



Trabajo de investigación

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DOS MATERIALES PARA TRANSEPITALES HÍBRIDOS.

FRACTURE RESISTANCE COMPARISON FOR TWO MATERIALS OF HYBRID IMPLANT ABUTMENTS.

TORRES, E.¹, GUZMAN, H.², PATARROYO, D.³, ROMERO, R.³, TOBAR, J. ³, VIVAS, A. ³, BUITRAGO, J.³

1 Esp en Rehabilitación Oral. Profesor titular UniCIEO. Autor responsable.

2 Esp en Rehabilitación Oral. Profesor UniCIEO.

3 Esp Implantología Oral y Reconstructiva.

Correspondencia: rubenromerosierra@hotmail.com

Volumen 8.

Número 3.

Septiembre - Diciembre 2019

Recibido: 01 Mayo 2019

Aceptado: 10 junio 2019

RESUMEN

Objetivo: Comparar la resistencia a la fractura de dos materiales para transepiteliales híbridos (Oxicerámica y cerámica híbrida) mediante dispositivo universal de pruebas. **Materiales y métodos:** Estudio experimental, in-vitro. 30 implantes se cargaron con dos tipos de transepiteliales híbridos maquinados, 15 en oxicerámica y 15 en cerámica híbrida, se les cementaron 30 coronas en disilicato de Litio. Para determinar resistencia a la fractura se utilizó dispositivo universal de prueba, aplicando cargas en contacto oclusal a 0,5mm/minuto hasta el límite de fractura. Se determinó de forma descriptiva el tipo de fractura como: fractura de la corona, fractura del transepitelial y fractura de la corona + transepitelial. Se realizó análisis exploratorio de datos y prueba T. **Resultados:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia media de los dos materiales evaluados ($p=0.970$). Sin embargo, se observó mayor resistencia media a la fractura en la cerámica híbrida que en la oxicerámica. Asimismo, se presentó menor variabilidad en la oxicerámica y menor coeficiente de variación (C.V.= 35,39 oxicerámica y C.V.= 48.03 híbrida). De las 15 muestras de la oxicerámica solo 1 presentó fractura de corona, en la cerámica híbrida se presentaron 9 de transepitelial + corona. **Conclusiones:** no hay diferencias estadísticamente significativas en resistencia a la fractura de los dos materiales. Los transepiteliales de oxicerámica no presentaron fallas en el transepitelial en comparación con los de cerámica híbrida.

Palabras Claves: Resistencia compresiva, cerámica híbrida, zirconio, pilares, implantes dentales.

ABSTRACT

Objective: To compare fracture resistance of two materials for hybrid abutments (Oxy-ceramic and hybrid ceramic) using an universal testing device. **Method:** Experimental, in-vitro study. 30 implants were loaded with two types of machined hybrid abutments, 15 in oxyceramic and 15 in hybrid ceramic, 30 lithium disilicate crowns were cemented. To determine fracture resistance, a universal test device was used, applying loads in occlusal contact at 0.5mm / minute up to the fracture limit. The type of fracture was determined descriptively as: fracture of the crown, transepithelial fracture and fracture of the crown + transepithelial. Exploratory data analysis and T test were performed. **Results:** No statistically significant differences were observed in the mean resistance of the two materials evaluated ($p=0.970$). However, greater average fracture resistance was observed in hybrid ceramics than in oxyceramics. Also, there was less variability and lower coefficient of variation in the oxyceramics (V.C. = 35.39 oxyceramics and V.C= 48.03 hybrid). From the 15 oxyceramics samples only 1 presented a crown fracture, in the hybrid ceramic there were 9 transepithelial + crown fractures. **Conclusions:** there are no statistically significant differences in fracture resistance of the two materials. The oxyceramics abutments did not present abutment fractures compared to the hybrid ceramic ones.

Keywords: Compressive strength, hybrid ceramic, zirconium, abutments, dental implants..



INTRODUCCIÓN

Cada día la innovación en biomateriales estéticos para transepiteliales es mayor por el advenimiento de las restauraciones libres de metal que exigen un pilar de color compatible para lograr una percepción de restauración adecuada (Suarez, Correa, 2015; Award et al, 2015, Awada et al, 2015).

