

Experiencia clínica con subestructuras de puentes de óxido de zirconio CAD/CAM del sistema Digident

Daniel Edelhoff, Prof. Dr. med. dent., Volker Weber, ZTM, Christine Johnen, ZÄ, y Florian Beuer, Dr. med. dent.*

El presente artículo expone las primeras experiencias clínicas de un estudio prospectivo con puentes de cerámica sin metal cuyas estructuras fueron fabricadas con óxido de zirconio sinterizado utilizando el sistema Digident. Las subestructuras, formadas por hasta seis piezas, fueron recubiertas con una cerámica vítrea adaptada que en aquel momento se acababa de introducir y, exceptuando algunos casos, fueron cementadas con un cemento de vidrio ionómero reforzado con resina. Las exploraciones clínicas de seguimiento se llevaron a cabo en 22 puentes cementados en los sectores anterior y posterior. El período medio de observación fue de 38 meses. Durante dicho período no se produjeron fracturas en ninguna de las subestructuras. Sí se observaron, en cambio, desprendimientos de la cerámica de recubrimiento en dos restauraciones, que pudieron ser reparadas intraoralmente. Cumpliendo las normas de actuación establecidas se consiguió una buena adaptación clínica de las subestructuras de los puentes. La cerámica de recubrimiento se pudo procesar de forma sencilla y ofrece además un alto potencial estético.

(Quintessenz. 2007;58(4):371-83)

Introducción

Las restauraciones de cerámica de óxido de zirconio y la tecnología CAD/CAM están experimentando un importante crecimiento desde hace algunos años. El sistema Digident es un sistema de producción CAD/CAM universal que ofrece la posibilidad de procesar materiales de diversos tipos, como metales, cerámicas y compuestos. Al inicio este sistema se utilizaba principalmente para la fabricación de subestructuras de coronas y puentes a partir de cerámica de óxido de zirconio densificada por sinterización y prensado isostático en caliente (Hot Isostatic Pressing, HIP). Las cerámicas de óxido de zirconio HIP presentan una estructura cristalina extraordinariamente homogénea. El número de poros y defectos, que pueden dar lugar a la aparición de grietas, se reduce al mínimo por medio de este proceso. En diversos estudios in vitro, las variantes cerámicas redensificadas mostraron en la mayoría de los casos una translucidez y una resistencia significativamente más altas que las cerámicas que no habían sido sometidas a ese proceso. Por otro lado, la mecanización de cerámicas de óxidos altamente sinterizadas presenta ciertos inconvenientes: la extrema dureza de la cerámica alarga la duración del procesamiento y hace necesaria la aplicación de fresas especiales y diamantadas y de máquinas de fresado más caras. El mayor desgaste de estas fresas, cuyo coste es más elevado, y la necesidad de utilizar máquinas de fresado especiales hacen que los costes de fabricación sean mayores si se compara con el mecanizado del material sin sinterizar (piezas en verde) o presinterizado. Por otro lado, a diferencia del procesamiento del material de «porosidad abierta», con el mecanizado de la cerámica endurecida se corre un riesgo elevado de que se produzcan daños superficiales, cuya influencia sobre la resistencia clínica a largo plazo no ha sido aclarada todavía de forma concluyente¹⁴.

El presente artículo describe la experiencia clínica y técnica recabada con el sistema Digident en la fabrica-

*Policlínica de Prostodoncia.

Clínica de la Ludwig-Maximilians-Universität (Múnich). Alemania.

Correspondencia: Daniel Edelhoff.

Policlínica de Prostodoncia.

Clínica de la Ludwig-Maximilians-Universität München.

Goethestrasse 70, 80336 Múnich. Alemania.

Correo electrónico: daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de

Volker Weber.

Laboratorio dental Impladent.

Kullenhof 30, 52074 Aachen. Alemania.

Christine Johnen.

Clínica de ortopedia maxilar.

Hospital Universitario de la RWTH Aachen.

Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen. Alemania.

ción CAD/CAM de subestructuras de puentes cerámicos sin metal a partir de cerámica de óxido de zirconio parcialmente estabilizada, que fueron recubiertas con una cerámica vítreo sintética adaptada. Por otro lado, se presentan los resultados provisionales de un estudio clínico prospectivo y se exponen nuevas perspectivas terapéuticas menos invasivas.

Material y método

Desde agosto de 2002, dentro de un estudio clínico prospectivo de la Clínica de Prostodoncia del Hospital Clínico de la Universidad Técnica de Aquisgrán (RWTH Aachen), fueron cementadas un total de 25 restauraciones de óxido de zirconio fabricadas con el sistema Digident (22 puentes y tres coronas unitarias) a partir de la cerámica Digizon PSZ (policristales de óxido de zirconio parcialmente estabilizado) en 20 pacientes principalmente con un cemento de vidrio ionómero reforzado con resina (Fuji Plus Capsule, Fa. GC Germany, Múnich). De los 22 puentes, que presentaban un máximo de dos póticos unidos entre sí, dos eran de seis piezas, dos de cinco piezas, cuatro de cuatro piezas y 14 de tres piezas. Fueron cementados un total de cuatro puentes anteriores y de 18 puentes posteriores. Entre ellos se encontraba un puente águila experimental y un puente adhesivo con anclajes en forma de aleta, que fueron cementados tras la silicatización de la subestructura cerámica con un cemento de composite de polimerización dual (Variolink II, Ivoclar Vivadent, Ellwangen). Así mismo, se cementó un puente anterior de seis piezas con un cemento de composite auto-polimerizable (Panavia 21, Fa. Kuraray Europe, Frankfurt/M.) para lograr una unión adhesiva estable de los hombros de la cerámica de recubrimiento.

Las secciones mínimas de los conectores de los póticos se establecieron en 6 mm^2 para el sector anterior y en 9 mm^2 para el sector posterior. La fabricación de las subestructuras de los puentes a partir de la cerámica de óxido de zirconio HIP sinterizada Digizon se llevó a cabo en dos centros de fresado (Computerfräs centrum dental, Bielefeld, Alemania, y Fräszentrum Schulze & Lierfeld, Brühl, Alemania), utilizando el sistema Digident.

