

## Restauración de dientes erosionados utilizando cerámica sin metal: informe de un caso

Claudia Weber, Dr. med. dent.<sup>a</sup>, Daniel Edelhoff, Prof. Dr. med. dent.<sup>b</sup>, y Oliver Brix<sup>c</sup>

*Los nuevos métodos de tratamiento que incluyen la utilización de materiales de cerámica sin metal permiten, en combinación con el cementado adhesivo, reducir significativamente la cantidad de sustancia dentaria sana a sacrificar en restauraciones indirectas. En el presente trabajo se utiliza el informe de un caso para describir un complejo proceso de rehabilitación protésica de múltiples defectos erosivos por medio de diversos materiales de restauración de cerámica sin metal en una paciente que había padecido bulimia con anterioridad. La fijación y la posterior consecución del objetivo del tratamiento fueron posibles sólo gracias a la estrecha colaboración entre la paciente, el odontólogo y el técnico de laboratorio. Las férulas diagnósticas y los provisionales modificables supusieron herramientas altamente eficaces para la comunicación, la toma de decisiones y la posterior preparación.*

(*Quintessenz*. 2007;58(12):1277-89)

### Introducción

La ingesta abundante de bebidas y alimentos ácidos (factores exógenos) y la bulimia y el reflujo gastroesofágico (factores endógenos) se han descrito como fac-

tores etiológicos importantes de la pérdida de tejidos duros dentarios por erosión<sup>27</sup>. Las personas más jóvenes y los niños se ven afectados cada vez más por estos problemas<sup>22</sup>.

La combinación de cerámicas con base de sílice y de cementos de composite con efectos que emulan la apariencia dentaria, como la translucidez, abre al paciente un abanico de posibilidades terapéuticas totalmente nuevas. Dados los buenos resultados clínicos a largo plazo, la excelente estética que permiten lograr y el bajo grado de invasividad que requieren<sup>14</sup>, las carillas cementadas con técnicas adhesivas ofrecen una gama de interesantes aplicaciones que no deja de ampliarse<sup>5</sup>. El perfeccionamiento de la unión adhesiva al esmalte dentario<sup>6</sup> y a los materiales restauradores de cerámica con base de sílice<sup>47</sup> ha influido enormemente en la preparación, dado que permite eliminar una menor cantidad de tejidos duros dentarios sanos. Por consiguiente, la conservación de esmalte se ha convertido en un factor importante en la determinación de la forma de la preparación<sup>18</sup>. Estas restauraciones se consideran ventajosas gracias sobre todo al bajo riesgo para la pulpa, a un manejo de los tejidos duros dentarios menos agresivo y a su alto potencial estético<sup>11</sup>. También en el sector posterior las restauraciones de cerámica sin metal cementadas con técnicas adhesivas han demostrado su eficacia<sup>26</sup>. Los onlays de cerámica, cuya preparación se realiza en función del defecto y sin geometría retentiva, suponen un método eficaz para no tener que tomar antiguas medidas protésicas innecesarias que exigen un gran sacrificio de tejidos duros dentarios<sup>21,45</sup>. Dadas las buenas propiedades ópticas y mecánicas de las cerámicas con base de sílice, éstas son el material de elección para sustituir el esmalte dentario perdido<sup>34</sup>.

El presente caso clínico ilustra el complejo procedimiento que fue necesario seguir para la rehabilitación protésica de los dientes dañados principalmente por erosión utilizando restauraciones de cerámica sin metal.

<sup>a</sup>Clínica de Prostodoncia. Hospital Universitario de RWTH Aachen. Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen, Alemania.

<sup>b</sup>Policlínica de Prostodoncia. Clínica de la Ludwig-Maximilians-Universität (Múnich).

Goethestrasse 70, 80336 Múnich, Alemania.

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

<sup>c</sup>Técnico de laboratorio.

Innovatives Dental Design.

Dwight-D.-Eisenhower-Strasse 9, 65197 Wiesbaden, Alemania.



*Figura 1.* Situación inicial: imagen con labios. Aspecto estético deficiente por la calidad insuficiente de las restauraciones de composite en los dientes anterosuperiores, realizadas para cubrir los defectos por erosión provocados por la bulimia que había sufrido la paciente.



## Caso clínico

### *Situación inicial*

Una paciente de 25 años de edad acudió a la Clínica de Prostodoncia de Aachen con el deseo de mejorar la estética de sus dientes anterosuperiores. Indicó que no sentía dolor, aunque refirió hipersensibilidad cuando ingería alimentos. Para la paciente el problema principal eran las deficiencias estéticas provocadas por unas restauraciones de composite muy ensanchadas y decoloradas que presentaban sus dientes anterosuperiores (fig. 1). A la paciente le daba la sensación de que sus dientes eran demasiado «pequeños».

La anamnesis reveló que la paciente había padecido una bulimia nerviosa durante 9 años, y que hacía más de dos que se había recuperado de dicha enfermedad.



*Figura 2.* Situación inicial: retrato de la paciente. Al sonreír se aprecia la morfología deficiente de los dientes anterosuperiores. El tercio inferior del rostro está alterado.

*Figura 3.* Situación inicial: dientes anterosuperiores. El detalle muestra la envergadura de las lesiones erosivas en el sector anterior. Las extensas obturaciones de composite presentan una falta de armonía en el eje dentario y no reproducen la relación correcta entre la longitud y la anchura de los dientes.

Gracias a una terapia causal que había finalizado con éxito, la paciente pudo hablar abiertamente sobre el problema.

La exploración extraoral arrojó indicios de una ligera pérdida de dimensión vertical en el tercio inferior del rostro (fig. 2). Con el labio superior relajado los dientes anterosuperiores apenas si eran visibles y, al sonreír, éstos no presentaban la convexidad correspondiente con la del labio inferior. La simetría axial y la línea media de los dientes carecían así mismo de armonía con respecto a los ejes y líneas faciales. El análisis funcional manual no arrojó resultados destacables.

El examen intraoral reveló la presencia de lesiones erosivas múltiples generalizadas debidas al ataque ácido continuado durante años en todos los dientes del maxilar y en la mayoría de los dientes posteriores de la mandíbula. Los dientes anterosuperiores estaban cubiertos con



*Figura 4.* Situación inicial: vista oclusal de la arcada superior. La erosión ha causado una importante pérdida de esmalte con algunas zonas de dentina expuesta sobre todo en las caras palatinas de los dientes 14 a 24. La pérdida de tejido duro ha provocado una alteración de la dimensión vertical en las zonas de soporte.



