

Causas de fallas cohesivas y adhesivas de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP: Revisión sistemática

Causes of cohesive failures and adhesive armour ceramics in the Y-TZP structure: A Systematic review

Gerardo Javier Mendoza¹, Edna Margarita Mendéz¹, Astrid Lorena Valdés¹

RESUMEN

Objetivo: Identificar mediante una revisión sistemática de literatura cuáles son las causas de fallas cohesivas y adhesivas de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP. **Métodos:** Se realizó una búsqueda en revistas electrónicas indexadas publicadas desde el 2000 hasta el 2014, de la cual resultaron 8660 artículos distribuidos de la siguiente manera: 3390 Ebsco, Cochrane 309, Pubmed 4961. Se excluyeron por duplicado 83, por título 8234 y por resumen 232, para un total de 96 artículos a los cuales se les aplicaron las plantillas de la Asociación Colombiana de Facultades de Odontología (ACFO) y Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) para revisión sistemática, quedando 26 artículos. **Resultados:** De 8660 artículos encontrados se seleccionaron 26, los cuales reportaron que las principales causas de delaminación y chipping de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP son el coeficiente de expansión térmica, procesos de enfriamiento y calentamiento de la estructura, los tratamientos de superficie y otros factores (espesor de la cerámica, diseño de la preparación, técnicas de agregado, cargas oclusales, entre otros). **Conclusiones:** Las causas más relevantes de chipping y delaminación de la cerámica de blindaje sobre la estructura Y-TZP es el coeficiente de expansión térmica, procesos de enfriamiento y calentamiento de la estructura y los tratamientos de superficies, los cuales generaron mayores transformaciones de la fase tetragonal a la fase monoclinica, ocasionado una mayor inestabilidad entre los materiales.

Palabras Clave: zirconio, delaminación, tratamiento de superficie, debonding

ABSTRACT

Objective To identify through a systematic literature review the causes of the cohesive and adhesive ceramic armor in the structure of Y-TZP faults. **Methods:** A search of electronic journals indexed and published from 2000 to 2014. 8660 articles distributed as follows were found: 3390 Ebsco, Cochrane 309, Pubmed 4961. Excluded articles were: 83 due to duplication, 8234 due to title, 232 due to abstract, for a total of 96 papers to which Colombian Association of Dental Schools (ACFO) and Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) templates were applied, thus remaining 26 items. **Results:** 26 out of 8660 articles were selected. Such papers reported that the main causes of delamination and chipping of the veneering ceramic in the structure of Y-TZP are the coefficient of thermal expansion, cooling process, and heating of the structure, surface treatments (thickness of the ceramic, preparation design, techniques for addition, occlusal charges, and others). **Conclusions:** The most important causes of chipping and delamination of the veneering ceramic structure on Y-TZP is the coefficient of thermal expansion, cooling and heating processes of the structure and surface treatments.

Keywords: zirconia, delamination, zirconia surface treatment, debonding

Grupo de Investigación - Ciencias Odontológicas UNICOC

1. Odontólogo. Residente de Especialización en Prostodoncia.
Autor responsable de correspondencia: Edna Margarita Mendéz
Correo electrónico: ednamargarita09@hotmail.com

Citar como: Mendoza GJ, Mendéz EM, Valdés AL. Causas de fallas cohesivas y adhesivas de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP: Revisión sistemática. Journal Odont Col. 2014;7(14):32-50

Recibido: Mayo 2014, aceptado: Junio 2014

INTRODUCCIÓN

Las exigencias estéticas de los pacientes han generado nuevos materiales dentales que buscan que su comportamiento sea similar al del tejido dental. Actualmente el Y-TZP presenta alta resistencia a la dureza, que lo convierte en el material ideal para las restauraciones totalmente cerámicas. Sin embargo, el mayor problema que presenta este material es la propagación de grietas y fracturas, por lo cual se hace necesario realizar una revisión ante la situación de fallas adhesivas y cohesivas a la cerámica de blindaje y a la estructura de Y-TZP.

El zirconio se ha conocido como una gema desde tiempos antiguos y su nombre proviene del término árabe zargon (color dorado) el cual a su vez proviene de los términos persas “zar” (oro) y “gun” (color). La zirconia fue identificada como tal en 1789 por el químico alemán Martín Heinrich Klaproth.¹

El dióxido de zirconio (ZrO_2), conocido como zirconia, se viene utilizando con gran éxito en odontología desde hace aproximadamente 15 años.² La zirconia tiene características físicas únicas que hacen que sea el doble de fuerte y resistente comparada con las cerámicas basadas en alúmina. Otra propiedad físicamente importante es la resistencia a la fractura, la cual se ha reportado entre 8 y 10 MPa, lo que lo hace significativamente más alto que cualquier otra cerámica dental. La resistencia a la fractura es la capacidad que tiene un material al ser indentado para inhibir la propagación de las grietas. Los reportes clínicos sobre la zirconia no han demostrado ningún problema sobre la estructura.

