

Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque blando en CAD/CAM

Adaptation of metallic copings made with two techniques: loss wax cast conventional centrifugation and soft milling block in CAD/CAM.

Micarla Loarte Campos^{1a,4b}, Yovana Flores Valverde^{1a,4b}, Cinthya Zelada Ladrón de Guevara^{2a,4b}, Silvio Requena Cisneros^{3a,4b}, Diana Castillo Andamayo^{4abc}, Martín Quintana del Solar^{4abd}

RESUMEN

Las nuevas tecnologías digitalizadas han permitido mejorar la adaptación marginal e interna de una restauración, permitiendo migrar de la técnica de cera pérdida colada por centrifugación (CPC) a la fabricación aditiva y sustractiva por CAD/CAM como el sistema de fresado de bloque blando (SMB). **Objetivos:** Comparar las discrepancias marginal e interna de cofias unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación chamfer, confeccionadas con dos técnicas: CPC y SMB, determinando cual técnica tuvo mejor adaptación marginal e interna. **Material y Métodos:** Se fabricaron 13 cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr para cada técnica a evaluar. Se utilizó la réplica de silicona para evaluar las discrepancias marginales e internas, cada muestra fue seccionada en cruz en sentido vestíbulo-palatino y en sentido mesio-distal, luego con un estéreomicroscopio se evaluó la zona cervical, axial y oclusal. **Resultados:** Se evaluó los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Los análisis estadísticos fueron la prueba t de Student y U Mann-Whitney. La SMB obtuvo una menor discrepancia marginal en sentido vestíbulo-palatino en comparación con la CPC encontrándose diferencia estadísticamente significativas ($p < 0,05$), pero en sentido mesio-distal numéricamente el SMB obtuvo una menor discrepancia marginal pero no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La menor discrepancia interna fue para CPC en la zona axial tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) pero en la zona oclusal tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal presentaron menor discrepancia interna la SMB con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). **Conclusiones:** Las cofias que presentaron una mejor adaptación marginal fueron las que se confeccionaron mediante la SMB. Las que presentaron mejor adaptación interna en la zona axial fueron las cofias realizadas mediante la CPC y en la zona oclusal presentaron mejor adaptación interna la SMB.

PALABRAS CLAVES: Diseño Asistido por Computador, Adaptación, Aleaciones de Cromo.

¹ Facultad de Odontología, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú.

² Facultad de Odontología, Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

³ Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

⁴ Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

^a Cirujano Dentista.

^b Especialista en Rehabilitación Oral

^c Magister en Estomatología. Docente del Departamento Académico de Odontología Social.

^d Magister en Estomatología. Docente del Departamento Académico de Clínica

SUMMARY

The new digitized technologies have allowed to improve the marginal and internal adaptation of a restoration, allowing to migrate from the technique of wax loss by centrifugation (CPC) to the additive and subtractive manufacture by CAD / CAM system soft milling block (SMB). **Objective:** To compare the marginal and internal discrepancies of Co-Cr alloy copings units on a chamfer termination line made with two techniques: CPC y SMB, determining which technique had better marginal and internal adaptation. **Material and Methods:** 13 Co-Cr alloy unit copings were fabricated for each technique to be evaluated. Silicon replication was used to evaluate the marginal and internal discrepancies. Each sample was cross-sectioned in the vestibular-palatine and mesio-distal directions, then the cervical, axial and occlusal zones were evaluated with a stereomicroscope. **Results:** The normality assumptions were evaluated with the Shapiro-Wilk test. Statistical analyzes were Student's t test and U Mann-Whitney test. The SMB had a smaller marginal discrepancy in the vestibular-palatine sense compared to CPC, with a statistically significant difference ($p < 0.05$), but in the mesio-distal sense the SMB had a smaller marginal discrepancy but no statistically significant difference ($p < 0.05$). The lowest internal discrepancy was for CPC in the axial zone, both in the vestibular-palatine and mesio-distal directions, with a statistically significant difference ($p < 0.05$), but in the occlusal area both in the vestibular-palatine and mesio-distal directions, The SMB with a statistically significant difference ($p < 0.05$). **Conclusions:** The copings that presented a better marginal adaptation were those that were made by the SMB. The ones that presented better internal adaptation in the axial zone were the cofias realized by the CPC and in the occlusal zone the SMB presented better internal adaptation.