*Figura 5.* Situación inicial: vista oclusal de la arcada inferior. En los dientes inferiores se aprecian defectos por erosión con exposición de dentina sobre todo en las caras oclusales de los segundos premolares y de los molares. Las lesiones erosivas de los primeros premolares, los caninos y los incisivos son mucho más leves.

obturaciones de composite muy decoloradas que presentaban una adaptación marginal insuficiente y que, según la paciente, no se correspondían con la morfología dentaria original (fig. 3). Según el resultado arrojado por el examen radiográfico, bajo la mayor parte de las obturaciones de los dientes anterosuperiores no existía esmalte dentario. Se constataron además lesiones erosivas superficiales en el paladar del nivel 3 de acuerdo con el grado de exposición de la dentina y según la clasificación de Johansson et al<sup>24</sup>. Los defectos por erosión que permanecían sin tratamiento en el sector posterior se presenta-



*Figura 6.* Situación inicial: oclusión dinámica. Las alteraciones erosivas también han tenido consecuencias negativas para la función. La pérdida de tejido duro ha suprimido la guía anterior canina y ha dado lugar a una función de grupo anterior y posterior.

ban en forma de cúspides redondeadas deformadas y, en la mayoría de los casos, afectaban a la dentina (fig. 4). Las lesiones de dicha extensión corresponden al grado 2 de acuerdo con la clasificación de Johansson et al<sup>24</sup>. Los dientes anteroinferiores y los primeros molares inferiores, en cambio, estaban prácticamente intactos (fig. 5).

La paciente consideraba, de forma comprensible y justificada, que la conformación deficiente y la intensa decoloración de las obturaciones de los dientes anterosuperiores a rehabilitar suponían un problema estético.

Las lesiones erosivas en las superficies oclusales corroboraron los primeros indicios de pérdida de dimensión vertical debido a la reducción del grosor del esmalte. Además, algunos dientes del sector posterior presentaban caries interproximal. Todos los dientes mostraron sensibilidad en la prueba de frío con CO<sub>2</sub> y no dieron respuestas dolorosas a la prueba de percusión. La comprobación de la oclusión estática y dinámica dio como resultado la pérdida de la guía anterior canina acompañada de una función de grupo anterior y posterior con interferencias durante la oclusión dinámica (fig. 6).

La higiene oral era excelente y el periodonto estaba sano. La paciente ya había sido informada sobre la interacción entre los hábitos de higiene oral y los alimentos ácidos.

### *Plan de tratamiento*

Antes de acometer el plan de tratamiento definitivo, se cambiaron las obturaciones deficientes en el sector posterior. Esto permitió conocer con más exactitud el ta-



*Figuras 7a y 7b.* Análisis de modelos y encerado. Gracias al encerado confeccionado por el técnico de laboratorio se pudo reconstruir el tejido duro dentario que se había perdido y materializar las expectativas estéticas y funcionales de la paciente en un tiempo razonable. No fue necesaria una gran cantidad de cera para reconstruir la oclusión con guía canina.

maño real del defecto y de las porciones de esmalte que conservaban los dientes.

Para la rehabilitación estética y funcional de la paciente se fijaron los siguientes objetivos terapéuticos: la restauración de la morfología dentaria y, por consiguiente, de la dimensión vertical y el restablecimiento de una oclusión dinámica con guía anterior canina. Desde el punto de vista estético era necesario corregir el perfil labial, la relación labiodental y la relación entre la longitud y la anchura de los dientes anterosuperiores para poder restaurar la trayectoria de la línea de sonrisa<sup>36</sup>. A partir del grosor medio que registraba el esmalte dentario de los dientes intactos se estimó que las lesiones erosivas y abrasivas, que habían llegado a afectar a la dentina, habían provocado una pérdida de dimensión vertical de unos 2 mm en el sector posterior<sup>6,10</sup>. La paciente se mostraba muy motivada y desde el inicio del tratamiento estuvo dispuesta a colaborar en todo momento.

El técnico de laboratorio confeccionó un encerado diagnóstico a partir de los modelos montados en relación céntrica (figs. 7a y 7b). Para reconstruir los dientes dañados con criterios estéticos y funcionales fue necesario levantar la dimensión vertical 4 mm a la altura del pin incisal. Para la transferencia a la situación clínica, el encerado fue trasladado a una férula diagnóstica fabricada con base de polietileno (Durelon transparente, grosor: 0,5 mm, Scheu-Dental, Iserlohn) después del duplicado de modelos. A fin de que la paciente pudiera visualizar el objetivo del tratamiento con ayuda de la férula diagnóstica, se aplicó composite fotopolimerizable de baja

viscosidad (Tetric Flow, Ivoclar Vivadent, Ellwangen) en la férula, que era relativamente dura y se apoyaba en las estructuras gingivales. A continuación la férula fue colocada sobre los dientes de la paciente no preparados y aislados previamente con vaselina líquida (figs. 8 y 9). Tras una breve fotopolimerización (5 s) la paciente pudo obtener una primera impresión del resultado previsto del tratamiento por medio de una solución tridimensional. En caso de haberse rechazado la restauración propuesta, hasta el momento sólo se habrían generado los costes de confección del encerado y de la férula diagnóstica. Pero el cambio de aspecto entusiasmó a la paciente hasta tal punto que aceptó inmediatamente la totalidad del tratamiento. Una vez finalizado el análisis para los procesos clínico y de laboratorio y después de sopesar las ventajas y los riesgos de otros métodos restauradores alternativos, la paciente y el equipo establecieron el siguiente plan terapéutico: para eliminar el importante defecto por erosión de los dientes anterosuperiores y realizar todas las correcciones formales necesarias se utilizaron seis coronas de cerámica sin metal con una subestructura de óxido de zirconio (Lava Frame, 3M Espe, Seefeld). El grosor de las subestructuras de óxido de zirconio para las coronas anterosuperiores se redujo hasta los 0,3 mm<sup>9</sup>. Para el recubrimiento de las subestructuras de óxido de zirconio se planificó una cerámica de nueva generación (IPS e.max Ceram, Ivoclar Vivadent).

El equipo terapéutico decidió utilizar onlays de cerámica vítrea (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent) confeccionados con la técnica de aplicación de tintes para rehabilitar los dientes del sector posterior y lograr un resultado



*Figura 8.* Prueba en boca de la férula diagnóstica fabricada a partir del encerado. La férula se ha rellenado con composite polimerizable, que se puede retirar fácilmente de los dientes aislados previamente con vaselina líquida.



