

[Resumen]

A continuación se sintetizan los resultados de un prospectivo estudio clínico de cohorte para determinar la cuota de éxito de armazones de tres a cinco piezas realizados en dióxido de zirconio para puentes en la región de las piezas posteriores. En 45 pacientes que necesitaban al menos un puente para sustituir de 1 a 3 piezas posteriores se adherieron un total de 57 puentes de dióxido de zirconio. La fabricación de estos armazones se realizó mediante un proceso CAM con el que se aplicaron dos elementos acrílicos alternativamente. Antes del tratamiento, después de 6 meses y entre 1 y 5 años después de la cementación se compararon las profundidades de las bolsas, los niveles de unión, el índice de placa, el sangrado al sondaje y la vitalidad en los dientes pilares y en los dientes contralaterales de control. Así mismo, se hicieron radiografías intraorales de los puentes.

Palabras clave

Estudio clínico. Puentes de cerámica sin metal. Armazones de dióxido de zirconio. Técnica DCM. Región de los dientes laterales. Tasa de supervivencia.

(Quintessenz Zahntech.
2008;34(1):86-95)



Resultados clínicos del período de 5 años para puentes de dientes laterales con armazón de dióxido de zirconio, realizado mediante un proceso CAM

Irena Sailer, Aurel Fehér, Frank Filser, Ludwig J. Gauckler, Heinz Lüthy y Christoph Hans Franz Hämmerle

Introducción

Desde hace unos años reina un interés creciente en puentes con armazones de cerámica para sustituir la ausencia de dientes^{13,14}. No obstante, para los puentes de cerámica sin metal en la región de los premolares y molares están documentadas altas cuotas de fracaso^{13,14}. Los resultados de cinco años sobre puentes de cerámica sin metal se encuentran hasta ahora sólo en dos estudios^{11,21}. En ambos casos los puentes de In-Ceram Alumina aprobaron la cuota de fracaso del 10%²¹ y 12%¹¹.

Por otro lado, las cuotas de fracaso en puentes metalocerámicos observadas en dos análisis sobre metales fueron mucho menores^{4,18}. La proporción de fracaso tras 10 años fue del 8%¹⁸ y 10%⁴. Partiendo de estos datos, los armazones metálicos revestidos con cerámica color diente siguen siendo la norma para los puentes posteriores.

Las fracturas en el armazón son las causas más habituales del fracaso de los puentes de cerámica sin metal¹¹. La valoración de los lugares de fractura demostró que los puntos más débiles son las zonas de unión. El estudio realizado según el método de los elementos finitos señaló que los puentes bajo carga oclusal en la cara gingival de la zona de unión son los que están sometidos a mayores esfuerzos⁵⁻⁷; se trataba de tensiones por tracción. La cerámica es frágil y por eso poco estable a la tensión por tracción^{5,6,8}. Durante el tratamiento clínico se generan fuerzas de flexión que provocan tensiones por tracción en la cara gingival de la zona de unión, pueden fomentar la formación de fisuras y causar así las fracturas. Para superar estas deficiencias y a la vez las altas cuotas de fracaso asociadas a éstas, se han desarrollado materiales cerámicos con una resistencia mejor a la flexión y a la fractura.

La cerámica vítrea Empress 1 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) posee, por ejemplo, una resistencia a la flexión de 182 MPa y una tenacidad de rotura⁹ de $1,77 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$. El óxido de aluminio ofrece valores mucho mejores⁹ (547 MPa y $3,55 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$). De entre todos los materiales cerámicos disponibles en la actualidad el óxido de zirconio ofrece la mayor resistencia a la flexión (900 MPa) y tenacidad de rotura¹⁶ ($9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$).

En las estructuras del puente hechas con materiales cerámicos tradicionales se debe aumentar el elemento de unión para elevar la estabilidad de la estructura. Sin embargo, esta medida puede provocar problemas periodontales y estéticos. No es necesario para los puentes metalocerámicos.

