

# Ensayo clínico aleatorizado y controlado de prótesis dentales de cerámica a base de circonia y ceramometálicas posteriores fijas: un seguimiento de 3 años

Irena Sailer, Dr Med Dent<sup>1</sup>/Jacqueline Gottnerb/Sarah Känel<sup>2</sup>  
Christoph Hans Franz Hämmeler, Prof Dr Med Dent<sup>3</sup>

**Objetivo:** El propósito de este estudio consistió en probar si las prótesis dentales posteriores fijas (PDF) con estructuras de circonia presentan tasas de supervivencia y resultados técnicos y biológicos similares a los de las estructuras metálicas. **Materiales y métodos:** En este estudio se incluyeron 59 pacientes que requerían la sustitución de 76 PDF para reemplazar de uno a tres dientes posteriores (molares y premolares). Las PDF de 3 a 5 unidades fueron asignadas aleatoriamente a 38 PDF de cerámica a base de circonia y 38 ceramometálicas. Los resultados técnicos de las reconstrucciones se examinaron al inicio del tratamiento, a los 6 meses y al año tras el cementado, utilizando los criterios del United States Public Health Service (USPHS). Los resultados biológicos se analizaron sobre los dientes experimentales (pilares) y control (contralaterales) mediante la valoración de: la prueba de la profundidad de la bolsa de sondaje (PBS), prueba del nivel de inserción (PNI), registro del control de la placa (RCP), sangrado al realizar la prueba de sondaje (SPS) y vitalidad del diente. Se tomaron radiografías de todas las PDF. Se llevaron a cabo análisis estadísticos aplicando las pruebas de Kaplan-Meier, de la chi cuadrada de Pearson, la prueba exacta de Fisher y la prueba de la U de Mann-Whitney.

**Resultados:** 53 pacientes con PDF fueron examinados (36 de cerámica a base de zirconia, 31 ceramometálicas) durante un período medio de observación de  $40,3 \pm 2,8$  meses. Seis pacientes con 9 PDF se perdieron para el seguimiento. La supervivencia de ambos tipos de PDF fue del 100 %. No se observaron diferencias significativas en los resultados técnicos y biológicos. Se registraron fragmentaciones menores en las carillas recubrimiento de cerámica (veneer) en el 25 % de las PDF con cerámica a base de zirconia, y en el 19,4 % de las ceramometálicas. Únicamente se produjeron fracturas extensas en las carillas de recubrimiento de las PDF a base de circonia (C: 8,6 %, D: 2,8 % [criterios USPHS]). Tan sólo se constataron unas pocas complicaciones biológicas. Ambos tipos de PDF arrojaron los mismos valores medios en los parámetros biológicos (PBS, RCP y SPS medios para las PDF de cerámica a base de circonia =  $2,4 \pm 0,3$ ,  $0,1 \pm 0,1$  y  $0,3 \pm 0,2$ , respectivamente; PBS, RCP y SPS medios para las PDF ceramometálicas =  $2,4 \pm 0,3$ ,  $0,1 \pm 0,1$  y  $0,3 \pm 0,2$ , respectivamente).

**Conclusión:** Las PDF de cerámica a base de circonia presentaron tasas de supervivencia similares a las PDF ceramometálicas a los 3 años de funcionamiento. *Prótesis Estomatológica* 2010;3:199-206.

**Purpose:** The aim of this study was to test whether posterior fixed dental prostheses (FDPs) with zirconia frameworks exhibit similar survival rates and technical and biologic outcomes as those with metal frameworks. **Materials and**

**Methods:** Fifty-nine patients in need of 76 FDPs replacing one to three posterior teeth (molars and premolars) were included in the study. The three- to five-unit FDPs were randomly assigned to 38 zirconia-ceramic and 38 metal-ceramic FDPs. At baseline, 6 months, and 1 to 3 years after cementation, the technical outcome of the reconstructions was examined using the United States Public Health Service (USPHS) criteria. The biologic outcome was analyzed at test (abutment) and control (contralateral) teeth by assessing: probing pocket depth (PPD), probing attachment level (PAL), plaque control record (PCR), bleeding on probing (BOP), and tooth vitality. Radiographs of the FDPs were made. Statistical analysis was performed by applying Kaplan-Meier, Pearson chi-square, Fisher exact, and Mann-Whitney U tests. **Results:** Fifty-three patients with 67 FDPs (36 zirconia-ceramic, 31 metal-ceramic) were examined after a mean observation period of  $40.3 \pm 2.8$  months. Six patients with 9 FDPs were lost to follow-up. The survival of both kinds of FDPs was 100%. No significant differences regarding the technical and biologic outcomes were found. Minor chipping of the veneering ceramic was found in 25% of the zirconia-ceramic and 19.4% of the metal-ceramic FDPs. Extended fracturing of the veneering ceramic occurred solely in zirconia-ceramic FDPs (C: 8.6%, D: 2.8% [USPHS criteria]). Few biologic complications were found. Both types of FDPs rendered the same mean values for the biologic parameters (mean PPD, PCR, and BOP for zirconia-ceramic FDPs =  $2.4 \pm 0.3$ ,  $0.1 \pm 0.1$ , and  $0.3 \pm 0.2$ , respectively; mean PPD, PCR, and BOP for metal-ceramic FDPs =  $2.4 \pm 0.3$ ,  $0.1 \pm 0.1$ , and  $0.3 \pm 0.2$ , respectively). Conclusion: Zirconia-ceramic FDPs exhibited a similar survival rate to metal-ceramic FDPs at 3 years of function.

<sup>1</sup>Assistant Professor, Clinic for Fixed and Removable Prosthodontics and Dental Material Science, Center for Dental and Oral Medicine, University of Zürich, Zürich, Switzerland.

<sup>2</sup>Dental Hygienist, Clinic for Fixed and Removable Prosthodontics and Dental Material Science, Center for Dental and Oral Medicine, University of Zürich, Zürich, Switzerland.

