



unicoc
Colegio Odontológico

**COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN METAL
CERÁMICA ANTE LAS FUERZAS DE
CIZALLAMIENTO DE CILINDROS COLADOS Vs
SINTERIZADOS EN COBALTO-CROMO**

INVESTIGADORES

Jesús Arcesio Córdoba Durán

Harba Youssef Kamal Ehtay

Diego Nicolás Matiz Gracia

Liliana Alejandra Rojas Tique

PROSTODONCIA IV
Bogotá, mayo 30 de 2017

ASESORES

Dra. Mónica Forero
Asesora científica
Prostodoncista Unicoc

Dra: Diana Parra
Asesora metodológica
Odontóloga Bioestadística

Dr. Gerardo Ardila
Asesor estadístico
Estadístico

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Metales nobles utilizados para sustituir tejidos dentales.
- Se desarrollaron nuevas aleaciones (mejorar sus características físicas, biocompatibilidad y resistencia a la corrosión).
- Las restauraciones se someten a tracción, compresión, torsión y fuerzas de la masticación.
- En la década de los años 70 materiales alternativos fueron desarrollados para combatir el aumento del costo de los metales nobles.

Thompson, GA. Luo, Q. Hefti, A. Analysis of four dental alloys following torch/centrifugal and induction/ vacuum-pressure casting procedures. J Prosthet Dent. 2013; 110(6): 471-80.

Örtorp, A. Jönsson, D. Mouhsen, A. Steyern, P. The fit of cobalt-chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. Dental Materials. 2011; 27: 356-363.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Existen diferentes métodos de fabricación para las aleaciones de Co-Cr que son: colado y sinterizado.
- Colado: Taggart introdujo el colado a presión y Jameson y Col desarrollaron el colado centrífugo
- Sinterizado laser es una técnica CAD-CAM la cual presenta tres elementos principales: adquisición de datos, procesamiento de los mismos y fabricación.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el comportamiento en la unión metal - cerámica con aleaciones Co-Cr , realizadas mediante el método de fabricación Colado y sinterizado al ser sometidas a pruebas de termociclado y fuerzas de cizallamiento?



JUSTIFICACIÓN

- El sinterizado aparece como una alternativa que integra la tecnología para el procesamiento de la aleación.
- A través del método sinterizado existe la probabilidad de reemplazar la fabricación de restauraciones dentales elaboradas con el método tradicional (colado).
- Se encuentra poca evidencia que comparen el tipo de fallas existentes entre la unión de la porcelana al metal mediante los métodos de manufactura (sinterizado y colado).

J, Serra. J, Cano. J, Cabratosa. O, Figueras. Adhesion of dental porcelain to cast, milled, and laser-sintered cobalt-chromium alloys: Shear bond strength and sensitivity to thermocycling. J Prosthet Dent 2014; 112: 600-605.

Örtorp, A. Jönsson, D. Mouhsen, A. Steyern, P. The fit of cobalt–chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. Dental Materials. 2011; 27: 356-363

PROPÓSITO

Determinar el comportamiento de la unión cerámica a la aleación de Co-Cr utilizando dos tipos de manufactura diferente (sinterizado y colado), con el fin de establecer que método brinda las mejores propiedades para las restauraciones metal –cerámicas después de ser sometidos a fuerza de cizallamiento.



ANTECEDENTES

Serra y cols. (2014)

TABLE IV. Failure mode frequency according to the cobalt-chromium alloy manufacturing method

Thermocycles	Failure Type		
	I	II	III
0 Thermocycles			
Cast	3	2	10
Milled	2	7	6
Laser-sintered	4	6	5
Total	9	15	21
5500 Thermocycles			
Cast	2	2	6
Milled	4	1	5
Laser-sintered	1	6	3
Total	7	9	14

Akovaa y Cols. (2008)

Table 3 - Bond failure modes			
Alloy	Adhesive failure	Cohesive failure	Mixed failure
Cast Ni-Cr	-	-	10
Cast Co-Cr	-	-	10
Laser-sintered Co-Cr	5	-	5

Serra-Prat, MDS, Termes, PhD,c and Àlvarez, PhDd; Adhesion of dental porcelain to cast, milled, and laser-sintered cobalt-chromium alloys: Shear bond strength and sensitivity to thermocycling, International University of Catalunya, Barcelona, Spain; J Prosthet Dent 2014;112:600-605.