En el presente estudio clínico se aplicó una cerámica vítreo sinterizada sintética de nuevo desarrollo (Initial Zr, GC Germany). Las propiedades del material y su composición (porcentaje en masa) se recogen en las tablas 1a y 1b. Dado que la estructura dura de óxido de zirconio no tiene fluorescencia propia, la nueva cerámica de recubrimiento dispone de un sistema denominado «Frame Modifier» que debe ser aplicado antes de la sinterización de la cerámica de recubrimiento. Este liner contiene

Tabla 1a. Propiedades de la cerámica vítreo sinterizada (Initial Zr) para el recubrimiento de las subestructuras Digizon. Estas propiedades cumplen la norma EN ISO 6872:1998 sobre cerámicas dentales (* = según EN ISO 6872)

Cocción de la masa de dentina [°C]	810	
CET (25-500 °C) [$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$]	9,5	
Resistencia a la flexión [MPa]	70	> 50*
Densidad [g/cm^3]	2,43	
Solubilidad [g/cm^2]	12	< 100*
Tamaño medio de partícula [m]	21,5	

Tabla 1b. Composición (porcentaje de masa) de la cerámica de recubrimiento utilizada en el estudio clínico presentado (Initial Zr)

SiO_2	60-70
Al_2O_3	9-13
K_2O	5-10
Na_2O	9-1
Otros óxidos	< 2

ne óxidos fluorescentes que absorben luz ultravioleta invisible al ojo humano y emiten energía lumínica al espectro visible (fluorescencia azul blanco) (fig. 1).

La preparación se realizó con un tallado en hombro redondeado o en chamfer, con una eliminación de suspen-

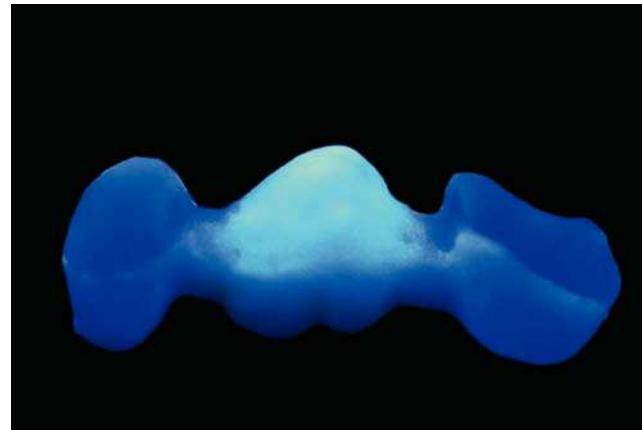


Figura 1. Subestructura Digizon tras aplicación parcial del denominado «Frame Modifier» en la zona del pótico. Sólo tras haber aplicado el «Frame Modifier» la subestructura de óxido de zirconio muestra la fluorescencia azul blanco deseada con luz ultravioleta.

cia cervical de al menos 0,8 mm y de al menos 1,5 a 2 mm en la zona oclusal e incisal. Se estableció un grosor de capa mínimo de 0,6 mm para la cerámica de óxido de circonio de la subestructura.

El período de observación clínica medio es en estos momentos de 38 (± 5) meses, de 25 a 46 meses (última exploración en junio de 2006).

En las citas de control se examinaron los puentes principalmente en busca de posibles complicaciones. En este contexto se diferenció entre acontecimientos que indicaban un fracaso absoluto de la restauración (fracturas de la cerámica de la subestructura, por ejemplo) y acontecimientos que apuntaban a un fracaso relativo (como desprendimientos de la cerámica de recubrimiento). Además de dichos parámetros se analizó también la situación periodontal (índice de placa²¹, índice gingival¹³, índice de sangrado papilar¹⁹, profundidades de sondaje), la sensibilidad de los dientes pilares al frío y la aparición de caries secundaria. La evaluación de la estética de los puentes fue realizada por separado por los pacientes y por el odontólogo tomando como referencia el sistema de calificaciones alemán, con una escala que va del 1 (excelente) al 6 (insuficiente).

Ejemplos de tratamientos clínicos

Puente anterosuperior con pónicos ovoides

Una paciente de 28 años de edad deseaba renovar el puente anterosuperior de metal cerámica que llevaba en la región de los dientes 13 a 23 y sustituía a los dos incisivos centrales superiores. A la paciente le desagradaba el aspecto estético deficiente de la restauración anterosuperior, en especial por la presencia de desprendimientos de la cerámica de recubrimiento y por exposición del metal tanto en la zona incisal como en la cervical de la corona 22 (fig. 2). Tras una exploración más exhaustiva se evidenciaron clínica y radiográficamente deficiencias en la calidad de la adaptación marginal de la corona. La encía marginal circundante presentaba recesiones (corona 22) y signos de inflamación, además de algunas zonas lívidas. La paciente expresó su deseo de recibir una restauración altamente estética de la zona anterosuperior.

Para el tratamiento subsiguiente se tomaron en primer lugar impresiones de la situación con el fin de crear un encerado que serviría para adaptar mejor la forma de las nuevas piezas, su longitud y su anchura, a la situación de los tejidos blandos. Durante la siguiente sesión se retiró la restauración que llevaba y se sustituyó por un provisional fabricado a partir del encerado. Además de una preparación provisional adecuada para cerámica de los dientes



Figura 2. Situación inicial. Puente metacármico cementado hace aproximadamente diez años que abarca los dientes 13 a 23 y sustituye las piezas 11 y 21. La cerámica de recubrimiento del diente 22 muestra múltiples desprendimientos.



Figura 3. Acondicionamiento de la zona de soporte de los pónicos ovoides con una fresa diamantada redonda de grano grueso y refrigeración por agua.

pilares 13, 12, 22 y 23, se acondicionaron mejor las zonas de soporte (regiones 011 y 021), que ya presentaban una forma bastante adecuada, para el alojamiento de las piezas intermedias de la restauración formadas por pónicos ovoides^{1,23} (fig. 3). El acondicionamiento del tejido blando se reforzó por medio de un rebasado selectivo del provisional con un material de composite de baja viscosidad (Tetric flow, Fa. Ivoclar Vivadent). Para el cementado se utilizó el cemento provisional sin eugenol Temp Bond NE (Kerr, Karlsruhe, Alemania).

Transcurrida la fase de cicatrización, de seis semanas, se procedió a la preparación definitiva de los dientes pilares siguiendo las directrices descritas en el apartado «Material y método» específicas del sistema Digident, y se tomó una impresión de precisión de los dientes pilares con un poliéster (Permadyne, 3M Espe, Seefeld, Ale-



Figura 4. Situación tras la fase de cicatrización del tejido blando, de seis semanas de duración, y preparación definitiva de los dientes pilares 13, 12, 22 y 23.



Figura 5. Prueba en boca de la subestructura Digident. Se comprobó especialmente que las dimensiones de los conectores fueran suficientes. En el presente caso fue posible confeccionarlos con una sección mínima de 9 mm².