<sup>3</sup>Chairman, Clinic for Fixed and Removable Prosthodontics and Den-

tal Material Science, Center for Dental and Oral Medicine, University of Zürich, Zürich, Switzerland.

**Correspondencia:** Dr Irena Sailer, Clinic for Fixed and Removable Prosthodontics and Dental Material Science, Center for Dental and Oral Medicine, University of Zürich, Plattenstr. 11, 8032 Zürich, Switzerland. Fax: +41 44 634 43 05. e-mail: irena.sailer@zzmk.uzh.ch

Recientemente se ha observado un incremento en el empleo de materiales completamente cerámicos para la fabricación de coronas y prótesis dentales fijas (PDF)<sup>1-3</sup>. Las ventajas de los materiales completamente cerámicos sobre los materiales ceramometálicos tradicionales incluyen el parecido en cuanto al color del diente y la translucidez similar al esmalte<sup>1</sup>. El principal defecto es su menor capacidad de soportar la carga (resistencia a la carga) en comparación con la que ofrecen los metales. Como consecuencia, tradicionalmente se han aplicado en áreas de fuerzas de carga más baja. Actualmente, se encuentran disponibles en el mercado varios tipos de cerámica de aplicación en odontología restauradora. Además de la cerámica vidriada convencional, se han introducido nuevos tipos de cerámica de elevada dureza que incluyen alumina o circonia. Las cerámicas ofrecen un aspecto, desde el punto de vista óptico, satisfactorio pero con unas propiedades físicas bajas. Por el contrario, las cerámicas de alumina y las de circonia ofrecen una estabilidad superior, aunque una translucidez baja. Por ello, pueden obtenerse resultados satisfactorios con estos materiales si se emplean como materiales para elaborar los muñones de las coronas y para PDF en áreas en las que existan fuerzas de carga bajo las cuales las cerámicas tradicionales fallarían<sup>2,3</sup>.

Las revisiones sistemáticas existentes en la literatura en materia de reconstrucciones totalmente cerámicas y ceramometálicas revelan que las coronas fabricadas a base de cerámica con una estabilidad superior presentaban tasas de supervivencia similares a las de las coronas tradicionales<sup>4</sup>. Sin embargo, la supervivencia de las PDF completamente cerámicas era significativamente inferior a las de las PDF ceramometálicas<sup>5</sup>. Es interesante destacar que las bajas tasas de supervivencia de las PDF completamente cerámicas se debían principalmente a las reconstrucciones a base de cerámica glaseada o de cerámica infiltrada con vidrio. Este tipo de PDF presenta con relativa frecuencia fracturas que suelen producirse en el área del conector. Tras haber llevado a cabo un seguimiento clínico de 5 años de duración, en dos estudios con PDF posteriores elaboradas con cerámica infiltrada con vidrio, la cifra de fracturas registradas en la estructura fue del orden del 10 %<sup>6</sup> al 12 %<sup>7</sup>. Por el contrario, en dos metaanálisis se registraron tasas de fracaso muy inferiores para las PDF ceramometálicas<sup>8,9</sup>. Tras un período de observación de 10 años, las tasas de fracaso para las PDF metalocerámicas ascendieron al 8% y 10 %<sup>8</sup>, respectivamente. Consecuentemente, y basándonos en estos datos, las estructuras metálicas con carilla o recubrimiento de cerámica (*veneer*) siguen constituyendo el material de elección de referencia más acertado para las PDF con dientes de cerámica de color.

El material de circonia altamente resistente tiene la capacidad de poder aplicarse como alternativa al material a base de metal para la fabricación de estructuras para PDF posteriores<sup>10,11</sup>.

La circonia presenta una resistencia a la fractura y a la resistencia superior a la que presenta el resto de cerámicas<sup>12,13</sup>. Son varios los estudios clínicos que arrojan resultados prometedores para las PDF con estructuras de circonia tras períodos de observación de 3 a 5 años<sup>14-17</sup>. En estas investigaciones, se registraron bajos índices de frac-

turas de las estructuras de circonia, oscilando entre el 0 al 2,2 %<sup>14-17</sup>. Los motivos de fracaso de las PDF son principalmente las complicaciones de tipo biológico, como las caries secundarias, o complicaciones de tipo técnico, como las fracturas en los recubrimientos de cerámica. Es interesante el hecho de que estos constituyen los mismos tipos de complicaciones que provocan la pérdida de las PDF ceramometálicas<sup>5,18</sup>.

De modo que puede establecerse la hipótesis de que las reconstrucciones con estructuras de circonia arrojarían resultados clínicos similares a los de las estructuras de metal. De ser así, en el futuro las reconstrucciones ceramometálicas podrán ser sustituidas por las reconstrucciones de cerámica a base de circonia. Para poder probar la eficacia de este cambio en la elección del material, será necesario llevar a cabo estudios clínicos comparativos entre las reconstrucciones de cerámica a base de circonia y las ceramometálicas para varias indicaciones. Sigue, sin embargo, sin haberse publicado hasta la fecha ningún estudio comparativo de dos tipos de reconstrucciones con la misma cohorte de pacientes.

El objetivo de tipo de ensayo clínico aleatorizado con grupo de control consistió en probar si las PDF posteriores con estructura de circonia presentarían las mismas tasas de supervivencia y unos resultados técnicos y biológicos que los de las estructuras elaboradas a base de metal.

## Materiales y métodos

### Pacientes y reconstrucciones

Se incluyeron en este estudio 59 pacientes (27 mujeres, 32 hombres) que precisaban que se les colocara al menos una PDF en la región posterior del maxilar o la mandíbula. El estudio cumplía los requisitos de la Declaración de Helsinki y los pacientes habían firmado el consentimiento informado. En este estudio se incluyeron únicamente aquellos cuyo estado de salud general era óptimo. Más aún, el estado de salud periodontal de los pacientes incluidos tenía que ser satisfactorio, sin signos obvios de bruxismo.

