

Estudio comparativo del sellado marginal de núcleos cerámicos de zirconio

Rosa M.^a Acevedo^a/M.^a Jesús Suárez^b/M.^a Paz Salido^c/José Francisco López Lozano^d

Objetivos: El sellado marginal es un factor fundamental para el éxito a largo plazo de las restauraciones. En el presente estudio se analiza el sellado marginal de los núcleos en puentes de tres unidades de dos sistemas cerámicos a base de óxido de zirconio (Lava[®] y Cercon[®]), así como la influencia del cementado. **Materiales y método:**

Se confeccionaron 20 probetas de acero mecanizado sobre las que se construyeron estructuras de puentes de tres unidades con dos sistemas cerámicos a base de óxido de zirconio, 10 estructuras de Cercon[®] (Degusta Dental) y 10 estructuras de Lava[®] (3M Espe). Se midió el desajuste marginal pre- y postcementado, empleando para ello un equipo de análisis de imagen.

Resultados: No existieron diferencias significativas al evaluar la discrepancia marginal global pre- y postcementado (71 μm y 73 μm , respectivamente). Sí existieron diferencias significativas entre ambos sistemas tanto pre como postcementado, siendo la discrepancia para Cercon[®] de 115 μm y 116 μm y para Lava[®] de 26 μm y 30 μm . Se obtuvieron diferencias significativas en el sellado marginal entre ambos pilares, pero no entre las caras vestibular y lingual.

Conclusiones: Ambos sistemas estudiados obtuvieron discrepancias dentro de los límites aceptados clínicamente.

El sistema Lava[®] demostró un mejor sellado marginal que el sistema Cercon[®]. Son necesarios estudios clínicos a largo plazo para confirmar la bondad de ambos sistemas.

Palabras clave: Ajuste marginal, cerámicas, óxido de zirconio, CAD/CAM, cementado.

Introducción

Las restauraciones de prótesis fija mas ampliamente utilizadas son las ceramometálicas debido a su buen pronósti-

co a largo plazo, ampliamente contrastado¹. Sin embargo, este tipo de restauraciones tiene por un lado el problema de la estética, pues al llevar una infraestructura metálica no permite una adecuada reflexión de la luz.

Por ello, en las últimas décadas existe un creciente interés en la utilización de restauraciones completamente cerámicas. La cerámica es un material biocompatible, como han demostrado numerosos estudios, y además, es el material más estético capaz de satisfacer en el momento actual los requisitos más exigentes²⁻⁷.

Sin embargo, las investigaciones en este momento van dirigidas a la obtención de una cerámica que sea capaz de soportar las fuerzas oclusales cuando se trata de restaurar sectores edéntulos en los sectores posteriores, centrándose dichas investigaciones en nuevos materiales y nuevas tecnologías que permitan obtener una adecuada resistencia a la fractura de las restauraciones cerámicas⁸⁻¹⁶.

En los últimos años se han desarrollado diversos sistemas cerámicos a base de óxido de zirconio, que actualmente es el material cerámico más resistente y estable del mercado¹⁷⁻²⁸, empleando tecnología CAD/CAM para la confección de las restauraciones, donde las preparaciones son escaneadas y procesadas mediante ordenador y la fabri-

^aLicenciada en Odontología U.C.M. Máster en Prótesis Bucofacial. Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid.

^bProfesora Titular Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid. Vicerrectora U.C.M.

^cProfesora Contratada Doctora, Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid.

^dCatedrático y Director del Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid.

Correspondencia: Rosa Acevedo. Departamento de Estomatología I: Prótesis Bucofacial. Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid. España. Email: Rosa_acevedo@telefonica.net

Este estudio ha sido presentado en la XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Prótesis Estomatológica, octubre 2006, Madrid.

cación se basa en la mecanización también asistida por ordenador. De esta forma se pretende conseguir un sellado marginal óptimo debido al mecanizado y una resistencia a la fractura adecuada para soportar las cargas oclusales en sectores posteriores²⁹⁻³³.

Junto con la resistencia y la estética, el ajuste marginal es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de las coronas completamente cerámicas³⁴. El ajuste marginal óptimo ha sido ampliamente investigado la literatura, considerando los desajustes marginales entre 50 y 120 µm clínicamente aceptables en relación con la longevidad³⁵⁻⁴¹.