Figura 6. Prueba de bizcocho de la subestructura Digizon recubierta con transferencia de las estructuras del tejido blando en la zona de los póticos ovoides (Pattern Resin, GC Germany, rebasada con Impregum). Las porciones vestibulares de la cerámica de la subestructura se redujeron en la zona cervical de los dientes pilares y se reconstruyeron con hombros de cerámica de recubrimiento para mejorar el resultado estético.



Figura 7. Prueba del puente anterior Digizon terminado y control de la interacción entre el tejido blando acondicionado y la porción basal de los póticos con diseño ovoide.

mania) (fig. 4). Durante la prueba de la subestructura para el puente anterior se procuró especialmente dotar a los conectores de la máxima extensión en sentido vertical a fin de conseguir una estabilidad suficiente (fig. 5). En el recubrimiento de la subestructura, en las zonas de ésta próximas a la encía se aplicó únicamente una capa muy fina de tinte y masa de glaseado para poder respetar la sección mínima del conector fijada en 6 mm² de los puentes anteriores.

El recubrimiento de la subestructura Digizon durante el estudio clínico se realizó con lo que en aquel momento era un prototipo de cerámica vítreo sinterizada sintética y que actualmente se comercializa con la marca Initial Zr, si bien no se dispuso del producto en su gama completa. La reducción de la porción vestibular de la subestructura

en la zona cervical de los dientes pilares y la aplicación de la cerámica de recubrimiento con hombro permitió mejorar notablemente la estética (fig. 6). En la prueba del puente terminado se prestó especial atención a la correcta adaptación formal de la zona de soporte de la prótesis correspondiente a los póticos ovoides⁵ (fig. 7). Se optó por una cementación adhesiva para estabilizar los hombros de la cerámica de recubrimiento. Para ello se chorreó la subestructura de óxido de zirconio con óxido de aluminio (Al₂O₃) de 50 μm a una presión de 2 bar (cada unidad durante aproximadamente 10 s) y el hombro de cerámica vítreo se grabó con ácido fluorhídrico durante 60 s.

La cementación adhesiva se realizó sin silanizado con un cemento de composite de polimerización química (Panavia 21 TC, Kuraray Europe). Se consiguió una notable

armonía en la interacción entre el tejido blando y el puente de cerámica sin metal (figs. 8 y 9).

Se habría podido conseguir una translucidez aún mejor en la zona del hombro de haber utilizado el cemento de composite Panavia F 2.0 Light, comercializado desde hace unos dos años. En vista del perfil de emergencia de las piezas intermedias del puente, diseñadas como pónicos ovoides, da la impresión de que los dientes artificiales 11 y 21 hayan emergido directamente de la cresta alveolar.

Puente anteriorinferior con cerámica de color gingival

Un paciente de 19 años presentaba varias agenesias en los sectores anterior y posterior del maxilar y de la mandíbula. Con el tratamiento ortodóncico previo no se ha-

bía alcanzado el objetivo deseado a causa de la falta de colaboración del paciente. Por esa razón, el diente 32 se guía precisando una corrección (inclinación mesiovestibular) en el momento de realizar la rehabilitación protésica (fig. 10). Dado que la mayor parte de los dientes del joven paciente estaba libre de caries, en primer lugar se le comentó la posibilidad de realizar una prótesis implanto-soportada. Pero la falta de volumen óseo disponible hacía necesario adoptar medidas quirúrgicas de aumento de cierta envergadura, lo que habría requerido mucho más tiempo que la instauración de un tratamiento protésico convencional. Por diversos motivos (duración y coste del tratamiento), el paciente prefirió recibir el tratamiento restaurador con un puente de cerámica sin metal en el marco de un estudio clínico.



Figura 8. Vista vestibular. Para estabilizar los hombros de la cerámica de recubrimiento, el puente anterior se cementó con un cemento de composite autopolimerizable (Panavia 21 TC) con técnicas adhesivas. Se consiguió una notable armonía en la interacción entre el tejido blando y el puente de cerámica sin metal (técnico de laboratorio: ZTM Peter Biekert, Stuttgart).



Figura 9. Vista palatina. En la zona del conector la cerámica de la subestructura se extendió al máximo por razones de estabilidad y sólo se cubrió con una capa muy fina de tinte y masa de glaseado.



Figura 10. Situación inicial. Agenesia múltiple de dientes permanentes en un paciente de 19 años de edad. Situación después de un tratamiento ortodóncico caracterizada por la falta de colaboración del paciente.



Figura 11. Paralelamente a la preparación de los dientes pilares se colocó una férula diagnóstica confeccionada a partir de un encerado. El diente 32 presenta una marcada inclinación mesiovestibular.

La preparación de los dientes 33, 32 y 43 se realizó con ayuda de una férula fabricada al vacío confeccionada a partir de un encerado diagnóstico (fig. 11). Esto puso de relieve que era necesario realizar un tratamiento endodóntico del diente pilar 32 para conseguir una vía de inserción común. Por consiguiente, se confeccionó mediante técnica directa un perno-muñón con un perno radicular de composite reforzado con fibra de vidrio (fig. 12). Las tomas de impresión de los dientes pilares preparados se realizaron con poliéteres. En el momento de realizar la prueba de la subestructura se comprobó cuidadosamente que ésta ofreciera un soporte suficiente a la cerámica de recubrimiento que iba a ser aplicada posteriormente (fig. 13). Las directrices referentes al grosor de capa de la cerámica de recubrimiento son simila-

res a las que se conocen para las restauraciones de metal cerámica. A ser posible, no se debería superar un grosor máximo de 2 mm. En la confección del puente se tuvieron en cuenta dichos preceptos.

Para compensar el déficit óseo y de tejido blando existente en la zona de los pósticos 31, 41 y 42 se utilizó una cerámica de color gingival (figs. 14 a 16). Bajo luz fluorescente se aprecia claramente que ni la estructura fabricada con cerámica de óxido de zirconio parcialmente estabilizada ni la cerámica de color gingival presentan ningún tipo de fluorescencia (fig. 17). La ausencia de fluorescencia en la porción de color gingival de la restauración es un efecto deseado. Por otro lado, las propiedades fluorescentes de las porciones de color dentario imprescindibles en determinadas condiciones de luz (con «luz negra», por



Figura 12. Situación tras la preparación de los dientes pilares. El diente 32 recibió un tratamiento endodóntico y fue reconstruido con un perno radicular reforzado con fibra de vidrio para lograr una vía de inserción homogénea.