*Figura 9.* La paciente pudo obtener una primera impresión de la restauración planificada gracias a la férula diagnóstica provista de composite. En ese momento el tratamiento todavía era reversible, puesto que los dientes no se habían acondicionado ni preparado.

satisfactorio desde el punto de vista estético y funcional. El tratamiento constaba de las siguientes fases:

1. Transferencia de la elevación de la dimensión vertical determinada por el encerado con ayuda de una férula.
2. Preparación de los dientes afectados y determinación de la relación intermaxilar (férula partida); cementado del provisional confeccionado a partir del encerado en una sola sesión.
3. Utilización breve del provisional y realización de posibles modificaciones.
4. Toma de impresiones seguida de la fabricación de las restauraciones en el laboratorio.



*Figura 10.* Preparación de los dientes anterosuperiores para la recepción de coronas de cerámica. Dado que se había previsto utilizar cofias de óxido de zirconio con un grosor de sólo 0,3 mm, la eliminación de sustancia marginal se pudo limitar a 0,8 mm con un chamfer circular.

5. Prueba en boca y cementado definitivo de las restauraciones de cerámica sin metal.

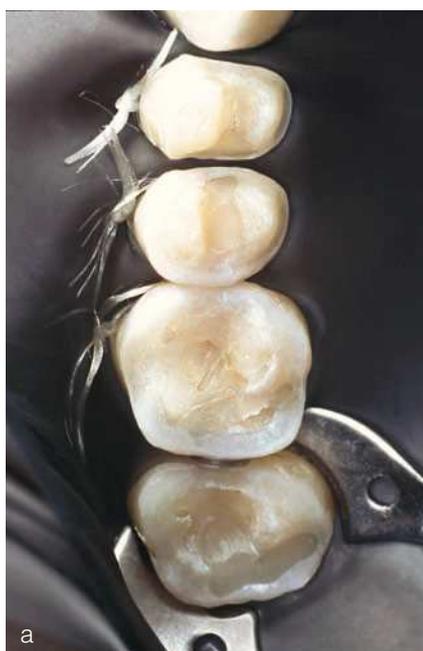
### *Procedimiento clínico*

#### **Tratamiento previo y preparación**

En una fase inicial se realizó un tratamiento con férula de ocho semanas de duración mediante el que fue posible transferir a la boca de la paciente de forma precisa la nueva dimensión vertical del encerado, levantada 4 mm a la altura del pin incisal.

La preparación de todos los dientes y la determinación de la relación intermaxilar con la férula partida se llevaron a cabo en un día. La férula diagnóstica sirvió de orientación para la preparación y permitió sacrificar la menor cantidad posible de tejido duro dentario de acuerdo con el contorno exterior de las restauraciones previsto en el encerado.

Como parte de la preparación de los dientes anterosuperiores con vistas a la recepción de las coronas de cerámica sin metal, se realizó un chamfer circular que se pudo limitar a 0,8 mm (fig. 10). En el sector posterior el equipo terapéutico determinó que el espacio mínimo necesario para los onlays de cerámica vítrea utilizados era de 1 mm y renunció a una preparación macrorretentiva con cajas (figs. 11a y 11b). El diseño de la preparación debía ser adecuado para restauraciones de cerámica sin metal e incluir bordes redondeados y zonas de transición fluidas. La superficie disponible para el cementado definitivo debía ser lo más amplia posible dado que, cuanto



*Figuras 11a y 11b.* Preparación de los dientes superiores del sector posterior para la recepción de onlays de cerámica vítrea. Para la preparación se tomó como referencia la férula transparente fabricada a partir del encerado. En la preparación se tuvo en cuenta que el grosor del material de los onlays no podía ser inferior a 1 mm.



*Figura 12.* Comprobación de las relaciones espaciales con ayuda de un calibre colocado en el provisional directo.

más extensa es la superficie de unión, mayor es la adherencia. Durante la preparación se puede comprobar el espacio disponible colocando la férula diagnóstica tras haber sido perforada con una sonda (sonda North Carolina con graduación milimétrica, Hu-Friedy, Leimen) o con ayuda de un calibre y el provisional directo (fig. 12). Si no se alcanzan los valores mínimos se deberían realizar las correcciones pertinentes mediante tallado selectivo.

### Tratamiento provisional y toma de impresiones

La confección de los provisionales se realizó en el sillón dental con ayuda de la férula de preparación reutilizable y un material de restauración provisional tipo Bis-GMA (Protemp 3 Garant, Fa. 3M Espe). Los tejidos blandos y duros adyacentes fueron aislados con vaselina líquida. Con el fin de lograr un mejor resultado estético, para confeccionar los provisionales anterosuperiores se aplicó en primer lugar un composite translúcido fotopolimerizable (Tetric EvoCeram, color: T, Ivoclar Vivadent) en la zona de los bordes incisales de la férula y, sólo después, se incorporó el material de restauración provisional autopolimerizable.

El cementado de los provisionales anteriores se realizó con un cemento sin eugenol (Temp-Bond NE, Kerr-Hawe, Bioggio, Suiza). En el sector posterior, en cam-

bio, los onlays provisionales poco retentivos se dejaron ferulizados cuando fue posible y se cementaron con agente adhesivo (Heliobond, Ivoclar Vivadent), que se había aplicado con anterioridad sobre las superficies acabadas y sin ácido de los dientes preparados y sobre las caras internas de los onlays provisionales (fig. 13).



*Figura 13.* Colocación de los provisionales ferulizados sobre los dientes inferiores, con preparaciones poco retentivas. Los provisionales conquiriformes se cementaron con adhesivo. Para lograr una retención suficiente se realizó un grabado ácido puntiforme de corta duración en determinadas zonas del esmalte preparado.



*Figura 14a.* Coronas anterosuperiores terminadas (11 y 21) con una subestructura de cerámica de óxido de zirconio (tipo Lava Frame) coloreada durante el proceso de fabricación. Su reducido grosor, que en algunos puntos era sólo de 0,3 mm, permitió disponer de más espacio para la cerámica de recubrimiento IPS e.max Ceram.

A continuación la capa de adhesivo se fotopolimerizó durante 30 s haciendo incidir la luz a través de la restauración provisional. Cuando la preparación es muy poco retentiva (diente 47), antes del cementado del provisional se recomienda realizar un grabado ácido puntiforme («spot etching») con ácido fosfórico en una pequeña zona del esmalte (de unos 2 mm de diámetro) en la superficie de preparación durante sólo 10 s. Las microrretenciones parciales evitan la pérdida de retención tras el fraguado del adhesivo con cierta fiabilidad.

