Evaluación in vitro de fuerza traccional en interfase zirconio-titanio con retenciones internas a estructuras de zirconio

In vitro evaluation of traction strength on zirconium-titanium interface, with internal retentions to zirconium structures.

Autores:

Edgar Alexander Villadiego Borre. OD, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia UNICOC – Cali avilladiego@unicoc.edu.co

Michael Andress Benavides Díaz OD, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia UNICOC – Cali mbenabides@unicoc.edu.co

Paola Andrea Luna. OD, residente de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia UNICOC – Cali pluna@unicoc.edu.co

Rafael Murgueitio. OD, Especialista en rehabilitación oral, profesor del postgrado de Rehabilitación Oral, Institución Universitaria Colegios De Colombia UNICOC – Cali rmurgueitio@unicoc.edu.co

Evaluación in vitro de fuerza traccional en interfase zirconio-titanio con retenciones internas a estructuras de zirconio

Resumen

La zirconia es una cerámica policristalina que presenta un alto contenido de cristales de aluminio y oxido de zirconio. Tiene excelentes propiedades mecánicas y físicas, sin embargo presenta una gran desventaja al no contener fase vítrea, lo que no la hace indicada para procedimientos de adhesión. Para mejorar la resistencia de unión se han utilizado diferentes tipos de preparación de superficie como el arenado con oxido de aluminio y el uso de primers.

Objetivo: Determinar la fuerza de descementación a la tracción de estructuras de zirconio monolítico modificados mediante retenciones mecánicas a Interfases titanio atornilladas a implantes.

Materiales y métodos: La presente investigación se realiza en la Institución Universitaria de Colegios de Colombia en la sede Cali, donde se elaboraron 10 muestras de estructuras de prótesis fija en CAD/CAM cementadas sobre pilares de titanio, sumergidos en bloques acrílicos, con los cuales se compara la fuerza de retención entre la interfase de Zirconia-Titanio con depresiones retentivas realizadas con fresa de diamante en forma de rueda en la fase monoclínica de la Zirconia y luego fueron sinterizadas. La muestra se dividió en dos grupos, donde

en el grupo control a las estructuras no se les realizó modificaciones. Se utilizó un tipo de cemento resinoso dual de última generación autoadhesivo (Relix U200, 3M ESPE) y fueron sometidas a fuerza de tracción con una maquina universal INSTROM 3366. **Resultados:** En el grupo 1, Las estructuras con modificaciones realizadas en la superficie interna, mostraron valores más altos de retención, el momento del desprendimiento con la mayor fuerza se presentó fractura del tornillo en 3 muestras y descementación en 2 muestras. En el grupo 2 de estructuras sin modificaciones, 4 de 5 restauraciones presentaron descementación y uno fractura de tornillo. El grupo 1 obtuvo valores un poco más altos en el momento de desprendimiento de la estructura con un rango de 715N-1178N y el grupo 2 un rango de 656N-940N. **Conclusiones:** El resultado de este estudio mostró que puede mejorar la fuerza de retención en las interfases titanio-zirconio en las estructuras de zirconio que se les realiza retenciones internas.

Palabras clave: Zirconia, fuerza de retención, preparación superficies, pilares de titanio

Abstract

Zirconia is a polycrystalline ceramic that has a high content of aluminum crystals and zirconium oxide. It has excellent mechanical and physical properties, however it has a great disadvantage as it does not contain vitreous phase, which does not make it suitable for adhesion procedures. To improve the bond strength, different types of

surface preparation have been used, such as airborne-particle abrasion with aluminum oxide and use of primers**.**

Purpose: To determine the tensile strength of monolithic zirconia structures modified by mechanical retentions to titanium interfaces screwed to implants.

Materials and methods: The present investigation was achieved at the University Institution of Colleges of Colombia in Cali. The 10 fixed prosthesis structures of CAD / CAM were cemented on titanium abutments, submerged in acrylic blocks, with which the force is compared of retention between the interface of Zirconia-Titanium with retentive depressions made with a diamond drill in the form of a wheel in the monoclinic phase of the zirconia and then they were sintered. The sample was divided into two groups, where in the control group the structures were not modified. We used a type of dual resinous cement of last generation self-adhesive (Relix U200, 3M ESPE) that contains the functional molecule (10MDP) among its components and were subjected to tensile force with a universal INSTROM 3366 machine. **Results:** In group 1, the structures with modifications were made on the internal surface showed higher values of retention, the moment of detachment with the greatest force, fracture of the screw occurred in 3 samples and de-segmentation in 2 samples. In group 2 of structures without modifications, 4 of 5 restorations presented de-segmentation and one screw fracture. The group 1 obtained a slightly higher values at the moment of descementation of the structure with a range of 715N-1178N and group 2 a range of 656N-940N. **Conclusion:** The result of this study demostrated that can to improve the retention force at the titanium-zirconium interfaces in zirconium structures which have internal retentions.