De acuerdo con los requisitos para llevar a cabo reconstrucciones ceramometálicas convencionales, los pilares de los dientes planificados tuvieron que cumplir los siguientes criterios clínicos: posicionamiento adecuado en la arcada dental (es decir, el eje del diente tenía que ser el adecuado para colocar una PDF), cantidad suficiente de dentina para la retención de la PDF (en caso de ausencia de altura suficiente del pilar, se fabricaron muñones), y se dejarán en condiciones clínicamente sanas los dientes vitales o los que hayan sido tratados endodónticamente.

En este estudio se incluyeron 76 zonas para colocar PDF posteriores de 3 a 5 unidades, a las que se asignaron de forma aleatoria tanto restauraciones de cerámica a base de circonia como ceramometálicas por medio de una lista aleatoria. Se insertaron 38 PDF de cerámica a base de circonia y 38 ceramometálicas. Las PDF sustituían premolares y molares. Se insertaron 68 PDF de tres unidades, 6 de cuatro unidades y 2 de cinco unidades.

**Tabla 1** Criterios de la USPHS

| Alfa (A)                  |  | Bravo (B)   | Charlie (C)  | Delta (D)   |
|---------------------------|--|---|--|---|
| Fractura de la estructura | Ausencia de fractura de la estructura                                    |   |  | Fractura del revestimiento (veneer)                 |
| Fractura de revestimiento | Ausencia de fractura   | Fragmentación, aunque es posible pulir                                    | Fragmentación hacia la estructura  | Es necesario volver a fabricar una estructura nueva |
| Desgaste oclusal          | Ausencia de desgaste oclusal en la reconstrucción o en el diente opuesto | Desgaste oclusal en la reconstrucción o en el diente opuesto < 2 mm       | Desgaste oclusal en la reconstrucción o en el diente opuesto > 2 mm        | Se precisa una nueva reconstrucción                 |
| Adaptación marginal       | No se toman valores de sondaje   | Leve toma de valores de sondaje, aunque sin espacio                       | Espacio con algo de dentina o exposición de la dentina                     | Se precisa una nueva reconstrucción                 |
| Forma anatómica           | Forma anatómica ideal, contacto proximal óptimo                          | Ligeramente sobrecontorneado o infracontorneado, contacto proximal escaso | Ligeramente sobrecontorneado o infracontorneado, contacto proximal abierto | Se precisa una nueva reconstrucción                 |

### Procedimientos protodónticos

Todos los tratamientos se llevaron a cabo por clínicos con experiencia en reconstrucciones a base de circonia. Tanto los tratamientos preprotésicos como los protésicos para ambos tipos de PDF se realizaron de acuerdo con las técnicas aplicadas normalmente para las reconstrucciones ceramometálicas.

La preparación de los dientes pilares se adaptó a los requisitos descritos previamente para la producción de estructuras de circonia asistida por ordenador<sup>19</sup>. En definitiva, los dientes pilares se prepararon con un hombro redondeado circular (1,0 mm de ancho), una reducción axial de 1,5 mm y una reducción oclusal de 1,5 a 2,0 mm. El ángulo de inclinación era de 6 a 10 grados, tal como recomienda el fabricante del sistema asistido por ordenador (*computer-assisted manufacture, CAM*). Con objeto de controlar la reducción de la sustancia dental, se llevó a cabo un encerado diagnóstico de la reconstrucción planificada para cada paciente. Se elaboró una llave de silicona a partir de este encerado que se empleó para probar la profundidad de la preparación durante la preparación dental.

Tras la preparación, se tomaron impresiones de la arquitectura completa utilizando para ello un material de poliéster (Permadyne, 3M ESPE). Se fabricaron las restauraciones provisionales (Protemp Garant, 3M ESPE) y se cementaron con un cemento temporal exento de eugenol (Freegenol Temporary Cement, GC Europe). Los modelos maestros se elaboraron a base de yeso de roca superdura (GC Fujirock EP, GC Europe). Todos los modelos se fraguaron con un endurecedor de yeso (Margidur, Benzer). Tras lo cual se aplicó un espaciador empezando a 1 mm por encima del margen de la preparación. Para las estructuras de circonia se aplicaron dos capas de espaciador (REF 6590 0001, DeguDent) como recomienda el fabricante; a las estructuras de metal se les aplicó una capa (Silverspacer no. 3, Benzer). Todas las estructuras se elaboraron manualmente a partir de un modelo en cera (ZTM Thiel, Erkodent). Las estructuras se diseñaron de acuerdo con la situación anatómica individual de cada paciente con objeto de proporcionar el suficiente soporte para el material de recubrimiento. Se adoptaron las precauciones necesarias para no trabajar por debajo de las dimensiones del material mínimamente requeridas, como recomienda el fabricante, para obtener una estructura con una estabilidad adecuada. Las estructuras de circonia se fabri-

caron mediante el sistema CAM (Cercon, DeguDent). Los detalles de los procedimientos seguidos para su fabricación en sus estadios de prototipo fueron publicados en otra parte<sup>12,13</sup>. En resumidas cuentas, se elaboró un modelo en cera de la estructura de acuerdo con la situación anatómica de cada paciente, respectivamente, a la vez que se proporcionó el espacio necesario para albergar el grosor uniforme del recubrimiento de cerámica. La morfología del modelo en cera de la estructura se captó visualmente y los datos obtenidos se digitalizaron y ampliaron utilizando un programa informático especializado (Cercon brain, DeguDent). Esto se hizo para compensar la reducción de aproximadamente un 28 % sufrida durante el sinterizado. Las estructuras se instrumentalizaron a partir de los huecos/espacios de circonio sinterizados (Cercon base 30 o 38) empleando fresas de metal duro en la fresadora. Subsecuentemente, se sinterizaron a la máxima densidad (Cercon heat, DeguDent), es decir, reduciéndolas a las dimensiones de la cera original. Las estructuras de metal se fabricaron mediante la técnica de cera perdida tradicional<sup>20</sup>. De acuerdo con los procedimientos de la fabricación descritos anteriormente, los modelos en cera se elaboraron siguiendo las necesidades anatómicas del paciente. Los modelos en cera se fabricaron con una aleación de oro (Degudent U, DeguDent). Ambas estructuras de cerámica y de metal fueron elaboradas por un técnico experimentado. Los recubrimientos (veneer) de ambos tipos de estructuras se elaboraron mediante las correspondientes cerámicas y aplicando las técnicas para las carillas de cerámica convencionales. Para recubrir las diferentes estructuras se emplearon las cerámicas de recubrimiento específicamente diseñadas para cada una de ellas (circonia: Cercon Ceram S, Ceramco; metal: Duceram Plus, DeguDent).