El transepitelial, es el componente principal que se encuentra en relación directa entre corona e implante y proporciona la resistencia suficiente para recibir y transmitir las fuerzas oclusales al implante y a los tejidos de soporte (Fábrega, 1996). Su elección está dada por sus capacidades biomecánicas, características estéticas, similitud estructural y biocompatibilidad (Brida, Rungruanganunt, 2013).

Inicialmente se contaba únicamente con transepiteliales estándar proporcionados por la casa fabricante que normalmente son metálicos y los clínicos deben adaptarse a ellos (Bangera, Costa, 2014). Sin embargo el desarrollo tecnológico dio paso a la aparición de transepiteliales personalizados que permiten dar un mejor manejo a los tejidos blandos, soporte al implante, márgenes más favorables de cementación y uso de diferentes materiales como metales, cerámicas, resinas y otros para su fabricación (Li et al, 2014).

El titanio fue el primer material de elección por su fuerza y resistencia a la distorsión, sin embargo, su principal problema es el color grisáceo (Linkevicius, Vaitelis, 2015). Esto conlleva a la aparición de pilares híbridos, que son aquellos que usan una base de Titanio (Ti-Base) sobre la cual se fijan diferentes materiales tales como Alúmina, Zirconio, cerámica híbrida y disilicato de litio, con el objetivo de mejorar las propiedades estéticas (Bidra, , Rungruanganunt, 2013; Ruse). El primer material estético exitoso para la elaboración de transepiteliales fue el óxido de zirconio que reemplazó al óxido de aluminio (Li et al, 2015). Tiene resistencia flexural y dureza alta, excelentes propiedades ópticas y de biocompatibilidad (Linkevicius, Vaitelis, 2015).

De más reciente introducción están los materiales híbridos como Enamic (Vita – Alemania). Se compone de una estructura híbrida con dos redes interpenetrantes de cerámica 86% y polímero 14% con una resistencia flexural de 160 MPa y módulo elástico de 30 MPa (Stawarczyk et al, 2015). Tiene una gran absorción de las fuerzas masticatorias, con comportamiento de abrasión similar al del esmalte dental, al mismo tiempo el módulo de elasticidad es similar al de la dentina (Marwa et

al, 2016; Chirumamilla et al, 2016; Ramirez, 2017). Enamic® ha comenzado a ser utilizado como material restaurativo para segmento posterior mediante las aplicaciones CAD/CAM, mostrando biomecánica superior a la de las cerámicas convencionales trabajadas digitalmente (Vafee et al, 2017). Sin embargo, existen muy pocos estudios que ilustren su comportamiento como transepitelial.

Por ello es importante realizar investigaciones que evalúen aspectos mecánicos de estos materiales utilizados como transepiteliales, encontrando como antecedentes de la presente investigación a autores tales como Salim et al (2018), quienes compararon la resistencia a la flexión, resistencia de unión y los valores de resistencia a la fractura de transepiteliales híbridos en disilicato de litio y cerámica híbrida fabricados utilizando tecnología CAD-CAM y además evaluaron el efecto del termociclado. Se sometió a termociclado la mitad de los especímenes y luego todos los transepiteliales fueron sometidos a carga en un instrumento universal de pruebas donde se aplicó una carga perpendicular al eje axial hasta el fallo. Encontraron que el termociclado disminuyó la resistencia de unión al agente de cementación y los valores de resistencia a la fractura de ambos materiales, mientras que los valores de resistencia a la flexión no se vieron afectados. El disilicato mostró valores significativamente más altos de resistencia a la flexión, resistencia de la unión y resistencia a la fractura que la cerámica híbrida.

Dussan et al (2017) realizaron un estudio que incluyó transepiteliales de cerámica híbrida donde compararon la percepción estética de diferentes materiales para transepitelial con respecto al tejido blando mediante una encuesta realizada a odontólogos del posgrado de rehabilitación e implantología. En este estudio evaluaron transepiteliales maquinados en diferentes materiales (titanio, cobalto- cromo opacado, titanio con baño de nitruro de titanio, titanio – zirconia, titanio dorado-zirconio, titanio – disilicato de litio y cerámica híbrida). Como resultado se encontró que el transepitelial de cerámica híbrida fue el más coincidente en color y textura del tejido blando al compararlo con el diente natural vecino. Con esto se evidencia que el material de cerámica híbrida (enamic) ya ha sido evaluado en su aspecto estético, siendo importante evaluar el aspecto biomecánico.

