



Dr. Armando Valdés Álvarez

Odontólogo. Universidad Alfonso X El Sabio (UAX).
Máster Ciencias Odontológicas Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Dra. Carmen Pérez López

Máster Ciencias Odontológicas (UCM).
Especialista en Implantoprótesis (UCM).

Dr. Armando Valdés Villanueva

Médico Estomatólogo. Práctica privada en
Oviedo (Asturias) y Costa Adeje, Santa Cruz de
Tenerife (Canarias).

Dr. Juan López-Quiles

Director Magister Cirugía Bucal e
Implantología (UCM).

PRÓTESIS ATORNILLADAS DE CIRCONIO MONOLÍTICO POR CAD/CAM EN IMPLANTOLOGÍA

Predictibilidad a largo plazo

INTRODUCCIÓN

Las prótesis de metal con cerámica feldespática adquirieron popularidad por sus propiedades mecánicas, por su estética y por su biocompatibilidad. La Implantología moderna ha intentado encontrar soluciones prostodónticas con mejores propiedades mecánicas y que puedan soportar todas las cargas que se producen a través de los actos de la masticación, además de conseguir una estética adecuada. Las restauraciones monolíticas de circonio se propusieron como alternativa a estas coronas de metal-porcelana. El descubrimiento de sus propiedades propiciaron su uso como prótesis sobre implantes.

Los avances en la tecnología CAD/CAM (diseño asistido por ordenador y fresado automatizado) permitieron producir restauraciones de circonio monolítico completas con un buen diseño que no necesitan ser apenas cargadas de cerámica (**Figura 1**) (1). Trabajos relacionados han demostrado las ventajas e inconvenientes de este material que vamos a tratar de desarrollar y comprender en el presente artículo.

Los objetivos de este trabajo han sido analizar la

resistencia a la fatiga cíclica y la fractura del circonio monolítico sobre implantes atornillados por CAD/CAM; establecer un protocolo y diseño adecuado del circonio monolítico atornillado sobre implantes por CAD/CAM para su aplicación clínica y establecer un protocolo de mantenimiento de las prótesis atornilladas de circonio monolítico a largo plazo.

Palabras clave: circonio, circonio monolítico, CAD/CAM, periimplantitis y fatiga cíclica.

MATERIAL Y MÉTODO

Tras realizar una revisión bibliográfica con distintas combinaciones de las citadas palabras clave, los filtros establecidos para la inclusión de los artículos en el trabajo fueron los siguientes:

- Publicaciones basadas en estudios humanos.
- Publicaciones de los últimos cinco años.
- Publicaciones en revistas científicas médicas y odontológicas, de alto impacto.
- Libros de ciencias médicas y odontológicas especializados en el tema que estamos tratando.

En lo que se refiere a las bases de datos consultadas



Figura 1. Arcada completa de circonio monolítico.

para la recolección de los artículos, fueron las citadas a continuación:

- Pubmed.
- SearchMedica.
- Biblioteca SciELO.
- Fistera.
- Centro Crochane Iberoamericano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencia a la fatiga y a la fractura del circonio monolítico

Una de las grandes cuestiones es averiguar la fatiga clínica que sufre el circonio y si el material supera a los otros materiales más tradicionales como las prótesis metal-porcelana.

El óxido de circonio es un material polimórfico que existe en tres formas cristalinas; la fase monoclínica es estable a temperatura ambiente y a temperaturas de hasta 1.170°C, después de este punto pasa a fase tetragonal, que es estable hasta 2.370°C, después de lo cual se transforma a fase cúbica, hasta que alcanza su punto de fusión a 2.680°C (2).

La sinterización del circonio es un proceso por el cual mediante altísimas temperaturas pasamos a una de sus formas cristalinas. Esta transformación impulsada por la temperatura conduce a cambios en el volumen del circonio, que es perjudicial en su forma pura, pero puede conducir a una mayor resistencia en las fases tetragonal y cúbica si se estabiliza con aditivos, por ejemplo, óxido de itrio. Esto supone un paso crucial para obtener una buena fiabilidad y asegurarse una larga vida útil (2).

