

Probabilidad de fracaso de los materiales de cerámica dental con núcleo de circonio mecanizado

John Chai, BDS, MS, MJ, DLaw¹/Kok-heng Chong, BDS, DDS, MS, FACP²

El objetivo de ese estudio fue comparar la probabilidad de fracaso, expresada como resistencia B10, de tres sistemas de cerámicas mecanizadas de circonio (Lava, DC-Zirkon y Cercon) con una cerámica aluminosa reforzado con circonio (In-Ceram Zirconia). Diez muestras rectangulares de cada material fueron sometidas a una prueba de resistencia a la flexión en 3 puntos. La resistencia B10 de Lava fue significativamente menor que la de DC-Zirkon pero significativamente mayor que la de Cercon e In-Ceram Zirconia. La resistencia B10 de Cercon e In-Ceram Zirkonia no fue significativamente diferente. Al parecer, los fracasos de la cerámica de circonio mecanizado se produjeron principalmente por fractura intergranular. *Prótesis Estomatológica* 2010;2:151-152.

The purpose of this study was to compare the probability of failure, expressed as B10 strength, of three systems of machined zirconia ceramics (Lava, DC-Zirkon, and Cercon) with a zirconia-reinforced aluminum ceramic (In-Ceram Zirconia). Ten rectangular specimens of each material were subjected to a three-point flexural strength test. The B10 strength of Lava was significantly lower than that of DC-Zirkon but significantly higher than that of Cercon and In-Ceram Zirconia. The B10 strength of Cercon and In-Ceram Zirconia were not significantly different from one another. The machined zirconia ceramics appeared to fail primarily with intergranular fracture.

Las estructuras dentales de circonio estabilizado con ytrio (Y-TZP) se fabrican habitualmente utilizando tecnología de diseño/fabricación asistido por ordenador¹. El mecanizado desafía las propiedades mecánicas del circonio. Los fallos y las fuerzas compresivas residuales inducidas mecánicamente durante la preparación de la muestra afectan a su resistencia². Según la información de que disponen los autores, no existen estudios realizados de forma específica para comparar diferentes sistemas de mecanizado del circonio dental. Por tanto, el objetivo de este estudio fue comprobar la hipótesis de que la probabilidad de fractura bajo una carga de flexión, expresada como resistencia B10, de 3 cerámicas de circonio mecanizado no fue significativamente diferente de la de una cerámica de aluminio infiltrada con vidrio y reforzada con circonio.

Materiales y métodos

Para el estudio se seleccionaron tres cerámicas de circonio mecanizado y una cerámica de aluminio infiltrada con vidrio y reforzada con circonio (tabla 1). Se fabricaron 10 muestras rectangulares (20 x 6 x 1 mm [$\pm 0,1$ mm]) de cada material. La resistencia a la flexión se calculó a partir de los resultados de una prueba de resistencia a la flexión en 3 puntos y se analizó estadísticamente utilizando el método de Weibull³. Se registraron el promedio de la resistencia a la tensión, la tensión característica (m), el pa-

rámetro de forma/módulo Weibull (b) y la resistencia B10. La resistencia B10 se define como la resistencia a la que se fractura el 10 % de las muestras con un intervalo de confianza del 90 %³. El mecanismo de fractura de la muestra se analizó utilizando microfotografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido (SEM) de muestras fracturadas representativas.

Resultados

Se observó una diferencia significativa en la resistencia B10 entre los materiales utilizados. Por tanto, la hipótesis de que la probabilidad de fractura de los materiales bajo una carga de flexión no sería significativamente diferente fue rechazada. La resistencia B10 de la cerámica de circonio Lava fue significativamente menor que la de DC-Zirkon, pero significativamente mayor que la de Cercon o la de la cerámica de aluminio reforzada con circonio, In-Ceram Zirconia ($p < 0,05$). No existieron diferencias significativas en la resistencia B10 entre Cercon e In-Ceram Zirconia ($p > 0,05$). El parámetro de forma (b) de las cerámicas analizadas osciló entre 3,9 (Cercon) y 12,2 (In-Ceram Zirconia) (tabla 1). Los valores b mayores de 1 indican que no existieron fracasos prematuros o aleatorios³.

Discusión

No se esperaba que la resistencia B10 de DC-Zirkon, un Y-TZP mecanizado postsinterizado, fuera más elevada que la de los otros dos Y-TZP presinterizados (Lava y Cercon). En este contexto, las cerámicas mecanizadas presinterizadas tienen la ventaja de que muchos fallos de superficie que se crean durante el proceso de fresado pueden eliminarse tras el sinterizado. El desbastado de la superficie de Y-TZP sin-

¹Professor Emeritus, Northwestern University, Evanston, Illinois.

²Adjunct Clinical Assistant Professor, Department of Periodontics and Oral Medicine, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.