Con el cementado del provisional empezó para la paciente la “fase de prueba”. En el presente caso la paciente expresó su deseo de modificar la longitud de los dientes anteriores, que fue corregida mediante adición de composite de baja viscosidad (Tetric Flow). Sólo después de que la paciente se mostrara completamente satisfecha con la función y la estética de los provisionales se inició la preparación de la restauración definitiva, lo que sucedió a las tres semanas aproximadamente.

Antes de proceder a la toma de impresiones de los dientes pilares, se realizó una impresión con alginato de los provisionales superiores para transmitir al técnico de laboratorio las modificaciones con respecto al encerado que había confeccionado anteriormente. Para lograr la máxima precisión en la impresión de los dientes preparados se colocaron dos hilos de retracción superpuestos (técnica de doble hilo) en el surco gingival (hilo Ultrapak de calibre # 000 el primero y de calibre # 0 el segundo, Ultradent, South Jordan, EE. UU.). Se realizó una impresión de doble mezcla en un solo tiempo (poliéter Permadyne, 3M Espe) con cubetas individuales.



*Figura 14b.* Onlays para los dientes 35 y 45 terminados de cerámica vítrea reforzada con leucita (tipo IPS Empress Esthetic con técnica de aplicación de tintes).

La confección de las restauraciones de cerámica sin metal tuvo lugar sin tiempos de espera y sin prueba de bizcocho; se tuvieron en cuenta los nuevos modelos de situación y las fotografías. Sólo se tuvo que transferir el material de restauración provisional (resina) al definitivo (cerámica) respetando las directrices funcionales y estéticas probadas por medio de los provisionales (figs. 14a y 14b).

### Prueba en boca y cementado

Una vez retirados los provisionales, se eliminaron los residuos de cemento provisional de los dientes anterosuperiores utilizando instrumentos de limpieza especiales de punta roma (OptiClean, KerrHawe). En el sector posterior los restos de adhesivo se eliminaron con ayuda de cepillos de limpieza y una pasta de limpieza sin fluoruro (Zircate Prophyl Paste, Dentsply DeTrey, Konstanz). Por lo general el adhesivo se adhiere a las superficies internas de los provisionales para evitar que las superficies preparadas tengan impurezas. Los restos de adhesivo persistentes se pueden retirar fácilmente de las superficies preparadas con una cureta. Para eliminar el adhesivo de las zonas de esmalte grabadas se aplicaron fresas de acabado de forma selectiva. Para controlar la forma y el color, las restauraciones fueron probadas por cuadrantes con un gel de glicerina coloreado (pasta Try-in Variolink II de Ivoclar Vivadent). La comprobación de la calidad de la adaptación marginal se realizó con una masa de sílica de adición (Fit & Test, Voco, Cuxhaven).

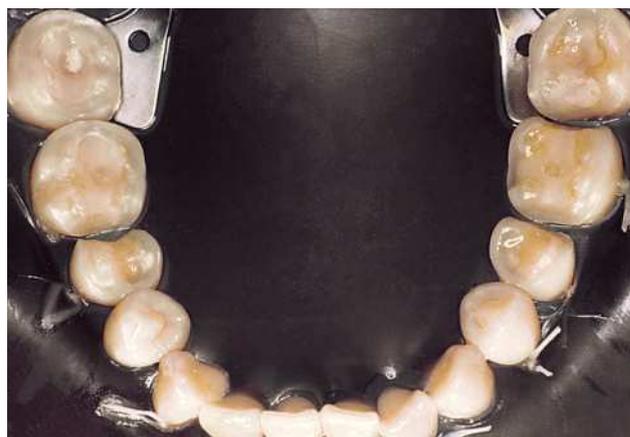
Las restauraciones de cerámica con base de sílice, como los onlays, presentan un riesgo elevado de fractura



*Figura 15.* Eliminación del exceso de material en una corona anterior tras el cementado adhesivo. El cemento de composite sobrante se pasó al estado de gel por medio de una fotopolimerización inicial durante pocos segundos y se retiró utilizando una cureta.

durante la prueba en boca. La baja resiliencia de la silicona de adición permite disminuir la concentración de tensiones en la cerámica, dado que evita en gran medida el contacto directo con el tejido duro dentario, falta de flexibilidad. Al mismo tiempo se puede lograr cierta fijación de las restauraciones sobre los dientes preparados, de modo que se puede realizar con cuidado una comprobación de los contactos en oclusión estática y dinámica. Tras analizar a fondo los aspectos estéticos y funcionales, la paciente dio su aprobación para el cementado definitivo de las restauraciones.

Para el cementado adhesivo de las coronas anteriores de cerámica de óxidos sus caras internas fueron chorreadas con óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), irrigadas con alcohol y dotadas de un agente adhesivo especial (Metal/Zirconia Primer, Ivoclar Vivadent). Se logró un aislamiento relativo colocando hilos de retracción no impregnados en los dientes pilares 13 a 23 (Ultrapak, calibre # 000). El cementado con técnicas adhesivas se realizó con un adhesivo dentinario autograbante (Multilink Primer A & B, Ivoclar Vivadent) y su correspondiente cemento de composite (Multilink Automix, transparent, Ivoclar Vivadent). El exceso de material se sometió a una fotopolimerización inicial de unos segundos de duración para pasarlo al estado de gel y se eliminó con ayuda de una cureta (como SH 6/7, Hu-Friedy) y de una seda dental especial (SuperFloss, Oral-B, Kronberg), estabilizando en todo momento la posición de las coronas (fig. 15). Tras la polimerización definitiva se retiraron los hilos de retracción y se limpió el surco con ayuda de la cureta.



*Figura 16.* Preparación de los dientes inferiores del sector posterior para el cementado. Se colocó un dique de goma para el cementado adhesivo de los onlays en los segundos premolares y en los molares. Se aprecia claramente que la cantidad de sustancia eliminada en la preparación es reducida.