Las superficies interiores de todas las PDF se chorreadon ligeramente con arena (tamaño del grano: 110 µm, presión: 2 bars durante 10 segundos) y se limpian con alcohol. Por ello, tanto las PDF de cerámica a base de circonia como las ceramometálicas se cementaron empleando el mismo tipo de cemento de resina (Panavia 21 TC, Kuraray). Antes de proceder al cementado, se preacondicionaron los dientes pilares siguiendo las instrucciones del fabricante. Tras el cementado, se ajustó la oclusión según las necesidades y todas las superficies remodeladas se pulieron meticulosamente con pulidores de cerámica (Komet n.º 9425, 9426 y 9547, Brasseler).

**Tabla 2** PDF examinadas a los 3 años

|           | Cerámica a base de circonia |                          |               | Ceramometálica |               |               |
|-----------|-----------------------------|--------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
|           | De 3 unidades               | De 4 unidades            | De 5 unidades | De 3 unidades  | De 4 unidades | De 5 unidades |
| Maxilar   | 11                          | 4                        | 1             | 13             | 1             |               |
| Mandíbula | 18                          | 2                        |               | 16             |               | 1             |
| Puente    | 10 PM, 19 M                 | 4× 1 PM + 1 M<br>2× 2 PM | 2 PM + 1 M    | 10 PM, 19 M    | 2 PM          | 2 PM + 1 M    |

PM = premolar; M = molar.

### Examen/Exploración al inicio del tratamiento

Inmediatamente después del cementado de las reconstrucciones se evaluaron las profundidades de las bolsas de sondaje (PBS) de los dientes restaurados sobre 4 puntos (o áreas), se tomaron radiografías de los dientes pilares y fotografías clínicas de las reconstrucciones y se comprobó la vitalidad pulpar de los dientes pilares utilizando para ello dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

### Examen/Exploración de seguimiento

A los 6 meses y al año, y a los 2 y 3 años de la incorporación se examinaron las reconstrucciones para descartar fallos de tipo técnico y complicaciones biológicas. Para evaluar la función técnica de las PDF, se emplearon los criterios del Servicio de Salud Pública de Estados Unidos (*The United States Public Health Service, USPHS*) (tabla 1). Para ello, se evaluó la PDF completa, utilizándose el peor resultado obtenido por cada PDF para la valoración.

Los resultados se puntuaron como sigue: Alfa (A) cuando no se produjo ningún problema; Bravo (B), cuando se detectaron defectos pequeños pero clínicamente aceptables; Charlie (C), cuando los defectos alcanzaron un nivel considerado clínicamente inaceptable, y Delta (D), cuando tuvo que sustituirse la PDF a causa del defecto (tabla 1).

Todos los pacientes recibieron información sobre el estado clínico de sus PDF. En caso de surgir complicaciones, se realizaron esfuerzos por preservar las reconstrucciones. En caso de producirse una adaptación marginal deficiente puntuada como C o D según los criterios del USPHS, se repararon las áreas respectivas con resina de composite. Las PDF se conservaron en el estudio para proseguir su observación.

En caso de fragmentación o fractura del recubrimiento de cerámica (B, C o D), las PDF se limpian concienzudamente con alcohol y se tomaron impresiones de la superficie de la PDF con material de silicona de impresión de baja viscosidad A (President, Coltène Whaledent). Una vez tomada la impresión, las zonas dañadas se pulieron intensamente y se mantuvieron las PDF *in situ* para poder efectuar el posterior seguimiento.

Subsecuentemente, las impresiones se tomaron con resina epoxi (EpoFix, Struers). Para determinar el origen y la dirección de la propagación de la fisura, se llevó a cabo un análisis fractográfico de las réplicas<sup>21</sup>.

Se valoró el resultado biológico aplicando los siguientes parámetros periodontales sobre los dientes pilares (expe-

rimentales) y los dientes de control (dientes análogos, contralaterales, sin corona): PBS, nivel de inserción del sondaje (NIS), ausencia o presencia de placa a través del registro del control de la placa (RCP)<sup>22</sup>, y sangrado al sondaje (SAS).

Además, se comprobó la vitalidad de la pulpa con  $\text{CO}_2$  en ambos dientes, el diente pilar y el control. Se registraron las relaciones oclusales y funcionales entre las PDF y las arcadas opuestas.

Finalmente, se tomaron radiografías de los dientes pilares y fotografías clínicas de las reconstrucciones.

Se tomaron impresiones de alginato para el estudio de los modelos en los maxilares y las mandíbulas.

### Análisis estadístico

Se aplicó un método estadístico descriptivo a los datos. Se llevó a cabo un análisis de la tasa de supervivencia de 3 años de las PDF con cerámica a base de circonia y de las PDF ceramometálica mediante el estadístico de supervivencia de Kaplan-Meier seguido de la prueba de log-rank<sup>23</sup>. Los pacientes o las PDF perdidos para el seguimiento fueron descartados.

Mediante la prueba de la chi cuadrado de Pearson se compararon los resultados de la evaluación llevada a cabo siguiendo los criterios USPHS para los dos tipos de PDF. La correlación de los índices de fragmentación de la carilla o recubrimiento de cerámica se efectuó mediante la prueba exacta de Fisher<sup>23</sup>.