KEYWORDS: Computer-aided design, adaptation, chromium alloys.

INTRODUCCIÓN

La línea de terminación es la configuración del margen cervical de una preparación dentaria, para una corona metalcerámica podemos usar: chamfer, hombro bisel y bisel de 135° (1-8). La más recomendable es la terminación tipo chamfer, por que proporciona un adecuado espacio a nivel cervical para el opáquer y la cerámica, una buena adaptación tras el proceso de colado, suficiente resistencia para que la cocción de la porcelana no distorsione esa adaptación y proporciona mejor escurrimiento al agente cementante (9-16).

La adaptación marginal es el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación y el margen cervical de la restauración, la distancia perpendicular que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal, cuando hay una menor discrepancia marginal existe una mejor adaptación marginal. Una buena adaptación marginal disminuye la probabilidad de caries, enfermedad periodontal y fracaso de la restauración (17). La adaptación interna es el ajuste que se da entre la estructura de la restauración y la superficie del pilar dentario, la distancia perpendicular que existe entre estos dos puntos se cono-

ce como discrepancia interna, esta distancia debe ser uniforme para proporcionar un espacio adecuado al agente cementante, proporcionar retención y resistencia adecuada (18). La mayoría de autores coinciden que la discrepancia marginal no debe ser mayor a $120 \mu\text{m}$, en la discrepancia interna no hay aún un consenso entre los autores, pero la gran mayoría coincide en que debe ser uniforme, pudiendo oscilar en un rango de 50 a $350 \mu\text{m}$ (19-20).

Una aleación metal base para colar que se está utilizando es la de Co-Cr donde tiene una unión a la cerámica aceptable y duradera, resistencia a la corrosión, baja densidad, bajo precio y una composición que las hacen adecuada para el uso clínico. Esta aleación se puede utilizar con los sistemas convencionales de colado o mediante sistemas digitalizados CAD/CAM para fresado y láser (21-28). Para la obtención de cofias metálicas se puede utilizar la técnica de cera perdida colada por centrifugación (CPC), que consiste en encerar un patrón de cera, posteriormente la cera es evaporada por calor en un horno, mediante un soplete se funde el metal y por último se impulsa el metal fundido por medio de una fuerza centrífuga en el molde a través de un canal denominado

bebedero (29-32). Dentro de los sistemas CAD/CAM existe la técnica aditiva y la sustractiva, en la técnica sustractiva se puede utilizar el fresado de bloques duros sinterizados o se puede utilizar la soft milling block o fresado de bloque blando (SMB) que utiliza bloques presinterizados. Para la elaboración de una restauración por este método se deben seguir tres fases: digitalización de la preparación dental obtenida por medio de un escáner, diseño de la restauración mediante un programa de computador y fresado del bloque presinterizado para obtener la restauración, luego se completa la sinterización en un horno con gas Argón (33-35).

Kim et al., evaluaron la adaptación marginal de cofias Co-Cr con tres sistemas: sustractivo en SMB por CAD/CAM en bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany), método aditivo en sinterizado selectivo por láser (SLS), y el método tradicional (CPC). Para evaluar la adaptación marginal se trabajó con réplicas de silicona de adición y con diez cofias metálicas para cada grupo, los cuales fueron obtenidas desde un modelo maestro. La SMB presentaban una adaptación marginal menor ($32.6 \pm 4.8 \mu\text{m}$) seguida por la SLS ($47,3 \mu\text{m} \pm 8.6$) y la CPC ($64.1 \pm 14.2\mu\text{m}$) llegando a la conclusión que el grupo de las cofias SMB tenían mejor adaptación marginal en comparación con la CPC (36).

El propósito de este estudio fue evaluar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Cobalto-Cromo (Co-Cr) sobre una línea de terminación tipo chamfer, confeccionadas con dos técnicas: CPC y SMB, brindando información valiosa sobre la elección de la técnica que ofrezca mejores resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se hizo una preparación dentaria sobre una pieza natural premolar superior realizando una línea de terminación chamfer con un ángulo de convergencia de 12° (figura 1), luego se duplicó la preparación dentaria con el CAD/CAM Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) creando un modelo maestro de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) (figura 2). Se tomaron impresiones con silicona de adición fluida y pesada, se obtuvo modelos de yeso tipo IV, 13 modelos de yeso para la