Mediante los avances de la técnica CAD/CAM los armazones se pueden realizar hoy día en dióxido de zirconio de alta resistencia. Últimamente el dióxido de zirconio se puede procesar incluso en estado presinterizado «blando», de lo que resultan nuevas posibilidades clínicas y técnicas.

El dióxido de zirconio se emplea con éxito en la ortopedia³ (restauración de la articulación coxofemoral) y en la odontología^{10,24} (vástagos radiculares, pilares implantarios). Esta circunstancia y los demás avances en las técnicas de procesamiento permiten también de manera razonable su aplicación en las estructuras de los puentes. Sin embargo, hasta ahora no hay disponibles datos clínicos a largo plazo con armazones de dióxido de zirconio. El objetivo de este estudio clínico era valorar la posibilidad a largo plazo de permanencia y el comportamiento de armazones de dióxido de zirconio en puentes de dientes laterales.

Para el estudio se tomaron 45 pacientes (18 mujeres y 27 hombres) que en su mayoría necesitaban un puente en la región de los posteriores del maxilar superior o inferior. El estudio estuvo sujeto a los criterios éticos de Helsinki. Todos los pacientes entregaron, después de haber recibido las aclaraciones pertinentes, una declaración de consentimiento.

Los dientes pilares tuvieron que cumplir los mismos criterios clínicos que los aplicados para los puentes metalocerámicos: debían ser dientes vitales o dientes con un tratamiento endodóntico *lege artis*, estar correctamente posicionados en la arcada dentaria, mostrar una buena relación posicional respecto a la dentición opuesta y poseer dentina suficiente. Se incorporaron 57 puentes de la zona posterior de tres a cinco piezas (47 de tres piezas, 8 de cuatro piezas y 2 de cinco piezas) para sustituir premolares y molares.

Materiales y métodos
Pacientes y reconstrucciones

Trabajos protésicos Los tratamientos clínicos fueron realizados principalmente por dentistas experimentados. Cinco tratamientos fueron realizados por estudiantes bajo la estricta supervisión de dentistas cualificados. Los procedimientos clínicos y técnicos ya han sido descritos detalladamente en otra publicación¹⁷ y serán comentados aquí de manera resumida. Los pasos preprotésicos y protésicos del tratamiento correspondieron en su totalidad a los pasos que se siguen habitualmente para los puentes metalocerámicos. La única diferencia estribó en que las preparaciones se tuvieron que ajustar a las normas para la fabricación computerizada de armazones. Los dientes pilares se prepararon de la siguiente manera:

- Borde: alrededor de los hombros/acanaladuras redondeadas (1,2 mm)
- Radio mínimo de la acanaladura: 0,65 mm
- Conicidad: de 6 a 8 grados para molares y premolares
- Eliminación de sustancia en oclusal: de 1,5 a 2,0 mm

Todos los armazones se realizaron mediante un proceso CAD (técnica DCM, direct ceramic machining). Es el prototipo de desarrollo de un sistema ya existente (Cercon, DeguDent, Hanau).

En primer lugar, siguiendo los requisitos anatómicos se crearon manualmente en composite fotopolimerizable los armazones sobre modelos maestros (Targis, Ivoclar Vivadent). Los modelos de armazón terminados se midieron mecánicamente y se digitalizaron; los datos se aumentaron un 25%. Después, se fresaron los armazones realizados en piezas brutas de dióxido de zirconio. Al sinterizar los armazones aumentados con 1.500 °C a su espesor definitivo, el tamaño se vuelve a encoger a las dimensiones del armazón acrílico original. Se recubrieron con un prototipo de cerámica de recubrimiento de nuevo desarrollo (con coeficientes de dilatación térmica optimizados para el dióxido de zirconio). Tras arenar con óxido de aluminio (tamaño: 110 µm; presión 25 bar) y desengrasar las superficies interiores con alcohol se adhieren los puentes con uno de estos dos cementos acrílicos (Variolink, Ivoclar; Panavia 21 TC, Kuraray, Fráncfort del Meno). Para las correcciones necesarias de la oclusión se pulieron con mucho cuidado las superficies modificadas. Se representa un caso típico en las figuras 1a a 1f.