SE HA CONSTATADO LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA Y A LA FRACTURA A LO LARGO DEL TIEMPO DEL ÓXIDO DE CIRCONIO MONOLÍTICO

Analizando el nivel de carga de prótesis soportadas por implantes en un estudio influyó el tipo de material utilizado y se vio influenciado aún más por el procedimiento en el laboratorio o en el consultorio, donde el circonio demostró la resistencia a la fractura más alta (3, 4).

En otro estudio, las prótesis del grupo de coronas con revestimiento cerámico funcionan peor durante su envejecimiento en comparación con el circonio. El valor más alto se encontró para el circonio monolítico, seguido de las coronas monolíticas de disilicato de litio (5).

Pero la durabilidad supone más factores que las propiedades físicas estáticas del material. Sus propiedades pueden sufrir una progresiva degradación.

En la boca, una prótesis se somete repetidamente a carga oclusal y a la exposición en el medio oral. Esta degradación es atribuible al lento crecimiento de grietas por intrusión de moléculas de agua en defectos superficiales, lo que se conoce como degradación del circonio por envejecimiento a baja temperatura (4). Cuando se retoca el óxido de circonio en clínica se produce una transformación de fase que lo debilita y que hace necesario volver a realizar un ciclo de cocción en el horno para recuperar su fase original (6).

En el caso de las prótesis de arcada completa realizadas en circonio sustentadas por implantes se ha demostrado un rendimiento adecuado con una baja incidencia de complicaciones protésicas (7). En una investigación donde se estudió a 150 pacientes con arcadas completas durante dos años los resultados sugieren que el circonio es un material adecuado para ser utilizado para una arcada completa, con ambos grupos presentando una baja incidencia de complicaciones técnicas (**Figura 2**) (7). Se encontró que la tasa de complicaciones era mayor cuando los arcos opuestos a rehabilitar también se restauraron con circonio (6).

Otra cuestión es si, a la hora de realizar un diseño de CAD/CAM, el acceso y disposición de las chismeneas de las prótesis sobre implantes influye en su resistencia a la fractura. Los resultados de un estudio indicaron recomendaciones sobre el grosor mí-

nimo del circonio a nivel de las aberturas de acceso de tornillo distal, los espacios de altura de la corona y las longitudes de los segmentos en voladizo para evitar el efecto palanca (8, 9).

Las prótesis de circonio realizadas por CAD/CAM en arcada completa conllevan riesgos y el más importante es la fractura total de la restauración. Muchos clínicos, para reducir al máximo esta complicación, optaron por dividir las prótesis en varios tramos. Esto puede deberse a la imprecisión del escaneo y de garantizar el diseño estable del circonio (**Figura 3**) (8).

El sistema de escaneo tiene la limitación de la resolución finita, lo que puede dar como resultado bordes ligeramente redondeados. Las nubes de puntos obtenidas en el escaneo se transforman a través de un software CAD en una superficie lisa y continua, que, en algunos casos, puede causar errores de reproducibilidad de la anatomía de la preparación que influirán en el ajuste marginal e interno de la restauración protésica (10).

El óxido de circonio es más vulnerable a la tensión por tracción que las aleaciones de oro o titanio. Las bases metálicas cementadas pueden compensar los errores y aportar pasividad (9).

En otro estudio se observaron fracturas del circonio marginal en cuatro cilindros en la interfaz a nivel del pilar y daños estructurales de cuatro pilares



Figura 2. Paciente con arcada superior e inferior de circonio monolítico en 2 únicos segmentos con 6 años de seguimiento.



Figura 3. Paciente con arcada superior e inferior de circonio monolítico dividido en 3 segmentos (superior) y 2 segmentos (inferior) con 8 años de seguimiento.