Las fallas han estado asociadas al chipping (fallas cohesivas) y a la delaminación (fallas adhesivas).³ Hasta la fecha hay tres tipos de cerámicas que refuerzan la estructura de zirconia: alúmina, magnesio y zirconia policristalina tetragonal estabilizada con itrio (Y-TZP, sigla en inglés de Yttria Tetragonal Zirconia Polycrystal). La Y-TZP presenta alta fuerza flexural en un rango de 900 a 1200 MPa.² La zirconia es un polimorfo completamente conocido que se presenta en tres formas: monoclinico (M), cúbico (C), y tetragonal (T). La zirconia pura es monoclinica a temperatura ambiente. Esta fase es estable hasta 1170°C con una forma de prisma recto con lados rectangulares. Por encima de esta temperatura se transforma en tetragonal, organizado en celdas cristalinas las cuales pueden ser categorizadas en forma de un prisma recto con lados cuadrados y luego en fase cúbica a 2370°C la cual se constituye en forma de un prisma amorfo. La fase cú-

bica tiene moderadas propiedades mecánicas, la fase monoclinica muestra reducción en las propiedades y la fase tetragonal provee mejores propiedades mecánicas.⁴ Durante el enfriamiento una transformación de la fase tetragonal a monoclinica (T-M) se produce en un intervalo de temperatura de 670 a 1070°C seguido de una expansión de volumen de aproximadamente 3 a 4%. Esta transformación de fase genera tensiones que dan lugar a la formación de grietas, debido a un aumento en el reticulado estructural.¹⁻⁴

Para mejorar la estabilidad de la fase tetragonal se incorpora óxidos del tipo CoO , MgO , y Y_2O_3 , los cuales permiten crear espacios internos en la estructura cristalina, al mantener un equilibrio entre cargas positivas y negativas. Quien ayuda en la estabilización de la fase tetragonal es la Zirconia monocíclica con 7 iones, ya que la tetragonal y cúbica poseen 8 iones. La monocíclica es estable a temperatura y al aumentar esta se incrementa la concentración de los espacios de oxígeno, lo cual produce un cambio en la forma de la estructura.² Muchas de las restauraciones cerámicas son compuestas por dos capas de materiales, la estructura de Y-TZP que soporta la carga y la porcelana de recubrimiento para la estética.

Las cerámicas de recubrimiento utilizadas para la estructura de zirconia son primariamente compuestas de cerámicas vítreas con una composición menor en diferencias microestructurales dependiendo del fabricante. Caolín, sílice y feldespato son los principales componentes de las cerámicas de recubrimiento, cerámicas vítreas reforzadas con leucita y cerámicas vítreas nanofluorapatitas son también utilizadas para fabricar restauraciones en zirconia.⁴ Muchos factores pueden influenciar en la fuerza de adhesión entre la estructura de zirconia y la cerámica de blindaje: estrés residual generado por incompatibilidad del coeficiente de expansión térmica, la interfase producida durante la fabricación las mismas y tratamientos de superficie realizados a la estructura de zirconia.⁴

Los diferentes tratamientos de superficie que se han utilizado son el desgaste de la superficie, el pulido, el arenado, la aplicación de liners y tratamientos térmicos que, aunque son para aumentar la adhesión, pueden producir fallas en la unión de la estructura con la cerámica de recubrimiento.^{1,5-7} En cuanto al coeficiente de expansión térmica (CET), éste se define como un incremento en el volumen de un material a medida que aumenta su temperatura. Un CET es alto cuando el material tiende a ser más noble y por otra parte los materiales duros tienden a tener un CET bajo. La

incompatibilidad del CET entre dos materiales como la zirconia y la cerámica de blindaje dependen de la cerámica de recubrimiento y del fabricante y puede generar una tensión residual importante en la unión de estos que, al recibir una fuerza, pueden causar fallas.^{4,8,9} El porcentaje de fractura de la cerámica de recubrimiento es del 15% después de 24 meses, 25% después de 31 meses y 8% después de 36 meses. Por todo esto se hace necesario conocer las causas del chipping y de la delaminación y así poder implementar las técnicas que puedan prevenir este fenómeno y disminuir los valores de fracaso post tratamiento.

El objetivo de este trabajo fue establecer las causas de fallas cohesivas y adhesivas de la cerámica de blindaje a la estructura de Y-TZP mediante una revisión sistemática de la literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de literatura para identificar los estudios que evaluaron las causas que influyen en el chipping y en la delaminación de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP se condujo una búsqueda de literatura en revistas electrónicas indexadas contenidas en las bases de datos Ebsco, Cochrane y Pubmed utilizando los siguientes descriptores de búsqueda: delaminación de zirconio, tratamiento de superficie zirconio, chipping de zirconio, zirconia, dureza del zirconio a la fractura, debonding del zirconio, zirconio, Y-TZP, núcleo en zirconia, adhesión a la cerámica y su traducción al inglés, publicados entre enero de 2000 hasta el enero de 2014.