Keywords: Zirconia, retention strenght, surface preparation, titanium abutments, interface zirconia-titanium

Introducción

La cerámica ha sido el pilar de la odontología estética restaurativa durante más de 100 años, inicialmente en forma feldespática natural. Se utilizaban principalmente en dientes anteriores como coronas de porcelana de alta fusión, dientes de prótesis y cobertura parcial. Actualmente las cerámicas han evolucionado y se encuentran gran cantidad de materiales cerámicos disponibles de uso odontológico(1). Los sistemas cerámicos se dividen en cerámicas de matriz de vidrio que son materiales inorgánicos que contienen fase de vidrio, cerámicas policristalinas materiales cerámicos inorgánicos que no contienen fase de vidrio y cerámica de matriz de resina que contienen predominantemente compuestos refractarios inorgánicos(1).

La Zirconia, es una cerámica policristalina, llamado así al dióxido de Zirconio (ZrO_2). Es un material polimórfico, por lo que puede exponer más una estructura cristalina, dependiendo de las condiciones de temperatura y presión. La zirconia pura es monolítica a temperatura ambiente, y a temperaturas más altas se transforma en tetragonal y fase cúbica(1-3). La zirconia se presenta en dos sistemas, el zirconio tetragonal estabilizado con ytrio (Y-TZP) con alto contenido de dióxido de Zirconio (90%) y la zirconia parcialmente estabilizada infiltrada con cerámica vítrea, este

sistema presenta un alto contenido de cristales de aluminio y oxido de zirconio y una fase vítrea limitada aproximadamente de 20%(2). La Zirconia presenta excelentes propiedades mecánicas y físicas, sin embargo, una desventaja que presenta es que al no contener fase vítrea, hace que no sea indicado los procedimientos convencionales de adhesión a las cerámicas que incluye la desmineralización con ácido fluorhídrico y aplicación de silano(2, 4). Para mejorar la adhesión a la zirconia se utilizan métodos de preparación de las superficies como el acondicionamiento mecánico con microabrasión con partículas de alúmina (AL_2O_3), la activación fisicoquímica con partículas de alúmina recubiertas con sílice seguida de aplicación de silano o activación química con cementos resinosos que contienen una molécula funcional 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate (10MDP) con el cual se busca mejorar la retención sobre óxidos de zirconio, ya que este mejora su estabilidad(5), debido a que su grupo fosfato forma enlaces covalentes que los hace químicamente más estables a una superficie de óxido de zirconio(6). La presente investigación se realiza en la Institución Universitaria de Colegios de Colombia en la sede Cali, donde se elaboran 10 muestras de estructuras de prótesis fija en CAD/CAM cementadas sobre pilares de titanio, sumergidos en bloques acrílicos, con los cuales se compara la fuerza de retención entre la interfase de Zirconia-Titanio con depresiones retentivas realizadas con fresa de diamante en forma de rueda en la fase monoclínica de la Zirconia y luego fueron sinterizadas. La muestra se divide en dos grupos, donde en el grupo control a las estructuras no se les realiza modificaciones. Se utiliza un tipo de cemento resinoso dual de última generación autoadhesivo (Relix U200, 3M ESPE) sometidos a tracción con una maquina universal INSTROM 3366.

La necesidad de este estudio nace con el fin de evaluar nuevas técnicas que puedan aportar al tratamiento una mayor longevidad y lograr una mayor fuerza de retención en las interfaces Zirconia-Titanio, ya que estudios anteriores han evaluado el desalojo de la estructura de Zirconia sobre el pilar protésico con diferentes cementos resinosos y distintas preparaciones a las superficies a adherir pero hasta el momento ninguno con modificaciones retentivas como las que se realizan en este estudio en las estructuras de Zirconia.

Metodología

Se realizó en un modelo master, 5 impresiones a cubeta abierta con coping de impresión para obtener 5 modelos de trabajo con 4 cilindros Neodent cada uno y 4 minipilares cónicos, a los cuales se les atornilló pilares de titanio y los modelos fueron embebidos en acrílico autopolimerizable para aumentar la resistencia en las pruebas de tracción.(Fig 1). en cada modelo se cementaron 2 estructuras de zirconio monolítico, cada una sobre dos pilares de titanio. Las estructuras fueron divididas en dos grupos; a un grupo se les realizó retenciones circunferenciales en la superficie interna con una fresa de diamante en forma de rueda a una distancia de 1,5mm en la fase monoclínica y luego se procedió a sinterizar para llevarlas a la fase tetragonal. El segundo grupo fue el grupo control, donde no se realizaron modificaciones en la superficie interna. (Fig 2). La cementación de las estructuras a los pilares de zirconio fue realizada con un cemento autoadhesivo Relix U200 (3M ESPE) luego de ser limpiadas con alcohol isopropílico. (fig 3). Los modelos fueron perforados con 4 agujeros para estabilizarlo por medio de un alambre de acero 10/20 a la base de la maquina Instron y por medio de otro alambre se sostuvo la

estructura de zirconio en medio del póntico para sujetarlo a la parte superior de la maquina Instron. Luego se realizó las pruebas de tracción a una velocidad de 1mm/segundo. (Fig 4).