Akovaa, Ucar a, Tukay b, Cudi Balkayac , Brantley. Comparison of the bond strength of laser-sintered and cast base metal dental alloys to porcelain, Elsevier Ltd on behalf of Academy of Dental Materials. 24 (2008) 1400–1404.

ANTECEDENTES

SOZAN y cols. 2013

Table III. Fracture mode.

Group	Adhesive fracture	Cohesive fracture	Mixed fracture
Cast (Wirobond [®] 280)	—	3	7
Milled (Gialloy CB)	—	2	8
DMLS 1 (EOS CobaltChrome SP2)	—	1	9
DMLS 2 (Wirobond [®] C ⁺)	—	2	8
Control (Sjödings M2)	—	1	9

ANTECEDENTES

Table 3. AFAP values of cast, milled, and SLM groups

Group	n	Mean $\pm$ SD ^a
Cast	10	62.3 $\pm$ 7.4 ^a
Milled	10	80.4 $\pm$ 3.2 ^b
SLM	10	79.2 $\pm$ 4.0 ^b

AFAP, area fraction of adherence porcelain; SLM, selective laser melting. ^aGroups with same superscripted letters are not significantly different at $\alpha=.05$.

Li y cols. (2016)

OBJETIVO GENERAL

Comparar el comportamiento ante fuerzas de cizallamiento en la unión metal-cerámica utilizando cilindros de Co-Cr sinterizadas vs coladas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar la presencia de fallas adhesivas en la unión metal cerámica utilizando cilindros de Co-Cr sinterizado laser y colado posterior a termociclado y fuerzas de cizallamiento.
- Observar la presencia de fallas cohesivas en la unión metal cerámica utilizando cilindros de Co-Cr sinterizado laser y colado posterior a termociclado y fuerzas de cizallamiento.
- Observar la presencia de fallas mixtas (adhesivas y cohesivas) en la unión metal cerámica utilizando cilindros de Co-Cr sinterizado laser y colado posterior a termociclado y fuerzas de cizallamiento.
- Registrar el fallo en megapáscales de la unión metal cerámica de cilindros de Co-Cr sinterizado laser y colado posterior a termociclado y fuerzas de cizallamiento.

METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO:

- Estudio experimental in vitro.

OBJETO DE ESTUDIO:

- Comportamiento de los métodos colados y sinterizados de la aleación co-cr en la unión con la cerámica.

UNIDAD DE OBSERVACIÓN:

- Cilindros de metal base Co-Cr colados y sinterizados

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:

- Instron y estereomicroscopio .

UNIDAD DE MEDIDA:

- Megapascuales.

MUESTRA:

- 36 cilindros de Co-Cr.
- 18 cilindros colados (n=9 sin termociclado, n=9 con termociclado).
- 18 cilindros sinterizado laser (n=9 sin termociclado, n=9 con termociclado).

METODOLOGÍA

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

- Aleación de Co-Cr.
- 2 sistemas de manufactura
Colado-Sinterizado.

VARIABLES:

independiente:

Técnica de manufactura.

DEPENDIENTE:

- Tipo de falla unión metal-cerámica (cohesiva, adhesiva o mixta).
- Prueba de fallo en la unión metal cerámica.
- Termociclado.

