

Fracasos de las restauraciones cerámicas en base de circonio

Failure of zirconia-based ceramic restorations

Cristina Velastegui^{1,2} <http://orcid.org/0000-0002-8739-4844>

Mauricio Toro³ <http://orcid.org/0000-0003-4473-5482>

Alain Manuel Chaple Gil^{4*} <http://orcid.org/0000-0002-8571-4429>

Gloria Sánchez³ <http://orcid.org/0000-0001-6824-4261>

Eduardo Fernández^{5,6} <http://orcid.org/0000-0002-2616-1510>

¹Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

²Universidad Politécnica y Artística del Paraguay. Paraguay.

³Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Protésica. Chile.

⁴Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Facultad de Ciencias Médicas “Victoria de Girón”. Departamento de Estomatología General Integral. La Habana, Cuba.

⁵Universidad de Chile, Departamento de Odontología Restauradora. Santiago de Chile, Chile.

⁶Universidad Autónoma de Chile. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Santiago de Chile, Chile.

*Autor para la correspondencia: chaple@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Existen numerosos tipos de fracaso en las restauraciones cerámicas en base de circonio, cerámicas sobre base o núcleo de circonio siendo el agrietamiento uno de los más frecuentes.

Objetivo: Describir las asociaciones de los fracasos en las prótesis con núcleo de circonio y laminadas con cerámicas de recubrimiento.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica sobre los fracasos de la cerámica de restauraciones de circonio y sus mecanismos en MEDLINE, PubMed y SciELO. La búsqueda se orientó a artículos publicados fundamentalmente en los últimos 5 años sin hacer

distinciones de idioma. Los tópicos consultados en la revisión estuvieron referidos a estudios experimentales en humanos, animales e *in vitro* que incluyeran los tópicos de fracaso, longevidad de restauraciones, mecanismos de fracaso, fracturas y tipos de ellas.

Análisis e integración de la información: Se profundiza en el tema de los fracasos de la cerámica de restauraciones de circonio. La causa de fracaso más prevalente es el agrietamiento, en sus distintos grados que alcanzan hasta tasas de 16 % a los 5 años, lo que representa una causa de fracaso relevante. No existe evidencia de unión química entre el núcleo de circonio y la cerámica de revestimiento, esto explicaría la génesis de las fracturas.

Conclusiones: Las complicaciones más comunes encontradas en restauraciones de núcleo de circonio recubiertas con porcelana están asociadas con el agrietamiento de la porcelana de recubrimiento, a las fracturas del núcleo de circonio que se asocian fundamentalmente a traumas y hábitos parfuncionales; la pérdida de retención y problemas endodónticos.

Palabras clave: estética; cerámica; circonio; fallo protésico.

ABSTRACT

Introduction: There are numerous types of failure in zirconia-based ceramic restorations, i.e. ceramic restorations on a zirconia base or core, cracking being one of the most common.

Objective: Describe the association between failure in zirconia-core and ceramic-veneered prostheses.

Methods: A bibliographic review was conducted about failure in zirconia-based ceramic restorations and its mechanisms in the databases MEDLINE, PubMed and SciELO. The search was aimed at papers published in any language mainly in the last five years. Papers were searched for which referred to experimental studies in humans, animals and *in vitro*, and dealt with the topics of failure, longevity of restorations, failure mechanisms, fractures and their types.

Data analysis and integration: The topic of failure in zirconia-based ceramic restorations was studied in depth. The leading cause of failure is cracking in its various degrees, which reaches rates of up to 16% at five years, a relevant failure level. No evidence was found of chemical bonding between the zirconia core and the veneering ceramic, which would otherwise explain the genesis of fractures.

Conclusions: The most common complications found in zirconia-core restorations covered with porcelain are associated to cracking of the veneering porcelain, fractures in the zirconia

core mainly caused by traumas and parafunctional habits, retention loss and endodontic problems.

Keywords: aesthetics; ceramic; zirconia; prosthesis failure.