Para analizar la comparación de PBS, NIS, RCP y SAS entre los dientes pilares y los de control y entre ambos grupos, se utilizaron las pruebas de la  $\chi^2$  de Mann-Whitney y de la  $t$  de Student<sup>23</sup>. El nivel de significación estadística se estableció en  $P < 0,05$ .

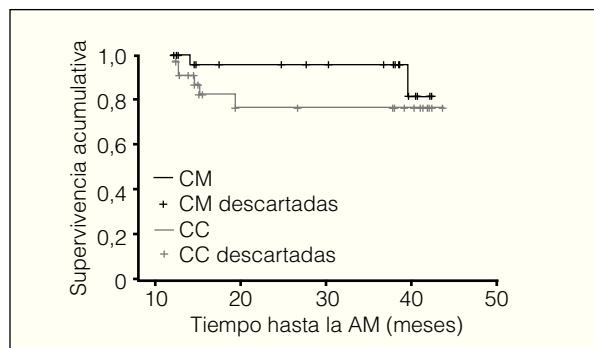
### Resultados

Tras un período de observación medio de  $40,3 \pm 2,8$  meses, se examinaron 53 pacientes (25 mujeres, 28 hombres) con 67 PDF. La media de edad de los pacientes fue de  $54,4 \pm 12,7$  años. Se contabilizó un total de 36 PDF de cerámica a base de circonia y 31 ceramometálicas. La tabla 2 ofrece información detallada de las PDF. Seis pacientes con 9 PDF de 3 unidades (2 de cerámica a base de circonia y 7 ceramometálicas) se perdieron para el seguimiento. Dos de estos pacientes no acudieron a la cita de seguimiento, hecho que provocó la pérdida de 2 PDF ce-

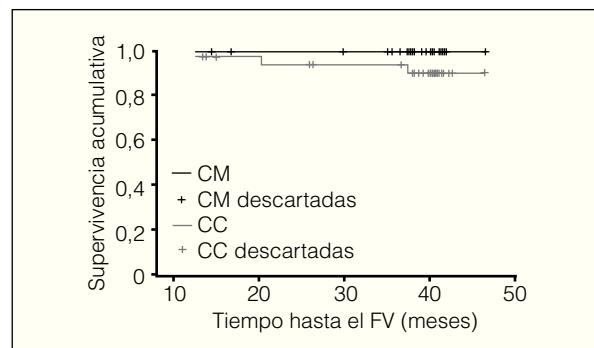
**Tabla 3** Índice de PDF de cerámica a base de circonia y ceramometálica según el USPHS

|                                     |             | USPHS           |                 |                |               |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
|                                     | Tipo de PFD | Alfa (A)        | Bravo (B)       | Charlie (C)    | Delta (D)     |
| Fractura de la estructura           | CC          | 100 % (n = 36)  |                 |                |               |
|                                     | CM          | 100 % (n = 31)  |                 |                |               |
| Fractura del revestimiento (veneer) | CC          | 66,6 % (n = 24) | 25 % (n = 9)    | 5,6 % (n = 2)  | 2,8 % (n = 1) |
|                                     | CM          | 80,6 % (n = 25) | 19,4 % (n = 6)  |                |               |
| Desgaste oclusal                    | CC          | 33,3 % (n = 12) | 63,9 % (n = 23) | 2,8 % (n = 1)  |               |
|                                     | CM          | 38,7 % (n = 12) | 58,1 % (n = 18) | 3,2 % (n = 1)  |               |
| Adaptación marginal                 | CC          | 19,4 % (n = 7)  | 63,9 % (n = 23) | 16,7 % (n = 6) |               |
|                                     | CM          | 29 % (n = 9)    | 64,5 % (n = 20) | 6,5 % (n = 2)  |               |
| Forma anatómica                     | CC          | 94,4 % (n = 34) | 5,6 % (n = 2)   |                |               |
|                                     | CM          | 80,6 % (n = 25) | 19,4 % (n = 6)  |                |               |

CC = cerámica a base de circonia; CM = ceramometálica.



**Figura 1** Gráfica de Kaplan-Meier de la adaptación marginal (AM) de las PDF en relación al tiempo. Los espacios marginales (USPHS: C) fueron clasificados como episodios, mientras que la toma de muestra del sondaje (USPHS: B) no lo fue y se marcó sobre la línea con respecto al tiempo de observación.



**Figura 2** Gráfica de Kaplan-Meier de la fragmentación o fractura de la cerámica de recubrimiento veneer (FV) de las PDF en relación al tiempo. Las fracturas (USPHS: C, D) fueron clasificadas como episodios, mientras que los fragmentos menores (USPHS: B) no lo fueron y se marcaron sobre la línea con respecto al tiempo en el que ocurrió.

ramometálicas. Los otros 7 pacientes no pudieron ser localizados.

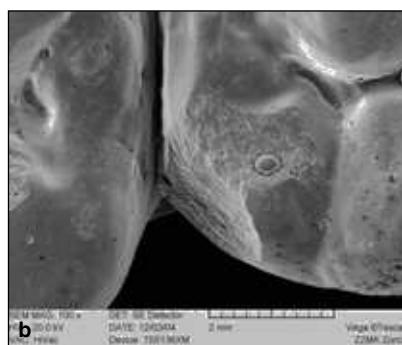
De estos 7, 2 pacientes con 2 PDF ceramometálicas se perdieron al inicio del tratamiento. Los restantes no pudieron ser captados para el seguimiento que tuvo lugar durante 3 años.