Figura 1. Vaceado en yeso tipo V, embebida del modelo en acrílico transparente.



Figura 2. Retenciones mecánicas, se realizan antes de sinterizar en forma circunferencial, a una distancia de 1,5mm.



Figura 3. Cemento autoadhesivo resinoso universal RELYX - U200(3M)



Figura 4 Perforación del modelo de trabajo.



Figura 5. Colocación de alambre para sujeción del modelo, para prueba de tracción.

Resultados:

En el grupo 1, Las estructuras con modificaciones realizadas en la superficie interna, mostraron valores más altos de retención, el momento del desprendimiento con la mayor fuerza se presentó fractura del tornillo en 3 muestras y descementación en 2 muestras. En el grupo 2 de estructuras sin modificaciones, 4 de 5 restauraciones presentaron descementación y uno fractura de tornillo. El grupo 1 obtuvo valores un poco más altos en el momento de desprendimiento de la estructura con un rango de 715N-1178N y el grupo 2 un rango de 656N-940N.

		Tipo Falla			
		Descementación		*Fractura de Tornillo*	
		Recuento	*% del N de fila*	*Recuento*	*% del N de fila*
Ranura	*Sin Ranura*	*4*	*80,0%*	*1*	*20,0%*
	Con Ranura	*2*	*40,0%*	*3*	*60,0%*
	Total	*6*	*60,0%*	*4*	*40,0%*

Tabla 1 Porcentaje de tipo de falla en cada grupo.

		Fuerza	
		Mínimo	Máximo
Ranura	Sin Ranura	656,60	940,20
	Con Ranura	715,60	1178,00
	Total	656,60	1178,00
Tipo Falla	Descementación	656,60	1178,00
	Fractura de Tornillo	767,10	1129,00
	Total	656,60	1178,00

Tabla 2 Resultados de pruebas de tracción.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,667[a]	1	,197		

Tabla 3. Nivel de significancia chi-cuadrado Pearson

Discusión

Gracias a los avances tecnológicos podemos tener en el mercado sistemas CAD/CAM lo cual permite el uso de pilares personalizados en titanio y restauraciones cerámicas libre de metal en óxido de zirconio(17-19). Los sistemas actuales cerámicos ofrecen gran variedad de opciones para restauraciones estéticas. También en este sistema CAD/CAM se emplea una serie de pasos bajo un protocolo, iniciando por escanear el pilar intraoral con un digitalizador para obtener una impresión óptica. Los datos digitalizados se reconstruían en un monitor como un gráfico 3-D para luego diseñar la restauración final que va a ser fresada en un bloque con una máquina de control numérico. Con estos sistemas también permitió la fabricación de pilares personalizados en titanio y restauraciones cerámicas libre de metal en oxido de zirconio(17-19). Con esta situación se planteó la necesidad de trabajar en el concepto de restauraciones directamente al implante.

En este estudio encontramos que en los resultados no hubo diferencia significativa entre los dos grupos debido a que el tamaño de la muestra era pequeño, sin embargo, hubo valores de retención altos comparados en estudios anteriores.

En otro Estudio realizado por Celin y cols. en 2018 evaluaron la fuerza de retención con varios tipos de cemento y diferentes tratamientos de las superficies a adherir con un grupo de control donde no se les realizo ningún tipo de tratamiento, otro grupo con arenado con oxido de aluminio, primer con 10MDP, y combinación de arenado con primer, donde determinaron que había mayor retención en el grupo donde utilizaron el primer y el grupo control. concluyeron que el arenado en la superficie del pilar de titanio alisaba las retenciones del pilar y aumentaba el espacio del cemento, lo que disminuía la fuerza de retención(7).

Otros estudios realizados comprueban los resultados del anterior estudio llegando a la conclusión que el arenado en las superficies de zirconio no se recomiendan, debido que quedan partículas sueltas de metales y que al realizar la limpieza con alcohol isopropílico o con lavado ultrasónico las ranuras de retención se alisan aumentando el espacio del cemento lo cual reduce la fuerza de desalojo(5).