Recibido: 02/12/2017

Aceptado: 23/03/2019

INTRODUCCIÓN

Las prótesis fijas de metal-porcelana, son restauraciones usadas en la odontología durante décadas y que a lo largo del tiempo han sido reconocidas por su predictibilidad y por ser una solución clínica confiable. Sin embargo, durante los últimos años la demanda de tratamientos estéticos en la odontología, ha llevado al desarrollo de materiales cerámicos como alternativas a las prótesis fijas de metal-porcelana.⁽¹⁾

En la búsqueda de materiales estéticos con mayor resistencia, se introdujo el óxido de circonio policristalino tetragonal estabilizado con Ytrio (Y-TZP), por sus propiedades mecánicas de resistencia a la deformación y elevada tenacidad, en comparación con las cerámicas convencionales.^(2,3) Esto se da por su característica de transformación de la fase tetragonal a monocíclica. Adicionalmente la tecnología CAD/CAM, ha permitido realizar estructuras de circonio.⁽⁴⁾

Desafortunadamente, por las características del circonio, es difícil obtener una mimetización perfecta con dientes naturales y por esto, se hace necesario realizar una unión con porcelanas de recubrimiento, de forma que se obtengan aun mejores resultados estéticos.⁽¹⁾

Existen numerosos tipos de fracaso, uno bastante frecuente es el *chipping* o desprendimiento, fractura o agrietamiento de la cerámica de recubrimiento. El desprendimiento puede estar presente en las restauraciones libres de metal en menor grado, que podría ser fácilmente reparable mediante un buen pulido, o en un grado mayor que podría significar el recambio completo de la corona. El agrietamiento que involucra solamente fractura en la interfase del recubrimiento, es difícil de diagnosticar de manera intrabucal y se necesita lentes de aumento para poder visualizar la fractura y exposición del núcleo.⁽²⁾

A pesar de que el circonio como núcleo, recubierto de porcelana feldespática, para prótesis fijas ya sean unitarias o plurales, mantiene buenas propiedades mecánicas, se han informado varios fracasos asociados al desprendimiento.⁽²⁾

Los objetivos de esta revisión fue describir las asociaciones de los fracasos en las prótesis con núcleo de circonio y laminadas con cerámicas de recubrimiento.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica en Internet acerca de los fracasos de la cerámica de recubrimiento en restauraciones con núcleos de circonio. La búsqueda se orientó a artículos publicados en los últimos 5 años en los idiomas inglés, español y portugués. Se consultaron las bases de datos de sistemas referativos: MEDLINE, PubMed y SciELO con la utilización de palabras clave en inglés: *failure, zirconia, chipping, fractures*; y se emplearon sus homólogos en español y portugués. Los tópicos consultados en la revisión estuvieron referidos a estudios de fracaso de restauraciones de circonio en estudios experimentales en humanos, animales e *in vitro* que incluyeran los tópicos de fracaso, longevidad de restauraciones, mecanismos de fracaso, fracturas y tipos de ellas.

Como resultado de esta se obtuvieron 52 artículos que se tamizaron con el propósito de conservar solo aquellos que se enmarcaban en describir los fracasos de la cerámica de recubrimiento en restauraciones con núcleos de circonio. De esta manera el estudio se circunscribió a 18 artículos en idioma inglés que fueron los que se ajustaron adecuadamente al tema tratado.

Para el procesamiento de la información se elaboró un cuaderno para la recolección de datos, mediante Microsoft Office Excel 2010, en el que se confeccionó un documento que recogió todas las revistas analizadas y la cantidad de artículos relacionados con la referida temática hallada en ellas.

ANÁLISIS E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la búsqueda de materiales que estéticamente sean más deseables se han desarrollado varios sistemas libres de metal, el circonio es uno de ellos.