No se observaron fracturas en las estructuras de circonia ni en las de metal. Ambos tipos de PDF presentaron una tasa de supervivencia del 100 %. Los tiempos de supervivencia de Kaplan-Meier (TS) para ambos tipos de PDF fueron estadísticamente similares (TS medios de la cerámica a base de circonia = 36,9 meses, 95 % intervalo de confianza (IC) = 32,0-41,8 meses; TS medios de la PDF ceramometálica = 40,6 meses, 95 % IC = 38,3-43 meses). La evaluación técnica a partir de los criterios del USPHS no reveló diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de reconstrucciones (tabla 3). En el supuesto de enfrentarnos a un caso con un escenario completamente adverso (el peor de los casos posibles, es decir, el fracaso de todas las PDF a las que no se les pudo efectuar el seguimiento durante todo el período que duró la observación), se registraría una disminución de las tasas de supervivencia del 94,7 % para la cerámica a base de circonia y del 81,6 % para las PDF ceramometálicas. Al margen de estos excelentes resultados en cuanto a la tasa de supervivencia para las PDF ce-

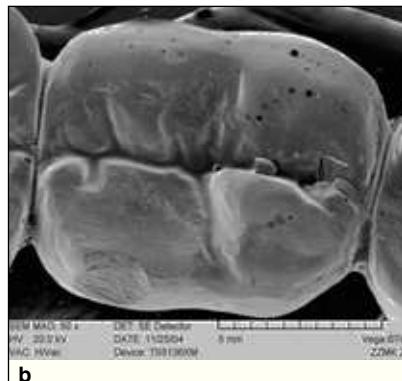
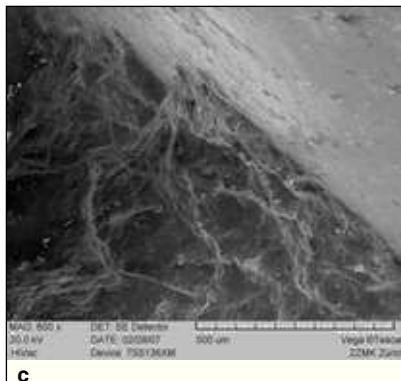
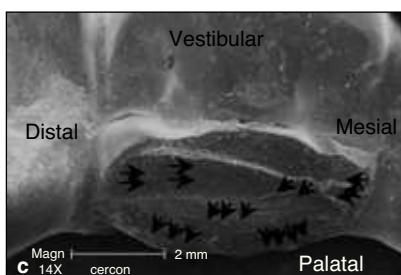
de cerámica a base de circonia, se observaron diferencias clínicamente relevantes entre ambos tipos.

Se produjeron otros problemas de tipo técnico con las PDF de cerámica a base de circonia, aunque éstos no se consideraron estadísticamente significativos.

La adaptación marginal se juzgó como clínicamente inaceptable (C) en 16,7 % de las PDF de cerámica a base de circonia y en el 6,5 % de las PDF ceramometálicas (figura 1). Mientras que en ambos tipos de PDF se producían fragmentaciones menores (B) con una frecuencia similar (B cerámica a base de circonia = 25 %, B ceramometálica = 19,4 %), únicamente se produjeron fracturas clínicamente inaceptables en los recubrimientos de cerámica (C cerámica a base de circonia = 5,6 %, D cerámica a base de circonia = 2,8 %) en las PDF de cerámica a base de circonia (figuras 2 a 5). El examen fractográfico reveló que las fragmentaciones y las fracturas de los recubrimientos de cerámica se habían originado a partir de su rugosidad oclusal (figuras 3b y 4c). Sin embargo, no se halló una correlación estadística entre la cantidad de desgaste oclusal de la cerámica de recubrimiento y la incidencia de la fragmentación. Por lo general, sólo se produjeron escasas complicaciones biológicas durante el período de seguimiento. En un paciente se detectó caries secundaria en un margen de la PDF ce-

**a****b**

**Figuras 3a y 3b** PDF mandibular de 3 unidades de cerámica a base de circonia con un fragmento en el puente (USPHS: B). Se aprecia una estrecha relación entre el área rugosa en el extremo de la cúspide de distolingual y el fragmento sobre el análisis SEM de la réplica.

**a****b****c****a****b****c**

**Figuras 4a a 4c** PDF mandibular ceramometálica de 3 unidades con un fragmento clínicamente aceptable (flecha; USPHS: B) sobre la superficie lingual del puente. El análisis SEM de la réplica reveló que el fragmento se originó a partir del área rugosa sobre la superficie oclusal, similar a lo que ocurre con las PDF de cerámica a base de circonia.

el tratamiento de conducto radicular (endodóntico) llevado a cabo en los dientes pilares fue satisfactorio y se realizó a través de una cavidad de acceso en la propia reconstrucción. No se registraron diferencias en las pruebas PBS, NIS, RCP y SPS efectuadas tanto en los dientes experimentales como en los de control en ambos tipos de PDF (tabla 4). Además, tampoco se registraron diferencias en los resultados radiográficos obtenidos en los dientes pilares.

## Discusión

En el presente estudio no se registraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados clínicos obtenidos en las PDF posteriores de cerámica a base de circonia y en las ceramometálicas a los 3 años de funcionamiento. Tampoco se produjeron fracturas en las estructuras de cerámica o de metal. Además, la tasa de supervivencia fue del 100 % para ambos tipos de PDF. Más aún, no se constataron diferencias estadísticas en relación a las complicaciones técnicas o biológicas entre los dos tipos de PDF. No obstante, la tendencia a que surgieran problemas técnicos,

**Tabla 4** Valores medios y desviaciones estándar de los parámetros biológicos en los dientes pilares (experimentales) y los dientes análogos contralaterales sin tratar (control) de ambos tipos de PDF

|     | Cerámica a base de circonia |           | Ceramometálicas |           |
|-----|-----------------------------|-----------|-----------------|-----------|
|     | Experimental                | Control   | Experimental    | Control   |
| PBS | 2,4 ± 0,3                   | 2,3 ± 0,3 | 2,4 ± 0,3       | 2,4 ± 0,4 |
| NIS | 2,5 ± 0,2                   | 2,0 ± 0,4 | 2,3 ± 0,2       | 2,6 ± 0,6 |
| RCP | 0,1 ± 0,1                   | 0,2 ± 0,2 | 0,1 ± 0,1       | 0,3 ± 0,3 |
| SS  | 0,3 ± 0,2                   | 0,2 ± 0,2 | 0,3 ± 0,2       | 0,2 ± 0,2 |

PBS = profundidad de la bolsa de sondaje; NIS = nivel de inserción de la sonda; RCP = registro de control de la placa; SAS = sangrado al sondaje.

ceramometálica a los 33,2 meses. Se eliminó la caries y se repararon las regiones marginales. Se registró pérdida de la vitalidad de un diente pilar en un paciente con PDF ceramometálica tras 0,5 meses y en un paciente con PDF cerámica a base de circonia, a los 16,9 meses. En ambos casos,

como una rigurosidad marginal inaceptable o la aparición de fracturas extensas en el recubrimiento de cerámica ocurrieron con mayor frecuencia en las PDF de cerámica a base de circonia.