Análisis básico Inmediatamente después de la cementación se valoraron las profundidades de las bolsas en cuatro puntos por diente. Se realizaron radiografías de los dientes pilares, a los puentes se les realizó una fotografía clínica. La vitalidad de la pulpa de los dientes pilares se analizó con dióxido de carbono.

Análisis posterior Cinco años después de la incorporación se realizó un análisis por si había complicaciones técnicas y biológicas. Desde el punto de vista técnico se comprobaron los siguientes parámetros: fracturas en el armazón, en el recubrimiento y la permeabilidad de los bordes. Desde el punto de vista periodontal, en los dientes pilares y (análogos, sin coronas, contralaterales) de control se registraron los siguientes parámetros: las profundidades de las bolsas, los niveles de unión, el índice de placa (plaqueindex, PI), sangrado al sondaje (bleeding on probing, BOP) y la movilidad dental. Además, se comprobó con dióxido

CIENCIA

ODONTOLOGÍA INTERDISCIPLINARIA



Fig. 1a. Situación clínica de partida: insuficiente restauración con amalgama en el diente 46 y diastema en el 45. La paciente quería una prótesis fija. Debido a que fue necesario tratar el diente 46 se colocó un puente de tres piezas.



Fig. 1b. Para conseguir un óptimo contorno y apoyo de la cresta y para el pónico (Ovate Pontic) el defecto de la cresta del diente 45 se creó con un tejido conjuntivo subepitelial extraído del paladar.



Fig. 1c. El pónico se condicionó según la estructura de la cresta mediante la obturación provisional para la admisión de Ovate Pontic.



Fig. 1d. Armazones de dióxido de zirconio de tres piezas sobre el modelo maestro. Los elementos de unión se realizaron con una sección transversal de al menos 6 mm² (3 mm de alto, 2 mm de ancho).



Fig. 1e. Puente recubierto sobre un espejo antes de la cementación.



Fig. 1f. Situación clínica después de la fijación adhesiva del puente con Panavia 21 TC. Gracias al pónico previamente aumentado y condicionado, la reconstrucción se incorpora óptimamente en la dentición residual.

de carbono la vitalidad de la pulpa de los dientes pilares y de control. Se prestó atención a las relaciones oclusivas y funcionales entre el puente y la dentición del maxilar opuesto. Se realizaron radiografías y fotografías clínicas. Para la creación de modelos de estudio se imprimieron ambos maxilares en alginato.

Finalmente, la satisfacción del cliente aumentó por los resultados estéticos finales y por la función masticatoria. Para ello se formularon preguntas generales (sí/no).

Los datos recogidos fueron valorados con métodos estadísticos descriptivos. Se consideraron los siguientes resultados y el momento en el que se manifestaron: pérdida del puente, astillado de la cerámica de recubrimiento y las caries. Se valoraron aparte las caries como causa de la pérdida del puente. Se excluyeron los pacientes a los que no se les pudo examinar posteriormente. Por medio de un test de jerarquía se comprobó lo significativo de las diferencias de permanencia de los puentes según el cemento empleado (Variolink o Panavia 21). Las comparaciones entre los valores comprobados en el grupo de estudio y de control para las profundidades de las bolsas, el índice de placa y el sangrado al sondaje se llevaron a cabo con el test McNemar. Las caries y la permeabilidad de los bordes, el índice de placa y el sangrado al sondaje fueron sometidos a un análisis de correlación¹.