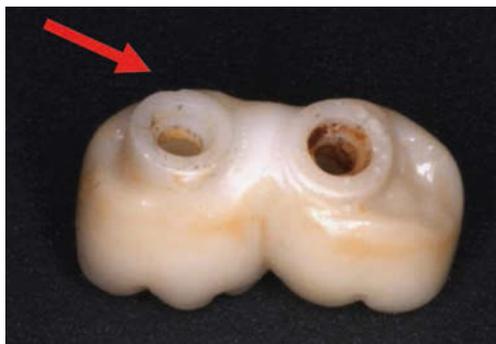


Figura 4 y 5. Fracturas en las bases de prótesis de zirconio monolítico.

SE RECOMIENDA LA DIVISIÓN DE LAS PRÓTESIS EN VARIOS TRAMOS (3 SUPERIORES Y 2 INFERIORES) PARA EVITAR EL ACÚMULO DE ERRORES QUE SE PRODUCEN DURANTE EL ESCANEADO

de titanio (**Figuras 4 y 5**). El desajuste, la discrepancia dimensional entre los cilindros y los pilares de zirconio, y la longitud excesiva del voladizo podrían haber causado fracturas del zirconio (8).

Periimplantitis asociada al zirconio

La periimplantitis ha adquirido un papel muy importante en el mundo de la Implantología y de la Periodoncia dado el volumen de implantes que se colocan actualmente en España y el compromiso de un mantenimiento a largo plazo.

La colocación del implante a un nivel submucoso (para ocultar los márgenes de la corona) puede conllevar un mayor riesgo de enfermedades periimplantarias (**Figuras 6 y 7**) o el empleo de faldones vestibulares para conseguir una mayor estética (**Figuras 8 y 9**).

Dado que el control de la higiene es esencial en la prevención de enfermedades periimplantarias, se debe instruir a los pacientes sobre su higiene bucal personal con monitorización y mentalización.

Las revisiones profesionales y los mantenimientos debe establecerse de acuerdo con las necesidades individuales del paciente (por ejemplo, intervalos de recuerdo de 3, 6 o 12 meses) (11). Hay que intentar encontrar un equilibrio entre estética y funcionalidad.

Muchos estudios han demostrado una ventaja en la cantidad de pérdida ósea marginal con implantes que tienen pilares intermedios (**Figura 10**) con cambio de plataforma en comparación con la conexión externa directa a implante (12).

La adhesión de bacterias generalmente está influenciada por las propiedades fisicoquímicas de la superficie del material, incluida la rugosidad de la superficie y carga eléctrica. En general, las superficies rugosas promueven una mayor adhesión bacteriana que las superficies lisas (13).

No solo la acumulación de placa diferente, sino también la calidad de fijación de tejidos blandos, puede desempeñar un papel en el grado de inflamación. Se ha demostrado que el zirconio promueve *in vitro* un mayor grado de proliferación de fibroblastos en comparación con el titanio.

Sin embargo, esta propiedad no se tradujo en resultados histológicos diferenciales en estudios experimentales que comparaban pilares hechos de zirconio, titanio y aleaciones de oro (14).

CONCLUSIONES

1. Se ha constatado la resistencia a la fatiga cíclica y a la fractura a lo largo del tiempo del óxido de zirconio monolítico. Tenemos que ser cuidadosos ya que,



Figuras 6 y 7. Paciente con corona de circonio monolítico en 46. Se observa una pérdida vestibular.



Figuras 8 y 9. La creación de faldones vestibulares aporta mayor estética a la prótesis pero compromete la higiene de la misma por parte del paciente.



Figura 10. Pilares intermedios justo antes de realizar un mantenimiento anual.

actualmente, el sistema CAD/CAM tiene limitaciones especialmente en arcadas completas. En esos casos se recomienda la división de las prótesis en varios tramos (3 superiores y 2 inferiores) para evitar el acúmulo de errores que se producen durante el escaneo.