Figura 13. Prueba en boca de la subestructura Digident de seis piezas. El diseño de la subestructura basado en el encerado permitió lograr un soporte satisfactorio para la cerámica de recubrimiento.



Figura 14. Vista vestibular del puente anteroinferior una vez finalizado el recubrimiento con cerámica Initial Zr. Para compensar el defecto de cresta alveolar se utilizó una cerámica de color gingival en la porción basal de los pósticos.



Figura 15. Vista basal del puente anteroinferior terminado. En la porción más cercana a la encía del conector, la subestructura recibió sólo una capa de tinte y de masa de glaseado (fig. 13).



Figura 16. Vista lingual del puente anteroinferior terminado. En la cara lingual la separación entre los dientes se realizó con mucha moderación a fin de no debilitar innecesariamente la subestructura.

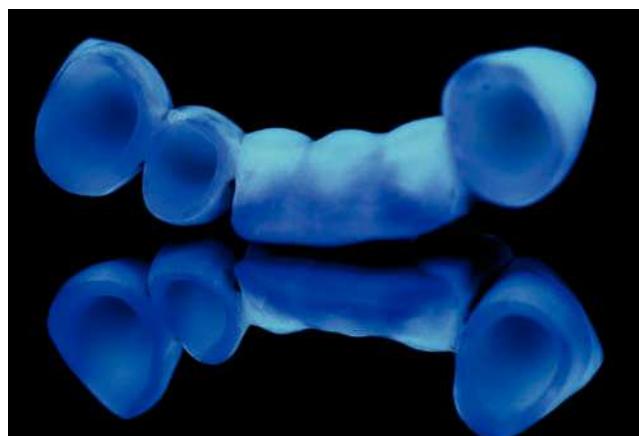


Figura 17. Vista basal del puente anteroinferior terminado con luz fluorescente. La cerámica de recubrimiento presenta en las zonas estéticamente relevantes una fluorescencia adecuada. En la cerámica de color gingival no se puede producir fluorescencia.



Figura 18. Vista labial del puente anteroinferior de los dientes 43 a 33 tras su cementación definitiva con un cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Fuji Plus Capsule).

ejemplo) se consiguen por medio de la cerámica de recubrimiento. La restauración, una vez cementada, se integra con total armonía en el resto de la arcada (fig. 18).

Puentes para el sector posterior

Un paciente de 32 años de edad deseaba renovar un puente metalocerámico que abarcaba los dientes 13 a 17, con superficies masticatorias de metal. En la aplicación de subestructuras para puentes posteriores estables fabricadas con Digizon es necesario que el conector del pónico disponga de una sección mínima de 9 mm². Esto requiere, atendiendo a la oclusión estática y dinámica, una altura del diente pilar de al menos 4 mm, lo que se puede comprobar tanto en la clínica como en el laboratorio con una sonda milimetrada (North Carolina Probe, Hu-Friedy, Leimen, Alemania) (fig. 19).

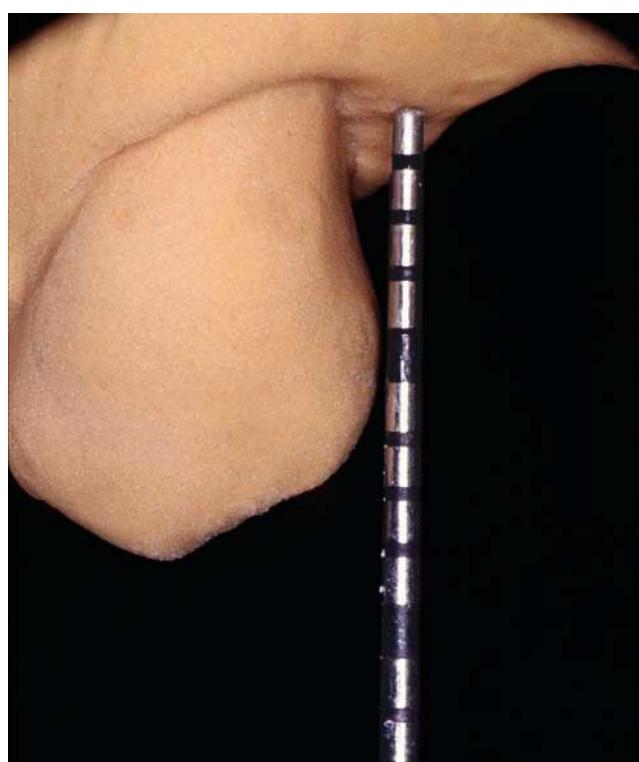


Figura 19. La dimensión vertical de los dientes pilares constituye un parámetro importante en las rehabilitaciones con puentes para poder cumplir los requisitos mínimos exigidos para la sección de los conectores. La comprobación se puede llevar a cabo con una sonda periodontal con una escala milimétrica y teniendo en cuenta la oclusión.

Una vez retirado el puente metalocerámico, los dientes pilares vitales fueron reconstruidos con composites híbridos con gran porcentaje de relleno utilizando técni-



Figura 20. Una vez retirada la restauración metalocerámica se realizó una preparación de los dientes pilares con chamfer de acuerdo con las directrices establecidas en el estudio.



Figura 21. Vista parcial del puente Digizone recubierto. Para lograr la sección mínima requerida, en la zona palatina del conector entre los dientes 13 y 14 se extendió hasta la superficie la cerámica de la subestructura.



Figura 22. Situación tras la cementación definitiva del puente de cinco piezas Digizone, de los dientes 13 a 17.

cas adhesivas. Se realizó la comprobación de los dientes pilares teniendo en cuenta las directrices mencionadas y se volvieron a preparar con un tallado en chamfer (fig. 20). En la preparación se tuvo que hacer frente al reto que suponía conseguir un ángulo de convergencia de entre 4° y 6° y evitar al mismo tiempo las zonas retentivas y las divergencias entre muñones.

Durante la fabricación de la subestructura se prestó especial atención a la confección del conector con una

sección transversal lo más extensa posible. En zonas no visibles con un espacio disponible insuficiente se extendió la subestructura hasta la superficie (fig. 21). Esta operación está permitida, dado que no existen riesgos para la resistencia a la fatiga de la subestructura gracias a su baja solubilidad química. En el presente caso se aprecia claramente la exposición de la subestructura en la cara palatina del conector entre la corona 13 y el pónico 14 (fig. 22).