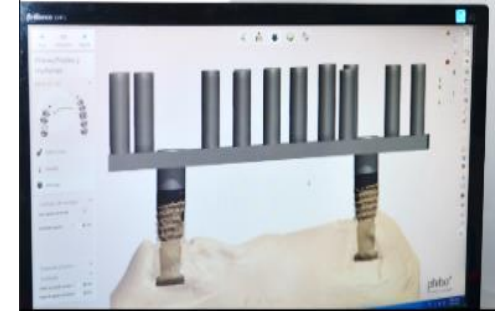
PROCEDIMIENTO

Colado:

- Cera BEGO diámetro 2,5 mm, 9 mm longitud
- Revestimiento y presurizador
- Horno evaporador de cera (4 T°)
- Fundición (Argeloy N.P. Suprime) a 1480°C (Laboratorio Multiestética Dental)

Sinterizado

- software 3 Shape dental system 2016(Phibo Colombia)
- Capa a capa con laser de 20um



PROCEDIMIENTO

Colocación de la porcelana (Laboratorio dental Esthetic Work)

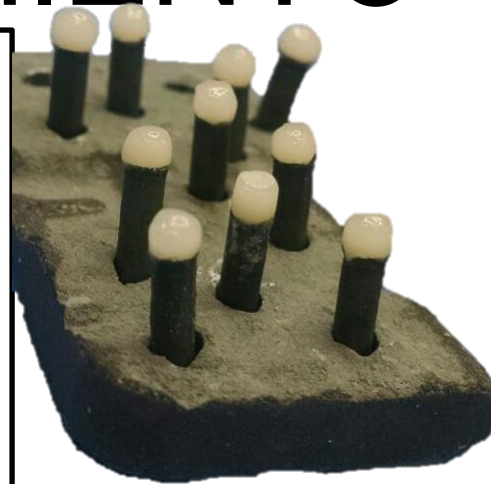
Colados

- Arenado
- Ultrasonido y agua destilada
- 2mm de porcelana Vita (opaco, dentina y esmalte).

Sinterizado

- Arenado
- Ultrasonido y agua destilada
- 2mm de porcelana Vita (opaco, dentina y esmalte).
- Enfriamiento a 600 °C, mufla cerrada un 90%

Protocolo según casa fabricante(Vita)



PROCEDIMIENTO

Termociclado

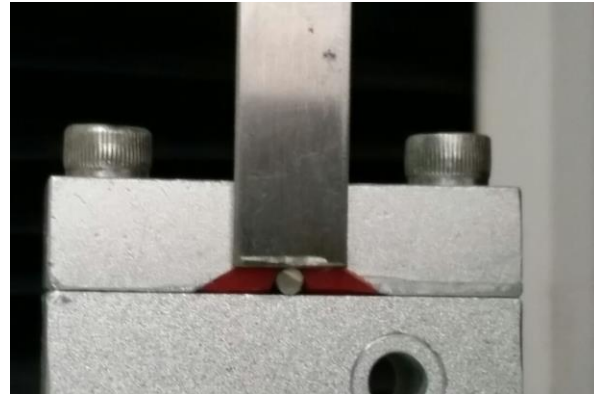
- 5000 ciclos en una inmersión en baño de agua
- $4^{\circ}\text{C} \pm 2$ y $55^{\circ}\text{C} \pm 2$, (30 seg / 3 seg)

Instron (modelo 3345)

- cargas de cizallamiento hasta producir la fractura de la cerámica (MPa).

Fallas (microfotografías)

- Tipo I: cohesivas, presente únicamente en la cerámica.
- Tipo II: adhesivas, presente en la unión metal-cerámica.
- Tipo III: Mixtas, presentes tanto en la cerámica como en la unión metal-cerámica.