De esta búsqueda resultaron 8660 artículos distribuidos de la siguiente manera: 3390 en Ebsco, 309 en Cochrane, 4961 en Pubmed. Se excluyeron por duplicado 83, por título 8234 y por resumen 232, para un total de 96 artículos (Figura 1). A estos artículos se les aplicó la plantilla de la Asociación Colombiana de Facultades de Odontología (ACFO) y la plantilla Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) para revisiones sistemáticas, quedando 26 artículos (Tabla 1). Entre los estudios que aportaron información en la presente revisión sistemática se encontraron 23 estudios experimentales, un estudio descriptivo transversal, un estudio de cohorte retrospectivo y una revisión sistemática (Tabla 2).

RESULTADOS

Dentro de los artículos seleccionados para esta revisión sistemática, se analizaron las causas de la delaminación y chipping de la cerámica de blindaje en la estructura de Y-TZP, entre las cuales se pueden

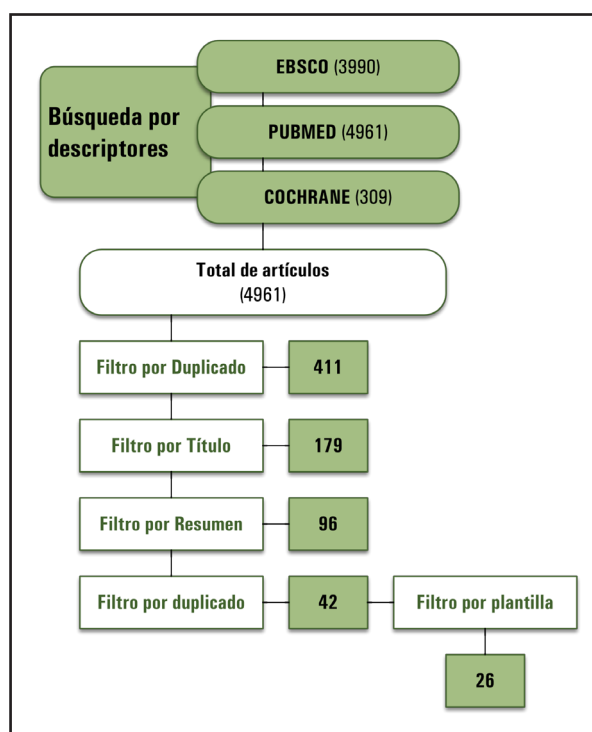


Figura 3

Flujograma para selección de artículos

identificar: los tratamientos de superficie, coeficiente de expansión térmica, proceso de enfriamiento y calentamiento de la estructura, y otros factores (espesor de la cerámica, diseño de la preparación, técnicas de agregado, cargas oclusales, entre otros).

Con respecto al tratamiento de superficie, diversos estudios^{6,10-11} han reportado tratamientos abrasivos y térmicos en donde se mostró que con los tratamientos abrasivos se genera una mayor fase de transformación de tetragonal a monoclinica en donde determinaron que con el tratamiento térmico no disminuyó la adhesión entre la estructura de Y-TZP y la cerámica de blindaje. Todos sugieren que con el tratamiento térmico después del tratamiento abrasivo mejora la adhesión y puede ser reversada la fase monoclinica a la fase tetragonal.

De la misma forma, el tratamiento de superficie de arenado sobre la estructura de Y-TZP induce un cambio en la transformación de tetragonal a monoclinica, siendo mayor la fase de transformación cuando las partículas son de gran tamaño y sugieren un tratamiento térmico para estabilizar la fase monoclinica a la tetragonal.¹²⁻¹⁴ Kim *et al.*,⁵ y Tada *et al.*,¹⁵ realizaron tratamiento de liner, desgaste y arenado en superficies de Y-TZP en donde encontraron que el tratamiento con liner solamente generó una mayor