Durante el presente período de observación, las PDF posteriores con estructuras de circonia mostraron resultados similares a los obtenidos en las PDF con estructuras de metal. La sustitución satisfactoria de los dientes posteriores con PDF totalmente cerámicas concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios clínicos con PDF y estructuras de circonia en la dentición posterior<sup>14-17</sup>. En todas las investigaciones excepto en una<sup>15</sup>, las estructuras se mantuvieron intactas en el 100 % de los casos a los 3-5 años de función clínica<sup>14,16,17</sup>. En un estudio se constató la fractura de una estructura, lo que dio como resultado un 2,2 % de tasa de fractura para las estructuras a base de circonia<sup>15</sup>. En este estudio, la fractura fue debida a un traumatismo<sup>15</sup>.

Los resultados del presente estudio son muy prometedores y sobrepasan con creces los resultados registrados para las estructuras de la PDF fabricadas con otras cerámicas. Transcurridos unos períodos de observación similares de 3 a 5 años, se registraron elevados índices de fracaso con las PDF fabricadas con cerámica vidriada (glaseada) o infiltrada con vidrio<sup>6,7,24-27</sup>. En las estructuras a base de cerámica glaseada<sup>24,25</sup> se contabilizó un 7-13 % de fracturas y en las PDF a base de cerámica infiltrada con vidrio<sup>6,7,26,27</sup>, el 0-12 %. En todos los estudios, el principal motivo para el fracaso de las reconstrucciones fueron las fracturas catastróficas<sup>6,7,24-27</sup>.

En estudios clínicos anteriores, al margen de una excelente tasa de supervivencia de la estructura, las reconstrucciones de cerámica a base de circonia habían estado sujetas, con frecuencia, a problemas técnicos o biológicos<sup>14-17</sup>. La complicación técnica más habitual que puede ocurrir es la fragmentación o fractura del recubrimiento de cerámica a base de circonia, situándose el intervalo entre el 8 y el 25 % de las PDF<sup>14-16</sup>. Por el contrario, las PDF ceramometálicas han mostrado índices de fragmentación del recubrimiento de cerámica muy bajos<sup>18</sup>. La presente investigación no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los recubrimientos de cerámicas a base de circonia y los ceramometálicos. No obstante, las observaciones difieren a un nivel clínicamente relevante. Aunque aceptables, se halló un número similar de fragmentos menores (B) en ambos tipos de reconstrucciones (B cerámica a base de circonia = 25 %, B ceramometálica = 19,4 %). Sin embargo, únicamente se registraron fracturas mayores clínicamente inaceptables en los recubrimientos de cerámica (C y D) en las PDF con cerámica a base de circonia, en un 5,6 y un 2,8 % de las reconstrucciones, respectivamente.

Siguen sin poder clarificarse los motivos por los que surgen los problemas con los recubrimientos de cerámica a base de circonia. Recientemente, a través de estudios de laboratorio se han investigado algunos de los factores que tal vez podrían influir en la tasa de las fracturas del recubrimiento. Entre los factores analizados se hallan la compatibilidad térmica de las cerámicas de recubrimiento y de las estructuras de circonia<sup>28,29</sup>, distintos tratamientos de la superficie de las estructuras<sup>30</sup>, la potencia de flexión de las

cerámicas de recubrimiento<sup>31</sup>, y la potencia de unión entre las cerámicas de recubrimiento y las estructuras de circonia<sup>32-34</sup>. Como ejemplo, la aplicación de una cerámica de recubrimiento con un coeficiente de expansión térmica (CET) que no coincide con el de la circonia, conlleva extensas fracturas de la cerámica de recubrimiento<sup>28</sup>. En estudios *in vitro* llevados a cabo recientemente, el CET parecía ejercer una gran influencia en el proceso, mientras que la resistencia del recubrimiento de cerámica en sí misma y la unión entre el recubrimiento de cerámica y la estructura tenían una importancia menor<sup>29,30</sup>.

Adicionalmente, en el presente estudio se observó una correlación de factores clínicos y la fragmentación. Parece ser que la rugosidad de la cerámica de recubrimiento resultante de los contactos oclusales o del propio rechinado de los dientes están asociados al proceso de fragmentación. El análisis de dirección de la propagación de la fisura reveló que la fragmentación se había originado en casi todas las PDF a partir de la rugosidad de la cerámica en la región oclusal de la cúspide. Otro factor clínico que cabe tener en cuenta en relación con el riesgo de fragmentación de la cerámica de recubrimiento es el diseño de la estructura: sería ideal que proporcionara el espacio necesario para albergar un grosor uniforme de la cerámica de recubrimiento. En el presente estudio, para la fabricación de las estructuras de cerámica se empleó una técnica CAM. Para ambos tipos de PDF, las estructuras se elaboraron y modelaron manualmente a partir del modelo en cera, respetando la situación anatómica de los pacientes.

El soporte de las cerámicas de recubrimiento veneer fue similar en ambos materiales empleados para las estructuras y no puede considerarse un factor crucial para el aumento de la fragmentación en el grupo cerámica a base de circonia. La exactitud marginal en ambos tipos de PDF no mostró diferencias desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, y aunque tan sólo se registraron espacios marginales clínicamente inaceptables en 2 PDF ceramometálicas, se produjeron en 6 PDF de cerámica a base de circonia. Esta diferencia podría estar asociada al hecho de haber empleado diferentes procedimientos para su fabricación y a que el estudio se llevó a cabo con la primera versión disponible del programa CAM<sup>35</sup>. El posterior desarrollo de estos programas de sistemas asistidos por ordenador puede llegar a mejorar la exactitud<sup>36</sup>.