Todas las restauraciones del sector posterior se cementaron utilizando un dique de goma (fig. 16). Las caras internas de los onlays de cerámica vítrea contaminadas durante la prueba en boca se desengrasaron con ácido fosfórico al 37% durante 60 s y a continuación se grabaron con ácido fluorhídrico en gel (< 5 %, IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent) durante 60 s. Para eliminar los restos de ácido se aplicó a las restauraciones grabadas una mezcla de aire y agua durante 60 s y un polvo para neutralizar el ácido (polvo IPS Ceramic, Ivoclar Vivadent). Después de controlar el patrón de grabado se aplicó un silano adhesivo (Monobond S, tiempo de actuación de 60 s, Ivoclar Vivadent), que establece una unión química entre el adhesivo y la cerámica con base de sílice. El efecto acondicionador del silano se puede aumentar notablemente provocando la condensación de las moléculas de adhesivo en la superficie de la cerámica mediante la aportación de calor<sup>3</sup>. Las restauraciones de cerámica vítrea para los dientes del sector posterior acondicionadas de este modo se fijaron en un pequeño atacador de bola con cera adhesiva y las superficies internas ya acondicionadas se dotaron de una fina capa de adhesivo. A continuación, las restauraciones se guardaron en un lugar oscuro.

Seguidamente se efectuó una limpieza mecánica de las superficies dentales preparadas con un cepillo y pasta de piedra pómez. Prácticamente todas las preparaciones del sector posterior se limitaban al esmalte, aunque también existían zonas de dentina expuesta y restauraciones. Éstas últimas fueron dotadas de una superficie rugosa utilizando fresas de diamante redondas a baja velocidad

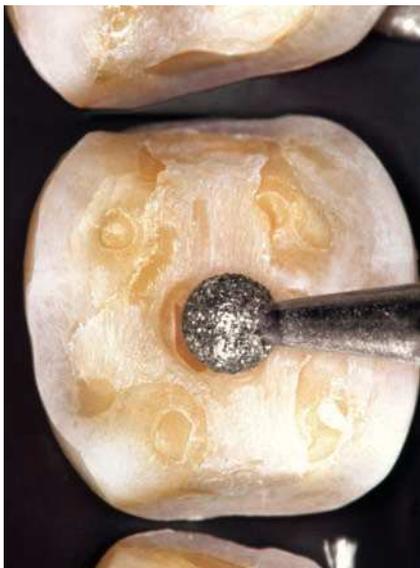


Figura 17. Acondicionamiento de la superficie de las restauraciones. Las reconstrucciones de muñones fueron tratadas con una fresa de diamante de bola de grano grueso a baja velocidad (2.000 rpm) y sin refrigeración por agua para aumentar su rugosidad y más tarde se silanizaron para el cementado adhesivo.

(2.000 rpm) (fig. 17). El grabado ácido del esmalte se realizó con ácido fosfórico al 37% durante 30 s (Total Etch, Ivoclar Vivadent). A los 30 s la dentina, las restauraciones y las porciones de esmalte se acondicionaron durante 10 s más. A continuación se limpiaron bien las superficies de restos del ácido fosfórico en gel con el spray de agua (30 s). Después de controlar el patrón de grabado, se aplicó de forma selectiva silano adhesivo (Monobond S) en las restauraciones dotadas de rugosidad. Tras el secado por aire con el aspirador se aplicó en la cavidad previamente acondicionada el adhesivo dentinario (Syntac Primer y Syntac Adhesive, Ivoclar Vivadent) utilizando un pincel con sumo cuidado. A esto le siguió la aplicación del agente adhesivo. Para el cementado definitivo se mezcló un cemento de composite de baja viscosidad y polimerización dual (Variolink II Base y Variolink II Catalyst, color amarillo, Ivoclar Vivadent) y se aplicó en la cavidad con una espátula de resina y un pincel. Los onlays preparados limitados a la superficie oclusal y que no abarcan una extensión importante de la zona interproximal también se pueden cementar sólo con fotopolimerización utilizando únicamente Variolink II Base.

La colocación correcta de la restauración se realizó aplicando lentamente una presión cada vez mayor. El grueso del exceso de material se retiró utilizando pellets sintéticos (Pele Tim, Voco) paralelamente al margen y estabilizando la restauración. Una vez comprobada la posición definitiva, los onlays se estabilizaron con ayuda de un atacador de bola grande y el cemento de composite se pasó al estado de gel mediante fotopolimerización durante unos 5 s. La auxiliar eliminó el exceso de ma-

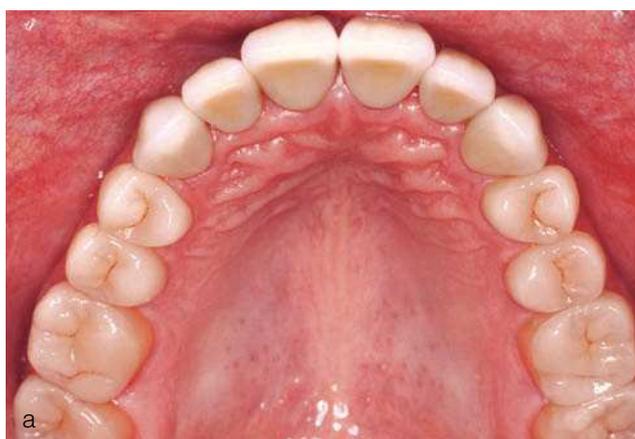


Figura 18. Una vez eliminado el exceso de material y antes de la polimerización definitiva se aplicó un gel de glicerina para evitar la capa inhibida en las juntas de unión.

terial de los espacios interdentes utilizando una seda dental especial (SuperFloss) y manteniendo en posición las dos restauraciones adyacentes. En dicha operación es sumamente importante mover la seda dental sólo en la dirección de inserción de las restauraciones y por último extraerla del espacio interdental lateralmente con mucho cuidado; es decir, no a través del punto de contacto. De este modo se evita el riesgo de cambiar las restauraciones de posición. Una vez eliminados todos los restos de material se aplicó antes de la polimerización definitiva un gel de glicerina (Liquid Strip, Ivoclar Vivadent) para evitar la capa inhibida en las zonas de las juntas de unión (fig. 18).

La polimerización completa se realizó desde oclusal, lingual y vestibular durante 40 s respectivamente (lámpara de polimerización de alta potencia, > 1.000 mW/cm<sup>2</sup>). El acabado de las juntas de unión se realizó con discos Sof-Lex (3M Espe) (figs. 19a y 19b). Por último, se comprobó la oclusión estática y dinámica (figs. 20a y 20b) y el ajuste fino se realizó con fresas de diamante de grano fino (código de color rojo) y refrigeración por agua. Las superficies de desgaste se alisaron con un sistema de pulido para cerámica (9545F 204 110, Komet de Brasseler, Lemgo). La reconstrucción del volumen dentario perdido permitió cumplir las expectativas de la paciente en relación con el resultado estético de la restauración, con el que se mostró enteramente satisfecha (figs. 21 y 22). Al término del tratamiento se confeccionó una férula de mordida y se dio instrucciones a la paciente para que la llevara durante la noche.