El circonio es una cerámica policristalina, que tiene entre sus características: bajo potencial de corrosión, baja conductividad térmica y buena biocompatibilidad entre otras.^(5,6) El circonio estabilizado con Ytrio, ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus excelentes propiedades mecánicas, como la alta fuerza flexural aproximadamente mayor a 900 MPa, y la fuerza compresiva aproximada de 2 000 MPa.^(5,7) Originalmente por estas mismas razones, el circonio estaba limitado a subestructuras debido a la gran opacidad. Es por este motivo que, usado como restauraciones monolíticas, ha indicado una baja tasa de fracaso. Sin embargo, debido a su alta opacidad y en esta búsqueda incansable de materiales estéticos, se ha requerido el uso de laminados sobre el núcleo de circonio, para dar una apariencia más natural.⁽⁷⁾

Las complicaciones más comunes encontradas en restauraciones de núcleo de circonio recubiertas con porcelana incluyen: agrietamiento de la porcelana de recubrimiento, fracturas del núcleo de circonio, pérdida de retención y problemas endodónticos.⁽⁶⁾

Siendo la primera causa, el desprendimiento de las porcelanas de recubrimiento.

Fractura del núcleo

Las propiedades mecánicas del circonio, han permitido su uso en prótesis fijas posteriores y a la vez una reducción en el grosor del núcleo.⁽⁸⁾

La resistencia a la fractura de las cerámicas, se puede representar por la resistencia y dureza/tenacidad a la fractura. Para núcleos de circonio, los valores de tenacidad o fuerza a la fractura se encuentran entre los 5,5-7,4 Mpa.m^{1/2}, valores mucho mayores a los de otras cerámicas usadas para núcleos. El circonio tiene un mecanismo específico para este proceso que es la transformación de la fase tetragonal a monolítica de la TZP circonio. Cuando existe una carga excesiva, esto hace que exista un aumento en el volumen del material durante la transformación. Un aumento en el volumen de la fase monocíclica induce a un estrés compresivo alrededor de la punta de la grieta e inhibe la propagación de esta grieta, lo que resulta en un incremento de la resistencia a la fractura del material. Debido a la superior resistencia a la fractura del circonio (1 000 MPa), la fractura de sus núcleos es poco frecuente.⁽⁹⁾ Las causas de las fracturas observadas en varios estudios, no fueron por el material en sí, sino por trauma o hábitos parafuncionales. De todas maneras, el grosor del núcleo es un factor que influye el éxito de la restauración, por lo que hay que seguir las indicaciones de fabricación del circonio.⁽⁷⁾

Fractura recubrimiento porcelana

Entre las principales causas de fracaso de las restauraciones con núcleo de circonio está el desprendimiento de los laminados cerámicos.⁽¹⁰⁾ El agrietamiento se puede definir como una falla típica de las cargas de contacto, normalmente producida cuando una grieta por cargas de contacto se desvía debido a la presencia de una superficie libre cercana.⁸ La fractura de laminados cerámicos puede separarse en dos grupos, fractura del laminado en sí o la fractura originada desde la interfase del núcleo hasta la carilla.

La mayoría de las cerámicas dentales de recubrimiento tienen una baja resistencia a la fractura, que es por lo menos ocho veces menor que las del circonio, principalmente dada por su composición vítrea.⁽¹¹⁾

Estudios clínicos han revelado una alta tasa de desprendimiento de la porcelana de recubrimiento que varía entre 6 % y 15 % en un período de 3 a 5 años. Si se compara con los valores de fractura en restauraciones metal cerámica, estudios muestran un 4% de fractura en períodos de 10 años de estudio.⁽¹²⁾ Otro estudio muestra una evaluación realizada a coronas con núcleo de circonio, en el que 15 de 31 estudios analizados, mostraron desprendimiento de los laminados cerámicos en un 10 % entre 2 y 8 años.⁽¹¹⁾

El desprendimiento podría clasificarse de acuerdo con *Heintze y Rousson* en 3 grados, siendo los grados 1 y 2 los más comunes.^(11,12)

- Grado 1: agrietamiento en una pequeña superficie. Podría solucionarse solamente con pulido de la restauración.
- Grado 2: agrietamiento en superficie moderada. Podría repararse mediante sistema de resina compuesta.
- Grado 3: agrietamiento en amplia superficie, exponiendo núcleo de circonio. Se debe reemplazar la restauración.