Valoración estadística

Resultados Tras un tiempo medio de observación de $53,4 \pm 13$ meses fueron examinados 27 pacientes (11 mujeres y 16 hombres) con 33 puentes. La edad promedio de estos pacientes era de $48,3 \pm 10$ años. Llevaban 27 puentes de tres piezas y 6 de cuatro piezas. Todos los puentes y los elementos pilares, exceptuando 1 puente de contrapeso de tres piezas, rodearon sólo los pónicos. Veinte de los puentes se encontraban en el maxilar inferior y 13 en el superior.

De los 45 pacientes inicialmente tratados, 11 de ellos, de un total de 17 puentes de tres piezas, no pudieron seguir examinándose después de 5 años porque, o bien habían cambiado de residencia, o bien no estaban interesados en seguir participando del estudio. Siete puentes en 7 pacientes no estaban en buenas condiciones debido a complicaciones técnicas o biológicas cuando después de 3 años se realizó la visita de control y fueron cambiados a continuación. De este modo, tras 5 años se examinaron un total de 33 puentes (figs. 2a y 2b).

Después de 5 años de observación se tuvieron que cambiar en un total de 12 pacientes 12 puentes (26,1%) (tabla 1). En un caso, a los 38 meses se originó una fractura del armazón. Se trataba de un armazón de cinco piezas que se rompió cuando el paciente, al comer un trozo de pan, mordió una pequeña piedra (figs. 3a a 3c). Por eso, tras 5 años, la duración de un armazón de dióxido de zirconio fue del 97,8%. Todos los demás casos de fracaso se atribuyen a motivos biológicos o técnicos (tabla 1).

Un puente de cuatro piezas cementado con *Variolink* perdió la retención tras 33,3 meses de duración en la boca. Otro puente de tres piezas (perteneciente a otro paciente) no había cementado correctamente y mostraba zonas permeables en los bordes. Después de 44,1 meses se tuvo que reemplazar esa región debido a una caries.

La permeabilidad de los bordes con subsiguiente caries secundaria provocó la pérdida de 1 puente de cinco piezas, 2 de cuatro y 2 de tres. Debido a problemas endodónticos se extrajo 1 diente pilar. A otros 2 pacientes se les quitó 1 diente pilar (de un puente de tres piezas) debido a una fractura de la raíz. Antes de la realización del puente, a ambos



Fig. 2a. Puente posterior en dióxido de zirconio antes de su colocación.



Fig. 2b. Situación clínica de una reconstrucción exitosa en la investigación de 5 años de duración.

Puente	Piezas	Tiempo en boca	Cemento	Causa del fracaso
1	3	21,2	Panavia 21	Fractura del pilar
2	4	23,3	Panavia 21	Caries secundaria
3	5	33,0	Panavia 21	Caries secundaria
4	4	33,3	Variolink	Pérdida de retención
5	5	38,0	Panavia 21	Fractura de la prótesis
6	4	38,3	Panavia 21	Recubrimiento astillado
7	3	42,0	Variolink	Problemas endodónticos
8	3	44,1	Panavia 21	Error al cementar, caries secundaria
9	3	53,7	Panavia 21	Fractura del pilar
10	4	54,9	Panavia 21	Caries secundaria
11	3	60,4	Variolink	Caries secundaria
12	3	70,2	Panavia 21	Caries secundaria

Tabla 1. Puentes fracasados con envergadura, tiempo en la boca, cemento de fijación y causa

dientes se les colocó un poste radicular. Se sustituyó un puente de cuatro piezas al comprobar una fractura extendida de la cerámica de recubrimiento con el armazón expuesto (fig. 4). La tasa de supervivencia de los puentes tras 5 años fue por tanto del 73,9%. En el 15,2% de los casos ($n = 7$), tras un promedio de $35,1 \pm 13,8$ meses de tiempo en la boca se observó que la cerámica de recubrimiento se astillaba. El 58,7% de los puentes ($n = 27$) mostraban fisuras marginales. Al 21,7% de los puentes ($n = 10$) se le diagnosticó caries



Fig. 3a. Fractura de armazón de un puente de cinco piezas en el maxilar superior después de 38 meses de uso. El punto de rotura se encontró entre los pónicos de la región del primer y segundo premolar.