En la cita de revisión que tuvo lugar a los 20 meses se pudo constatar una muy buena adaptación de las estruc-



Figuras 19a y 19b. Situación de las arcadas superior e inferior tras el cementado definitivo de todas las restauraciones y una vez finalizado el ajuste fino de la oclusión.



Figuras 20a y 20b. Después del cementado adhesivo definitivo de todas las restauraciones se realizó un ajuste fino de la oclusión estática y dinámica. Se pudo reconstruir una guía anterior canina satisfactoria.

turas de tejido blando adyacentes a las coronas anteriores de cerámica sin metal (fig. 23). Se había producido un pequeño desprendimiento de la cerámica de recubrimiento en la zona del borde incisal de la corona 11 que pudo ser reparado intraoralmente con un composite de baja viscosidad (Tetric Flow).

### Discusión

La pérdida de tejido duro dentario sin intervención de microorganismos se manifiesta por múltiples factores y se caracteriza por la presencia de procesos quimiomecánicos. En pacientes con bulimia nerviosa los primeros procesos de erosión químicos no se aprecian bien, dado

que predominan las pérdidas fisiológicas y patológicas de tejido dental. Esto implica que se debe tomar en consideración la combinación de los tres factores y obrar en consecuencia en el diseño del tratamiento. Dado que los odontólogos a menudo detectan los primeros indicios de una bulimia nerviosa, se debería prestar especial atención a la detección precoz de esta enfermedad en vista de la creciente incidencia que presenta<sup>29</sup>. La prevalencia de bulimia nerviosa con presencia de vómitos frecuentes es relativamente alta entre mujeres de 18 a 35 años de países industrializados occidentales (5%) y muestra una tendencia ascendente<sup>8</sup>. La bulimia nerviosa se clasifica dentro de las enfermedades psicogénicas y es de interés odontológico, puesto que un alto porcentaje de pacien-



Figura 21. Imagen con labios. La convexidad de los dientes en el sector anterosuperior permitió lograr una sonrisa simétrica con respecto al contorno del labio inferior.



Figura 22. Exploración final. La reconstrucción de la morfología dentaria y de la dimensión vertical ha devuelto la armonía a la sonrisa de la paciente.



Figura 23. Control a los 20 meses. Se aprecia una buena adaptación de las estructuras de tejido blando adyacentes a las coronas anteriores. Se había producido una complicación en forma de pequeño desprendimiento de la cerámica de recubrimiento en la zona del borde incisal de la corona 11, que pudo ser reparado intraoralmente con composite.

tes afectadas presenta defectos por erosión en esmalte y dentina. A menudo los dientes son expuestos a un intenso ataque ácido varias veces al día durante años<sup>28</sup>.

La localización y la morfología de una lesión erosiva ofrecen en muchos casos datos concluyentes sobre su causa. Las erosiones palatinas se suelen deber a factores etiológicos endógenos, y las erosiones vestibulares, a factores exógenos<sup>23</sup>. Las superficies dentarias con defectos por erosión presentan una sensibilidad mucho más elevada ante cargas mecánicas<sup>31,32</sup>. En un estudio clínico los pacientes con erosiones palatinas manifiestas como las que pudimos observar en el caso que nos ocupa presentaron una pérdida de tejido duro dentario mucho mayor (mediana: 6  $\mu\text{m}/\text{mes}$ ) que los pacientes que no tenían defectos por erosión<sup>4</sup> (mediana: 0,6  $\mu\text{mm}/\text{mes}$ ) además, los hábitos higiénicos durante o después de la exposición a los ácidos, llevan a aumentos de la pérdida de sustancia dura dental. A los pacientes con escasa actividad de caries se les puede recomendar que esperen al menos una hora antes de cepillarse los dientes después de la exposición ácida y, si es posible, que tras el ataque ácido realicen enjuagues con agua o, mejor, con colutorios fluorados<sup>30,31</sup>. Bajo las mismas condiciones, la progresión del defecto avanza notablemente cuando existe una porción amplia de dentina expuesta, cuya dureza es cinco veces menor que la del esmalte<sup>9,44</sup>.

Además de los problemas funcionales y estéticos que provoca, la pérdida intensa de esmalte va asociada a una serie de cambios que perjudican la biomecánica del diente natural caracterizados principalmente por un aumento de la flexibilidad<sup>35</sup>. Por esa razón es sumamente importante que el odontólogo determine correctamente el momento idóneo para iniciar el tratamiento restaurador. La restauración definitiva no se debe realizar en ningún caso antes de haber aclarado y tratado con éxito las causas de la erosión. Por consiguiente, sólo se iniciará el tratamiento restaurador después de haber estabilizado la situación<sup>21</sup>. En el presente caso la paciente había sido tratada con éxito de la bulimia nerviosa. Posiblemente la posposición del tratamiento odontológico durante mucho más tiempo habría hecho necesario adoptar medidas terapéuticas quirúrgicas (alargamiento coronario) y endodónticas, puesto que la rápida atrición de los dientes afectados era más que probable. Dada la larga duración de la enfermedad, la paciente había perdido ya una gran cantidad de esmalte. Por otro lado, las deficiencias en el aspecto estético generaban en la paciente un sufrimiento que había que tomarse muy en serio.

La utilización de subestructuras de cerámica de óxidos con un espesor de capa de sólo 0,3 mm<sup>13</sup> permitió reducir la eliminación de tejido en los dientes anteriores

a unos niveles muy poco habituales en los tratamientos con coronas de cerámica sin metal. También los onlays de cerámica vítrea utilizados en el sector posterior, caracterizados por una preparación poco retentiva y en función del defecto, permitieron reducir muchísimo la eliminación de tejido en comparación con el procedimiento convencional<sup>12,21,51</sup>. Este método de tratamiento ofrece una protección a largo plazo frente a agentes químicos y mecánicos gracias a las propiedades de la cerámica vítrea, similares a las del esmalte dental<sup>24,34</sup>. A pesar de que todavía no se dispone de datos clínicos fiables a largo plazo sobre los onlays descritos<sup>39,43</sup>, los resultados a largo plazo que ofrecen las restauraciones del sector posterior de cerámica sin metal son en general positivos<sup>26</sup>. Entre los factores de riesgo descritos se encuentran la presencia de parafunciones y una cantidad insuficiente de esmalte<sup>19,40</sup>. La limitación de la lesión al esmalte parece ser un factor importante y determinante para el éxito del tratamiento<sup>17</sup>.