Debido a la reciente introducción de estos nuevos sistemas cerámicos, las investigaciones sobre los puentes en sectores posteriores son muy escasas.

En el presente trabajo se pretende analizar el comportamiento, respecto al sellado marginal, de los núcleos cerámicos en estructuras de prótesis fija de tres unidades, realizadas con dos nuevos sistemas cerámicos mecanizados: Lava[®] y Cercon[®], así como evaluar la influencia del cementado.

Materiales y método

Para la realización del presente trabajo de investigación se confeccionaron 20 probetas mecanizadas de acero que simulan un puente dental de tres piezas desde primer premolar hasta primer molar.

La conicidad de los pilares era de 6° y la línea de terminación del margen gingival un chánfer de 1 mm de profundidad en todo el contorno. Las probetas mecanizadas fueron realizadas en el Taller Central de Apoyo a la Investigación de la Universidad Complutense de Madrid.

Las probetas se dividieron de forma aleatoria en dos grupos de 10 especímenes cada uno para confeccionar las siguientes estructuras:

Grupo I: estructuras de Lava[®] (3M Espe)

Grupo C: estructuras de Cercon[®] (Degusta Dental)

En todos los casos, se procedió al chorreado de las probetas con óxido de aluminio de 100µm para eliminar los brillos del acero y así permitir que los escáneres ópticos pudieran registrarlas correctamente.

Confección de las estructuras

A) Estructuras Cercon

Las estructuras Cercon[®] constan de un núcleo interno de óxido de zirconio tetragonal policristalino parcialmente estabilizado con óxido de itrio y densamente sinterizado. El sistema emplea la mecanización asistida por ordenador para fabricar el núcleo, pero a diferencia de otros métodos CAD/CAM, no se escanea el troquel, sino el encerado de la restauración.

La confección de los núcleos cerámicos del presente trabajo se inició aplicando dos capas de espaciador Cerco[®] (Dentply Ceramco) sobre la superficie de los muñones, siendo el espacio generado aproximadamente de 30 µm. A continuación, se procedió al modelado de las cofias, empleando la cera Geo Dip[®] (Renfert). Los patrones se obtenían

mediante inmersión de las probetas en un baño de cera Hotty LED[®] (Renfert) a una temperatura de 90 °C durante 4 segundos. Los márgenes se terminaban a mano para que estuvieran bien ajustados a la línea de terminación. Mediante esta técnica se aseguraba que todas las cofias tuvieran un grosor uniforme tanto en la cara oclusal como en las paredes axiales de 0,6 mm.

A partir de esta fase es cuando se empieza a usar la tecnología asistida por ordenador. Cercon[®] Brain, es la unidad de digitalización y de fresado del sistema y consta de dos áreas de trabajo bien diferenciadas. Por un lado, la zona donde se procede a la lectura óptica del patrón de cera mediante un escáner láser de triangulación y por otro, la zona donde se elabora el núcleo mediante fresado a baja velocidad sin refrigeración de un bloque de circonia presintetizada.

El encerado era fijado en el soporte del escáner y se le pulverizaba una capa fina de óxido de titanio (Cercon[®] Scanning Powder) para facilitar la digitalización. Seguidamente se seleccionaba el bloque cerámico. Al tratarse de circonia presintetizada, la máquina va a fresar la estructura un 25%-30% más grande que el tamaño real para compensar la contracción de sinterización. Esta se realizaba en el horno Cercon[®] Heat. Durante la cocción se producía una contracción controlada del óxido de zirconio, que devolvía a la estructura el tamaño original (fig. 1).

B) Estructuras Lava

Las estructuras Lava[®] constan de un núcleo (Lava[®] System Frame), compuesto de circonia policristalina tetragonal parcialmente estabilizado con óxido de itrio.

La confección de los núcleos de LAVA comenzaba con el escaneado de los muñones mediante el Lava[®] Scan que consiste en un escáner óptico conectado a un PC que contiene el software para el diseño Lava[®] CAD. Las probetas se colocaban en el explorador, registrándose los pilares y el espacio edéntulo y se mostraban en el monitor como imagen tridimensional (fig. 2).

El diseño de la restauración era realizado por el programa, teniendo las cofias un espesor estandarizado. La estructura se diseñaba con una magnificación del 20%, para compensar la contracción de sinterización.