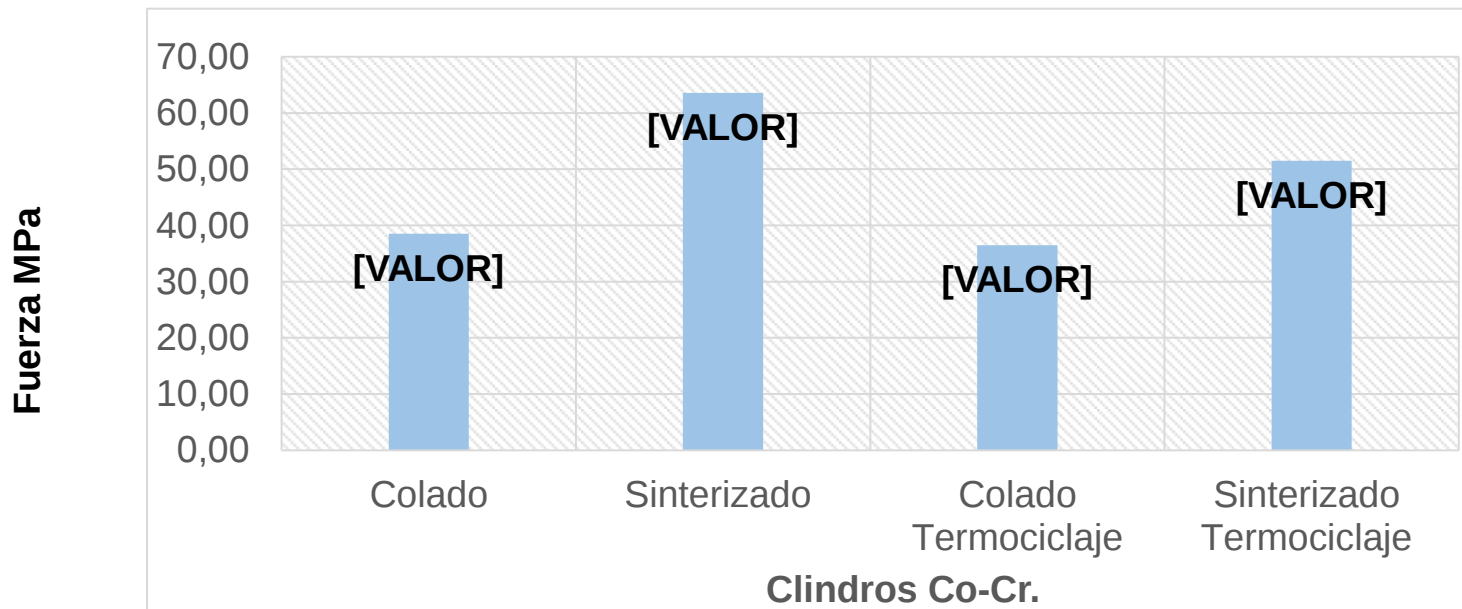
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Instrumento de recolección de datos

Shapiro Wilk	Determinar si las fuerzas presentan o no distribución normal.
Grubbs	Determinar o no la presencia de fuerzas atípicas.
Levene	Determinar la igualdad de varianza.
ANOVA I vía	Comparar las fuerzas promedio de cizallamiento
Tukey	Ubicar donde se encuentra la fuerza diferente.
Chi Cuadrado	Determinar la asociación de tipo de falla vs tipo de cilindro. Determinar la asociación de tipo de falla vs termociclado o no.