La supervivencia de las restauraciones de cerámica vítrea depende de una gran cantidad de factores. Entre ellos se encuentran la morfología del diente, el tipo de superficie dentaria (esmalte o dentina), el grosor de capa de la cerámica, la geometría de la preparación, el tipo de cemento y de unión adhesiva y la presencia de cargas funcionales o parafuncionales<sup>41</sup>. Los valores mínimos recomendados por la bibliografía para el grosor de capa en restauraciones del sector anterior de cerámica vítrea apoyadas sobre esmalte oscilan entre 1 mm<sup>50</sup> y 2 mm<sup>16,49</sup>. Mientras que en algunos estudios *in vitro* se recomiendan valores más altos de grosor de capa<sup>16,42</sup>, otros estudios de elementos finitos mostraron que la aparición de esfuerzos por tracción en la cerámica se ve mucho más influenciada por una mala relación entre los módulos de elasticidad de la cerámica, del cemento y de la sustancia dura dentaria que por el grosor de capa de la cerámica y el material de cementado<sup>2</sup>. En un estudio clínico a largo plazo no se pudo demostrar ninguna relación entre el grosor de capa de la cerámica y el índice de supervivencia de las restauraciones de cerámica vítrea<sup>37</sup>.

Desde el punto de vista clínico cabe considerar que un grosor de la cerámica de 2 mm requeriría en la mayoría de los casos una preparación con eliminación de esmalte<sup>14</sup>, lo que perjudicaría la fiabilidad de la unión adhesiva en el lado del diente<sup>48</sup> y el módulo de elasticidad de la estructura del muñón de soporte<sup>35</sup>. Dado que el módulo de elasticidad del esmalte dentario es casi cinco veces mayor que el de la dentina<sup>9,44</sup>, el diente preparado puede conservar mejor su estabilidad y la resistencia de las restauraciones cerámicas puede ser mayor<sup>25,46</sup>. Ante este trasfondo lo deseable es que los onlays tengan un gro-

sor de 1 mm. Esto permitiría conservar zonas de esmalte desgastadas por medio de un procedimiento restaurador principalmente aditivo sin tener que realizar una elevación de la dimensión vertical posiblemente no deseada.

La conservación de esmalte, la utilización de materiales de reconstrucción y de cementado resistentes y la consecución de una unión adhesiva fiable se pueden considerar requisitos importantes para el pronóstico favorable a largo plazo de restauraciones cerámicas con un grosor reducido<sup>1,7</sup>. También otros autores consideran que la elevada rigidez y el excelente comportamiento de las superficies limítrofes de los onlays de cerámica vítrea los convierte en un método adecuado para la reconstrucción biomecánica de dientes posteriores desgastados y erosionados<sup>35</sup>. En un análisis de elementos finitos este tipo de restauración mostró un patrón de esfuerzos muy favorable, caracterizado casi exclusivamente por un desarrollo de esfuerzo por compresión en la zona de contacto favorable para materiales cerámicos<sup>34</sup>. Las zonas de transición creadas en la preparación fueron suaves y redondeadas a fin de evitar picos de carga.

Para el pronóstico a largo plazo reviste una gran importancia además el ajuste fino correcto de la oclusión estática y dinámica. Por medio de la aplicación céntrica (vertical) de la fuerza, que es la que predomina en una oclusión con guía canina, se generan en la restauración principalmente esfuerzos de compresión que la cerámica puede resistir sin problemas. La aplicación excéntrica (horizontal) de la fuerza, en cambio, se da en presencia de parafunciones y de función de grupo y genera fuerzas de cizallamiento. Los esfuerzos por tracción generados como consecuencia de las fuerzas de cizallamiento son perjudiciales para los materiales cerámicos, puesto que pueden provocar la aparición de grietas y su propagación<sup>38</sup>. Los esfuerzos por tracción generados en la cerámica cuando la fuerza se aplica horizontalmente pueden ser cinco veces mayores que con una aplicación vertical de la fuerza<sup>15</sup>.

En vista de las condiciones descritas del presente caso fue muy eficaz el procedimiento aditivo utilizado por medio de un encerado, que fue trasladado a una férula diagnóstica. Así mismo fue posible realizar un manejo conservador de las estructuras de esmalte remanente durante la preparación. Antes del inicio del tratamiento el encerado permitió elaborar un concepto oclusal adecuado para la cerámica. Los onlays de cerámica con base de sílice forman parte de dicho concepto y ofrecen la posibilidad de evitar medidas protésicas clásicas mucho más invasivas<sup>51,52</sup>. Para proteger las restauraciones de posibles parafunciones se proporcionó a la paciente una férula de descarga que debía llevar especialmente por las noches.

## Conclusiones

En el caso clínico descrito fue posible realizar una rehabilitación protésica compleja con buenos resultados estéticos y funcionales de múltiples defectos erosivos con ayuda de métodos diagnósticos modernos y de materiales de restauración de cerámica sin metal cementados con técnicas adhesivas, y sacrificando una cantidad de tejido duro dentario mucho menor que con otros métodos. Una buena comunicación entre la paciente, el odontólogo y el técnico de laboratorio y la realización de un encerado completo en la fase de planificación constituyeron dos factores clave para el éxito del tratamiento. La férula diagnóstica confeccionada para transferir el encerado demostró ser una herramienta eficaz de preparación y comunicación entre el equipo terapéutico y la paciente.

Nuestras clínicas utilizan desde hace varios años los onlays de cerámica vítrea usados en el presente caso con muy buenos resultados. Sin embargo, estas restauraciones para el sector posterior, como las descritas en el presente trabajo, todavía no cuentan con una base científica suficiente, de modo que se deben considerar experimentales hasta que se disponga de resultados clínicos a largo plazo fiables.