En el actual estudio no se realiza arenado en el pilar de titanio, para mantener las retenciones del pilar y del interior de la estructura intactas y así el espacio de 20µm para el cemento. Hasta el momento ningún estudio se había realizado con la modificación de la estructura de zirconio, lo cual lo hace un estudio novedoso que más adelante se podría seguir evaluando con un numero de muestra más significativo.

Se recomienda en futuros estudios que las muestras sean sometidas a tratamiento de termociclado para simular la humedad de la cavidad oral, se sometan a fuerzas horizontales y verticales donde se simulen fuerzas de la masticación.

Conclusiones

Se evidencio mayor fuerza de retención en el grupo que se le realizaron las modificaciones en las superficies internas de las prótesis fijas en zirconio.

En el grupo de las modificaciones se observó como fallo la fractura del tornillo de retención.

Según los resultados de este estudio se puede ver que las ranuras internas de las estructuras pueden llegar a mejorar la fuerza de retención de las restauraciones cementadas con cemento a base de resina. Sin embargo este estudio se realizó con 5 muestras de cada grupo, no siendo una cifra significativa para demostrar el objetivo principal.

El resultado de este estudio mostró que puede mejorar la fuerza de retención en las interfases titanio-zirconio en las estructuras de zirconio que se les realiza retenciones internas.

Referencias bibliográficas

1. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. Int J Prosthodont. 2015;28(3):227-35.
2. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Y-TZP ceramics: key concepts for clinical application. Oper Dent. 2009;34(3):344-51.
3. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. Eur J Esthet Dent. 2009;4(2):130-51.
4. Llerena-Icochea AE, Costa RM, Borges A, Bombonatti J, Furuse AY. Bonding Polycrystalline Zirconia With 10-MDP-containing Adhesives. Oper Dent. 2017;42(3):335-41.
5. Linkevicius T LL, Caplikas A, Dumbryte. (PDF) Retention of zirconia copings over smooth and airborne-particle-abraded titanium bases with different resin cements. The Journal of Prosthetic dentistry. 2019.

6. Murakami T, Takemoto S, Nishiyama N, Aida M. Zirconia surface modification by a novel zirconia bonding system and its adhesion mechanism. Dent Mater. 2017;33(12):1371-80.
7. Arce C, Lawson NC, Liu PR, Lin CP, Givan DA. Retentive Force of Zirconia Implant Crowns on Titanium Bases Following Different Surface Treatments. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018;33(3):530-5.
8. Baldissara P, Querze M, Monaco C, Scotti R, Fonseca RG. Efficacy of surface treatments on the bond strength of resin cements to two brands of zirconia ceramic. J Adhes Dent. 2013;15(3):259-67.
9. Abi-Rached F AA, Adabo GL, Sousa M. Air Abrasion Before and/or After Zirconia Sintering: Surface Characterization, Flexural Strength, and Resin Cement Bond Strength | Request PDF. Operative Dentistry. 2015;40(2).
10. Hallmann L, Ulmer P, Wille S, Polonskyi O, Kobel S, Trottenberg T, et al. Effect of surface treatments on the properties and morphological change of dental zirconia. J Prosthet Dent. 2016;115(3):341-9.
11. Simon H, Yanase RT. Terminology for implant prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants. 2003;18(4):539-43.
12. Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Branemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. Int J Oral Maxillofac Implants. 1991;6(3):270-6.
13. Lewis SG, Llamas D, Avera S. The UCLA abutment: a four-year review. J Prosthet Dent. 1992;67(4):509-15.
14. Lewis S, Beumer J, 3rd, Hornburg W, Moy P. The "UCLA" abutment. Int J Oral Maxillofac Implants. 1988;3(3):183-9.
15. Priest G. A Current Perspective on Screw-Retained Single-Implant Restorations: A Review of Pertinent Literature. J Esthet Restor Dent. 2017;29(3):161-71.
16. Wilson TG, Jr. The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: a prospective clinical endoscopic study. J Periodontol. 2009;80(9):1388-92.
17. Zarina R JJ, 3Rajan S Raj. Evolution of the Software and Hardware in CAD/CAM Systems used in Dentistry. Journal of Plastic and Reconstructive Surgery. 2019;4.
18. Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. Aust Dent J. 2011;56 Suppl 1:97-106.
19. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. J Am Dent Assoc. 2006;137(9):1289-96.
20. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent. 2017;117(5s):e1-e105.
21. Zuluaga J GJ, Garzon H. Comparison of the shear bond strength of ceramic coating and zirconia surface with and without modifications. Journal of Plastic and Reconstructive Surgery. 2016;27(2):322-41.
22. Ozcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. J Adhes Dent. 2015;17(1):7-26.