2. Escoger y seleccionar bien los pacientes candidatos para este tipo de prótesis que no presenten hábitos parafuncionales graves evitando, así, los ajustes oclusa-

les en exceso. Se sugiere realizar un buen diseño por CAD/CAM que no comprometa estructuralmente a la prótesis en zonas sensibles como el acceso a los tornillos de apriete y zonas con cantilever extenso.

3. Realizar un protocolo de mantenimiento de estas prótesis adaptándose a las necesidades del paciente tanto por su nivel de higiene como por el diseño de prótesis empleada. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. **Rammelsberg P, Lorenzo-Bermejo J, Kappel S, Walton T, Asgeirsson AG, Sailer I, et al.** Effects of two grading techniques of zirconia material on the fatigue limit of full-contour 3-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2017; 33 (4): e155–64.
2. **Ahmed WM, Troczynski T, McCullagh AP, Wyatt CCL, Carvalho RM.** The influence of altering sintering protocols on the optical and mechanical properties of zirconia: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31 (5): 423–30.
3. **Preis V, Hahnel S, Behr M, Bein L, Rosentritt M.** In-vitro fatigue and fracture testing of CAD/CAM-materials in implant-supported molar crowns. *Dent Mater [Internet].* 2017; 33 (4): 427–33.
4. **Zhang Y, Lawn BR.** Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018; 97 (2): 140–7.
5. **Preis V, Behr M, Rosentritt M.** In Vitro Fatigue and Fracture Testing of Implant-Supported Anterior Ceramic Crowns. *Int J Prosthodont.* 2018; 31 (3): 264–6.
6. **Caramês J, Marques D, Malta Barbosa J, Moreira A, Crispim P, Chen A.** Full-arch implant-supported rehabilitations: A prospective study comparing porcelain-veneered zirconia frameworks to monolithic zirconia. *Clin Oral Implants Res.* 2019; 30 (1): 68–78.
7. **González J, Triplett R.** Complications and Clinical Considerations of the Implant-Retained Zirconia Complete-Arch Prosthesis with Various Opposing Dentitions. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017; 32 (4): 864–9.
8. **Rojas Vizcaya F.** Retrospective 2- to 7-Year Follow-Up Study of 20 Double Full-Arch Implant-Supported Monolithic Zirconia Fixed Prostheses: Measurements and Recommendations for Optimal Design. *J Prosthodont.* 2018; 27 (6): 501–8.
9. **Chang JS, Ji W, Choi CH, Kim S.** Catastrophic failure of a monolithic zirconia prosthesis. *J Prosthet Dent [Internet].* 2015; 113 (2): 86–90.
10. **Agustín-Panadero R, Martínez RL, Solá-Ruiz MF, Fons-Font A, Engra GG, Fernández-Estevan L.** Are metal-free monolithic crowns the present of prosthesis? study of mechanical behaviour. *Materials (Basel).* 2019; 12 (22): 6–8.
11. **Jepsen S, Berglundh T, Genco R, Aass AM, Demirel K, Derks J, et al.** Primary prevention of peri-implantitis: Managing peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2015; 42 (16): 152–7.
12. **Sasada Y, Cochran D.** Implant-Abutment Connections: A Review of Biologic Consequences and Peri-implantitis Implications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017; 32 (6): 1296–307.
13. **Zandim-Barcelos DL, Carvalho GG De, Sapata VM, Villar CC, Hämmerle C, Romito GA.** Implant-based factor as possible risk for peri-implantitis. *Braz Oral Res.* 2019; 33 (1): 1–10.
14. **Sanz-Martín I, Sanz-Sánchez I, Carrillo de Albornoz A, Figuero E, Sanz M.** Effects of modified abutment characteristics on peri-implant soft tissue health: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29 (1): 118–29.