Una vez que se completaba el diseño, se seleccionaba el bloque de circonia presinterizada que iba a ser fresado. El fresado se realizaba con el Lava[®] Form. Posteriormente se procedió a la sinterización en el Lava[®] Therm, tras la cual las estructuras alcanzaban las dimensiones exactas (fig. 3).

Cementado de los núcleos cerámicos

Las restauraciones han sido cementadas con Ketac[®]Cem EasyMix (3M Espe). Con un pincel se aplicó el cemento sobre las paredes axiales de los muñones. Inmediatamente después, se ubicaron los puentes sobre los pilares y se mantuvo una presión constante durante 7 minutos.

El ajuste marginal se midió antes y después del cementado en vestibular y lingual de cada pilar, mediante un analizador de imagen, empleando el programa Optimas[®] 6.1 (Optimas Corporation). Todas las mediciones fueron realizadas siempre por el mismo observador. Esta fase del es-

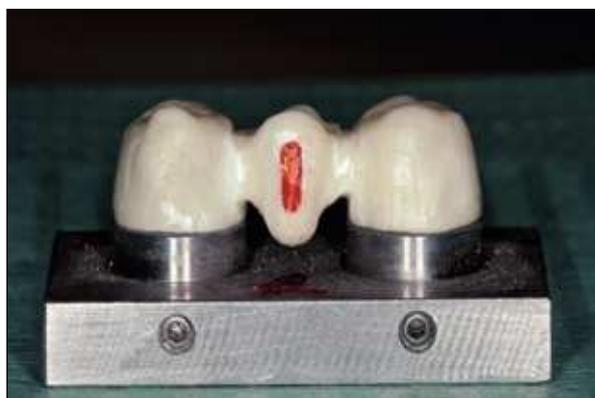


Fig. 1 Estructura Cercon.

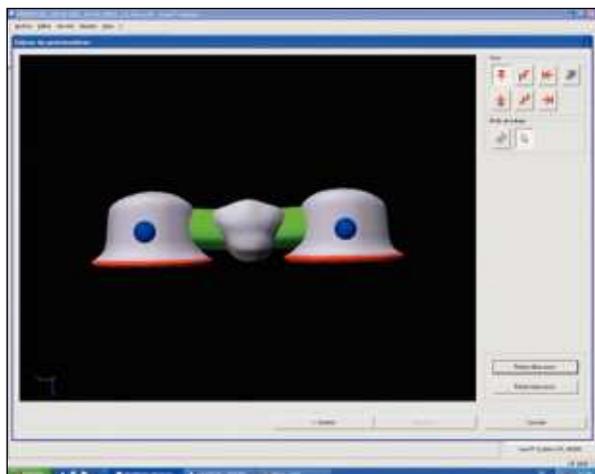


Fig. 2 Aspecto de una estructura Lava digitalizada.



Fig. 3 Estructura Lava.

tudio se realizó gracias a la colaboración del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM).

El análisis estadístico fue realizado en el Centro de Proceso de Datos del servicio Informático de Apoyo a la Investigación, de la Universidad Complutense de Madrid, con el programa estadístico SAS 8.2.

Resultados

Cuando se analizó la discrepancia marginal total sin tener en cuenta el material, ni el pilar, ni el lugar de medición, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P = 0,4524$) entre el ajuste de las estructuras antes y después de cementar, estando los valores en ambos casos den-

tro de los límites aceptados clínicamente ($71 \mu\text{m}$ y $73 \mu\text{m}$, respectivamente).

Los mejores ajustes se obtuvieron con el sistema Lava[®] tanto pre como postcementado ($26 \mu\text{m}$ y $30 \mu\text{m}$, respectivamente), encontrándose diferencias significativas ($P = 0,0014$) con el sistema Cercon[®] que obtuvo discrepancias por encima de $100 \mu\text{m}$ en ambos casos. En ambos grupos las discrepancias precementado y postcementado estaban dentro del límite aceptado clínicamente, y la discrepancia marginal postcementado fue superior a la precementado (fig. 4).

La discrepancia global entre pilares sin tener en cuenta el material fue menor en el pos que en el precementado para el pilar 1 ($62 \mu\text{m}$ y $80 \mu\text{m}$, respectivamente). En el pilar 2 la discrepancia fue mayor postcementado. En ambos casos las discrepancias estaban dentro de los límites aceptados clínicamente (fig. 5).