técnica de CPC y 1 modelo de yeso para la SMB en CAD/CAM. En los modelos de yeso para la técnica de CPC de acuerdo al procedimiento de confección se aplicó un sellador de poros o endurecedor de $5 \mu\text{m}$ llamado die: master dúo (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), luego se aplicó dos capas del espaciador Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de $20 \mu\text{m}$ a 1 milímetro por encima de la línea de terminación y finalmente una capa de aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de $5\mu\text{m}$, obteniendo las medidas para el espacio del agente cementante de $10 \mu\text{m}$ en la zona cervical y de $50 \mu\text{m}$ en la zona interna. Se enceró la cofia colocando cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany), luego con la ayuda del hotty LED (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) se terminó de encerar las cofias con la cera GEO Dip (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany). Después se retoca a nivel cervical con PKT N°1 y cera para modelar crema StarWax D (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany). Se retiró la cofia de cera del modelo y se calibra a 0.5 mm de espesor. Se vuelve a colocar en el modelo y se readaptó el margen con cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) utilizando PKT N°1 dejando una banda de 1mm de ancho. Se colocó un bebedero de cera, se puso la cofia de cera en un cilindro preformado el cual fue llenado con un yeso de revestimiento luego se llevó al horno de precalentamiento rápido para la eliminación de cera por evaporación, se realizó la fundición de las pastillas de aleación Co- Cr CROMORON Premium C (DG DENTAL d.o.o, Gornji Grad, Slovenia) con ayuda de un soplete y se impulsó la aleación metálica al interior de la cámara de moldeado mediante la acción de una fuerza centrífuga. Para la técnica de SMB en CAD/CAM de acuerdo al procedimiento de confección, se escaneó el modelo de yeso con el Ceramill® map400 (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) y se diseñó las cofias con el software Ceramill® Mind (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany), luego se freso con el Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) los bloques blandos pre sinterizados de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany). Una vez terminado el fresado, se retiró los bloques para realizar el recorte unitario de las cofias, luego se culminó el proceso de sinterizado con el horno Ceramill® Argotherm2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) con gas Argón, al finalizar este proceso hay una contracción de 11% , dato brindado por el fabricante. Se realizó

una prueba piloto para la SMB con la finalidad de determinar las medidas adecuadas para el espacio del agente cementante, donde se evaluó el asentamiento y adaptación marginal de la cofia en el modelo maestro a través de la inspección visual, el uso de la punta de un explorador y con la técnica de la réplica de silicona, se determinó las medidas de 25µm en la zona cervical y de 50µm en la zona interna por obtener los mejores resultados de adaptación. Las cofias de Co-Cr fueron agrupadas en 13 cofias por grupo, la adaptación marginal e interna fue evaluada con la técnica de réplica de silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), esta se inyectó dentro de las cofias y se asentó sobre el modelo maestro a una fuerza de 15N durante dos minutos con una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea) (figura 3). Se retiró la cofia del modelo maestro y se inyectó sobre la VPES silicona fluida de adición obteniendo la réplica de silicona, se realizaron dos cortes en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal (figura 4). La numeración “1” corres-

pondió al corte en sentido vestibulo-palatino donde el punto A1 fue el punto marginal vestibular y F1 fue el punto marginal palatino, B1 y E1 representaron las zonas axiales, C1 y D1 la zona oclusal.

La numeración “2” correspondió al corte en sentido mesio-distal donde el punto A2 fue el punto marginal mesial y F2 fue el punto marginal distal, B2 y E2 representaron las zonas axiales, C2 y D2 las zonas oclusales (figura 5 y figura 6). Se evaluó las discrepancias marginales e internas en un estéreo microscopio Greenough Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) medidos en micrómetros (µm). Se utilizó el programa STATA versión 12 para el análisis univariado y bivariado, donde se evaluaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Se empleó la prueba t de Student para distribución normal y la prueba U Mann-Whitney si no se presentó distribución normal. El presente estudio utilizó un nivel de confianza al 90% ($p < 0,05$).



