

COMPORTAMIENTO *IN VITRO* CON DIFERENTES GROSORES CERÁMICOS SOBRE ESTRUCTURAS DE DIÓXIDO DE ZIRCONIO (Y-TZP) ANTE FUERZAS DE CIZALLAMIENTO

¹Martha Cecilia Mendoza Villamizar, ¹Carlos Alirio Rueda Ordoñez, ¹Yaneth Barranco Niño, ¹María José Delgado Boada,

²Enrique Mesa Gómez, ³Johanna Otero Wandurraga

¹Odontólogo U. Santo Tomás, Estudiante III año Especialización en Rehabilitación Oral U. Santo Tomás, Bucaramanga (Colombia).

²Tecnólogo en Laboratorio Dental U. Santo Tomás, docente U. Santo Tomás, Bucaramanga (Colombia).

³Odontóloga U. Santo Tomás, Especialista en Epidemiología U. El Bosque, docente U. Santo Tomás, Bucaramanga (Colombia).

Autor responsable de correspondencia: Martha Cecilia Mendoza V.
Correo electrónico: marthacmendo@hotmail.com

RESUMEN

Objetivo: evaluar el comportamiento del dióxido de zirconio (Y-TZP) recubierto con diferentes grosores cerámicos ante fuerzas de cizalla. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio experimental *In vitro* con treinta cilindros de dióxido de zirconio recubiertos con cerámica VITA VM9 de diferentes grosores (1mm, 1,5mm y 2mm) sometidos a fuerzas de cizallamiento. El grupo control lo conformaron barras de metal-cerámica recubiertas con VITA VM13. Se evaluó la interfase, la severidad de la deslaminación de la cerámica, la morfología de la fractura, el tipo de material, el grosor de la cerámica y el esfuerzo de la cerámica medido en Mpa. Las variables se analizaron de acuerdo con su naturaleza y distribución, se llevaron a cabo pruebas de Chi², U. de Mann Whitney y también se realizó una regresión logística.

Resultados: el 93,22% de las muestras sufrió deslaminación de tipo adhesivo. El 49,15% correspondieron a muestras de dióxido de zirconio. Hubo fallas leves en el 47,46% de las muestras y severas en el 18,64%. El tipo de material podría aumentar la severidad de la deslaminación (3,24 veces más) aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa (OR 3,24 IC 95% 0,91 – 1,16).

Conclusiones: la deslaminación de la cerámica no es directamente proporcional al grosor. Además, el dióxido de zirconio presentó una resistencia al cizallamiento baja. [Mendoza MC, Rueda CA, Barranco Y, Delgado MJ, Mesa E, Otero J. Comportamiento *In vitro* con diferentes grosores cerámicos sobre estructuras de dióxido de zirconio (y-tzp) ante fuerzas de cizallamiento. Ustasalud 2012; 11: 32 - 36]

Palabras clave: Deslaminación, Dióxido de zirconio, Cizallamiento, Cerámica.

IN VITRO BEHAVIOR WITH DIFFERENT THICKNESSES ON STRUCTURES CERAMIC ZIRCONIUM DIOXIDE (Y-TZP) BEFORE SHEARING FORCES

ABSTRACT

Objective: To assess the performance of zirconium oxide (Y-TZP) ceramic coated with different thicknesses shear forces.

Methods: an *In vitro* experimental study was done with thirty zirconium dioxide cylinders coated with VITA VM 9 at different thicknesses (1.0 mm, 1.5 mm and 2.0 mm), they were subjected to shear forces. The control group consisted in metal-ceramic rods coated with VITA VM13. We evaluated the interface, the severity of delamination of the ceramic, the shape of the fracture, the type of material, the thickness of the ceramic and pottery effort measured in MPa. The variables were analyzed according to their nature and distribution; the tests used were Chi², U. Mann Whitney and a logistic regression.

Results: 93.22% of the samples suffered delamination of the adhesive type. The 49.15% were zirconium dioxide samples. Minor faults were obtained on a sample of 47.46% and 18.64% in severe. The material could increase the severity of delamination (3.24 times more) but the difference was not statistically significant (OR 3.24 95% CI 0.91 – 1.16).

Conclusions: delamination of the ceramic is not directly proportional to the thickness. Furthermore, the zirconium dioxide presented low shear strength.

Key words: Delamination, Zirconium, Ceramic.