Cuando se evaluó la discrepancia entre pilares según el sistema cerámico, se observó que para ambos sistemas la discrepancia postcementado también era inferior para el pilar 1. Así mismo, en ambos sistemas las discrepancias estaban dentro de los límites aceptados clínicamente con excepción del pilar 1 del grupo Cercon[®] precementado ($131 \mu\text{m}$).

Para el sistema Cercon[®] se obtuvieron diferencias significativas para el pilar 1 ($P = 0,03$) y para el sistema Lava[®] para el pilar 2 ($P = 0,02$), cuando se estudió la variación de las discrepancias pre- y postcementado.

Cuando se estudió la variación de discrepancias entre el pilar 1 y 2 no se observaron diferencias significativas dentro de cada sistema cerámico ni pre ni postcementado.

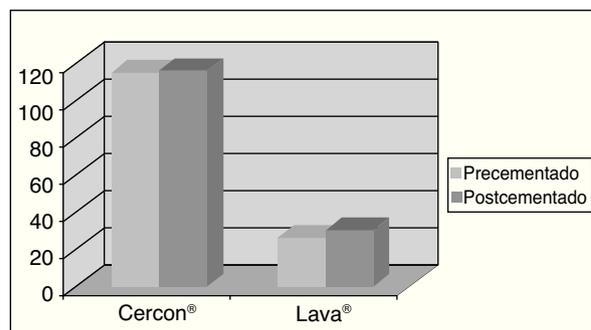


Fig. 4 Discrepancia marginal según el sistema cerámico.

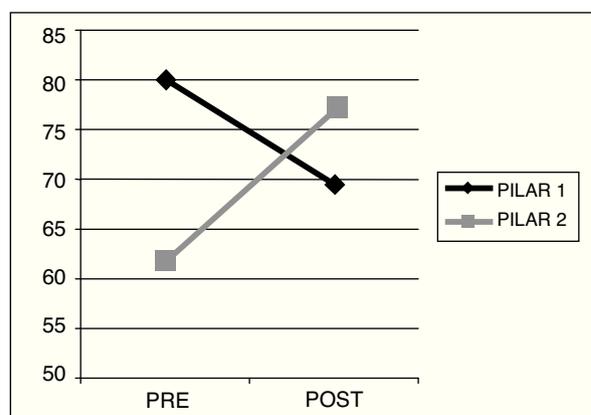


Fig. 5 Discrepancia marginal entre ambos pilares.

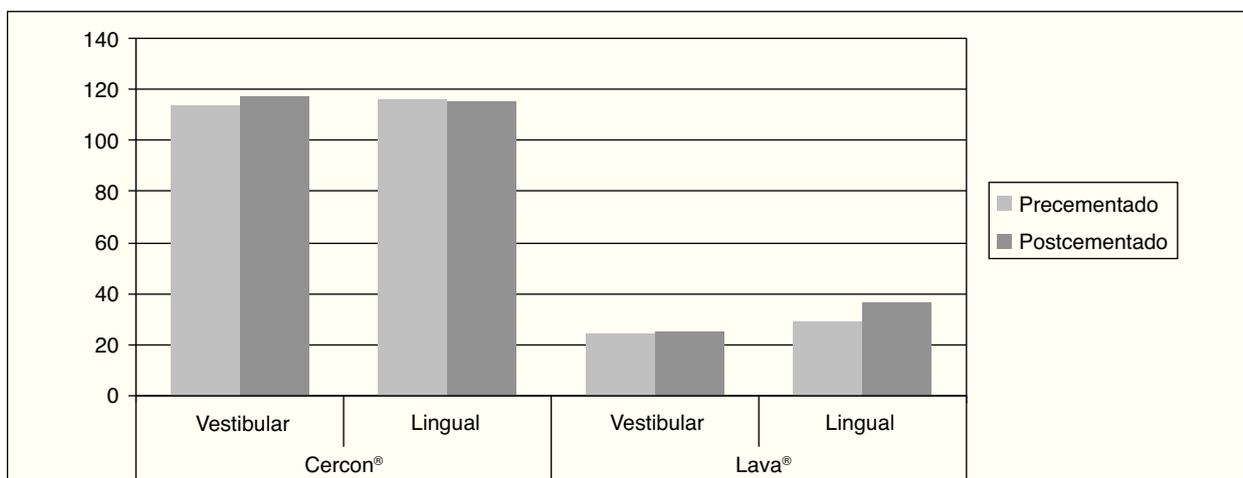


Fig. 6 Discrepancia marginal entre las caras vestibular y lingual.