Figura 1: Preparación chamfer



Figura 2: Modelo maestro



Figura 3: Cofias Co-Cr con Fit Checker™ Advance



Figura 4: Réplica de silicona

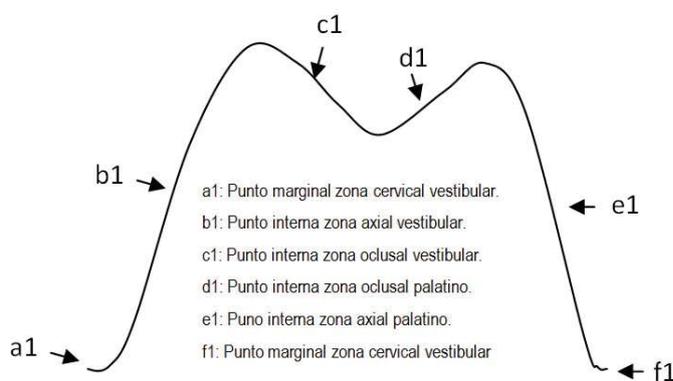


Figura 5: Corte sentido vestibulo-palatino

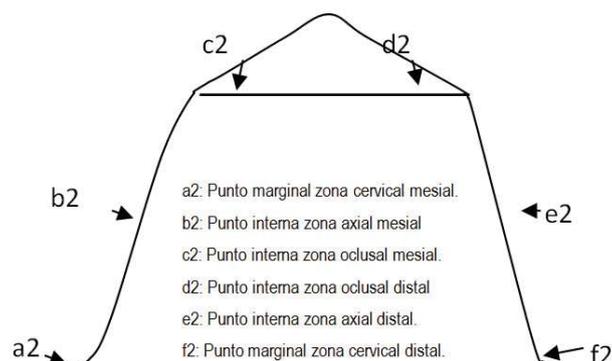


Figura 6: Corte sentido mesio-distal

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia marginal de la CPC según tipo de corte y punto marginal, donde en el corte vestibulo-palatino, en el punto A1 se encontró una menor discrepancia marginal con un promedio de $89,65 \pm 58,39 \mu\text{m}$ y en el punto F1 se encontró un promedio de $92,00 \pm 88,40 \mu\text{m}$. En el corte mesio-distal en el punto A2 se encontró un valor promedio de $91,72 \pm 67,13 \mu\text{m}$, en el punto F2 se encontró un promedio de $97,66 \pm 50,59 \mu\text{m}$. En el gráfico 1 se puede apreciar una menor dispersión en los datos con respecto de la discrepancia marginal de la CPC, donde además observamos en F1 puntos influyentes (*outliers*) a comparación del resto de los tres puntos marginales de medición. En la tabla 2 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia interna de la CPC según tipo de corte, zona y punto interno, en el corte vestibulo-palatino a nivel axial se obtuvieron valores promedios en el punto B1 de $60,09 \pm 22,66 \mu\text{m}$, E1 de $58 \pm 15,63 \mu\text{m}$. Mientras que en el corte mesio-distal se obtuvo en B2 valores promedios de $42,30 \pm 23,32 \mu\text{m}$ y en E2 de $52,62 \pm 26,16 \mu\text{m}$, siendo valores similares. En el corte vestibulo-palatino a nivel oclusal se obtuvo valores promedios en C1 de $162,67 \pm 53,38 \mu\text{m}$ y en D1 $195,92 \pm 69,47 \mu\text{m}$ y en el corte mesio-distal se obtuvo promedios de $209,19 \pm 55,71 \mu\text{m}$ en C2 y en D2 de $203,78 \pm 62,94 \mu\text{m}$. Las menores discrepancias internas en ambos cortes mesio-distal y vestibulo-palatino fueron a nivel axial en comparación a la zona

oclusal. En el gráfico 2 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos de la discrepancia interna con la CPC según tipo de corte, zona y punto interno, donde observamos los valores menores de $100 \mu\text{m}$ en los puntos B1, E1, B2, E2. Además la discrepancia interna de la zona axial para el corte en sentido mesio-distal presentó menor valor que la discrepancia interna de la zona axial para el corte en sentido vestibulo-palatino. Podemos observar que en los puntos B1, C1 y E2 existen puntos influyentes, pero estos valores se encuentran dentro de los rangos clínicamente aceptables de $50\text{-}350 \mu\text{m}$. En la tabla 3 se muestran las medidas de discrepancia marginal de la SMB en CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal, donde se obtuvo menores valores en sentido vestibulo-palatino (A1: $32,81 \pm 7,91 \mu\text{m}$, F1: $35,05 \pm 8,87 \mu\text{m}$) comparado con los valores en sentido mesio-distal (A2: $65,75 \pm 23,89 \mu\text{m}$, F2: $70,18 \pm 24,40 \mu\text{m}$). En el gráfico 3 se puede apreciar los datos de la discrepancia marginal de la SMB en CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal, donde observamos una dispersión uniforme en los puntos A1 y F1 con rangos alrededor de $40 \mu\text{m}$, y en los puntos A2 y F2 donde observamos valores menores de $100 \mu\text{m}$ encontrándose dentro de los rangos clínicamente aceptables de $120 \mu\text{m}$. En la tabla 4 se muestran los valores de la discrepancia interna de la SMB en CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno, obteniendo en sentido vestibulo-palatino en la zona axial los menores valores promedio (B1: $105,93 \pm 40,65 \mu\text{m}$, E1: $86,97 \pm 32,35 \mu\text{m}$); en sentido mesio-distal en la zona oclusal se obtuvo menores valores promedio