De acuerdo con *Konstantinos y Agustín-Panadero*,⁽¹²⁾ las fracturas de las restauraciones pueden dividirse en dos tipos:

- Cohesivas: correspondientes al desprendimiento que se da cuando la fractura ocurre en la carilla de porcelana sin afectar al núcleo de zirconia.
- Adhesivas: cuando la fractura se da en la interfase entre el núcleo y recubrimiento.

Estudios *in vitro* demuestran que las fracturas en la porcelana de recubrimiento sigue un patrón cohesivo, refiriéndose al agrietamiento, que se da en las zonas oclusales adyacentes con el punto de contacto del antagonista. Se ha de señalar que se observó mayores fracturas cohesivas

en restauraciones con núcleo de circonio que restauraciones metal cerámicas, lo cual muestra más fracturas adhesivas.⁽¹²⁾

Existen varias hipótesis sobre el mecanismo por el cual se produce el desprendimiento y factores que influyen en la reducción de la fuerza de las restauraciones con núcleo de circonio recubiertas con porcelana.

La primera hipótesis es la variación de los coeficientes de expansión térmica entre el núcleo y el material de recubrimiento, en donde se puede generar estrés en la interfase entre ambas superficies y provocará el desprendimiento de la porcelana de recubrimiento.⁽⁷⁾ Se sabe que cuando el esfuerzo a la tensión dentro de la cerámica, excede la resistencia a la tensión de la carilla cerámica, se produce el *crack* y empieza a propagarse. El esfuerzo a la tensión en una zona específica de la cerámica es la suma de tensiones externas y residuales. Las tensiones residuales, son aquellas que están guardadas dentro del recubrimiento cerámico o del núcleo desde el momento que fueron solidificadas, estas tensiones estarán presentes a pesar de que no exista cargas externas presentes. Las tensiones externas se forman solamente cuando son aplicadas cargas externas, que será predominantemente durante la función y masticación, por tanto, son cargas variables entre pacientes.⁽⁶⁾ Idealmente para que no ocurra este fenómeno, la porcelana de recubrimiento debería tener un coeficiente de expansión térmica menor comparado al del núcleo, de esta manera se podría crear un estrés compresivo durante el enfriamiento de la restauración.⁽⁷⁾

Es importante mencionar que la fuerza de unión entre el circonio y el material de recubrimiento, es variable y depende del tipo de cerámica que se use. Pues cada material tiene un coeficiente de expansión térmica diferente.⁽⁶⁾ *Daou* propone que la fuerza de unión de circonio/porcelana, es menor en otros sistemas libres de metal.⁽⁸⁾

También se podría producir agrietamiento por la carente fuerza de unión entre el núcleo y la porcelana de recubrimiento.⁽⁷⁾ Esto se puede dar debido a una pobre humectabilidad del núcleo por la porcelana, lo que resulta en un mal acoplamiento entre los materiales y una unión micromecánica deficiente.⁽¹²⁾

Otro factor que puede provocar el desprendimiento es el grosor inadecuado del material de recubrimiento.⁽⁸⁾ Estudios han sugerido que mientras menor sea el grosor de la porcelana de recubrimiento, se podrá asegurar mejor la fuerza de la prótesis fija. En este estudio, las cofias de circonio se realizaron de un grosor uniforme, por lo que el recubrimiento fue de diferentes dimensiones dependiendo de la morfología del diente. En este caso, el grosor de las capas de porcelana sobre un núcleo de circonio con una baja difusión térmica, incrementó el riesgo de

tener tensiones de estrés residual en la capa de porcelana de recubrimiento. Estas tensiones, promueven la propagación de las grietas y aumentan la probabilidad de agrietamiento. En este estudio *in vitro*, ambos tipos de coronas con núcleo de circonio recubiertas con porcelana de manera manual y prensada fallaron de manera prematura en un número promedio de cargas cíclicas. Generalmente la porcelana es laminada a mano sobre el núcleo de circonio, a pesar de que también podría utilizarse una técnica de prensado o CAD/CAM. Se ha reportado que técnicas de prensado minimizan el desprendimiento, comparado con la técnica convencional.⁽⁷⁾ El estudio *in vitro* realizado por *Schmitter*, demuestra que las coronas con núcleo de circonio recubiertas con DiSiLi CAD/CAM, tienen una mayor resistencia a la fractura que las realizadas de manera manual. Se sugiere la producción CAD/CAM tanto del núcleo como de la cerámica de recubrimiento, para de esta manera disminuir la probabilidad de fractura de estas.^(8,13)