Por tanto el objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de dos materiales para transepiteliales híbridos (Oxicerámica y cerámica híbrida) mediante un dispositivo universal de pruebas.



MÉTODOS Y MATERIALES

Investigación experimental, in-vitro, de la línea de investigación Biomateriales y procesos de laboratorio dental de la Fundación Universitaria CIEO-“UniCIEO.

Preparación de la muestra. Se utilizaron 30 implantes de titanio (TIG-T10, Titanium Implant Group. Bogotá Colombia) de 5mm de diámetro x 16mm de longitud, con plataforma de hexágono interno de 2.4mm; que se colocaron en una base de acrílico transparente de autopolimerización con cubo de lego de 2cm x 2cm (figura 1).



Figura 1. Preparación de la muestra

Carga de los especímenes.

Se escanearon los 30 implantes con el escáner (InEos Blue, Sirona, Alemania) utilizando un scan post (Sirona, Alemania) (figura 2) y se diseñaron los transepiteliales en el Software Inlab 16.1 (Sirona, Alemania). El maquinado se realizó con la unidad de fresado Inlab MC XL (Sirona, Alemania) para 15 bloques de cerámica híbrida (Vita Enamic, VITA Zahnfabrik, Alemania) y para los 15 bloques de zirconia (Upcera ST, Upcera, China) se fresaron en la unidad de fresado Roland DWX-50 (Roland DGA Corporation, Estados Unidos) (figura 3).



Figura 2. Escaneo de los especímenes



Figura 3. Transepiteliales maquinados (A. zirconia (upcera) B. Cerámica híbrida (Enamic))

Se arenaron los Ti base con óxido de aluminio de 50 micrómetros a 2 bar de presión, se cementaron los transepiteliales según indicaciones del fabricante con cemento resinoso (Multilink Hybrid abutment, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (figura 4) y se atornillaron a los implantes con un torque de 30N.



Figura 4. Cementación Ti base

Se fabricaron 30 coronas en disilicato de Litio (IPS Amber Press, HASS Corporation, Korea del sur), con forma de incisivo diseñadas en el software Inlab 18 (Sirona, Alemania) y se realizó fresado en cera wax disk (Dentsply Sirona, Estados Unidos), luego se inyectó en disilicato de litio (IPS amber Press, HASS Corporation, Korea del sur) (figura 5). Se cementaron con cemento resinoso (Variolink esthetic, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein.) siguiendo indicaciones del fabricante (figura 6 y 7).



Figura 5. Fabricación coronas en disilicato de litio



Figura 6. Cementación de coronas

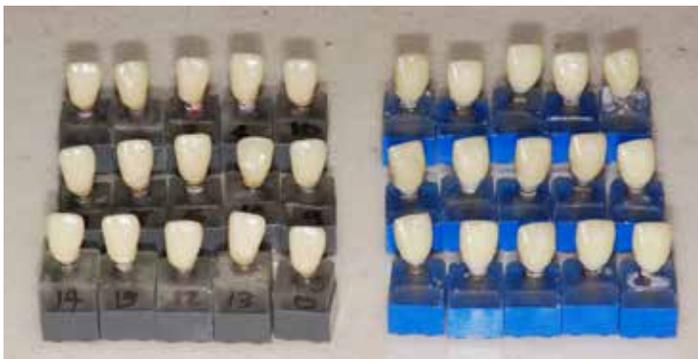


Figura 7. Especímenes completos

Pruebas mecánicas.

La prueba de resistencia a la fractura se realizó en el dispositivo universal de prueba INSTRON 3366 con el software Bluehill 3 (Instron, España), en el Laboratorio de Biomateriales de la Fundación Universitaria CIEO-“UniCIEO” Bogotá. Para determinar la resistencia del conjunto pilar-implante se utilizó una punta cilíndrica de extremo redondo con diámetro 2.5 mm. Se aplicó cargas a una velocidad de ensayo de 0.5mm/minuto. La aplicación de la fuerza fue sobre la corona en disilicato de litio a nivel del nivel del contacto oclusal , reborde marginal mesial palatino donde contacta con el borde incisal de los incisivos centrales inferiores. hasta el límite de fractura (figura 8). Se determinó de forma descriptiva el tipo de fractura como: fractura de la corona, fractura del transepitelial y fractura de la corona + transepitelial.