Recibido para publicación: 10 de marzo de 2012, Aceptado para publicación: 12 de mayo de 2012.

INTRODUCCIÓN

En la odontología moderna el uso habitual de restauraciones estéticas se ha hecho cada vez mayor. Por su alta resistencia, el zirconio es uno de los materiales de elección aunque algunos estudios han reportado que la deslaminación de la cerámica sobre las estructuras de zirconio es la mayor causa de falla en dichas restauraciones. Los problemas encontrados en las estructuras de zirconio blindados por capas de cerámica ocurren frecuentemente en el material o en la interfase más débil, que en este caso sería la capa cerámica.¹

Existen varios materiales restaurativos comercialmente disponibles para el reemplazo de los dientes ausentes. Mientras los sistemas metal-cerámica tienen el mayor registro a largo plazo, hay numerosos sistemas disponibles sólo cerámicos con un amplio uso en la actualidad. Así mismo, se han sugerido dos principios que aumentan el pronóstico a largo plazo de los sistemas metal-cerámicos:

- La porcelana se usa con el mínimo grosor compatible con una buena estética,
- La cerámica está soportada por la cofia, por ello se reducen las fracturas de tipo tensil.

Por ende, se asume que una capa cerámica de excesivo grosor puede inducir a que exista más susceptibilidad de fracturas cuando se someten a carga oclusal. Para las restauraciones sólo cerámicas se evidencia un comportamiento similar.¹ Para la mayoría de los sistemas solo cerámicos se requiere de un núcleo de 0,3 a 1,5mm de espesor, lo que equivale a un espacio disponible de 1,0 a 1,8mm para la cerámica de blindaje.²

El propósito de este estudio fue evaluar el comportamiento del dióxido de zirconio recubierto con diferentes grosores cerámicos cuando se somete a fuerzas de cizallamiento realizadas en una máquina de ensayos universal (*Shidmazu Autograph AG-1 250 kN*) para determinar la severidad de la deslaminación de la cerámica de blindaje, el tipo de falla en la interfaz (adhesiva o cohesiva), la morfología de la fractura y la cantidad de esfuerzo medido en MPa, requerido para producir dicha falla. Se tenía la hipótesis de investigación que a mayor grosor cerámico, mayor deslaminación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental *In vitro*; se evaluaron treinta barras cilíndricas de dióxido de zirconio con una longitud de 5mm por 4mm de

diámetro, recubiertos con cerámica VITA VM9 en diferentes grosores (1,0mm, 1,5mm y 2mm) sometidos a fuerzas de cizallamiento. Se estableció un grupo control con barras de metal-cerámica de las mismas dimensiones recubiertas por cerámica VITA VM13. Dentro de los criterios de inclusión se tuvo en cuenta que las muestras estuvieran recubiertas por Cerámica Vita VM9 sin alteración en sus propiedades físicas, zirconio estabilizado con itrio (Y-TZP) con fuerza flexural mayor a 900 MPa y metal-base (Remanium CSE). Los cilindros que presentaron errores en la confección (fracturas, irregularidades) fueron excluidos del estudio.

Las variables evaluadas fueron: la interfaz (adhesiva o cohesiva); la severidad de la deslaminación de la cerámica categorizada como leve, moderada y severa; la morfología de la fractura que podía ser de tipo vertical, horizontal u oblicua; el tipo de material (zirconio en el grupo experimental y metal-cerámica en el grupo control); el grosor de la cerámica (1,0mm, 1,5mm y 2mm) y el esfuerzo de la cerámica medido en Mpa.

La inclusión del grupo control se hizo evidente posterior a la realización de la prueba piloto que se hizo con el 10% del tamaño muestral. Por tal motivo, se utilizó metal-cerámica como grupo control. Inicialmente se realizó una prueba piloto con el 10% del tamaño muestral.

El procedimiento inicial consistió en la confección de un cilindro en acero inoxidable con las dimensiones correctas (4mm de diámetro por 5 mm de longitud), a partir de él se confeccionó un plato metálico maestro de acero inoxidable, en cuyo centro se encontraba un orificio del mismo diámetro de los cilindros para que se asentara en la máquina de ensayos universal (*Shidmazu Autograph AG-1 250 kN*) (Figura 1). Se diseñaron con él unos platos para el asentamiento del cilindro según el grosor de la cerámica (Figura 2), con el objetivo de no dejar la cerámica sin soporte durante la prueba. Posteriormente el cilindro de acero inoxidable fue escaneado por el equipo Cerec (Sirona).