Tabla 1. Discrepancia marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionada con la CPC según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	A1	32,77	219,94	89,65	58,39	57,93	38,04
	F1	26,18	296,20	92,00	88,40	56,92	30,48
Mesio-Distal	A2	23,02	224,83	91,72	67,13	63,50	44,76
	F2	38,62	202,63	97,66	50,59	84,42	32,39

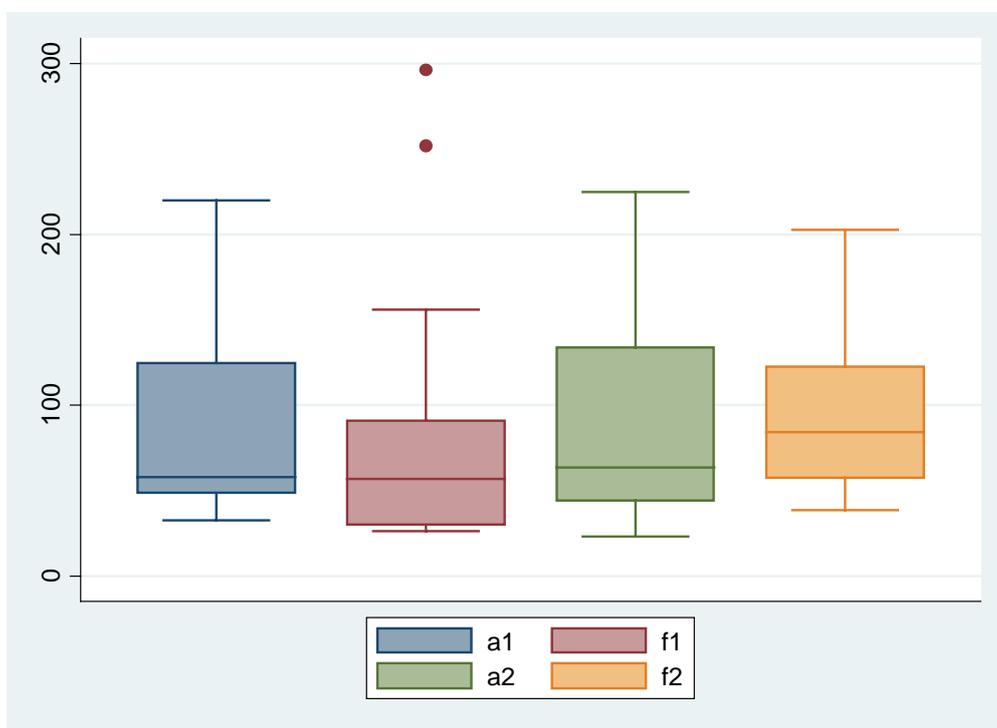


Gráfico 1. Caja y bigotes de la discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la CPC según tipo de corte y punto marginal.