Análisis estadísticos.

Los valores de la resistencia a la fractura en Newtons y la descripción correspondiente al tipo de fractura fueron

registrados en un formato diseñado para tal fin (Anexo 2, 3). Luego se realizó el análisis exploratorio de datos (análisis gráfico y medidas resumen) para evaluar los supuestos teóricos (normalidad, igualdad de varianza, linealidad) y se aplicó la prueba T para comparar la resistencia de los dos materiales.



Figura 8. Pruebas mecánicas

RESULTADOS

En la figura 9 se muestra la respuesta de los dos materiales de transepiteliales híbridos ante la carga máxima, de acuerdo al gráfico de cajas, hay mayor variabilidad en el de cerámica híbrida que en el Zirconio (evidenciado en el tamaño de la caja).

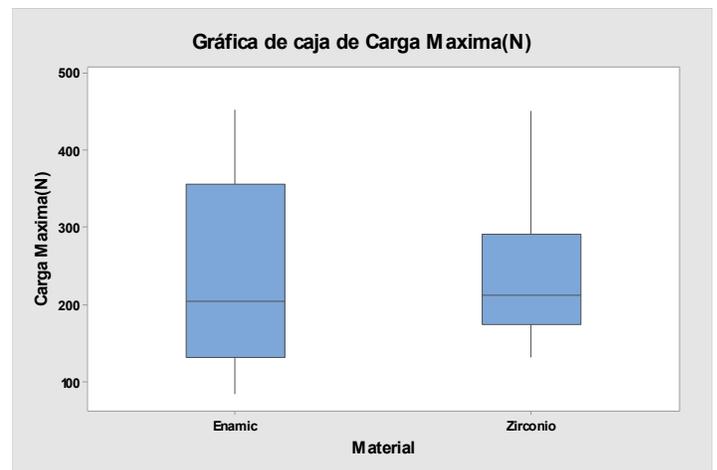
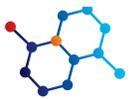


Figura 9. Gráfica de Box- Pot para carga máxima (N)

En la tabla 1 se muestran las medidas resumen para dos materiales. Se observa como la resistencia a la fractura es mayor en el de cerámica híbrida. Sin embargo la menor variabilidad está en el Zirconio con un menor coeficiente de variación (C.V.= 35,39 en Zirconio y C.V.= 48.03 en Enamic).

Finalmente para evaluar estadísticamente si había evidencia de un cambio de resistencia media de los dos materiales, se evaluó el supuesto de normalidad (figura 10). Este supuesto se cumple, todos los puntos, 30 especímenes, están dentro del intervalo de tolerancia de la gráfica y además el valor de p para la prueba de normalidad lo evidencia (p=0.044).

Este supuesto permitió realizar la prueba t para muestra independiente, teniendo como hipótesis nula H0: la resistencia media de los dos materiales es igual, contra la hipótesis alterna H1: hay diferencia en la resistencia media de los dos materiales (tabla 2).



VARIABLE	MATERIAL	N	MEDIA	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA	DESV. EST	CoefVar	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMA
CARGA MÁXIMA (N)	Enamic	15	239,2	29,7	114,9	48,03	84,2	203,6	453,1
	Zirconio	15	237,8	21,7	84,2	35,39	131,0	212,0	451,3

Tabla 1. Estadísticos descriptivos: carga máxima (N)

MÉTODO				
μ_1 : media de Carga Maxima(N) cuando Material = Enamic				
μ_2 : media de Carga Maxima(N) cuando Material = Zirconio				
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$ (No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis)				
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS: POSICION 1				
MATERIAL	N	MEDIA	DESV. EST	ERROR EST DE LA MEDIA
ENAMIC	15	239	115	30
ZIRCONIO	15	237,8	84,2	22
ESTIMACIÓN DE LA DIFERENCIA				
DIFERENCIA		IC de 95% para la diferencia		
1,4		(-74,3; 77,1)		
PRUEBA				
HIPÓTESIS NULA		$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$		

Tabla 2. Prueba T e IC de dos muestras: carga máxima(n); material

HIPÓTESIS ALTERNA		$H_0: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
VALOR T	GL	VALOR P	
0,04	25	09700	

Con el intervalo de confianza del 95% (-74.3; 77.1) se deduce que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, también sustenta esto el valor de P= 0.970, por lo que no hay diferencia estadísticamente significativa en la resistencia media de los dos materiales en prueba.