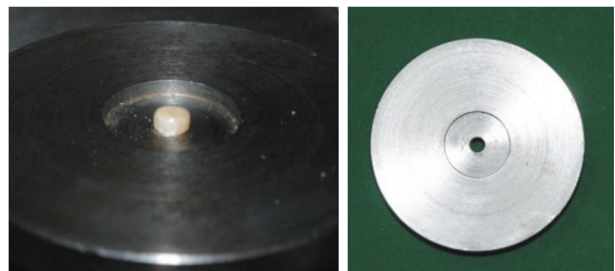


Figura 1. Platos maestros



Figura 2. Platos de asentamiento en diferentes grosores

Una vez escaneado, el equipo maquinó los cilindros en dióxido de zirconio Y-TZP, sinterizados (10 a 12 horas de duración del proceso) que fueron posteriormente recortados. Los cilindros de zirconio no fueron sometidos a ningún tipo de tratamiento de arenado o pulido luego de ser confeccionados.

Posteriormente, se aplicó la cerámica en el cilindro de zirconio de acuerdo con las instrucciones de la casa fabricante, este procedimiento fue realizado por un solo operador seleccionado por su habilidad y experiencia en el campo. Este colocó la cerámica VITA VM9 (dentina) sobre los cilindros de zirconio y metal base en los grosores mencionados. Hay que destacar que inicialmente, se aplicó una capa de efecto Liner (VITA VM9). El manejo de la cerámica se realizó según las instrucciones de la casa fabricante pero se modificó la temperatura de enfriamiento, la cual se hizo lentamente a 500°C por seis minutos.

Se realizó la verificación del espesor de la cerámica por medio de los platos, calibrados, que fueron verificados mediante un calibrador de alta precisión de dos dígitos y se vitrificó (glaseado), para semejar el proceso normal de laboratorio (Figura 3).



Figura 3. Cilindros de zirconio con diferentes grosores de cerámica VITA VM9

Se aplicaron fuerzas verticales en la máquina de ensayos universal calibrada hasta llegar a la falla, dicha fuerza generó una resistencia tangencial en la muestra, la cual se midió en MPa, hasta producir la fractura (Figura 4). Una vez producida la falla se observó con visión directa la morfología de la fractura y el tipo de fractura para ello se designó a dos de los investigadores quienes observaron y definían el tipo de falla; de no estar de acuerdo entre sí, un tercer investigador tomaría la decisión.

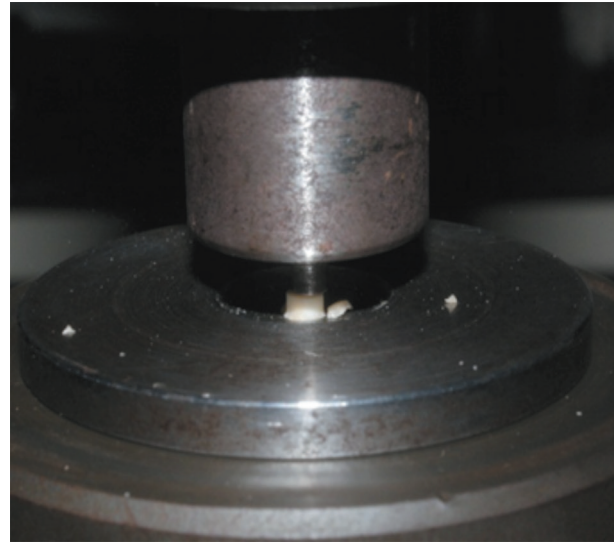


Figura 4. Momento de la fractura en la máquina de ensayos universal

Los resultados fueron expresados en frecuencias, proporciones, medidas de tendencia central e intervalos de confianza al 95%. Se exploraron diferencias y relaciones estadísticas entre las variables para lo cual se estableció un nivel de error alfa de 0,05 y se emplearon las pruebas estadísticas Chi² y Mann-Whitney. Además fue realizada una regresión logística para explicar los desenlaces.

El presente estudio no representó ningún tipo de riesgo según la Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia que describe los procedimientos realizados en investigación en salud y clasifica los niveles de riesgo.