Al analizar las discrepancias marginales globales entre las caras vestibular y lingual no se observaron diferencias estadísticamente significativas pre- y postcementado, y tampoco se observaron diferencias significativas entre ambas caras dentro de cada uno de los dos sistemas cerámicos analizados (fig. 6).

El sistema Lava® fue el que obtuvo valores de discrepancia marginal más bajos en ambas caras.

Discusión

Existen pocos estudios sobre el ajuste marginal en puentes posteriores de óxido de zirconio; en cambio, sí se han evaluado las cualidades mecánicas de estos sistemas. Y debemos recordar que junto con la resistencia y la estética, el ajuste marginal es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de las restauraciones³⁴.

No existe en la literatura un criterio unánime sobre cuál debe de ser el ajuste correcto, existiendo un amplio intervalo de valores empíricos comprendido entre los 5 y 200 μm , hecho que pone de manifiesto la ausencia de un límite objetivo basado en la evidencia científica³⁶⁻³⁹. La mayoría de las investigaciones siguen usando el criterio establecido por McLean y von Fraunhofer en 1971, que consideraron clínicamente aceptable una discrepancia marginal inferior a 120 μm ^{36,40,41}.

La discrepancia media global obtenida, independientemente del sistema cerámico, en la fase pre cementado fue de 71 μm . Este valor no concuerda con los diferentes estudios que afirman que los nuevos sistemas cerámicos basados en tecnología CAD/CAM superan a las clásicas técnicas de laboratorio^{42,43}. Las restauraciones ceramometálicas convencionales presentan normalmente un desajuste, en torno a las 50-60 μm . Las causas del desajuste en las restauraciones ceramometálicas son bien conocidas: el colado del metal tiende a redondear los márgenes del encerado y la aplicación de la porcelana también contribuye a alterar el sellado de cofia⁴⁴⁻⁴⁶. En cambio, las técnicas de confección asistidas por ordenador afirman ser más exactas porque la adaptación marginal depende de un procedimiento automatizado de diseño y fresado.

Además, en varias investigaciones se ha comprobado que la cocción de la porcelana de recubrimiento no incrementa la interfase de los núcleos cerámicos, por lo que las diferencias existentes entre los ajustes marginales de las restauraciones cerámicas radican en los procesos de confección de sus estructuras internas⁴⁷⁻⁵³.

En el presente estudio, la discrepancia marginal global postcementado aumentó ligeramente respecto a las mediciones pre cementado (73 μm), pero no se estableció significación estadística con estas. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por otros autores con independencia del tipo de restauración y/o agente cementante utilizados^{34, 48, 49, 53, 54}.

El espesor de película del agente cementante es una de las variables más relevantes en el ajuste marginal. En este sentido, algunos investigadores han señalado los problemas debidos a un grosor excesivo de la capa de los agentes cementantes⁵⁵⁻⁵⁹. White & Yu⁶⁰ al analizar el espesor de película de distintos productos, observaron importantes discrepancias entre las principales familias de agentes cementantes. Así, en los cementos de vidrio ionómero las cifras oscilaban entre 19,5 μm y 25,4 μm , mientras que los compuestos a base de resina alcanzaron unos valores mayores, comprendidos entre 41,7 μm y 106,7 μm .

Hoy en día, sabemos que el parámetro técnico que más influye en el cementado de una restauración es el espacio de alivio creado para el agente cementante, siendo considerado correcto un alivio interno comprendido entre 20 μm y 40 μm . En la tecnología CAD/CAM, este alivio se consigue con un espaciado virtual del núcleo mediante un software.

Discrepancia marginal por sistema cerámico

Al analizar la discrepancia marginal de cada uno de los sistemas cerámicos analizados, hemos podido comprobar que existen muy pocos estudios que comparen el ajuste marginal de las restauraciones de óxido de zirconio entre sí.