Puentes adhesivos para el sector anterior

Un paciente de 19 años de edad presentaba agenesia de los incisivos laterales superiores (fig. 10). En un tratamiento ortodóncico previo no se había podido crear una distancia uniforme entre los caninos y los incisivos centrales a causa de una colaboración insuficiente por parte del paciente (fig. 23). En primer lugar se discutieron con el paciente todas las alternativas terapéuticas. Dada la ausencia de caries en los dientes adyacentes, el equipo abogaba por una solución implantológica. Sin embargo, el paciente se opuso por completo a dicha opción, puesto que la falta de espacio requería un nuevo tratamiento ortodóncico. Propusimos una alternativa terapéutica innovadora y que exigía un mínimo sacrificio de sustancia dura dentaria, consistente en un puente adhesivo de cerámica sin metal de cuatro piezas sobre una subestructura de cerámica de óxido de zirconio, cuyos elementos de anclaje en forma de aleta se debían fijar en las caras palatinas de los incisivos centrales.

La preparación de los dientes pilares se realizó de acuerdo con las directrices de Kern¹¹ y se circunscribió casi exclusivamente al esmalte dentario. Sólo se tocó la



Figura 23. Vista palatina. Preparación para los anclajes en forma de aleta en las caras palatinas de los incisivos centrales en un caso de agenesia de los incisivos laterales superiores. Se procuró especialmente crear el espacio suficiente en la zona de transición entre la aleta adhesiva y el conector del pontón.



Figura 24. Vista vestibular de la subestructura de óxido de zirconio fabricada con CAD/CAM del puente adhesivo. En el momento de la fabricación, no se disponía todavía de un software definitivo desarrollado para esta indicación (confeccionado por el laboratorio de fresado Schulze & Lierfeld, Brühl).



Figura 25. Vista palatina. Prueba en boca de la subestructura de óxido de zirconio fabricada con CAD/CAM del puente adhesivo. Llaman la atención los marcados espaciales marginales.

dentina parcialmente y de forma tangencial para crear una hendidura central. La creación de la zona de transición entre la aleta adhesiva y el conector del pontón se realizó con especial cuidado (fig. 24). Dicha zona está sometida a un gran esfuerzo, por lo que debe contar con unas dimensiones suficientes. La toma de impresiones se realizó con poliéteres (Impregum/Permadyne de baja viscosidad, 3M Espe).

En el presente caso la preparación específica de las aletas adhesivas condicionó el dimensionamiento de la sección del conector en la zona de la subestructura, que fue de sólo $4,5 \text{ mm}^2$. Según nuestra experiencia, en el caso de los puentes adhesivos, los $6 \text{ a } 7 \text{ mm}^2$ de sección de los conectores exigidos en las subestructuras de óxido de zirconio de puentes de tres piezas anclados con

coronas completas sólo se logran en casos excepcionales a causa de la escasez de espacio. En un estudio clínico realizado por Kern¹¹ se confeccionaron puentes adhesivos de In-Ceram Alumina (Vita, Bad Säckingen, Alemania) con conectores cuya sección mínima era de 2 mm en sentido vestibulolingual y de 3 mm en sentido cervicocisal. Será necesario investigar clínicamente en futuros estudios hasta qué punto la elevada resistencia de la cerámica de óxido de zirconio permitirá reducir aún más dichos valores orientativos en determinadas circunstancias.

El tratamiento provisional se realizó por medio de una férula fabricada al vacío y utilizando Protemp 3 Garant (3M Espe). Para la cementación del provisional se utilizó un agente de unión fotopolimerizable (Heliobond, Ivoclar Vivadent), que fue aplicado con un pincel sobre las superficies preparadas acabadas y no grabadas y sobre las caras internas de las aletas, tras lo que se fotopolimerizó durante 30 s a través de la restauración provisional. En la prueba de la subestructura de óxido de zirconio el ajuste no fue lo suficientemente preciso (fig. 25). Esto se explica por el hecho de que en el momento del tratamiento, en el año 2004, el software disponible para la fabricación de attaches adhesivos no se había desarrollado lo suficiente. La precisión del ajuste de estructuras con attaches adhesivos ha experimentado una notable mejora en los últimos tiempos gracias al perfeccionamiento del software. El ajuste insuficiente del caso que nos ocupa pudo ser compensado a posteriori con la cerámica de recubrimiento sinterizada sobre la estructura (fig. 26).

Antes de probar en boca el puente adhesivo terminado se eliminaron los restos del agente de unión de las superficies preparadas con ayuda de una sonda y de un



Figura 26. Vista basal de la subestructura CAD/CAM tras el recubrimiento. Las áreas de la cerámica vítreas se pueden grabar con ácido fluorhídrico para la cementación adhesiva.

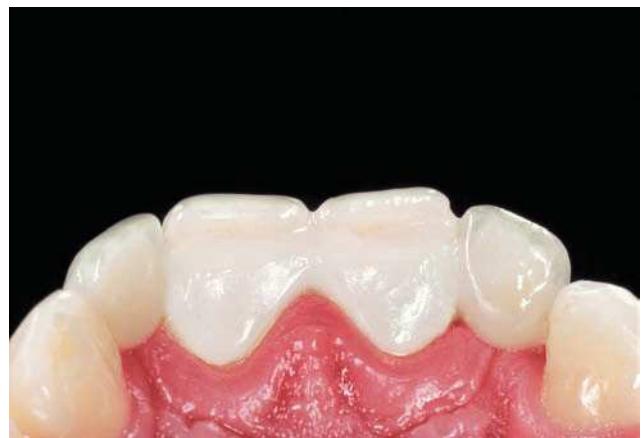


Figura 27. Vista palatina del puente adhesivo tras la cementación definitiva. Con el recubrimiento y la cementación adhesiva los márgenes presentan un buen sellado. El acceso distal de la seda dental al pónico garantiza una fácil higiene.

cepillo rotatorio impregnado de pasta de piedra pómez sin fluoruro. El puente adhesivo fue probado en la boca del paciente. El ajuste logrado con la cerámica de recubrimiento se comprobó de forma minuciosa utilizando una silicona de adición de baja viscosidad (Fit & Test, Voco, Cuxhaven). La silicona genera una cierta fijación de la restauración, lo que permite controlar los contactos en oclusión estática y dinámica. A continuación se realizó la prueba definitiva de la restauración terminada con pastas a base de glicerina (Variolink Try-In, Fa. Ivoclar Vivadent) de color idéntico al del cemento de composite. Esto permitió comprobar el efecto del color definitivo y realizar la elección del color del cemento. La cementación adhesiva se llevó a cabo con aislamiento absoluto mediante dique de goma.