Fig. 3b. Radiografía de la reconstrucción fracturada.

Fig. 3c. Los elementos de unión se dimensionaron de manera conveniente. El fracaso del puente se atribuyó en primer lugar a efectos traumáticos.

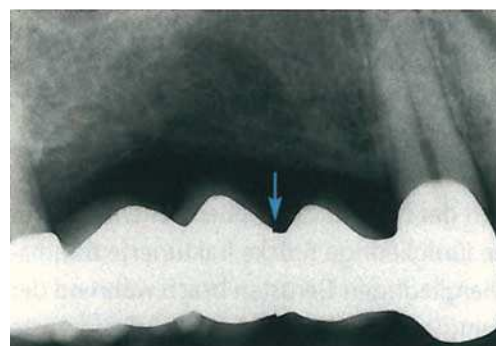




Fig. 4. Región lingual del pónico de un puente de cuatro piezas en el maxilar inferior con fractura de la cerámica de recubrimiento casi hasta el armazón de dióxido de zirconio.

secundaria en la región marginal. Se observó una relación significativa entre las fisuras marginales y las caries secundarias ($p = 0,0046$, test exacto de Fisher). Condicionado por el escaso tamaño de la prueba, sin embargo, no se pudo realizar una correlación estadística entre determinadas complicaciones y tipos de puente o envergaduras. Los dientes de prueba y de control no manifestaron ninguna diferencia significativa en los parámetros periodontales (profundidad de las bolsas, índice de placa y sangrado al sondaje).

Catorce puentes se fijaron con Variolink, 20 con Panavia TC. Entre estos materiales de fijación no se encontraron diferencias de cuota de permanencia, de aparición de permeabilizaciones o caries.

Todos los pacientes se mostraron satisfechos con la apariencia estética de los puentes de cerámica sin metal y el 91,7% con los aspectos funcionales.

Sólo 3 pacientes se mostraron insatisfechos. Uno de estos pacientes se quejó de tener demasiada sensibilidad a la temperatura. Este puente no se había incorporado correctamente durante la cementación, de tal forma que originó una fisura con la correspondiente permeabilidad. Los otros 2

pacientes se quejaron de supraoclusión o sensibilidad.

Discusión

La tasa de supervivencia de los armazones de dióxido de zirconio para los puentes de premolares y molares aquí descritos fue del 97,8% tras 5 años. Solamente un puente de cinco piezas se fracturó debido a un trauma después de 38 meses. De los armazones de tres o cuatro piezas no se rompió ninguno durante el tiempo que duró la observación. El dióxido de zirconio se introdujo como material para los armazones de los puentes suponiendo que sus excelentes propiedades físicas facilitarían la aplicación con éxito de la realización de puentes de cerámica sin metal en la región posterior. Por tanto, los datos del presente estudio contemplan una coincidencia optimista. La mínima aparición de fracturas en el armazón contrasta con los resultados de estudios anteriores en los que se examinaron otros materiales cerámicos a modo de dióxido de zirconio^{13,14}.

La superficie de unión en armazones de dióxido de zirconio de cinco piezas debe ser al menos de 11 mm^2 en sección transversal considerando la estabilidad contra cargas clínicas^{5,6}. El puente fracasado se analizó con precisión después de extraerlo. Se constató que los elementos de unión habían aumentado de 18,49 a $19,29 \text{ mm}^2$ según el material y la envergadura del puente (fig. 2). El fracaso del armazón provocó un trauma. Una de las causas posibles pudo ser la fatiga del material.