Correspondencia: John Chai, 1065 King's Road, Room 401, Quarry Bay, Hong Kong SAR. e-mail: jchai@northwestern.edu

Tabla 1 Análisis de Weibull de los materiales con núcleo de circonio

Material	Fabricante	Parámetro de forma (b)	Resistencia promedio (MPa)	DE	Resistencia característica (μ)	Resistencia B10 (MPa)	IC 90 % de resistencia B10 (MPa)**
Cercon (n = 10)	Dentsply	3,9	447	128	493	278	205-376 ^a
Lava (n = 10)	3M ESPE	8,9	788	105	832	647	568-736 ^b
DC-Zirkon (n = 10)	DCS Dental	7,6	1.129	176	1.201	894	760-1.051 ^c
In-Ceram Zirconia (n = 10)	Vita Zahnfabrik	12,2	452	45	472	392	355-433 ^a

*Los datos que se muestran con la misma letra no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$)

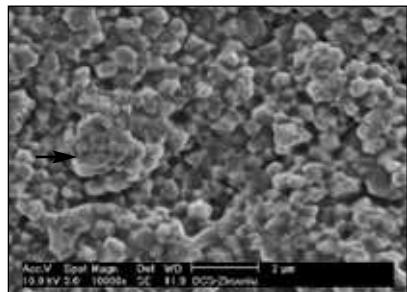


Figura 1 SEM de la superficie fracturada de DC-Zirkon (x 7.000). La flecha indica la fractura intergranular del circonio.

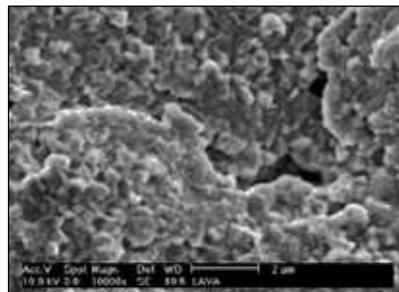


Figura 2 SEM de la superficie fracturada del material con núcleo Lava (x 7.000).

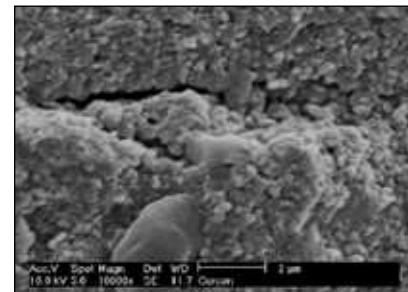


Figura 3 SEM de la superficie fracturada de Cercon (x 7.000); el circonio de grano fino muestra una fractura intergranular.

terizado también compromete su resistencia. El desbastado genera grietas radiales en la superficie e incrementa el tamaño crítico efectivo del defecto, reduciendo así la resistencia de la cerámica². El sinterizado realizado tras la mecanización de una cerámica proporciona la oportunidad para que cicatricen las grietas y los defectos menores; por tanto, ayuda a mantener las propiedades mecánicas de la cerámica.

Otros factores que influyen en la resistencia de los Y-TZP son de carácter operativo para explicar la mayor resistencia B10 de DC-Zirkon que sus homólogos presinterizados. Entre los factores que pudieron afectar a la resistencia de Y-TZP destacan la densidad de los bloques de polvo prensados presinterizados, por lo que respecta al tamaño crítico del fallo, y la sinterabilidad del polvo prensado, por lo que respecta al tamaño de la partícula inicial². Además, la resistencia de Y-TZP se ve afectada por el contenido en ytrio, por lo que respecta a la cantidad de transformaciones de fase tetragonal a monoclinica ($t \rightarrow \text{m}$). Son necesarios más estudios que detallen el mecanismo exacto que explica la resistencia superior de DC-Zirkon.

La resistencia B10 de la cerámica de aluminio infiltrada con vidrio y reforzada con circonio (In-Ceram Zirconia) fue significativamente menor que la de las dos cerámicas de circonio mecanizado (DC-Zirkon y Lava), pero no fue significativamente diferente de la tercera (Cercon). La relativamente baja resistencia B10 de In-Ceram Zirconia en comparación con las cerámicas de circonio se explica por su bajo contenido en circonio (aproximadamente el 35 %), que pudo contribuir al endurecimiento de la transformación¹.

El SEM de DC-Zirkon, Lava y Cercon reveló gránulos de circonio tetragonales estrechamente compactados de tamaño $< 1 \mu\text{m}$ (figuras 1 a 3). El principal mecanismo del fracaso fue la fractura intergranular entre los gránulos de circonio. El circonio monoclinico es evidente en el sistema DC-Zirkon, pero no así en Lava o Cercon. El mecanismo del fracaso del sistema In-Ceram Zirconia que supone una fractura transgranal e intergranular de las plaquetas de aluminio concuerda con los resultados descritos anteriormente (SEM no mostrados)¹. La actual observación al SEM debe considerarse con precaución, ya que solamente se estudió una muestra de cada grupo.

Conclusión

La probabilidad de fracaso bajo una carga de flexión de tres cerámicas dentales de circonio mecanizado fue igual o menor que la de una cerámica de aluminio reforzada con circonio. Entre las cerámicas dentales de circonio mecanizado, la probabilidad de fracaso de DC-Zirkon es significativamente menor que la de Lava y Cercon.

Bibliografía

1. Chong KH, Chai J, Takahashi Y, Wozniak W. Flexural strength of In-Ceram alumina and In-Ceram zirconia core materials. *Int J Prosthodont* 2002;15:183-188.
2. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. Strength and reliability of surface treated Y-TZP dental ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000;53:304-313.
3. Abernethy RB. The New Weibull Handbook, ed 3. North Palm Beach, Florida: Abernethy, 1998:2.1-2.18.