El método estándar de grabado con ácido fluorhídrico aplicado en las cerámicas con base de sílice ofrece en general buenos resultados en la porción de la cerámica de recubrimiento (cerámica vítreas sinterizada o cerámica vítreas inyectadas), pero en el caso de las cerámicas de óxidos, como la de óxido de zirconio (ZrO_2) utilizada en la estructura del presente caso, no proporciona ningún patrón microrretentivo^{10,22}. En los últimos años diversos estudios han podido demostrar que es posible lograr una unión adhesiva fiable mediante chorreado de óxido de aluminio y cementación con un cemento de composite Bis-GMA autopolimerizable modificado (Panavia 21), o bien mediante silicatización triboquímica, seguida de silanizado y cementación con un composite Bis-GMA/UDMA de polimerización dual^{3,9,12} (Variolink II).

En el presente caso, tras la última prueba en boca se procedió a la silicatización de la subestructura de óxido

de zirconio con el sistema Rocatec. A continuación se efectuó en el sillón dental el grabado ácido selectivo (60 s) de la cerámica vítreas sintética sinterizada y el silanizado de todas las superficies cerámicas acondicionadas. En el lado del diente se grabaron los márgenes adamantinos de las cavidades de forma selectiva durante unos 30 s con ácido ortofosfórico al 37%. Dado que en las zonas más profundas de las cavidades existía una exposición parcial de dentina, se aplicó además un adhesivo dentinario (Syntac classic, Ivoclar Vivadent). Las superficies de adhesión (caras internas de las aletas y superficies dentarias preparadas) se recubrieron con un agente de unión, evitando en todo momento la incidencia de la luz de la sala sobre las superficies. Con un pincel se aplicó un cemento de composite de baja viscosidad y de polimerización dual (Variolink II) directamente sobre las aletas de la restauración y sobre las superficies preparadas. Una vez colocada la restauración en la posición correcta, sin dejar de estabilizarla en ningún momento, se retiraron los excesos de composite con pellets sintéticos (Pele Tim n.º 1, Voco) y seda dental (Superfloss, Oral B, Gillette, Kronberg, Alemania). A continuación se aplicó un gel de glicerina en la junta de unión para evitar la capa inhibida y se procedió a la fotopolimerización definitiva del cemento de composite (40 s por cada superficie de la restauración). Para realizar el acabado final de la junta adhesiva se utilizaron sistemas especiales de pulido (Komet, Brasseler, Lemgo) y discos Sof-Lex (3M Espe). Las imágenes de la restauración terminada y cementada muestran una estética satisfactoria y, ahora, una buena adaptación marginal (fig. 27). El hecho de que se pueda acceder con la seda dental a los dos espacios

interproximales distales de los póticos garantiza una higiene sencilla de los mismos.

El procedimiento a seguir para la confección de puentes águila de cerámica sin metal con subestructuras fabricadas con el sistema digident es comparable y ya ha sido descrito en detalle en otro trabajo⁸.

Resultados provisionales y experiencia clínica

En los controles de seguimiento realizados hasta el momento no se ha constatado ningún fracaso absoluto debido a fracturas en las subestructuras. Sí se registraron fracasos relativos por desprendimientos de la cerámica de recubrimiento en dos casos; uno de ellos presentaba un patrón de desprendimiento cohesivo (en la propia cerámica de recubrimiento) y, el otro, adhesivo (con exposición de la cerámica de la subestructura) (fig. 28). Esto arroja una tasa de desprendimientos del 4,55% en el estudio presentado. Los desprendimientos pudieron ser reparados puliendo la parte afectada o bien mediante un proceso de silicatización intraoral⁶ (figs. 29 y 30). Por otro lado, en un caso se detectó una periodontitis apical que hizo necesario perforar la restauración para realizar el tratamiento endodóntico correspondiente. Los parámetros periodontales recabados arrojaron en la mayoría

de las restauraciones ausencia de inflamaciones en la encía adyacente. Los valores medios registrados fueron los siguientes: 0,07 en el índice de placa, 0,53 en el índice gingival y 0,2 en el índice de sangrado papilar^{13,19,21}. La apariencia estética de los puentes mereció exclusivamente las calificaciones de notable y excelente tanto por parte de los pacientes como por parte del odontólogo.

La secuencia del tratamiento odontológico precisó de una gran exactitud en el procedimiento seguido tanto en la preparación dentaria como en la toma de impresiones, lo que supuso un ligero aumento de la duración del proceso en comparación con la fabricación de las restauraciones metalocerámicas. En la preparación se actuó conforme a unas directrices establecidas a partir de la experiencia adquirida hasta el momento que también son aplicables a otros sistemas⁷. Éstas incluían la creación de un límite de preparación continuo y claramente reconocible por el escáner, como el tallado en chamfer. Era necesario evitar las preparaciones tangenciales y las paredes paralelas. Así mismo, se evitaron las zonas retentivas y las rugosidades en la superficie del diente preparado, además de la formación de «cuencas», como un acabado circular ascendente del límite de la preparación. Todas estas situaciones no se pueden detectar satisfactoriamente con el escáner. Además, se deben redondear los cantos inci-



Figura 28. Desprendimiento de la cerámica de recubrimiento (Initial Zr) en la región del diente 15 en un puente de tres piezas Digizon (14 a 16) aproximadamente al año de utilización dentro de un estudio clínico.



Figura 29. Silicatización intraoral de las zonas con defecto por medio de un equipo de chorreado manual después de haber colocado una lámina para proteger las estructuras adyacentes.



Figura 30. La zona del defecto fue silicatizada, silanizada y reconstruida con un composite híbrido micropartículado, tras lo que se procedió a su acabado y pulido.

sales y oclusales y los hombros de 90° de los límites de preparación. Los cantos vivos y delgados pueden provocar una concentración de tensiones en la pieza cerámica, cuyo tallado puede no ser exacto si se utilizan cabezales redondeados en las fresas. Por otro lado, los dientes pilares para puentes no pueden presentar divergencias.

El cumplimiento de estos requisitos facilitó el escaneado (digitalización) de los muñones y el diseño de la subestructura del puente en el ordenador y generó una precisión de ajuste notable de las subestructuras del puente fresadas por medio de la tecnología CAD/CAM Digident.