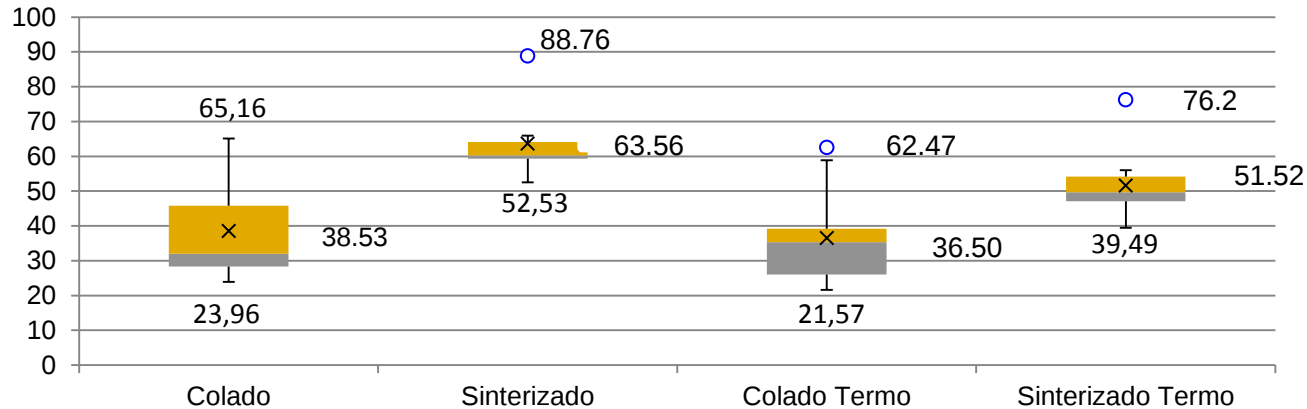
RESULTADOS

Fuerza media de cizallamiento por cilindros de Co-Cr.



RESULTADOS

Comportamiento de las fuerzas de cizallamiento por cilindros Co-Cr.

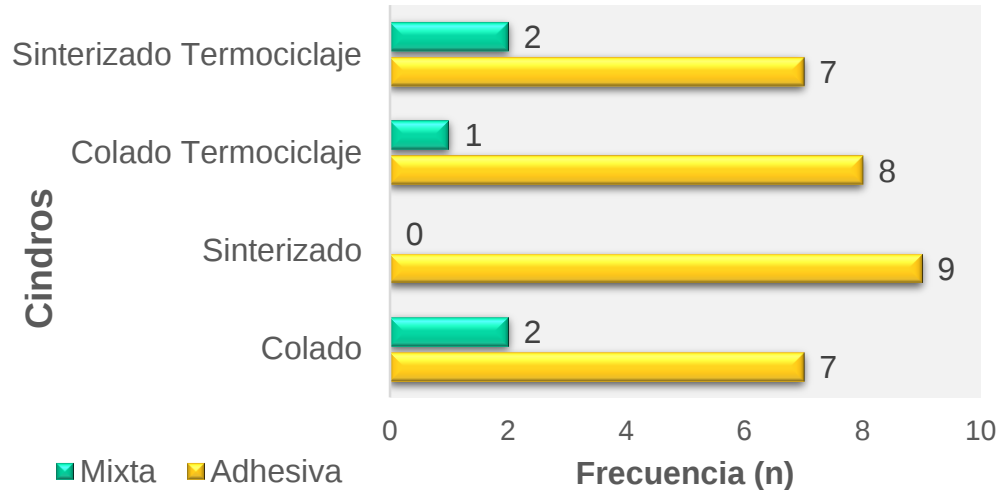


Grubbs/ESD Test p-value >0,05

Levene's Tests p-value = 0,36

RESULTADOS

Tipo de falla encontrado según el cilindro Co-Cr.