## Bibliografía

- Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. Resin elasticity and the strengthening of all-ceramic restorations. *J Dent Res* 2007;86:519-523.
- Anusavice KJ, Hojjatie B. Tensile stress in glass-ceramic crowns: effect of flaws and cement voids. *Int J Prosthodont* 1992;5:351-358.
- Barghi N, Berry T, Chung K. Effects of timing and heat treatment of silanated porcelain on the bond strength. *J Oral Rehabil* 2000;27:407-412.
- Bartlett DW, Blunt L, Smith BG. Measurements of tooth wear in patients with palatal erosions. *Br Dent J* 1997;182:179-184.
- Belser UC, Magne P, Magne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. *J Esthet Dent* 1997;9:197-207.
- Buonocore MG. Principles of adhesive retention and adhesive materials. *J Am Dent Assoc* 1963;67:382-391.
- Clelland NL, Ramirez A, Katsube N, Seghi RR. Influence of bond quality on failure load of leucite- and lithia disilicate-based ceramics. *J Prosthet Dent* 2007;97:18-24.
- Cooper PJ, Charnock DJ, Taylor MJ. The prevalence of bulimia nervosa. A replication study. *Br J Psychiatry* 1987;151:684-686.
- Craig RG, Peyton FA, Johnson DW. Compressive properties of enamel, dental cements and gold. *J Dent Res* 1961;40:936-945.
- Crispin BJ. Enamel thickness. *J Esthet Dent* 1993;5:37.
- Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:503-509.
- Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:241-249.
- Edelhoff D, Weber C, Weber V, Nießing K, Spiekermann H. Klinische Erfahrungen mit CAD/CAM gefertigten Y-TZP ZrO<sub>2</sub>-Brückengerüsten und Kronengerüsten mit reduzierter Wandstärke vom Typ Lava. *Teamwork* 2006;9:140-154.
- Eshleman JR, Janus CE, Jones CR. Tooth preparation designs for resin-bonded fixed partial dentures related to enamel thickness. *J Prosthet Dent* 1988;60:18-22.
- Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ. Ceramic design concepts based on stress distribution analysis. *Compend Contin Educ Dent* 2000;21:649-654.
- Federlin M, Krifka S, Herpich M, Hiller KA, Schmalz G. Partial ceramic crowns: influence of ceramic thickness, preparation design and luting material on fracture resistance and marginal integrity in vitro. *Oper Dent* 2007;32:251-260.
- Federlin M, Sipos C, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns. Influence of preparation design and luting material on margin integrity – a scanning electron microscopic study. *Clin Oral Investig* 2005;9:8-17.
- Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:407-413.
- Frankenberger R, Petschelt A, Krämer N. Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after six years: clinical behavior. *Oper Dent* 2000;25:459-465.
- Hazelton LR, Faine MP. Diagnosis and dental management of eating disorder patients. *Int J Prosthodont* 1996;9:65-73.
- Hugo B. Orale Rehabilitation einer Erosionssituation. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1991;101:1155-1162.
- Jaeggi T, Lussi A. Erosionen bei Kindern im frühen Schulalter. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2004;114:876-881.
- Järvinen V, Rytömaa I, Meurman JH. Location of dental erosion in a referred population. *Caries Res* 1992;26:391-396.
- Johansson AK, Johansson A, Birkhed O, Omar R, Baghagi S, Carlsson GE. Dental erosion, soft drink intake, and oral health in young Saudi men, and the development of a system for assessing erosive anterior tooth wear. Identification and management of tooth wear. *Int J Prosthodont* 1994;7:506-516.
- Kelly JR. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1999;81:652-661.
- Krämer N, Frankenberger R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. *Dent Mater* 2005;21:262-271.
- Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ et al. Tooth wear: Attrition, erosion, and abrasion. *Quintessence Int* 2003;34:435-446.
- Little JW. Eating disorders: dental implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:138-143.
- Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent* 2006;19:319-25.
- Lussi A, Jaeggi T. Die Abrasion erosiv veränderter Zahnhartsubstanz – Eine Literaturübersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2002;112:629-639.
- Lussi A, Jaeggi T, Gerber C, Megert B. Effect of amine/sodium fluoride rinsing on toothbrush abrasion of softened enamel in situ. *Caries Res* 2004;38:567-571.
- Lussi A, Jaeggi T, Schaffner M. Prevention and minimally invasive treatment of erosions. *Oral Health Prev Dent* 2004;2(Suppl 1):321-325.
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res* 2004;38:34-44.
- Magne P, Belser U. Porcelain versus composite inlays/onlays: effect of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:543-555.
- Magne P, Douglas WH. Cumulative effects of successive restorative procedures on anterior crown flexure: intact versus veneered incisors. *Quintessence Int* 2000;31:5-18.
- Magne P, Gallucci GO, Belser UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent* 2003;89:453-61.
- Malamant KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part II. Effect of thickness of Dicor material and design of tooth preparation. *J Prosthet Dent* 1999;81:662-667.

38. Marx R, Fischer H, Weber M, Jungwirth F. Rissparameter und Weibullmodule: unterkritisches Risswachstum und Langzeitfestigkeit vollkeramischer Materialien. *Dtsch Zahnärztl Z* 2001;56:90-98.
39. Milosevic A. The use of porcelain veneers to restore palatal tooth loss. *Restorative Dent* 1990;6:15-18.
40. Otto T, de Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15:122-128.
41. Peumans M, van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 2000;28:163-177.
42. Prakki A, Cilli R, da Costa AU, Goncalves SE, Mondelli RF, Pereira JC. Effect of resin luting film thickness on fracture resistance of a ceramic cemented to dentin. *J Prosthodont* 2007;16:172-178.
43. Rawlinson A, Winstanley R. The management of severe dental erosion using porcelain occlusal veneers and anterior overdenture. *Restorative Dent* 1988;4:10-16.
44. Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res* 1999;78:1205-1211.
45. Sari T, Usumez A. Restoring function and esthetics in a patient with amelogenesis imperfecta: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2003;90:522-525.
46. Scherrer SS, de Rijk WG. The fracture resistance of all-ceramic crowns on supporting structures with different elastic moduli. *Int J Prosthodont* 1993;6:462-467.
47. Seth J, Jensen M, Tolliver D. Effect of surface treatment on etched porcelain, bond strength to enamel. *Dent Mater* 1988;4:328-337.
48. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation of resin-cemented ceramic inlays and dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 1996;76:374-377.
49. Van Dijken JW, Hasselrot L, Ormin A, Olofsson AL. Restorations with extensive dentin/enamel-bonded ceramic coverage. A 5-year follow-up. *Eur J Oral Sci* 2001; 109:222-229.
50. Wolfart S, Kern M. Ein neues Design vollkeramischer Inlaybrücken – Zwei Fallberichte. *Quintessenz* 2006;57:619-625.
51. Yatani H, Watanabe EK, Kaneshima T, Yamashita A, Suzuki K. Etched-porcelain resin-bonded onlay technique for posterior teeth. *J Esthet Dent* 1998;10:325-331.
52. Zühr O, Schoberer U. Diagnostische Prinzipien im Licht moderner Behandlungsstrategien. *Teamwork* 2004;7:108-126.