Desde el punto de vista del trabajo de laboratorio, la cerámica de recubrimiento desarrollada especialmente para subestructuras de cerámica de óxido de zirconio se presenta como un material «amigable» en lo que respecta a la reproducción del color y a su manipulación (técnica de estratificación estandarizada, contracción reducida). La intensidad del color blanco de base y la alta opacidad de la estructura de cerámica de óxido de zirconio en comparación con los sistemas de cerámica vítrea hicieron necesario modificar la técnica de estratificación.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio clínico a los 38 meses coinciden con los resultados de otros estudios, cuyos períodos de observación son en algunos casos más largos^{2,16,17,25}. A pesar de que pueda parecer precipitado querer extraer conclusiones válidas dada la limitación del período de observación, los resultados provisionales son muy prometedores. La experiencia clínica adquirida en el marco del estudio presentado fue muy positiva tanto en el aspecto técnico como en el clínico. Con el cumplimiento de las directrices establecidas en la preparación fue posible conseguir un ajuste altamente preciso en las restauraciones con coronas y en las rehabilitaciones con puentes. Desde el punto de vista del trabajo de laboratorio, la nueva cerámica de recubrimiento demostró ser fácil para el usuario, dado que permitía aplicar la técnica de estratificación estándar y presentaba una contracción reducida. Un factor limitante para el cumplimiento de los requisitos estéticos más exigentes fue, a diferencia de lo que ocurre con la cerámica vítrea, la intensidad del color blanco de base y la alta opacidad de la subestructura de cerámica de óxido de zirconio, que no siempre pudieron ser compensados mediante una técnica específica de estratificación de la cerámica de recubrimiento. La estética se vio limitada sobre todo en aquellos casos en los que se disponía de poco espacio; dicha limitación supone un problema general de las

subestructuras de óxido de zirconio de blanco intenso¹⁸. Por consiguiente, en los puentes del sector anterior fue necesario reducir la subestructura blanca y compensar dicha reducción con hombros cerámicos estratificados y aplicados con una técnica similar a la utilizada en las restauraciones metalocerámicas.

En los sucesivos controles clínicos se comprobó minuciosamente la posible presencia de desprendimientos en la cerámica de recubrimiento. En la bibliografía se indican tasas de desprendimientos del material de recubrimiento de hasta el 13% en sistemas cerámicos sin metal sobre estructuras de cerámica de óxido de zirconio^{2,16,17,25}. En el presente estudio se han observado hasta el momento dos desprendimientos en la cerámica de recubrimiento, constatados a los 12 y a los 32 meses, si bien no precisaron una renovación de la restauración completa. Esta observación tiene cierta importancia, puesto que en otros estudios clínicos referidos en su mayoría a restauraciones metalocerámicas, con frecuencia los desprendimientos se daban en los primeros meses después de la cementación^{4,15,20,24}. La falta de un soporte suficiente de la cerámica de recubrimiento por parte de la subestructura constituye, al igual que en los sistemas metalocerámicos, uno de los motivos principales por los que se producen desprendimientos en aquélla. El problema conocido desde los inicios de la tecnología CAD/CAM del sobredimensionamiento del grosor de capa de la cerámica de recubrimiento a consecuencia de unos grosores de capa de las cofias uniformes fue condicionado principalmente por las carencias que presentaba el software. Hoy este problema se puede considerar resuelto gracias al perfeccionamiento del software. Los nuevos componentes de software permiten en estos momentos lograr una adaptación morfológica de la subestructura al contorno posterior de la restauración mediante por ejemplo un escaneado del encerado (escaneado doble). En el presente estudio las capas del material de recubrimiento se aplicaron con un grosor máximo de entre 2 y 2,5 mm.

En principio las restauraciones de cerámica sin metal son muy sensibles a los errores de preparación. En la fabricación de subestructuras mediante tecnología CAD/CAM se deben cumplir además otros requisitos: el límite de la preparación debe poder ser explorado fácilmente por el escáner para realizar una medición sin errores. Dentro del estudio clínico presentado fue necesario rectificar la preparación en un total de tres dientes pilares a fin de cumplir los requisitos específicos de registro del escáner. En dichos casos, en opinión de uno de los técnicos de laboratorio que participan en este estudio, habría sido posible cementar restauraciones metalocerámicas sin pro-

blemas sobre los muñones cuya preparación no era del todo perfecta.

Un factor limitante, si bien poco frecuente, fue la realización del conector del pónico con unas dimensiones suficientes. En un caso se tuvo que excluir del estudio clínico un puente posterior, puesto que no se podían cumplir los requisitos relativos a las dimensiones del conector debido a la escasez del espacio disponible. En vista de ello, el paciente recibió un puente metalocerámico. Estos requisitos son controlados de forma exacta por el software en el diseño asistido por ordenador (CAD), lo que supone un gran avance para la evitación de errores durante la confección cumpliendo con los objetivos del control de calidad. La restauración provisional se perfila como un elemento de gran utilidad para la valoración en el sillón dental de la sección del conector: en calidad de «prototipo» de la restauración definitiva, ofrece datos importantes sobre la disponibilidad de espacio para la subestructura y para el conector. El grosor de capa del material se puede comprobar de forma exacta con un palpador⁷.

El sistema Digident fabrica subestructuras con técnicas de procesamiento sustractivas a partir de bloques de cerámica de óxido de zirconio sinterizada. Dada la extrema dureza (dureza Vickers en N/mm², HV = 1.200) del producto final, el proceso de fresado del mismo lleva un gran desgaste de las herramientas y un coste muy elevado. Por otro lado, se teme que puedan aparecer daños en las zonas marginales de la microestructura cerámica asociadas al proceso de mecanizado¹⁴.

En los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de novedades que han mejorado el sistema Digident: actualmente para reducir el tiempo de procesamiento y el desgaste de las herramientas el sistema permite mecanizar óxido de zirconio poroso, es decir, sin sinterizar o parcialmente sinterizado. Esto es posible gracias a un software que «infla» las subestructuras diseñadas con el factor de ampliación correspondiente para compensar la contracción que sufre el material durante la sinterización. El material denominado Digizon W también puede ser coloreado. Existen además nuevas versiones de software que facilitan el diseño de incrustaciones, puentes águila y coronas telescopicas y que permiten diseñar puentes de forma totalmente automática. Con la mejora de la estrategia de procesamiento y la introducción de un nuevo eje de mecanizado (hasta el momento el sistema sólo admitía tres ejes), se ha reducido aún más el coste y la inversión de tiempo. Estas mejoras permiten un procesamiento menos agresivo para el material en determinadas aplicaciones. Por otro lado, el ahorro de tiempo mediante un avance rápido de la máquina tiene sus

limitaciones para no causar daños en el material por sobrecarga térmica, por ejemplo.

Hasta el momento todavía no se dispone de datos suficientes sobre el éxito a largo plazo de puentes fabricados con cerámica de óxido de zirconio parcialmente estabilizado. Durante más de cinco años se han estado observando coronas posteriores y puentes de tres a cuatro piezas en estudios clínicos a largo plazo de diversos centros con unos resultados muy prometedores^{16,17,25}. Todavía no se dispone de datos suficientes procedentes de estudios clínicos a largo plazo con períodos de investigación más prolongados.