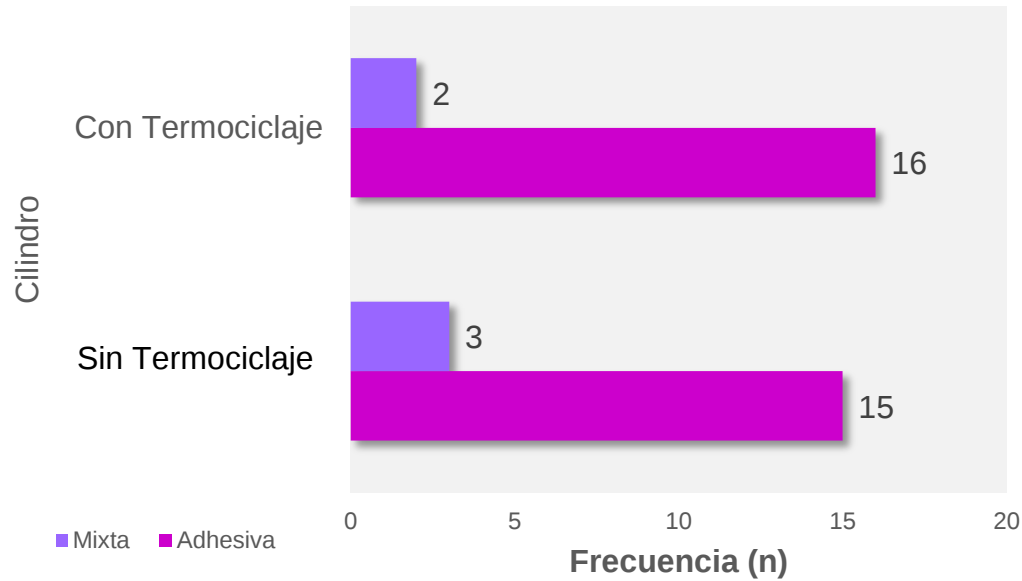


Chi-Square Test p-value 0,465

n=31; 88,57%

RESULTADOS

Tipo de falla por termociclaje en cilindros Co-Cr.



RESULTADOS

Cilindros Colados

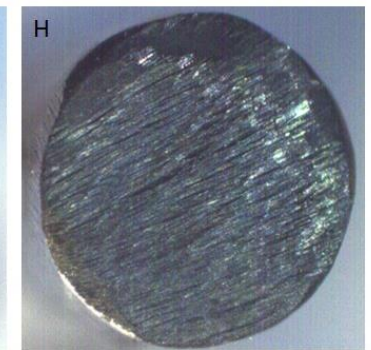
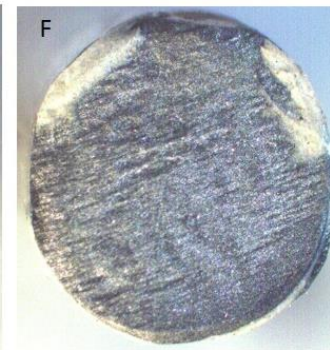
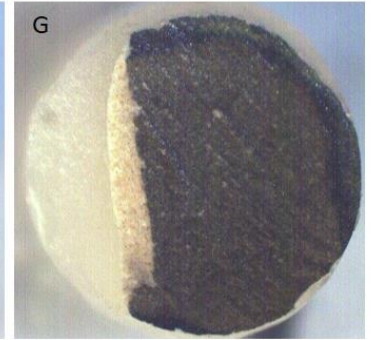
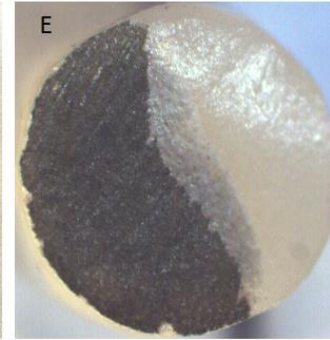
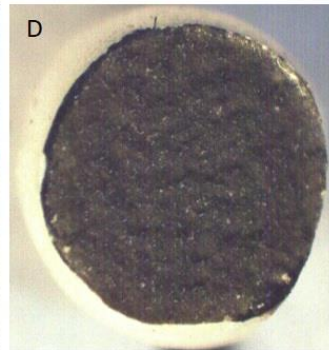
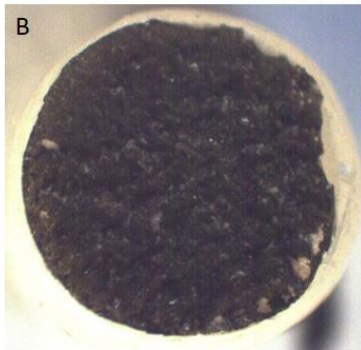
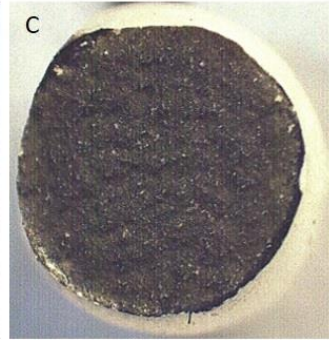
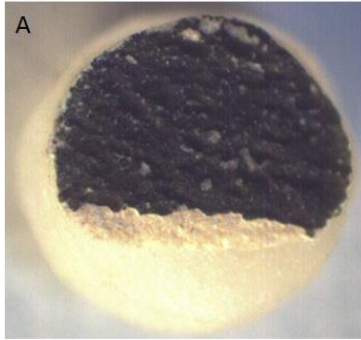
Cilindros Sinterizados