En diversos estudios sobre puentes de dióxido de zirconio no se informa de fracturas en los armazones^{2,12,20,22}. De este modo, la nueva cerámica muestra, en comparación con las tradicionales, una mejor estabilidad como material para armazones. Sólo existen experiencias con armazones de cerámica para puentes en dos materiales: Empress 2 (Ivoclar Vivadent) e In-Ceram (Vita, Bad Säckingen). En un estudio prospectivo sobre puentes de tres piezas frontales y laterales en Empress 2 la tasa de supervivencia fue después de 38 meses de uso del 72,4%²⁵. En el 50% de los casos fracasados se determinaron fracturas completas del armazón. Fue sorprendente que estas fracturas sólo ocurrieran en puentes de dientes frontales. Desgraciadamente para los puentes Empress-2 no hay documentados hasta ahora resultados a largo plazo con más de 3 años de observación. Los puentes In-Ceram sacan mejor nota en una directa comparación clínica.

Este resultado se supone extraído de la mejor estabilidad de material de In-Ceram. En un estudio prospectivo sobre puentes de tres piezas posteriores en In-Ceram la tasa de supervivencia tras 5 años de uso fue del 90%²¹. La única causa de fracaso (en el 70% de los puentes) consistió en fracturas en la reconstrucción. Un análisis retrospectivo de los puentes In-Ceram en la región de los dientes anteriores y posteriores mostró que tras un tiempo medio de observación de 76 meses un 12% de los puentes fracasó por fractura. La tasa de supervivencia general de los puentes de dióxido de zirconio en el presente estudio fue del 73,9%. Su causa se encontró en diversos problemas biológicos y técnicos. Más del 20% de los casos se caracterizaron por fisuras marginales con caries secundarias. Tales casos no se habían descrito en trabajos anteriores sobre puentes en Empress 2/In-Ceram^{11,21,25} o dióxido de zirconio^{2,12,20,22}. Supuestamente estos problemas de cierre marginal se originaron porque en el estudio presente se empleó un prototipo de procedimiento CAM en continuo desarrollo, mientras que en los estudios anteriores se utilizaron los sistemas tradicionales. Además, para estos primeros exámenes de dióxido de zirconio como armazones para puentes se desarrollaron modelos de preparación ajustados y nuevos métodos de elaboración. El habitual proceso de fresado de cerámica se ha ido mejorando entretanto, de modo que hoy se consigue un cierre marginal similar como con otros sistemas CAD/CAM¹⁹ y, así mismo, hay disponible un sistema que se ajusta a los requisitos clínicos² (Cercon).

El problema técnico más habitual en las prótesis de dióxido de zirconio es, en todos los estudios, las astillas o las fracturas de la cerámica de recubrimiento. En el presente examen se registraron astillas en el 15,2% de los casos. El puente se reemplazó tras una pérdida extensiva de material de recubrimiento. En un examen anterior en el que se aplicó un prototipo de cerámica distinto se encontraron astillas en el 4,3% de la totalidad de los puentes 18 meses después de su incorporación². En un tercer estudio, después de 2 años de uso, afectó al 15% de todos los recubrimientos²², en un cuarto estudio fue el 8% de todos los casos tras 38 meses de observación²⁰.

Los materiales de recubrimiento de feldespato para las construcciones metalocerámicas están asociados a menores cuotas de fractura que los puentes de cerámica sin metal de dióxido de zirconio. Por ejemplo, en un estudio clínico sobre puentes metalocerámicos la cuota de fractura en los recubrimientos de cerámica resultó ser tras 5 años de observación clínica de sólo 2,5%¹⁵. En los puentes In-Ceram no se observaron tras 5 años de ninguna astilla o fractura^{11,21}. La frecuencia aproximada de las astillas en armazones de dióxido de zirconio se puede explicar afirmando que en aquel entonces no había cerámicas de recubrimiento adecuadas a este objetivo especial. Los materiales cerámicos de baja fusión con coeficientes de expansión térmica compatibles para el dióxido de zirconio ($> 11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) se encuentran en fase de desarrollo. Se han registrado problemas similares en el recubrimiento de armazones de titanio. En un estudio comparativo sobre puentes de titanio y puentes convencionales de metalocerámica se produjeron muchos más problemas con las aleaciones de titanio²³.