Cabe destacar que de las 15 muestras del conjunto zirconio solo presento fractura en una de ellas, y fue de la corona, mientras que en las 15 muestras de cerámica híbrida se presentaron 9 fracturas de corona + transeptal (figura 11).

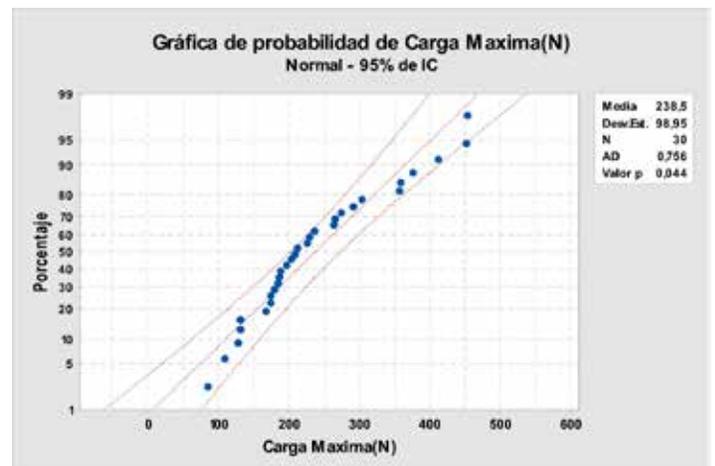


Figura 10. Grafica de probabilidad de carga máxima (N)

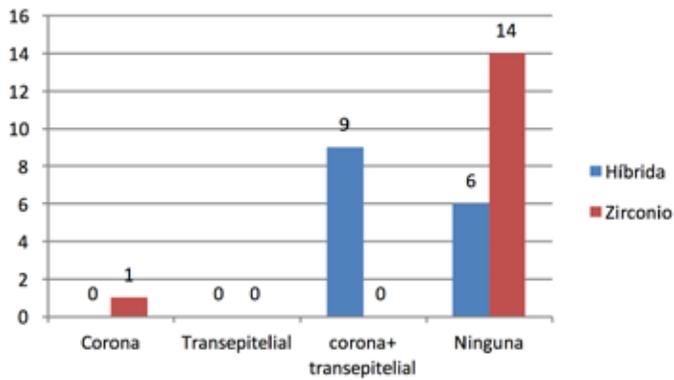
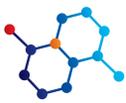


Figura 11. Tipo de fractura presentada por cada material

DISCUSIÓN

La inclusión de la cerámica híbrida - Enamic en el estudio es muy importante porque se trata de un material del que se encuentran pocas publicaciones en la literatura científica como material de fabricación de transepiteliales (Hernández, Chávez, 2014; Ramírez, 2017). También es importante resaltar que Enamic se introduce al mercado como un material híbrido, con un módulo elástico de 30 GPa, el cual es muy similar al de la dentina (21 Gpa), siendo esto un diseño biomimético (Ruse, Sadoun, 2014), lo cual aumenta mucho las expectativas de los clínicos para su utilización como transepitelial.

En 2018, Peña et al (2018), analizaron por elementos finitos las interfases, deformación y como absorbía la carga cada uno de los materiales, encontrando que los esfuerzos en el conjunto transepitelial híbrido-corona se encuentran en la base de titanio, que el zirconio dispersaba las fuerzas a zonas críticas como la plataforma del implante y el tornillo pasante, por otro lado el enamic absorbía gran parte de estas fuerzas protegiendo éstas áreas críticas. Con respecto a esto, se asume que debido a que este material absorbe mayor proporción de la carga puede presentar mayor cantidad de fracturas en comparación con materiales más rígidos, como se observó en el presente estudio en comparación con el zirconio, lo que puede ser benéfico ya que se protegerá el implante y los tejidos de soporte.