Sin Termociclado

Con Termociclado

Sin Termociclado

Con Termociclado



DISCUSIÓN

Existen mecanismos para realizar seguimiento a los materiales y a sus propiedades, como la ANSI/ADA N°38 del 2000 y la Norma ISO 9693 de 1999.



Con las que se puede evaluar la unión metal-cerámica a través de un ensayo de flexión de tres puntos.



Se pudo establecer que la resistencia mínima de adhesión en estos casos debe ser de **25 MPa** en estudios *in vitro*.

DISCUSIÓN

De Melo y cols. (2005)

La unión metalcerámica con aleaciones de Co-Cr fuerzas para los grupos que ellos consideraron, fueron de $71,7 \pm 19,2$ MPa y $55,2 \pm 13,5$ (dos marcas diferentes).

Stawarczyk y cols. (2014)

Compararon aleaciones convencionales de Co-Cr-Mo con otras realizadas con CAD/CAM.
Evaluar *in vitro* la resistencia a largo plazo de los enlaces metal-cerámica.
Aleación con metal base realizado con CAD/CAM presentaba una resistencia de unión metal-cerámica comparable a la de las aleaciones.

DISCUSIÓN

Serra y cols. (2014), compararon la resistencia a la adherencia de la porcelana dental en las aleaciones de Co-Cr coladas y sinterizadas por láser y el tipo de falla después del termociclado al aplicar prueba de cizallamiento.

Muestras no termocicladas fueron $42,79 \pm 14,14$ MPa (coladas), $37,56 \pm 9,18$ MPa (fresadas), $29,09 \pm 6,95$ MPa (sinterizadas por láser).

Muestras termocicladas $16,52 \pm 8,96$ MPa (coladas), $22,21 \pm 13,25$ MPa (fresado), $24,28 \pm 10,13$ MPa (sinterizadas por láser).

No hubo diferencias estadísticas significativas en la adhesión (métodos de fabricación ($p = 0,257$))
Tipo de falla no estuvo asociada con la condición de prueba (termociclado, $p = 0,280$, no termociclado, $p = 0,240$)

DISCUSIÓN

Li y cols.
(2016)

- Evaluación *in vitro* resistencia de la unión metal-cerámica de una aleación Co-Cr fabricada de manera convencional y por fusión láser selectiva (SLM).
- El SLM mostró una adherencia significativamente mayor a la porcelana que el grupo colado ($p < 0,001$).

Jang y cols.
(2015)

- Evaluación de la tensión que podía soportar el Co-Cr con tres procesos de fabricación.
- Estudio la adhesión del material y resistencia a la fractura.
- Una resistencia superior a 500Mpa y una elongación mayor al 2%.
- Las muestras sinterizadas presentaron una mayor resistencia a la prueba.

Li J, Chen C, Liao J, Liu L, Ye X, Lin S, Ye J. Bond strengths of porcelain to cobalt-chromium alloys made by casting, milling and selective laser melting. J Prosthet Dent 2016; doi doi: 10.1016/j.prosdent.2016.11.001.

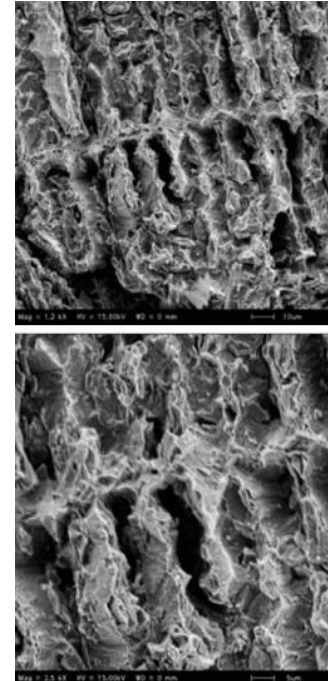
Jang SH, Lee DH, Ha JY, Hanawa T, Kim KH, Kwon TY. Preliminary Evaluation of Mechanical Properties of Co-Cr Alloys Fabricated by Three New Manufacturing Processes. Int J Prosthodont 2015; 28: 396-398.