Tabla 1

Artículos excluidos		
Títulos	Autor	Motivo de exclusión
Effect of veneering technique on the fracture resistance of zirconia fixed dental prostheses ³¹	M. Chaar, S. Witkowski, J. Strub	Resistencia a la fractura de estructura zirconia en prótesis fija
Fracture toughness of heat-pressed and layered ceramics ³²	R. Ansong, B. Flinn, K. Chung, L. Manc, M. Ishibe, A. Raigrodski	Resistencia a la fractura de cerámica prensada al calor
Evaluation of a conditioning method to improve core-veneer bond strength of zirconia restorations ³³	J. Teng, H. Wang, Y. Liao, X. Liang	Preparación interna de la estructura
Identification of monoclinic phase in CAD/CAM zirconia FPD frameworks ³⁴	V. Kypraiou, S. Pelekanos, G. Eliades	Observa la estructura Y-TZP y no realiza tratamiento de superficie
Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 years: a systematic review of the literature ³⁵	J. Schley, N. Heussen, S. Reich, J. Fischer, K. Haselhuhn, S. Wolfart	Estudia la estructura de zirconio en prótesis fija de 3 unidades
Influence of sintering conditions on low-temperature degradation of dental zirconia ³⁶	M. Inokoshi, F. Zhang, J. Munck, S. Minakuchi, I. Naert, J. Vleugels, B. Meerbeek, K. Vanmeensel	Determina la sinterización de la estructura Y-TZP pero no explica el tratamiento de superficie
Surface characterization of dental Y-TZP ceramic after air abrasion treatment ³⁷	L. Hallmann, P. Ulmer, E. Reusser, C. Hammerle	Observa la rugosidad de estructura de Y-TZP
Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations Part II: Zirconia veneering ceramics ³⁸	M. Aboushelib, C. Kleverlaan, A. Feilzer	No concluye que tipo de tratamiento produce mayor adhesión
Confocal raman microscopic analysis of the zirconia/feldspathic ceramic interface ³⁹	J. Durand, B. Jacquot, H. Salehi, M. Fages, J. Margerit, F. Cuisinier	No determina las fallas de la inter-fase entre la estructura zirconio y la cerámica
XRD2 micro-diffraction analysis of the interface between Y-TZP and veneering porcelain: Role of application methods ⁴⁰	M. Tholey, C. Berthold, M. Swain, N. Thiel	Diferentes grosores en la capa de la cerámica
Influence of low-temperature environmental exposure on the mechanical properties and structural stability of dental zirconia ⁴¹	T. Alghazzawi, J. Lemons, P. Liu, M. Essig, A. Bartolucci, G. Janowski	No determina el efecto del cambio de la estructura
Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures ⁴²	P. Coelho, E. Bonfante, N. Silva, E. Rekow, V. Thompson	No determinó cual es la causa del chipping
Residual stress profiles in veneering ceramic on Y-TZP, alumina and ZTA frameworks: Measurement by hole-drilling ⁴³	K. Fukushima, M. Sadoun, P. Cesar, A. Mainjot	Compara la adhesión de la cerámica de recubrimiento a diferentes estructuras
Fracture toughness and hardness of a Y-TZP dental ceramic after mechanical surface treatments ⁴⁴	T. Traini, E. Gherlone, S. Parabita, S. Caputi, A. Piattelli	Realiza tratamiento a la estructura total de Y-TZP
Effect of cooling rate on shear bond strength of veneering porcelain to a zirconia ceramic ⁴⁵	F. Komine, A. Saito, K. Kobayashi, M. Koizuka, H. Koizumi, H. Matsumura	No determinan los tiempos de enfriamientos entre la cerámica y estructura zirconio
Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites ⁴⁶	J. Fischer, P. Grohmann, B. Stawarczyk	Tratamiento que se le realiza a la estructura para ser cementada con resina

tasa de fracaso y fractura de la cerámica de blindaje ocasionando fallas adhesivas. Sin embargo, el arenado y el pulido afecta la fase de transformación, por lo tanto sugieren realizar un tratamiento de superficie con liner más un tratamiento térmico para mejorar la adhesión y prevenir el chipping, del mismo modo recomiendan mejorar la dureza de las cerámicas de blindaje.

Elsaka¹⁶ realizó un tratamiento de arenado, cloruro de metileno y una solución de grabado caliente, siendo que este último un tratamiento alternativo para prevenir la fase de transformación de tetragonal a mo-

noclínica. Grigore *et al.*,¹⁷ emplearon en su estudio tratamientos de superficie de grabado térmico y arenado generando una mayor fase de transformación de tetragonal a monoclínica y concluyeron que al realizar un tratamiento de arenado y posteriormente un tratamiento térmico pudieron obtener una reversa de esta transformación.

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA

Al utilizar cerámica de blindaje con diferentes coeficientes expansión térmica sobre la estructura de zirconia se genera un cambio en la transformación de la fase tetragonal a monoclínica mayor que con