Hay que suponer que las actuales cerámicas de recubrimiento para dióxido de zirconio no poseen las características mecánicas necesarias y por eso se precisan materiales optimizados. Por un lado, las masas de cerámica deberían seguir desarrollándose y consolidándose. Por otro lado, los armazones deben optimizarse para que las cerámicas de recubrimiento se sostengan mejor. Un inconveniente de las técnicas CAD/CAM para la

realización de armazones es que el espesor uniforme de la construcción virtual no ofrece soporte suficiente a la cerámica de recubrimiento. Las proporciones óptimas del armazón que podrían ofrecer un soporte no se pueden realizar o se alcanzan difícilmente. En el presente estudio los armazones se realizaron de forma manual. El procedimiento elegido equivale a la fabricación tradicional de los armazones de metal. Todos los armazones se modelaron de tal forma que correspondieron a la situación anatómica individual. Sin embargo, surgieron numerosas astillas. Por eso, se deberían elaborar nuevas disposiciones para el trabajo con dióxido de zirconio como material para armazones. Además, se deberían realizar más estudios in vivo e in vitro para investigar mejor los resultados existentes a la vista del complejo conocimiento multifactorial de la delaminación.

Los dientes de prueba y de control no mostraron en los parámetros periodontales ninguna diferencia significativa. Este resultado corresponde a los resultados de estudios previos sobre puentes con armazones de dióxido de zirconio^{2,12,20,22}. Muestra que estos puentes de cerámica sin metal se integran de manera adecuada desde una perspectiva biológica. Finalmente, los pacientes del presente estudio estuvieron sumamente satisfechos con el funcionamiento y con la apariencia de los puentes de dióxido de zirconio. Los valores de satisfacción obtenidos corresponden a los conocimientos de estudios anteriores²⁰.

Conclusión Los datos de este estudio de 5 años de duración ofrecen las siguientes conclusiones:

- El dióxido de zirconio es un material para armazones de suficiente estabilidad para puentes de tres y cuatro piezas posteriores si se mantienen las dimensiones mínimas de los elementos de unión.
- El sistema de prototipos utilizado en este estudio provocó regularmente imprecisiones de ajuste en los bordes. Se debería seguir mejorando el cierre marginal.
- Los estudios futuros deberían investigar cómo mejorar la longevidad clínica de los recubrimientos de dióxido de zirconio.
- El dióxido de zirconio está indicado para la fabricación de puentes de cerámica sin metal en la sustitución de molares y premolares.

Agradecimiento Este trabajo ha estado respaldado con medios de la Schweizerischen Nationalfonds (Programa sobre investigación de materiales). Los autores agradecen a Madeleine Schumacher por su asesoramiento técnico y la fabricación de los puentes. Agradecimiento especial al Dr. Malgorzata Roos por la valoración estadística de los datos.

- Bibliografía**
1. Altman DG. Practical Statistics for medical research. London: Chapman and Hall, 1994.
 2. Bornemann G, Rinke S, Hüls A. Prospective clinical trial with conventionally luted zirconia-based fixed partial dentures – 18-month results [abstract]. J Dent Res 2003;82:117.
 3. Cales B, Stefani Y. Mechanical properties and surface analysis of retrieved zirconia femoral hip joint heads after an implantation time of 2 to 3 years. J Mater Sci Mater Med 1994;5:375.
 4. 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.
 5. Filser F. Direct Ceramic Machining of Ceramic Dental restorations [thesis]. Zürich: Swiss Federal Institute of Technology, 2001.
 6. 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 Computerized Dent 2001;4:83-106.
 7. Fischer H, Weber M, Marx R. Lifetime prediction of all-ceramic bridges by computational methods. J Dent Res 2003;82:238-242.

