturzenegger B, Fehér A, Lüthy H, Schärer P, Gauckler LJ. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). Intern J Comp Dent 2001;4:89-106.
20. Thomas PK, Taneno G. Die gnathologische Okklusion. Berlin: Quintessenz, 1982.
21. Tiong R, Adams C, Haw S et al. Failure mechanisms of porcelain fused to metal (PFM) crowns. New Zealand: Poster session presented at the New Zealand Institute of Dental Technologists Annual Conference, Christchurch, October 2008.
22. Vollmann M, Wiesner C, Völkl L, Schusser U. Richtig gerechnet statt mutig geraten bringt Verblendungen von Zirkoniumdioxidgerüsten auf Metallkeramikniveau. DZW 2009;10:12-16.
23. Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K. All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zircon technique. A 2-year clinical study. J Oral Rehabil 2005;32:180-187.

ZTM Ingo Becker, MSc
B u. T Dentaltechnik GmbH
Borgfelder Heerstraße 33a
28357 Bremen, Alemania
Correo electrónico: i.becker@but33.de

Correspondencia