Tabla 2				
Artículos incluidos				
Título	Autor	Nivel de evidencia	Grado de recomendación	
Aesthetic Functional Area Protection Concept for Prevention of Ceramic Chipping with Zirconia Frameworks ²³	C. Broseghini, M. Broseghini, S. Gracis, P. Vigolo	III	B	
Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: An up to 9-year retrospective study ²⁶	V. Koenig, A. Vanheusden, S. Le Goff, A. Mainjot	III	B	
Effect of colouring green stage zirconia on the adhesion of veneering ceramics with different thermal expansion coefficients ²⁷	G. Aktas, E. Sahin, P. Vallittu, M. Ozcan, L. Lassila	III	B	
Effect of core design and veneering technique on damage and reliability of Y-TZP-supported crowns ²²	P. Guess, E. Bonfante, N. Silva, P. Coelho, V. Thompson	III	B	
Effect of differences in coefficient of thermal expansion of veneer and Y-TZP ceramics on interface phase Transformation ⁴	L. Hallmann, P. Ulmer, S. Wille, M. Kern	III	B	
Effect of intermediate ceramics and firing temperature on bond strength between Tetragonal zirconia polycrystal and veneering ceramics ⁹	N. Matsumoto, M. Yoshinari, S. Takemoto, M. Hattori, E.Kawada, Y.Oda	III	B	
Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic ⁵	H. Kim, H. Lim, Y. Park, M. Vang	III	B	
Examination of bond strength and mechanical properties of Y-TZP zirconia ceramics with different surface modifications ¹³	H. Yamaguchi, S. Ino, N. Hamano, S. Okada, T. Teranaka	III	B	
Fracture strength and microstructure of Y-TZP zirconia after different surface treatments ¹¹	J.Song, S. Park, K. Lee, K. Yun, H. Lim	III	B	
Influence of crystal structure on debonding failure of zirconia veneered restorations ¹⁴	M. Abousheliba, H. Wang	III	B	
Influence of pre-treatments on flexural strength of zirconia and debonding crack-initiation strength of veneered zirconia ¹⁰	M. Doi, K. Yoshida M. Atsuta, S. Takahashi	III	B	
Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic ¹	M. Guazzato, L. Quach, M. Albakry, M. Swain	III	B	
Influence of surface treatment on bond strength of veneering ceramics fused to zirconia ¹⁵	K. Tada T. Sato, M. Yoshinari	III	B	
Influence of surface treatments on the surface properties of different zirconia cores and adhesion of zirconia-veneering ceramic systems ¹⁶	S. Elsaka	III	B	
Influence of thermal expansion mismatch and fatigue loading on phase changes in porcelain veneered Y-TZP zirconia discs ¹⁸	M. De Kler, N. De Jager, M. Meegdes, J. Van Der Zel	III	B	
Influence of zirconia framework thickness on residual stress profile in veneering ceramic: Measurement by hole-drilling ²¹	A. Mainjot, G. Schajer, A. Vanheusden, M. Sadoun	III	B	
Mapping the tetragonal to monoclinic phase transformation in zirconia core dental crowns ²⁵	M. Allahkarami, J. Hanan	III	B	
Mechanical properties of dental zirconia ceramics changed with sandblasting and heat treatment ⁶	H.Sato, K. Yamada, G. Pezzoti, M. Nawa, S.Ban.	III	B	
Microstructure of veneered zirconia after surface treatments: A TEM study ¹⁷	A. Grigore, S. Spallek,A. Petschelt, B. Butz, E. Spiecker, U. Lohbauer	III	B	
Phase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting ¹²	R. Chintapalli, F. Marro, E. Pique, M. Anglada	III	B	
Reliability and failure modes of implant-supported zirconium-oxide fixed dental prostheses related to veneering techniques ²⁴	M. Baldassarri, Yu Zhang, V. Thompson, E. Rekow, C. Stappert	III	B	
Residual stresses in Y-TZP crowns due to changes in the thermal contraction coefficient of veneers ¹⁹	J. Meira. B. Reisa, C. Tanaka, R. Ballester ,P. Cesar, A. Versluis , M. Swain	III	B	
The firing procedure influences properties of a zirconia core ceramic ²⁹	M. Øilo, N. Gjerdet, H. Tinnereim	III	B	
The use of slow heating and slow cooling regimens to strengthen porcelain fused to zirconia ³⁰	J. Tan, D. Sederstrom, J. Polansky, E. McLaren, S. White	III	B	
Thermo and mechanical cycling and veneering method do not influence Y-TZP core/veneer interface bond strength ²⁸	H. Vidotti, J. Pereira , E. Insaurralde ,A. de Almeida , A. do Valle	III	B	
Unstable cracking chipping of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures ²⁰	M. Swain	V	D	

el tratamiento abrasivo, por lo que se sugiere un pretratamiento abrasivo antes de la cerámica de recubrimiento.^{4,18} Los cambios de coeficientes de expansión térmica y enfriamiento rápido afectan significativamente el stress residual de la cerámica de blindaje en la estructura Y-TZP.¹⁹⁻²⁰

Otros factores Matsumoto *et al.*,⁹ reportaron que al utilizar cerámicas intermedias de baja resistencia y con un enfriamiento lento disminuye la adhesión entre la cerámica de blindaje a la estructura de zirconia. Mainjot *et al.*,²¹ destacan la importancia del espesor de la estructura del Y-TZP y la cerámica de blindaje donde concluyen que la diferencia entre estos generan tensiones residuales. El soporte anatómico de la estructura del Y-TZP influye en el chipping, encontrando así que a un mayor espesor en la cerámica de blindaje se genera una mayor área de chipping (fallas cohesivas).²²

Brosegghini *et al.*,²³ atribuyen las causas de chipping a los cambios de coeficientes de expansión térmica a los incorrectos valores de enfriamiento, calentamiento y a los incorrectos tratamiento de superficie al Y-TZP antes de colocar la cerámica de blindaje y al inadecuado soporte de la misma.