8. Kelly JR, Test JA, Sorensen JA. Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: Analysis and modelling. *J Dent Res* 1995;74:1253-1258.
9. Lüthy H. Strength and toughness of dental ceramics. In: Mörmann WH (Hrsg.) CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. Cerec 10-Year Anniversary Symposium. Chicago: Quintessence, 1996:229-240.
10. Meyenberg K, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: A new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent* 1995;7:3-80.
11. Olsson KG, Fürst B, Andersson B, Carlsson GE. A long-term retrospective and clinical follow-up study of InCeram Alumina FPDs. *Int J Prosthodont* 2003;16:150-156.
12. Pospiech PR, Rountree PR, Nothdurft FP. Clinical evaluation of zirconia-based all-ceramic posterior bridges: Two-year results [abstract]. *J Dent Res* 2003;82:114.
13. Raigrodsky AJ, Chiche GJ. All-ceramic fixed partial dentures, Part I: In vitro studies. *J Esthet Restorative Dent* 2002;14:188-191.
14. Raigrodsky AJ, Chiche GJ. All-ceramic fixed partial dentures, Part III: Clinical studies. *J Esthet Restorative Dent* 2002;14:313-319.
15. Reuter JE, Brose MO. Failures in full crown retained dental bridges. *Br dent J* 1984;157:61-63.
16. Rieger W. Medical applications of ceramics. In: Kosterz G (Hrsg.). High-Tech Ceramics-Viewpoints and Perspectives. London: Academic Press, 1989:1291-1328.
17. Sailer I, Fehér A, Filder F et al. Prospective clinical study of zirconia fixed partial dentures: 3-year follow-up. *Quintessence Int* 2006;37:685-693.
18. Scurria MS, Bader JD, Shugars DA. Meta-analysis of fixed partial denture survival: Protheses and abutments. *J Prosthet Dent* 1998;79:459-464.
19. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann H, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina- and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Oper Dent* 2001;26:367-374.
20. Tinschert J, Natt G, Latzke P, Schulze K, Heussen N, Spiekermann H. Vollkeramische Brücken aus DC-Zirkon – ein klinisches Konzept mit Erfolg? *Dtsch Zahnärztl Z* 2005;60:435-445.
21. Vult von Steyern P, Jönsson O, Nilner K. Five-year evaluation of posterior all-ceramic three-unit (InCeram) FPDs. *Int J Prosthodont* 2001;14:319-384.
22. Vult von Steyern P, Carlsson P, Nilner K. All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zircon technique. A 2-year clinical study. *J Oral Rehabil* 2005;32:180-187.
23. Walter M, Reppel PD, Böning K, Freesmeyer WB. Six-year-follow-up of titanium and high-gold porcelain-fused-to-metal fixed partial dentures. *J Oral Rehabil* 1999;26:91-96.
24. Wohlwend A, Studer S, Schärer P. Das Zirkonoxidabutment, ein neues vollkeramisches Konzept zur ästhetischen Verbesserung der Suprastruktur in der Implantologie. *Quintessenz Zahntech* 1996;22:364-381.
25. Zimmer D, Gerds T, Strub JR. Überlebensrate von IPS-Empress 2 Vollkeramikronen und -brücken: Drei-Jahres-Ergebnisse. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2004;114:115-119.

Dra. Irena Sailer.z

Oberassistentin, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahn-ärztliche Materialkunde, Universität Zürich, Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Suiza.

Correo electrónico: irena.sailer@zzmk.uzh.ch

Aurel Fehér, Dr. med. dent.

Niedergelassener Zahnarzt, Zürich, Suiza.

Dr. rer. nat. Frank Filser, Prof. Dr. rer. nat.

Ludwig J. Gauckler, Materialwissenschaftler am Departement für Materialwissenschaft, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, Suiza.

Heinz Lüthy, Dr. rer. nat.

Materialwissenschaftler an der Klinik für Prothetik und Kaufunktionslehre, Universität Basel, Suiza.

Prof. Dr. med. dent. Christoph Hans Franz Hämmerle.

Ordinarius an der Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Universität Zürich, Zürich, Suiza.

Correspondencia