El sistema Lava® ha obtenido mejores resultados tanto antes como después del cementado (26 μm y 30 μm , respectivamente), situando el límite de la discrepancia muy por

debajo de los 50-60 μm de las restauraciones ceramometálicas. Sin embargo el sistema Cercon[®] ha obtenido valores mucho más altos (115 μm y 116 μm respectivamente) existiendo diferencias significativas entre ambos sistemas.

Así mismo se observaron diferencias significativas entre ambos sistemas para las discrepancias entre ambos pilares y para las mediciones en vestibular y en lingual, tanto antes como después del cementado, siendo los valores de discrepancia obtenidos por el sistema Lava[®] muy inferiores a los del sistema Cercon[®].

Este hecho puede ser debido a la técnica de confección ya que el sistema Cercon no escanea el troquel, sino el encerado de la cofia. Conviene recordar que un patrón de cera siempre tiene una contracción aproximada de un 0,4% tras su enfriamiento, si a este error le sumamos la distorsión inherente a todo procedimiento manual, se puede entender perfectamente el ajuste obtenido por estas restauraciones. Otro aspecto a tener en cuenta es que las restauraciones fueron realizadas por dos técnicos distintos que dominaban perfectamente cada uno de los sistemas, por lo que podría ser también un factor a tener en cuenta. Por ello consideramos que las diferencias observadas entre ambos sistemas se deben fundamentalmente a la diferente técnica de confección, aseveración que coincide con estudios previos en que se afirma que las diferencias existentes entre los ajustes marginales de las restauraciones cerámicas radican en los procesos de confección de sus estructuras internas⁴⁷⁻⁵³.

En el presente estudio se observaron diferencias significativas entre ambos pilares en los dos sistemas analizados pre- y postcementado. No se han encontrado estudios que hagan referencia a este aspecto. Las discrepancias observadas quizá puedan deberse a que algunas estructuras antes de ser cementadas basculaban, efecto que era mucho más acusado para el sistema Cercon[®], y pensamos que puede ser debido a errores inherentes a la técnica, aunque serán necesarios estudios ulteriores para corroborar este aspecto.

No existieron diferencias significativas entre las mediciones realizadas en las caras vestibular y lingual para ambos sistemas. Estos resultados coinciden con los hallados por Suárez y cols.⁶¹ para coronas cerámicas. Sin embargo no hemos encontrados estudios que analicen este aspecto en puentes cerámicos.

Los resultados mostrados en el presente trabajo, indican que los dos sistemas cerámicos analizados, tienen capacidad suficiente para confeccionar restauraciones con una adecuada adaptación marginal. Sin embargo, sería conveniente confirmar los resultados de este trabajo con una investigación clínica. La valoración clínica es el criterio más importante a la hora de elegir un biomaterial.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio *in vitro*, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Los dos sistemas de procesado por tecnología CAD/CAM estudiados tienen capacidad para elaborar restauraciones con una adecuada adaptación marginal.

2. Los puentes cerámicos de zirconia analizados poseen un ajuste marginal que se encuentra dentro de los límites aceptados clínicamente.
3. El sistema Lava[®] demostró un mejor sellado marginal que el sistema Cercon[®].
4. Existe una diferencia de comportamiento entre ambos pilares respecto al sellado marginal.
5. No se observaron diferencias en la discrepancia marginal entre las caras vestibular y lingual.
6. Son necesarios estudios clínicos a largo plazo para confirmar la bondad de ambos sistemas.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a 3M Espe la ayuda prestada para la realización del estudio, al Dr D. Guillermo Caruana, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, su ayuda con el programa de análisis de imagen y al Dr. D. Ricardo García, del Servicio Informático de Apoyo a la Investigación de la Universidad Complutense, su ayuda con el análisis estadístico.