Diversos investigadores^{24,26} han teorizado que las causas de la iniciación y propagación de grietas sobre la estructura del Y-TZP están relacionadas con ciertos parámetros de riesgo como restauraciones antagonistas, restauraciones implantoportadas, actividad parafuncional, cargas oclusales y falta de uso de placas oclusales. En 2013 Aktas *et al.*,²⁷ demostraron que al agregar cerámica de blindaje con diferente coeficiente de expansión térmica disminuyó notablemente la unión a la estructura de Y-TZP. Al mismo tiempo utilizaron un colorante líquido para opacar la estructura y ver si afectaba la interface, encontrando como resultado que dicha técnica no tenía relevancia en la fuerza de adhesión. En ese mismo año Vidotti *et al.*,²⁸ realizaron técnicas de ciclo térmico y mecánico, así como métodos de recubrimiento por capas y prensado, donde demostraron que no se veía influenciada la fuerza de unión.

Por el contrario, las diferencias de CET entre materiales sí generaban disminución en dicha unión durante la cocción en la cerámica de blindaje. Enfriamiento y calentamiento Mait *et al.*,²⁹ se enfocaron en determinar si el proceso de calentamiento alteraba la cerámica de blindaje y las propiedades del Y-TZP, encontrando que efectivamente se afectaba la microdureza

y la fuerza flexural de dichas estructuras. Tan *et al.*,³⁰ enfocaron su estudio en el protocolo de enfriamiento y calentamiento y pudieron observar que la mayoría de las fallas se dieron en la interface entre la estructura y la cerámica de recubrimiento a causa de un estrés residual y a las fallas cohesivas, determinando así que el protocolo de enfriamiento debe realizarse de manera lenta, aunque en su estudio no pudieron establecer un tiempo determinado.

DISCUSIÓN.

El mayor problema asociado a restauraciones total cerámicas con estructuras de zirconia y cerámicas de blindaje es el chipping y delaminación por lo cual se han venido investigando las causas a través de diferentes tratamientos de superficies.¹⁷

Hallman *et al.*,¹⁴ mencionaron que muchos factores pueden influenciar la fuerza de adhesión entre la estructura de zirconia y las cerámicas de blindaje, dentro de las cuales están: estrés residual generado por incompatibilidad de coeficientes de expansión térmica, interfaces en los procesos de fabricación, tratamientos de superficie y otros factores. Los tratamientos de superficie han sido utilizados como alternativa para mejorar la adhesión entre las estructuras de zirconio y cerámicas de blindaje y para prevenir fallas cohesivas y adhesivas que generen las causas del daño a las estructuras.

En 2008, Sato⁶ realizó tratamientos de superficie en la zirconia como abrasivos y térmicos en donde observó un cambio en la fase de tetragonal a monoclinica de la estructura del Y-TZP. Luego utilizó un tratamiento térmico después del abrasivo para mejorar la adhesión. El tratamiento térmico realizado por sí solo o después de un tratamiento abrasivo o de arenado no muestra transformación de la fase T-M.¹⁰⁻¹¹ Aboushehlib *et al.*,¹⁴ utilizaron el tratamiento térmico para estabilizar la fase tetragonal después de haber aplicado tratamiento de arenado con grandes partículas. Adicionalmente, otros tratamientos de superficie han sido causas de cambios en la estructura de transformación de la fase de T-M, tales como liners, cloruros de magnesio, solución de grabado térmico, los cuales no han mostrado gran relevancia en la literatura.^{5,15-16}

Los cambios de CET en la contracción térmica afectan significativamente las fuerzas residuales en las capas de recubrimientos del Y-TZP y un enfriamiento rápido de su proceso de sinterizado.¹⁹⁻²⁰ Esta afirmación es corroborada por De Kler⁴ y Hallman¹⁸ quienes observaron una extensión de la fase tetragonal a mo-

noclínica en la interfase entre la cerámica de blindaje y la estructura de zirconia, considerando que el CET entre estas estructuras debe ser lo más cercano posible para mejorar la interfase.