También en 2018 Salim et al (2018), hicieron un estudio donde compararon la resistencia a la flexión, a la unión y a la fractura de transepiteliales híbridos en disilicato de litio y cerámica híbrida. Encontraron que el disilicato mostró valores significativamente más altos de resistencia a la flexión, resistencia de la unión y resistencia a la fractura que la cerámica híbrida (cerámica híbrida: 242 N- Disilicato de litio: 451,6 N). Estos resultados no concuerdan con los reportados en el presente estudio ya que no se presentaron diferencias significativas entre los materiales (cerámica híbrida: 239.2 N - Zirconio: 237,8 N). Sin embargo cabe resaltar que Salim et al realizaron termociclado, lo que puede afectar las propiedades de los materiales, además las pruebas las realizaron directamente sobre los transepiteliales no realizaron coronas, sin embargo los valores de resistencia de la cerámica híbrida en los dos estudios fue muy cercano.

Otros estudios que analizan las propiedades de la cerámica híbrida- Enamic pero en coronas son como el de Marwa et al (2016), quienes evaluaron la resistencia a la fractura de 20 coronas sobre implantes con transepiteliales en titanio en posición de premolar realizadas con Enamic en comparación con coronas metal cerámica bajo diferentes protocolos de carga (axial y no axial) hasta su falla aplicando la carga utilizando una máquina universal de pruebas. Encontrando que los materiales de las coronas y las diferentes direcciones de carga tuvieron un efecto significativo en la resistencia a la fractura, pero que no hubo diferencia significativa entre los materiales, mostrando que los dos tipos de superestructuras soportadas por implantes probados en este estudio tienen el potencial de resistir la fuerza oclusal fisiológica en el área premolar. Los resultados del presente estudio son similares, ya que los dos materiales probados no arrojaron diferencias estadísticamente significativas, aunque los valores de resistencia a la fractura de los dos estudios para el enamic fueron muy diferentes, siendo de 478N para Marwa y de 239,2 para la presente investigación, esto puede darse porque fueron utilizados para distintos propósitos, el volumen del material no es el mismo, y no está cementado a un aditamento adicional como lo es el Ti-base.

Comparando los niveles de resistencia a la fractura del zirconio se encuentran estudios como el de Foong et al (2013) en el que tomaron dos grupos de transepiteliales unos fabricados con titanio, otros con zirconio y su base en titanio sobre los cuales se cementaron coronas monolíticas maquinadas en zirconia, este mostro la fractura de 11 especímenes en zirconio lo cual difiere en gran medida con los resultados del presente estudio en los que no se fracturo ninguno y las fallas se encontraron en alguna de las interfases del cemento (interfases: base en titanio y transepitelial o transepitelial y corona).

En la mayoría de estudios solo se tienen en cuenta los pilares y las coronas y no tienen en cuenta el valor de los cementos. Cuando se utiliza un pilar híbrido hay dos tipos de cementos resinosos, uno para unir el ti base con lo materiales para elaborar el pilar propiamente dicho y otro para cementar el pilar híbrido a la corona libre de metal. En el presente estudio no se tuvo en cuenta la variable de los cementos pero al analizar el comportamiento de la prueba se observó que la resistencia a la fractura era inferior a lo mostrado en la literatura debido a posibles fallas de la resistencia del cemento. Esto se compara con el estudio de Nakamura y colaboradores (2016) donde se evaluó el comportamiento de los cementos ante la carga, para los cementos resinosos con coronas monolíticas cementadas sobre transepiteliales metálicos, encontraron que tuvieron mayor resistencia a la fractura y no tuvo diferencias significativas para las coronas estratificadas en zirconio y para las metal-cerámica. Es por ello que es importante en investigaciones futuras determinar bajo microscopía el tipo de falla del material para tener conclusiones más acertadas de los mismos y evaluar el papel de los cementantes con las cerámicas híbridas.

Cabe destacar que de las 15 muestras del conjunto de Zirconia solo presento fractura en una de ellas y fue de la corona. En las 15 muestras de cerámica híbrida se presentó fractura en 9 del conjunto pilar + corona. Sin embargo es importante relacionar



la resistencia de este material con la fuerza de mordida del sector donde se va a utilizar, en el sector anterior para adultos jóvenes hay una fuerza compresiva entre 174 a 220 N (Curiqueo et al, 2015) y en relación a los resultados del presente estudio muestra como el material de cerámica híbrida presenta cifras de resistencia adecuadas para la fuerza ejercida por la mordida de la zona anterior de la población latina (Curiqueo et al, 2015).