Finalmente, los parámetros biológicos en ambos grupos fueron similares en el presente estudio. No se hallaron diferencias en los parámetros periodontales ni en el aspecto radiográfico de los dientes pilares ni de los dientes control asociadas a ambos tipos de reconstrucciones. La favorable integración biológica de las PDF con cerámica a base de circonia coincide con los resultados obtenidos en otros estudios<sup>15,16</sup>.

## Conclusión

Dentro de las limitaciones de período observacional, la excelente tasa de supervivencia de las estructuras de circonia obtenida en este ensayo clínico controlado y aleatorizado indica que este tipo de cerámica constituye una alternativa válida frente a las estructuras de metal. No obs-

tante, se han registrado índices más elevados de complicaciones clínicas en las PDF de cerámica a base de circonia, si se compara con las PDF ceramometálicas. Está claro que es preciso un período de observación superior para validar estos resultados a medio plazo.

### Agradecimientos

Este trabajo ha recibido el apoyo de DeguDent. Los autores desean agradecer a la señora Madeleine Schumacher la fabricación de las PDF y al doctor Małgorzata Roos, bioestadista, su análisis estadístico de los datos. También desean expresar su agradecimiento a la doctora Susanne Scherrer, de la Universidad de Ginebra, por completar el análisis fractográfico.

### Bibliografía

1. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001;85:61–66 [erratum 2001;85:417].
2. Raigrodski AJ, Chiche GJ. All-ceramic fixed partial dentures, Part I: In vitro studies. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:188–191.
3. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Swift EJ Jr. All-ceramic fixed partial dentures, Part III: Clinical studies. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:313–319.
4. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmelerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(suppl 3):73–85 [erratum 2008;19:326–328].
5. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmelerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(suppl 3):86–96 [erratum 2008;19:326–328].
6. Vult von Steyern P, Jönsson O, Nilner K. Five-year evaluation of posterior all-ceramic three-unit (In-Ceram) FDPs. *Int J Prosthodont* 2001;14:379–384.
7. Olsson KG, Fürst B, Andersson B, Carlsson GE. A long-term retrospective and clinical follow-up study of In-Ceram Alumina FDPs. *Int J Prosthodont* 2003;16:150–156.
8. Creugers NHJ, Käyser AF, van't Hof MA. A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994;22:448–452.
9. Scurria MS, Bader JD, Shugars DA. Meta-analysis of fixed partial denture survival: Prostheses and abutments. *J Prosthet Dent* 1998;79:459–464.
10. Sadan A, Blatz MB, Lang B. Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations: Part 1. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:213–219.
11. Sadan A, Blatz MB, Lang B. Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations: Part 2. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:343–349.
12. Filser F. Direct ceramic machining of ceramic dental restorations [thesis]. Zürich: Federal Technical Institute, 2001.
13. Filser F, Kocher P, Weibel F, Lüthy H, Schärer P, Gauckler LJ. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *Int J Comput Dent* 2001;4:83–106 [erratum 2001;4:184].
14. Raigrodski A, Chiche GJ, Potiket N, et al. The efficacy of posterior or three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent* 2006;96:237–244.
15. Sailer I, Féher A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmelerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383–388.
16. Tinschert J, Schulze KA, Natt G, Latzke P, Heussen N, Spiekermann H. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zirkon: 3-year results. *Int J Prosthodont* 2008;21:217–222.
17. Molin MK, Karlsson SL. Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont* 2008;21:223–227.
18. Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ESY. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:654–666.
19. Sturzenegger B, Féher A, Lüthy H, et al. Klinische Studie mit Zirkonoxidbrücken im Seitenzahngebiet hergestellt mit dem DCM-System. *Acta Med Dent Helv* 2000;5:131–139.
20. Johnson A. Casting techniques in lost wax. *Dent Tech* 1990;43:10–12.
21. Scherrer SS, Quinn JB, Quinn GD, Wiskott HW. Fractographic ceramic failure analysis using the replica technique. *Dent Mater* 2007;23:1397–1404.
22. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972;43:38.
23. Altmann DG. Practical Statistics for Medical Research. London: Chapman & Hall, 1991.
24. Esquivel-Upshaw JF, Young H, Jones J, Yang M, Anusavice KJ. Four-year clinical performance of a lithia disilicate-based core ceramic for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2008;21:155–160.
25. Marquardt P, Strub JR. Survival rates of IPS empress 2 all-ceramic crowns and fixed partial dentures: Results of a 5-year prospective clinical study. *Quintessence Int* 2006;37:253–259.
26. Suárez MJ, Lozano JF, Paz Salido M, Martínez F. Three-year clinical evaluation of In-Ceram Zirconia posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17:35–38.
27. Sorensen JA, Kang SK, Torres TJ, Knodel H. In-Ceram fixed partial dentures: Three-year clinical trial results. *J Calif Dent Assoc* 1998;26:207–214.
28. Aboushelib MN, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2005;21:984–991.
29. Fischer J, Stawarczyk B, Tomic M, Strub JR, Hämmelerle CHF. Effect of thermal misfit between different veneering ceramics and zirconia frameworks on in vitro fracture load of single crowns. *Dent Mater J* 2007;26:766–772.
30. Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater J* 2008;27:448–454.
31. Fischer J, Stawarczyk B, Hämmelerle CHF. Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. *J Dent* 2008;36:316–321.
32. Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP and alumina-advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999;7:113–119.
33. Al-Dohan HM, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME, Lang BR. Shear strength of core-veneer interface bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent* 2004;91:349–355.
34. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics. *J Prosthodont* 2008;17:401–408.
35. Wettstein F, Sailer I, Roos M, Hämmelerle CH. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. *Eur J Oral Sci* 2008;116:272–279.
36. Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. *Dent Mater* 2009;25:94–102.