RESULTADOS

Todas las muestras sufrieron deslaminación, el 93,22% de tipo adhesivo y el porcentaje restante de tipo cohesivo. De las muestras examinadas el 49,15% correspondía al dióxido de zirconio y el 50,85% al metal base.

Con relación al grosor del material, el 32,20% correspondía a 1mm, el 33,90% a 1,5mm y el 33,90% a 2mm de grosor. Al evaluar el tipo de falla de acuerdo a la categorización (leve, moderada

y severa) se obtuvieron fallas leves en el 47,46%, moderadas en el 33,90% y severas en el 18,64%.

La distribución del esfuerzo al que fueron sometidas las muestras tuvo un comportamiento no normal, comprobado mediante la prueba Shapiro Wilk ($p < 0,005$). En la Figura 4 se observa que los subgrupos de zirconio mostraron mayor heterogeneidad en el esfuerzo y que esta aumentó con el grosor. Por el contrario, las muestras de metalcerámica presentaron rangos intercuartílicos más homogéneos a medida que aumentaba el grosor.

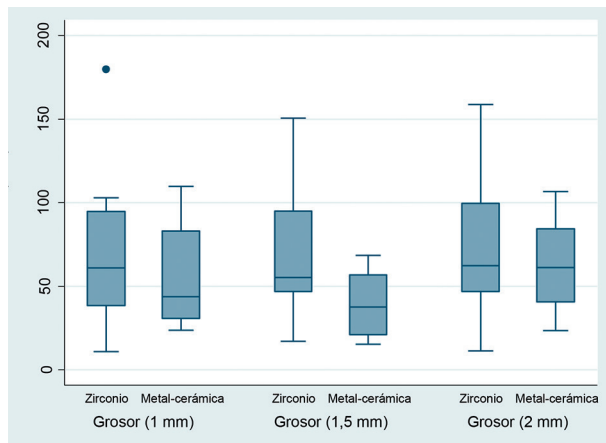


Figura 4. Mediana del esfuerzo por tipo de material y grosor

En cuanto a la morfología de la fractura se evidenció el 10,17% para las verticales y el 89,83% para las oblicuas, no se presentaron fracturas de tipo horizontal. En la exploración de la relación entre el tipo de material con las variables de desenlace, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de material y la interfase ($p = 0,042$) (Tabla 2).

El total de las muestras de dióxido de zirconio presentaron falla en la interfaz de tipo adhesivo mientras que el 13,30% de las muestras de metal-cerámica mostraron fallas de tipo cohesivo. En un poco más de la mitad de las muestras de zirconio se observó deslaminación con severidad leve (55,17%) seguida de la moderada (27,59%) y severa con el 17,24%. El comportamiento del grupo control fue similar y no se observaron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2).

No se encontró significancia estadística en ninguna de las posibles exploraciones, sin embargo, los *odds ratio* (OR) calculados para material *versus* severidad, material *versus* morfología y grosor frente a severidad, mostraron ventaja en el desenlace al ser el tipo de material sugestivo de aumentar la severidad de la deslaminación (3,24 veces más). Descriptivamente se observó que la totalidad de las muestras de zirconio presentaron deslaminación adhesiva (Tabla 3).

Tabla 2. Relación del tipo de material según las variables de estudio

Variable	Zirconio			Metal – cerámica			P
	Me	IC 95%		Me	IC 95%		
Esfuerzo (Mpa)	69,66	53,86	86,46	50,91	41,34	60,48	0,069
Interfaz							0,042
Adhesiva	100,0	-	-	86,70	74,03	99,30	
Cohesiva	-	-	-	13,30	-	-	
Severidad de la deslaminación							0,485
Leve	55,17	36,37	73,99	40,00	21,79	58,21	
Moderada	27,59	10,68	44,50	40,00	21,79	58,21	
Severa	17,24	2,95	31,53	20,00	5,13	37,87	
Morfología de la deslaminación							0,965
Vertical	10,34	78,13	101,10	10,00	-1,17	21,86	
Oblicua	89,66	78,84	101,15	90,00	78,85	101,15	

Tabla 3. Explicación de los desenlaces según las variables del estudio.