Con todo lo anterior, y siendo la cerámica híbrida un material introducido al mercado en 2013 (Vafaei et al, 2017), queda abierto a la investigación en sus diferentes usos y especialmente para la fabricación de transepiteliales buscando establecer protocolos claros de uso clínico basados en la evidencia científica.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio in vitro, se puede concluir que:

La resistencia a la fractura de coronas en disilicato de litio no presenta diferencia estadísticamente significativa cuando se utilizan transepiteliales fabricados con oxicerámicas o cerámicas híbridas ($p < 0.05$).

Los transepiteliales de zirconia no presentaron fracturas en el transepitelial en comparación con los de enamic.



REFERENCIAS

1. Awad D, Stawarczyk B, A L, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2015;113:534–40.
2. Awada A, Nathanson D, Coldea A, Swain M, Thiel N, Della Bona A, et al. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater.* 2015;114:564–9
3. Bidra AS, Rungruanganunt P. Clinical outcomes of implant abutments in the anterior region: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25:159–76.
4. Bangerla M, Costa VD. Titanium and its alloys : propiedades and applications for use as an oral biomaterial: a review. *J res Dent.* 2014;3:593–8.
5. Chirumamilla G, Goldstein CE, Lawson NC. A 2-year Retrospective Clinical study of Enamic Crowns Performed in a Private Practice Setting. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(4):231–7.
6. Curiqueo A, Salamanca C Borie E; Navarro P, Fuentes R. Evaluation of Functional Maximum Bite Force in Chilean Young Adults . *Int. J. Odontostomat;* 9(3):443-447, 2015.
7. Dussan K, Sesin J, Torres E. Percepción estética de diferentes materiales para la elaboración de coronas libres de metal. *R odontos.* 2017: 41-51.
8. Fábrega G. Consideraciones biomecánicas y de oclusión en prótesis sobre implantes. *ROE.* 1996;1:(63 – 76).
9. Foong, Roy B. Judge, Joseph E. Palamara, Michael V. Swain, Fracture resistance of titanium and zirconia abutments: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2013. Vol 109; 304-312.
10. Hernández D, Chávez L. Comparación de la distribución de esfuerzos en transeptiliales rectos y angulados en dos tipos de materiales, análisis por elementos finitos. *Odontos.* 2014;1:28–38.
11. Li R, Chow T, Matinlinna J. Ceramic dental biomaterials a CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res.* 2014;58:208–16.
12. Linkevicius T, Vitellis J. The effect of zirconia or titanium as abutment material on soft peri-implant tissues: A systematic review and metanalysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:139-47.
13. Marwa N. Ali, Rabab M. Ibrahim, Hanaa I. Sallam Assessment of fracture resistance of Enamic superstructure compared to porcelain fused to metal. *Egypt Dent J,* 2016, Vol. 62, 4205:4218
14. Nakamura k, Mouhat M , Magnus J , Jenssen S, Kanno T, Milleding P, Örtengren U. Effect of cements on fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2016; 2 (1): 12–19.
15. Peña L, Cruz O, Sierra M, Torres E., Comparación de la distribución de esfuerzos y deformaciones en implantes con coronas en Disilicato de Litio y tres tipos de transeptiliales. Análisis por elementos finitos. [Tesis de posgrado]. Fundación universitaria Cieo – Unicieo; 2018.
16. Ramirez A. Restoring dental implants with Vita Enamic Implant Solutions. *Aust Dent Pract.* 2017;28(1):180–8.
17. Ruse N, Sadoun M. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res.* 2014;93(12):1232–4
18. Salim O, Sevcan K, Gökçe M, Mutahhar U. A Comparative Study on the Mechanical Properties of a Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Material Used for the Fabrication of Hybrid Abutment. *Materials (Basel)* 2018, 11: 1681
19. Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Guth J. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015;55:1–11.
20. Suarez N EJ, Correa F VJ. Static behavior of a zirconia abutment subjected to artificial aging. finite element method. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia.* 2015;27:30–62.
21. Vafaei F, Firooz F, Heidari B, Masoumeh, Fotovat F, Allahbakhshi H. Comparative Evaluation of Flexural Strength of 2 Nanoceramic Composite Resin CAD/CAM Blocks (Lava Ultimate and Vita Enamic) and a Lithium Disilicate Glass Ceramic (IPS e.max CAD). *Sch J Dent Sci.* 3. 210-214.