Bibliografía

1. Walton TR. An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: part 2. Modes of failure and influence of various clinical characteristics. *Int J Prosthodont* 2003;16:177-182.
2. Vega del Barrio, JM. Materiales en odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicodinámicos. Ed. Avances medico-dentales 1996.
3. Fons-Font A, Solá-Ruiz M^oF, Martínez-González A, Casas-Terrón J. Clasificación actual de las cerámicas dentales. *RCOE* 2001;6(6):645-656.
4. Pröbster L. El desarrollo de las restauraciones completamente cerámicas. Un compendio histórico. *Quintessence (ed esp)* 1998; 11:515-519.
5. Tinschert J, Natt G, Spiekermann H. Determinaciones actuales de las cerámicas dentales. *Labor dental* 2001; 2 (6): 196-211.
6. Suárez MJ, L Lozano JF, Salido MP, Serrano B. Coronas de recubrimiento totalmente cerámicas. Criterios de selección. *Revista Europea de Odontología* 1999; XI: 249-258.
7. Kelly JR, Nishimura J, Campbell SD. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspective. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 18-32.
8. Suarez MJ, Pradíes G, Serrano B, Lozano JF. In-Ceram Zirconia: alternativa estética en puentes posteriores. *Rev Int Prótesis Estomatol* 2000;2(5):407-412.
9. Anderson M, Odén A. A new all-ceramic crown. A dense-sintered high-purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand* 1993;51:59-64.
10. Odén A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent* 1998; 80 (4): 450-456.
11. Guazzato M, Albarkry M, Quach L, Swain M. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina/zirconia-reinforced dental ceramic. *Dental Mater* 2005; 21:454-463.
12. Guazzato M, Albarkry M, Ringer S, Swain M. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dental Mater* 2004; 20:449-456.
13. Suarez MJ, Lozano JF, Salido MP, Martinez Rus F. Three-Year Clinical Evaluation of In-Ceram Zirconia Posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17(1):35-38.