DISCUSIÓN

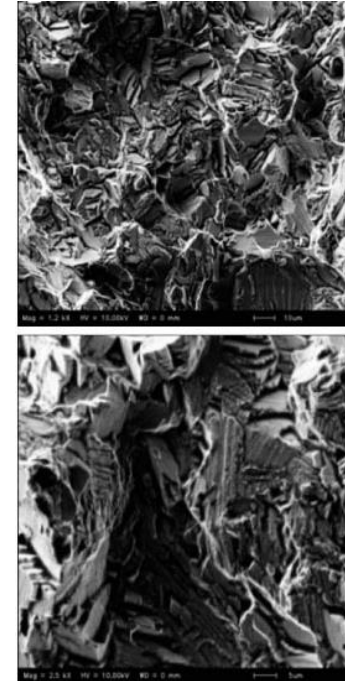
Choi y cols. (2014)

- Compararon las propiedades mecánicas y microestructurales de la superficie fracturada para muestras de aleaciones Co-Cr fabricadas mediante el método tradicional y método sinterizado (CAD/CAM),
- Pruebas de elasticidad, tracción y dureza Vickers.
- Fresado presenta mayor resistencia a la tracción final (1442,94 MPa).
- Laser sinterizado presenta mayor límite de elasticidad (0,2%) (1136,15 MPa).
- Con diferentes métodos de fabricación se puede influir en las propiedades mecánicas y microestructurales de las superficies en aleaciones Co-Cr.

sinterizado



fresado



DISCUSIÓN

- Henriques y cols. (2012)
- Evaluaron el efecto de preoxidación sobre la resistencia de unión de la porcelana a la aleación cobalto-cromo-molibdeno-silicio (CoCrMoSi).
- Concluyeron que el tratamiento térmico influye en la capa de óxido que se encuentra entre la aleación y la porcelana disminuyendo considerablemente la adhesión y resistencia de la unión metal-cerámica.

CONCLUSIONES

Tras la aplicación de fuerzas de cizallamiento en los cilindros de metal base Co-Cr, se encontraron mejores resultados en los que fueron diseñados con el método de sinterizado a través de la tecnología de diseño y manufactura CAD-CAM; con estos resultados se pudo establecer que los cilindros sinterizados presentan **cerca de 1,5 veces** más resistencia que los cilindros colados, antes de alcanzar su punto de fractura entre la cerámica y la aleación.

CONCLUSIONES

- Respecto a los tipos de fallas que se produjeron durante la prueba, es de destacar que las más frecuentes fueron las de tipo II o adhesivas y, en una menor proporción las de tipo III o mixtas; sin casos donde se presentaran fallas tipo I o cohesivas.
- El tipo de falla no estuvo asociado con la condición de la prueba, termociclado o no termociclado.
- La capa de óxido es un factor influyente en la adhesión metalcerámica, lo cual fue evidenciado en las micrografías y en la prueba de cizalla donde los especímenes colados mostraron una capa evidente de óxido y un fallo a fuerza menor en comparación con los cilindros sinterizados.

Recomendaciones

- Dando continuidad a esta investigación, a futuro se pueden desarrollar investigaciones que analicen a profundidad la zona de interface entre la aleación y la cerámica, con análisis con microscopía electrónica de barrido o análisis de la rugosidad superficial y sus componentes.
- Seguir una línea investigativa realizando especímenes que tengan una morfología similar a los dientes, en los que se midan fuerzas tensionales, traccionales y compresivas

GRACIAS