Otros estudios han tomado otros factores como causas de la delaminación y el chipping como la técnicas o métodos de colocación de cerámica de blindaje, técnica a mano y por prensado, que demostraron que estos tuvieron gran influencia en la propagación de grietas y chipping asociadas a fallas por cargas oclusales.²⁴

Finalmente, Koenig²⁶ refiere como otros factores asociados a fallas en estructuras de zirconia en la cerámica de blindaje, las restauraciones sobre implantes, las restauraciones antagonistas y las cargas oclusales, las cuales se les deberían dar mayor importancia debido a que representan un gran factor de riesgo para este tipo de restauraciones.²⁴⁻²⁵ Sin embargo, al espesor de la cerámica de blindaje sobre la estructura de zirconia se le ha atribuido como un causante de chipping y de delaminación por ser de mayor espesor en la cerámicas de blindaje que en la estructura Y-TZP, ocasionando fallas cohesivas, pero aun así, no se ha establecido un espesor determinado. El diseño de la estructura también se ve influenciado en la distribución de las fuerzas oclusales.^{21-22,26}

CONCLUSIÓN

El presente estudio mostró las diferentes causas de chipping y de delaminación de cerámica de blindaje sobre la estructura de Y-TZP determinando que la causa más relevante es la diferencia entre coeficientes de expansión térmica, seguido de procesos de enfriamiento y calentamiento de la estructura.

REFERENCIAS

1. Vagkopoulou T, Koutayas S, Koidis P, Strub J. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *European Journal of Esthetic Dentistry* 2009; 4(2):130-151
2. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation* 2010; 37: 641-652
3. Giordano R, McLaren E. Classification by microstructure and processing methods. *Compendium Continental Educational Dental* 2010; 31(9): 682-697
4. Hallmann L, Ulmer P, Wille S, Kern M. Effect of differences in coefficient of thermal expansion of veneer and Y-TZP ceramics on interface phase transformation. *Journal Prosthetic Dentistry* 2014 112(3):591-599
5. Kim H, Lim H, Park Y, Vang M. Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. *Journal Prosthetic Dentistry* 2011; 105: 315-322
6. Sato H, Yamada K, Pezzoti G, Nawa M, Ban S. Mechanical properties of dental zirconia ceramics changed with sandblasting and heat treatment. *Journal Dental Materials*

- 2008; 27(3): 408-414
7. Durand J, Jacquot B, Salehi H, Fages M, Margerit J, Cuisinier F. Confocal raman microscopic analysis of the zirconia/feldspathic ceramic interface. *Dental Materials* 2012; 28: 661-671
8. Craig R, Hanks C, Kohn D, Koran A, Power J, Wagnr W, Wataa J. *Materiales de odontología restauradora* 1998; 10 edición. p 44-45
9. Matsumoto N, Yoshinari M, Takemoto S, Hattori M, Kawada E, Oda Y. Effect of intermediate ceramics and firing temperature on bond strength between tetragonal zirconia polycrystal and veneering ceramics. *Dental Material Journal* 2013; 32(5): 734-743
10. Doi M, Yoshida K, Atsuta M, Takahashi S. Influence of pre-treatments on flexural strength of zirconia and debonding crack-initiation strength of veneered zirconia. *Journal Adhesive Dentistry* 2011; 13: 79-84
11. Song J, Park S, Lee K, Yung K, Lim H. Fracture strength and microstructure of Y-TZP zirconia after different surface treatments. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2013; 110: 274-280
12. Chintapalli R, Marro F, Jimenez E, Anglada M. Phase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting. *Dental Materials* 2013; 29: 566-572
13. Yamaguchi H, Ino S, Hamano N, Okada S, Teranaka T. Examination of bond strength and mechanical properties of Y-TZP zirconia ceramics with different surface modifications. *Dental Materials Journal* 2012; 31(3): 472-480
14. Aboushelib M, Wang H. Influence of crystal structure on debonding failure of zirconia veneered restorations. *Dental Materials* 2013; 29: 97-102
15. Tada K, Sato T, Yoshinari M. Influence of surface treatment on bond strength of veneering ceramics fused to zirconia. *Dental Materials Journal* 2012; 31(2): 287-296
16. Elsaka S. Influence of surface treatments on the surface properties of different zirconia cores and adhesion of zirconia-veneering ceramic systems. *Dental Materials* 2013; 29: 239-251
17. Grigore A, Spallek S, Petschelt A, Butz B, Spiecker E, Lohbauer U. Microstructure of veneered zirconia after surface treatments: A TEM study. *Dental Materials* 2013; 29: 1098-1107.
18. De Kler M, De Jager N, Meegdes M, Van Der Zel J. Influence of thermal expansion mismatch and fatigue loading on phase changes in porcelain veneered Y-TZP zirconia discs. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34:841-847
19. Meira J, Reis BR, Tanaka C, Ballester R, Cesar P, Versluis A, Swain M. Residual stresses in Y-TZP crowns due to changes in the thermal contraction coefficient of veneers. *Dental Materials* 2013; 29: 494-601
20. Swain M. Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomaterialia* 2009; 5: 1668-1677
21. Mainjot A, Schajer G, Vanheusden A, Sadoun M. Influence of zirconia framework thickness on residual stress profile in veneering ceramic: Measurement by hole-drilling. *Dental Materials* 2012; 28: 378-384
22. Guess P, Bonfante E, Silv N, Coelho P, Thompson V. Effect of core design and veneering technique on damage and reliability of Y-TZP-supported crowns. *Dental Materials* 2013; 29: 307-316.
23. Broseghini C, Broseghini M, Gracis S, Vigolo P. Aesthetic functional area protection concept for prevention of ceramic chipping with zirconia frameworks. *International Journal of Prosthodontics* 2014; 27: 174-176.
24. Baldassarri M, Zhang Y, Thompson V, Rekow E, Stappert