14. Vega del Barrio, JM. Porcelanas y cerámicas actuales. RCOE 1999; 4(1):41-54.
15. Álvarez-Fernández MA, Peña-López JM, González-González IR, Olay-García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. RCOE 2003; 8:525-46.
16. Martínez Rus F, Suárez García MJ, Serrano Madrigal B, Pradies Ramiro GJ, Salido Rodríguez-Manzanaque MP. Evaluación clínica de puentes Procera®AllCeram. Resultados a 2 años. Rev Int Prot Estomatológica. 2005;7(1):38-43.
17. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. Dental Mater 1999;426-433.
18. Ardlin B. Transformation-thouhened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. Dental Mater 2002;18:590-595.
19. Luthardt RG, Holzhüter M, Sandkuhl O, Herold V, Schanapp JD. Reliability and properties of ground Y-TZP-Zirconia Ceramics. J Dent Res 2002;81(7):487-491.
20. Luthardt RG, Holzhüter M, Sandkuhl O, Herold, Walter M. CAD/CAM machining effects on Y-TZP zirconia. Dental Materials 2004; 20:655-662.
21. Kugel G, Perry RD, Aboushala A. Restoring anterior maxillary dentition using alumina and zirconia based CAD/CAM restorations. Compend Contin Educ Dent 2003;27(8):569-578.
22. Bünemann. Clever and smart. Labor dental técnica 2001; 4(10)
23. Aragoneses MI. Zirconio. Nuevos sistemas de confección estéticos y biocompatibles en cerámica dental (sin metal). Gaceta Dental 2006;146:70-84.
24. Luthy H, Filser F, Loeffel O, Schumacher M, Gauckler L, Hammerle CH. Strength and reliability of 4-unit all-ceramic bridges [abstr 0722]. J Dent Res 2003; 82 (Spec Iss B): 102.
25. Groger G, Rosentritt M, Behr M, Handel G. Ceramic veneering of Au alloy and CAM zirconia ceramic [abstr 1454]. J Dent Res 2003; 82 (Spec Iss B): 194.
26. Sailer I, Luthy H, Feher A, Schumacher M, Schärer P, Hammerle CH. 3-year clinical results of zirconia posterior fixed partial dentures made by direct ceramic machining (DCM) [abstr 0074]. J Dent Res 2003; 82 (Spec Iss B): 21.
27. Suttor D, Bunke K, Hoescheler S, Hauptmann H, Hertlein G. Lava® - The system for all-ceramic ZrO₂ crown and bridge frameworks. Int J Comput Dent 2001;4:195-206.
28. Suttor D. Lava Zirconia crowns and bridges. Int J Comput Dent 2004;7:67-76.
29. Reich S, Wichmann M, Rinne H, Shortall A. Clinical performance of large, all-ceramic CAD/CAM-generated restorations after three years. A pilot study. JADA 2004;135:605-612.
30. Fasbinder D. Restorative material options for CAD/CAM restorations. Compend Contin Educ Dent 2002;23(10):911-922.
31. Fasbinder DJ. CAD/CAM ceramic restorations in the operator and laboratory. Compend Contin Educ Dent 2003; 24: 595-605.
32. Ottl P, Piwowarczyk A, Lauer HC, Hegenbarth EA. The Procera AllCeram system. Int J Periodontics Restorative Dent 2000; 20: 151-61.
33. Duke S. Taking the Mystery out of CAD/CAM in Dental Practice. Compend Contin Educ Dent 2004;25(2):140-143.
34. Beschmidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. J Oral Rehab 1999;26:582-593.
35. Martínez A, Solá MF, Selva E, Fons A. Análisis experimental in vitro del ajuste marginal en restauraciones estéticas. Avances en Odontostomatología 1995;11:369-72.
36. Gardner FM. Margins of complete crowns. Literature review. J Prosthet Dent 1982;48:396-400.
37. Lombardía T, Alvarez A, Casado JR, Rodríguez MA, Villa MA. Valoración de la discrepancia marginal en coronas de recubrimiento total. Archivos de Odontostomatol 1990;6(8):15-24.
38. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: a review and discussion. Part II: discrepancies and configurations. J Prosthet Dent 1990;64:636-42.
39. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. J Prosthet Dent 1966:297-305.
40. McLean JW, Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971;131:107-111
41. Salido M P, Suárez M J, Pradies G, Caruana G. Análisis comparativo del ajuste marginal en coronas cerámicas. Rev Int Prot Est 2000;2(3):225-232.
42. Liu PR. A Panorama of dental CAD/CAM Restorative systems. Compend Contin Educ Dent 2005;26 (7):507-516.
43. Reich S, Whichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. Eur J Oral Sci 2005; 113:174-179.
44. Abbate M, Tjan A, Fox W. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. J Prosthet Dent 1989;61:527-31.
45. Fransson B, Oilo G, Gjeitanger R. The fit of metalceramic crowns. A clinical study. Dent Mater 1985;1:169-174.
46. Strating H, Pameijer C, Gildenhuis RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. J Prosthet Dent 1981;46:59-65.
47. Shearer B, Gough MB, Setchell DJ. Influence of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-ceram crowns. Biomaterials 1996;17(19):1891-1895.
48. Quintas A, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. J Prost Dent 2004;92(3):250-257.
49. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carroza S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. J Prosthet Dent 1994;72:585.
50. Groten M, Girthofer S, Probst L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997;24:871-81.
51. Probst L, Geis-Gertof J, Kirchner E, Kanjantra P. In vitro evaluation of a glass-ceramic restorative material. J Oral Rehab 1997;24:636-45.
52. Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera Crowns. Int J Prosthodont 1997;10:478-84.
53. Naert I, van Donk A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all ceramic full restorations followed between 0,5 and 5 years. J Oral Rehab 2005;32:51-57.
54. Suarez MJ, Pradies GJ, Salido MP, Lopez Lozano JF. Estudio comparativo in vitro sobre el ajuste marginal con diferentes cementos. Rev Int Prot Est 2002; 4 (3):217-221.
55. Suarez MJ, Lopez Lozano JF, Salido MP, Del Rio F. Factores a considerar en el cementado de las restauraciones de prótesis fija. Rev Eur Odonto-est 1994;6(6):335-340.
56. Martínez F, Martínez M, Pradies GJ, Suárez MJ. Estudio in vitro de la distribución de agentes cementantes en coronas de recubrimiento total. Rev Int Prot Est 2001;3(3):183-188.
57. White SN, Kipnis V. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. J Prosthet Dent 1993;69:28-31
58. Brackett W, Vickery JM. The influence of mixing temperature and powder/liquid ratio on the film thickness of three glass-ionomer cements. Int J Prosthodont 1994;7:13-6.
59. White SN, Yu Z, Kipnis V. Effect of skating force on film thickness of new adhesive luting agents. J Prosthet Dent 1992;68:476-81.
60. White SN, Yu Z. Film thickness of new adhesive luting agents. J Prosthet Dent 1992;67:782-5.
61. Suárez MJ, González de Villaumbrosia P, Pradies G, L Lozano JF. Comparison of the marginal fit of Procera AllCeram crowns with two finish lines. Int J Prosthodont 2003;16:229-232.