Comentarios finales

Los primeros resultados provisionales de las subestructuras de puentes fresadas con CAD/CAM a partir de cerámica de óxido de zirconio HIP del tipo Digizon y de la nueva cerámica de recubrimiento Initial Zr especial adaptada son optimistas. Siguiendo las directrices establecidas fue posible lograr un ajuste preciso clínicamente satisfactorio con las subestructuras de los puentes. La cerámica de recubrimiento se pudo procesar de forma sencilla y ofrece además un alto potencial estético. Hasta el momento sólo se han registrado dos fracasos relativos en forma de desprendimientos de la cerámica de recubrimiento. No se puede emitir una valoración concluyente del sistema hasta que haya finalizado un período de observación más prolongado.

A modo de resumen, sobre la base de los datos recabados hasta el momento en el estudio clínico con el sistema Digident, se pueden constatar las siguientes ventajas:

- Ausencia de problemas de corrosión originados por el material y baja conductividad térmica
- Ajuste preciso en la mayoría de los casos
- En conjunto buenas propiedades estéticas utilizando una técnica de estratificación especial de la cerámica de recubrimiento
- Material de recubrimiento fácil de manipular

Frente a estas ventajas existen por el momento algunos aspectos que deben ser mejorados:

- Coste de fabricación elevado y tiempos de fresado largos en el mecanizado del óxido de zirconio HIP
- Limitaciones estéticas cuando el espacio disponible es escaso (zona cervical del diente, por ejemplo) por el blanco intenso de la subestructura
- Hasta el momento sólo se dispone de datos aislados sobre el éxito clínico a largo plazo

Nota

El sistema Digident (Hint-ELs, Griesheim) se comercializaba al inicio del estudio por la casa Girrbach Dental (Pforzheim, Alemania) y ya no se encuentra disponible en el mercado en esa versión. La cerámica de óxido de zirconio Digizon la comercializa la casa Amann Girrbach (Pforzheim, Alemania) y sigue estando disponible.

Bibliografía

1. Bodirsky H. Die Immediate-Pontic-Technik – Eine Methode zur Erhaltung der Ästhetik nach Extraktion von Frontzähnen und Prämolaren (I). *Quintessenz* 1992;43:251-265.
2. Bornemann G, Rinke S, Hüls A. Prospective clinical trial with conventionally luted zirconia-base fixed partial dentures – 18 months results. *J Dent Res* 2003;82(Spec Iss B):117(Abstr 842).
3. Edelhoff D, Abuzayeda M, Yildirim M, Spiekermann H, Marx R. Adhäsion von Kompositen an hochfesten Strukturkeramiken nach unterschiedlicher Oberflächenbehandlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000; 55:617-623.
4. Edelhoff D, Spiekermann H, Brauner J, Yildirim M. IPS Empress 2 adhäsiv und konventionell befestigt – Klinische Ergebnisse nach dreijähriger Tragedauer. *Dent Prax* 2005;12(1-2):21-33.
5. Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. A review on esthetic pontic design options. *Quintessence Int* 2002;33:736-746.
6. Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. Reparatur an festesitzendem Zahnersatz durch intraorale Silikatisierung. *Zahnärztl Mitt* 2005;95(21):40-46.
7. Edelhoff D, Weber C, Weber V, Nießing K, Spiekermann H. Klinische Erfahrungen mit CAD/CAM-gefertigten Y-TZP ZrO₂-Brückengerüsten und Kronengerüsten mit reduzierter Wandstärke vom Typ Lava. *Teamwork* 2006;9:140-154.
8. Edelhoff D, Weber V. Inlaybrücke mit CAD/CAM-gefertigtem Gerüst aus Zirkoniumdioxid-Keramik – Ein Fallbericht. *Quintessenz Zahntech* 2003;29:1022-1032.
9. Friederich R, Kern M. Resin bond strength to densely sintered alumina ceramic. *Int J Prosthodont* 2002;15:333-338.
10. Göbel R, Luthardt R, Welker D. Experimentelle Untersuchungen zur Befestigung von Restaurationen aus Zirkonoxid und Titan. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998;53:295-298.
11. Kern M. Klinische Langzeitbewährung von zwei- und einflügeligen Adhäsivbrücken aus Vollkeramik. *Quintessenz* 2005;56:231-239.
12. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dent Mater* 1998;14:64-71.
13. Löe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. Part I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:532-551.
14. Luthardt RG, Holzhuter M, Sandkuhl O et al. Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics. *J Dent Res* 2002;81:487-491.
15. Moffa JP, Jenkins WA, Ellison JA, Hamilton JC. A clinical evaluation of two base metal alloys and a gold alloy for use in fixed prosthodontics: A five-year study. *J Prosthet Dent* 1984;52:491-500.
16. Nothdurft F, Rountree P, Pospisch P. Clinical long-term behavior of zirconia-based all-ceramic bridges (LAVA): Five years results. *J Dent Res* 2006;85(Spec Iss B):IADR Abstr 0312 (PEF).
17. Sailer I, Fehér A, Filser F et al. Prospective clinical study of zirconia posterior fixed partial dentures: 3-year follow-up. *Quintessence Int* 2006;37:685-693.
18. Sailer I, Holderegger C, Jung R et al. Zirkonoxid-Verbundkeramiken: Farbstabilität und technische Verarbeitung. *Quintessenz Zahntech* 2005;31:498-512.
19. Säxer UP, Mühlmann HR. Motivation und Aufklärung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1975;85:905-919.
20. Schmidt V. Verweilzeit-Analyse von metallkeramischen Verbunden. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990;45:329-331.
21. Silness J, Löe H. Periodontal disease in pregnancy. Part II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 1964;22:533-551.
22. Sorensen JA, Engelmann MJ, Torres TJ, Avera SP. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int J Prosthodont* 1991;4: 17-23.
23. Spear FM. Maintenance of the interdental papilla following anterior tooth removal. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:21-28.
24. Strub JR, Stiffler S, Schärer P. Causes of failure following oral rehabilitation: biological versus technical factors. *Quintessence Int* 1988;19:215-222.
25. Tinschert J, Natt G, Latzke P, Schulze KA, Heussen N, Spiekermann H. Vollkeramische Brücken aus DC-Zirkon – Ein klinisches Konzept mit Erfolg? *Dtsch Zahnärztl Z* 2005;60:435-445.