- C. Reliability and failure modes of implant-supported zirconium-oxide fixed dental prostheses related to veneering techniques. *Journal of dentistry* 2011; 39: 489-498.
25. Allahkarami M, Hanan J. Mapping the tetragonal to monoclinic phase transformation in zirconia core dental crowns. *Dental Material* 2011; 27: 1279-1284
26. Koenig V, Vanheusden A, Le Goff S, Mainjot A. Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: An up to 9-year retrospective study. *Journal of Dentistry* 2013; 41: 1164-1174
27. Aktas G, Sahin E, Vallittu P, Ozcan M, Lassila L. Effect of colouring green stage zirconia on the adhesion of veneering ceramics with different thermal expansion coefficients. *International Journal of Oral Science* 2013; 5: 236-241
28. Vidotti H, Pereira J, Insaurralde E, Pompéia A, Lins do Valle A. Thermo and mechanical cycling and veneering method do not influence Y-TZP core/veneer interface bond strength. *Journal of Dentistry* 2013; 41: 307-312
29. Øilo M, Gjerdet N, Tuinereim H. The firing procedure influences properties of a zirconia core ceramic. *Dental Materials* 2008; 24: 471-475
30. Tan J, Sederstrom D, Polansky J, McLaren E, White S. The use of slow heating and slow cooling regimens to strengthen porcelain fused to zirconia. *Journal Prosthetic Dentistry* 2012; 107:163-169
31. Chaar M, Witkowski S, Strub J. Effect of veneering technique on the fracture resistance of zirconia fixed dental prostheses. *Journal of Oral Rehabilitation* 2013; 40: 51-59
32. R. Ansong, B. Flinn, K. Chung, L. Mancl, M. Ishibe, A. Raigrodski Fracture toughness of heat-pressed and layered ceramics. *Journal Prosthetic Dentistry* 2013; 109: 234-240
33. Teng J, Wang H, Liao Y, Liang X. Evaluation of a conditioning method to improve core-veneer bond strength of zirconia restoration *Journal Prosthetic Dentistry* 2012; 107: 380-387
34. Kypraiou V, Pelekanos S, Eliades G. Identification of monoclinic phase in CAD/CAM zirconia FPD frameworks. *The European Journal of Esthetic Dentistry* 2012; 7: 418-429
35. Schley J, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S. Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 year: a systematic review of the literature. *European Journal of Oral Sciences* 2010; 118: 443-450
36. Hallmann L, Ulmer P, Reusser E, Hammerle C. Surface characterization of dental Y-TZP ceramic after air abrasion treatment. *Journal of Dentistry*. 2012:723-735
37. Aboushelib M, Kleverlaan C, Feilzer A. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations Part II: Zirconia veneering ceramics. *Journal Dental Materials* 2006; 22: 857-863
38. Tholey M, Berthold C, Swain M, Thiel N. XRD2 micro-diffraction analysis of the interface between Y-TZP and veneering porcelain: Role of application methods. *Journal Dental Materials* 2010; 26: 545-552
39. Alghazzawi T, Lemons J, Liu P, Essig M, Bartolucci A, Janowski G. Influence of low-temperature environmental exposure on the mechanical properties and structural stability of dental zirconia. *Journal of Prosthodontics* 2012; 21: 363-369
40. Coelho P, Bonfante E, Silva N, Rekow R, Thompson V. Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures. *Journal Dental Restorative* 2009; 8(4): 382-386
41. Fukushima K, Sadoun M, Cesar P, Mainjot A. Residual stress profiles in veneering ceramic on Y-TZP, alumina and ZTA frameworks: Measurement by hole-drilling. *Journal Dental Materials* 2014; 30: 105-111
42. Traini T, Gherlone E, Parabita S, Caputi S, Piattelli A. Fracture toughness and hardness of a Y-TZP dental ceramic after mechanical surface treatments. *Clinical Oral Investigation* 2014; 18: 707-714
43. Komine F, Saito A, Kobayashi K, Koizuka M, Koizumi H, Matsumura H. Effect of cooling rate on shear bond strength of veneering porcelain to a zirconia ceramic. *Journal of Oral Science* 2010; 52(4): 647-652
44. Fischer P, Grohmann B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Journal Dental Materials* 2008; 27(3): 448-454