Otro estudio examina tres diferentes diseños de núcleo de circonio recubiertos con porcelana, en el que se corrobora una vez más excelentes propiedades mecánicas del circonio, pero se encuentra desprendimiento en la porcelana de recubrimiento en los tres diseños, en diferentes momentos.⁽¹⁰⁾ El adecuado diseño del núcleo, dará un soporte y grosos adecuados para los laminados de porcelana, dos factores importantes en la sobrevivencia de las restauraciones con núcleo de circonio.⁽⁸⁾ Especialmente en dientes posteriores implanto soportados o de múltiples unidades, en los que se requiere porcelana de recubrimiento en áreas interproximales o anatomía de molares, la cerámica de recubrimiento puede quedar sin el soporte adecuado de circonio, lo que puede producir posteriormente grietas en zonas proximales.⁽¹¹⁾ Si el grosor de la cerámica de recubrimiento excede el grosor del núcleo, el riesgo de que exista desprendimiento aumenta considerablemente.⁽¹⁴⁾

También se atribuye como causa del agrietamiento a los rápidos protocolos de enfriamiento en la fabricación, cuando se está colocando la porcelana feldespática sobre la subestructura de circonio, el cual se podría disminuir asegurando un enfriamiento más lento cuando la restauración sale del horno.⁽⁶⁾ Recientes protocolos evaluaron el efecto del horno cuando se incrementa 6 min adicionales en el proceso de enfriamiento. Esta variación tuvo como resultado, un incremento en la resistencia de las restauraciones de circonio recubiertas con cerámicas.⁽¹³⁾

Las propiedades físicas del circonio pueden modularse mediante los tratamientos de superficie, uno de ellos es el envejecimiento del circonio. Este fenómeno ocurre cuando el circonio es expuesto a un ambiente húmedo por un período de tiempo extendido, el cual puede

deteriorar sus propiedades. Otro efecto que influye en la modulación de las propiedades físicas del circonio, creando fracasos, es el pulido de la superficie, que puede disminuir la tenacidad a la fractura del material. *Vijan* aporta que el proceso de pulido en el circonio terminado, reduce considerablemente la fuerza media y la confiabilidad del material.⁽⁶⁾

Varios estudios demuestran que la tasa de supervivencia de restauraciones con base de circonio es del 100 % en 3 a 5 años. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en la mayoría de estudios se excluyeron pacientes con hábitos parafuncionales.^(2,6) Además el agrietamiento del recubrimiento generalmente ocurre como un defecto, el cual el paciente no logra percibir y que puede arreglarse mediante un pulido simple o reparación intrabucal; por este motivo se considera de un equivalente al 97 %-99 % de supervivencia en 5 años.⁽¹²⁾ Otro estudio reciente, indica que las coronas monolíticas de Circonio, podrían ser una alternativa para la aplicación clínica que solucione el problema del agrietamiento.⁽¹⁵⁾

Hasta la fecha, las exhaustivas pruebas de laboratorio confirman el ajuste y la resistencia marginales de las restauraciones cerámicas de circonio; sin embargo, los estudios clínicos de 5 a 10 años carecen de datos sobre la tasa de éxito y el modo principal de falla de circonio.⁽⁶⁾ Algunos solamente mencionan que la mayor tasa de complicaciones se presenta en el uso de coronas con núcleo de circonio, usadas en prótesis fijas plurales. La mayoría de los estudios que indican fallos en el comportamiento mecánico de las prótesis plurales, demuestran que la mayoría de las fracturas ocurren de forma oblicua, de gingival a oclusal, del centro del conector al centro del pónico.⁽¹²⁾

A la fecha, no existe evidencia científica que avale la unión química entre el núcleo de circonio y la cerámica de recubrimiento, solamente una unión compresiva por procesos de contracción térmica y enfriamiento después de la sinterización, por lo que aún es un tema pendiente.