Variables	OR	p	IC 95%
Material – Severidad	3,24	0,070	0,91 – 1,16
Grosor del material			
1mm – 1,5mm	1,31	0,730	0,28 6,04
1mm – 2,0mm	0,37	0,373	0,10 3,35
Material – Morfología	2,00	0,513	0,25 1,60

DISCUSIÓN

En este estudio *In vitro* se observó que la deslaminación de la cerámica no es directamente proporcional al grosor y que el dióxido de zirconio presenta una resistencia al cizallamiento baja.

El papel del grosor de cerámica en el desarrollo de *cracks* ha sido controversial. Algunos estudios clínicos sugieren que la deslaminación de la cerámica puede eliminarse al aumentar el grosor del dióxido de zirconio y al reducir el grosor de la cerámica. Sin embargo, cuando los materiales tienen baja difusividad térmica como la cerámica y el dióxido de zirconio, el grosor efectivo para el desarrollo del estrés corresponde al grosor total de la restauración y por ella cambia el radio dentro de la misma restauración que tendría efecto en el desarrollo de estrés tensil.¹

Algunos autores han observado un patrón de fractura de los especímenes de recubrimiento cerámico de tipo adhesivo a nivel de la interfaz, este modo de falla es comparable con los resultados de otros estudios de laboratorio.²⁻⁵ Guess y col. y otros investigadores han concluido que la deslaminación del recubrimiento cerámico ocurre por la deficiente adhesión interfacial y la gran resistencia a la fractura que puede detener, orientar y propagar los *cracks* hacia la interfaz;⁶⁻⁸ en este estudio se observó lo ya sugerido. Sin embargo, para entender las altas tasas de deslaminación y fractura de las cerámicas de recubrimiento en estudios clínicos, se requeriría de más investigaciones para evaluar los mecanismos de unión de los sistemas cerámica-dióxido de zirconio.

De acuerdo con los hallazgos observados, se podría concluir lo siguiente:

La resistencia al cizallamiento de la cerámica VITA VM9 sobre dióxido de zirconio (Y-TZP) en diferentes grosores no presentó diferencias estadísticas significativas lo que mostró que el grosor no es el factor principal que genera la deslaminación.

El grado de deslaminación fue de tipo leve (55,17%) sin diferencias estadísticas significativas con el grupo control.

El esfuerzo medido en MPa para el dióxido de zirconio se encontró en un rango de 53,86 Mpa a 85,46 MPa, que comparado con el metal cerámica (41,34 MPa – 60,48 MPa) estaba dentro de los límites considerables para un buen desempeño en boca, en cuanto a resistencia se refiere.

La falla que se presentó fue de tipo adhesivo en el 100%, lo que mostró que la deslaminación se presentó por una ineficiente fuerza de unión en la interfaz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mustafá N, Aboushelib MN, Cornelis J, Kleverlaa CJ, Feilzer AJ. Efecto del tipo de zirconio sobre la fuerza adhesiva con diferentes cerámicas de laminilla. *J Prosthodont* 2008; 10: 1 - 8.
2. Coelho PG, Bonfante EA, Silva NR, Rekow ED, Thompson VP. Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures. *J Dent Res* 2009; 88: 382 – 386.
3. Aboushelib MN, Kleverlaa CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dent Mater* 2006; 22: 857 - 863.
4. Hjerpe J, Vallittu PK, Frøberg K, Lassila LV. Effect of sintering time on biaxial strength of zirconium dioxide. *Dent Mater* 2009; 25: 166 – 171.
5. De Kler M, de Jager N, Meegdes M, van der Zel JM. Influence of thermal expansion mismatch and fatigue loading on phase changes in porcelain veneered Y-TZP zirconia discs. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 841 – 847.
6. Guess PC, Kulis A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater* 2008; 24: 1556 - 1567.
7. Ozkurt Z, Kazazoglu E, Unal A. In vitro evaluation of shear bond strength of veneering ceramics to zirconia. *Dent Mater* 2010; 29: 138 – 146.
8. Aboushelib MN, Kleverlaa CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dent Mater* 2006; 22: 857 – 863.

Correos electrónicos de los autores:

Martha Cecilia Mendoza V: marthacmendo@hotmail.com
 Carlos Alirio Rueda Ordoñez: carlosarueda@gmail.com
 Yaneth Barranco Niño: yanethbarranco@hotmail.com
 María José Delgado Boada: mjdelgado@hotmail.com
 Enrique Mesa Gómez: kikemesa@gmail.com
 Johanna Otero Wandurraga: jaoterow@gmail.com