CONCLUSIONES

Las complicaciones más comunes encontradas en restauraciones de núcleo de circonio recubiertas con porcelana están asociadas con el agrietamiento de la porcelana de recubrimiento, a las fracturas del núcleo de circonio que se asocian fundamentalmente a traumas y hábitos parafuncionales; la pérdida de retención y problemas endodónticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhang Y, Chai H, Lee JJ, Lawn BR. Chipping resistance of graded zirconia ceramics for dental crowns. *J Den Res.* 2012;91(3):311-5.
2. Koenig V, Vanheusden AJ, Le Goff SO, Mainjot AK. Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: an up to 9-year retrospective study. *Journal Dentistry.* 2013;41(12):1164-74.
3. Triwatana P, Nagaviroj N, Tulapornchai C. Clinical performance and failures of zirconia-based fixed partial dentures: a review literature. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(2):76-83.
4. Monteiro JB, Riquieri H, Prochnow C, Guilardi LF, Pereira GKR, Borges ALS, et al. Fatigue failure load of two resin-bonded zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramics: Effect of ceramic thickness. *Dental Materials.* 2018;34(6):891-900.
5. Mainjot AK, Schajer GS, Vanheusden AJ, Sadoun MJ. Influence of zirconia framework thickness on residual stress profile in veneering ceramic: measurement by hole-drilling. *Dental Materials.* 2012;28(4):378-84.
6. Vijan KV. An Overview of the Current Survival Status and Clinical Recommendation for Porcelain Fused to Metal vs All-ceramic Zirconia Posterior Fixed Partial Dentures. *World Journal Dentistry.* 2017;8(2):145-50.
7. Alsarani M, Souza G, Rizkalla A, El-Mowafy O. Influence of crown design and material on chipping-resistance of all-ceramic molar crowns: An *in vitro* study. *Dental and Medical Problems.* 2018;55(1):35-42.
8. Daou EE. The zirconia ceramic: strengths and weaknesses. *The Open Dentistry Journal.* 2014;8:33-42.
9. Stawarczyk B, Ozcan M, Hammerle CH, Roos M. The fracture load and failure types of veneered anterior zirconia crowns: an analysis of normal and Weibull distribution of complete and censored data. *Dental Materials.* 2012;28(5):478-87.
10. Ramos GF, Monteiro EB, Bottino MA, Zhang Y, Marques de Melo R. Failure Probability of Three Designs of Zirconia Crowns. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry.* 2015;35(6):843-9.
11. de Lima E, Meira JBC, Özcan M, Cesar PF. Chipping of veneering ceramics in zirconium dioxide fixed dental prosthesis. *Current Oral Health Reports.* 2015;2(4):169-73.
12. Agustin-Panadero R, Roman-Rodriguez JL, Ferreiroa A, Sola-Ruiz MF, Fons-Font A. Zirconia in fixed prosthesis. A literature review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* 2014;6(1):e66-73.

13. Schmitter M, Mueller D, Rues S. Chipping behaviour of all-ceramic crowns with zirconia framework and CAD/CAM manufactured veneer. *Journal of Dentistry*. 2012;40(2):154-62.
14. Heintze SD, Rousson V. Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. *The International Journal of Prosthodontics*. 2010;23(6):493-502.
15. Lopez-Suarez C, Rodriguez V, Pelaez J, Agustin-Panadero R, Suarez MJ. Comparative fracture behavior of monolithic and veneered zirconia posterior fixed dental prostheses. *Dental Materials Journal*. 2017;36(6):816-21.

Conflicto de intereses

No se declara conflicto de intereses.

Financiación

Estudio apoyado en parte por Conicyt – Consejo Nacional Investigación y Tecnología – Chile, Fondecyt 1170575