(C2:105,35 ± 21,97µm, D2:103,18 ±23,80 µm). En el gráfico 4 se puede apreciar una mayor dispersión en los valores con respecto a la discrepancia interna de la SMB en CAD/CAM, a pesar de encontrar una mayor dispersión de valores, estos se encuentran dentro de los rangos clínicamente aceptables de 50-350µm. En la tabla 5 se comparó las adaptaciones marginales según tipo de corte y punto marginal entre las dos técnicas, en el corte vestibulo-palatino se ob-

tuvo valores en el punto A1 de (p=0,0002), F1 de (p=0,0312) y en el corte mesio-distal en los puntos A2 de (p <0,6261) y F2 de (p=0,0905). Las cofias unitarias que presentaron una mejor adaptación marginal en sentido vestibulo-palatino fueron las cofias unitarias realizadas mediante la SMB en CAD/CAM con una diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) frente a las cofias unitarias confeccionadas mediante la CPC. En sentido mesio-distal el que presento una

Tabla 2. Discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la CPC según tipo de corte, zona y punto interno

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	Axial	B1	29,32	100,43	60,09	22,66	54,61	14,43
		E1	35,42	79,57	58,00	15,63	61,03	21,24
	Oclusal	C1	90,56	280,50	162,67	53,38	161,45	34,14
		D1	115,30	331,73	195,92	69,47	166,99	73,99
Mesio-Distal	Axial	B2	11,43	80,17	42,30	23,32	35,76	27,92
		E2	24,26	114,87	52,62	26,16	44,45	22,71
	Oclusal	C2	119,41	296,00	209,19	55,71	201,18	88,94
		D2	120,66	304,41	203,78	62,94	195,59	80,75

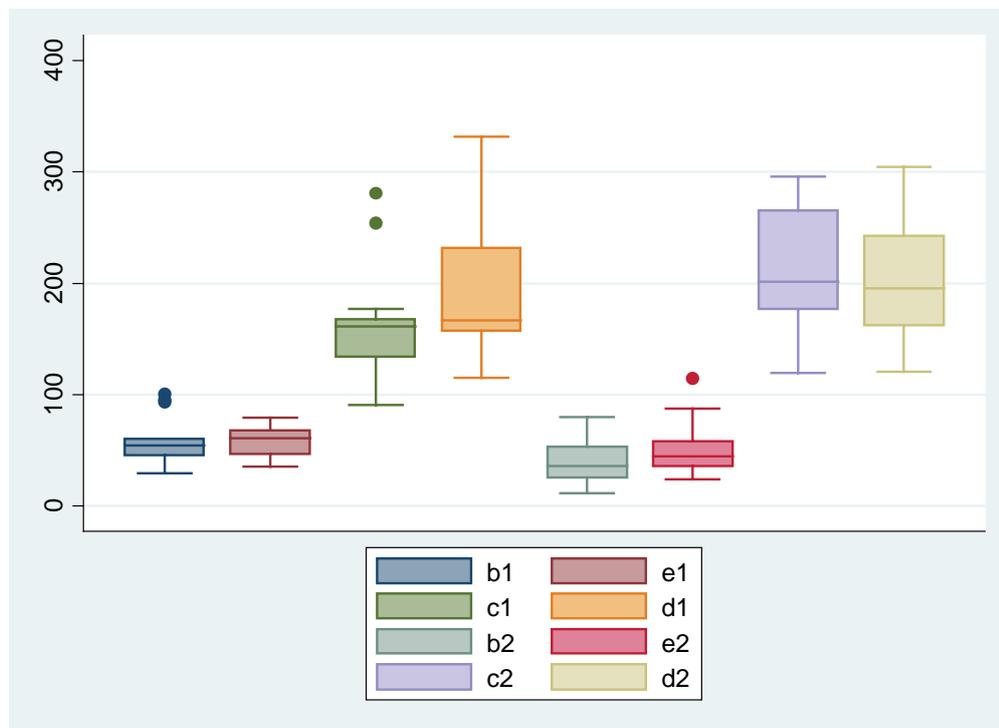


Gráfico 2. Caja y bigotes de la discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la CPC según tipo de corte y punto marginal.

mejor adaptación marginal también fueron las cofias unitarias realizadas mediante la SMB en CAD/CAM pero no se observó diferencias estadísticamente significativas en comparación con la CPC. En la tabla 6 se comparó las adaptaciones internas según tipo de corte, zona y punto interno entre las dos técnicas. En el corte vestibulo-palatino en la zona axial se obtuvo valores en el punto B1 de ($p=0,0016$) y E1

de ($p=0,0077$), en la zona oclusal se obtuvo valores en el punto C1 de ($p=0,0015$) y D1 de ($p=0,0009$). En el corte mesio-distal en la zona axial se obtuvo valores en los puntos B2 de ($p<0,0001$) y E2 de ($p<0,0001$), en la zona oclusal se obtuvo valores en el punto C2 de ($p<0,0001$) y D2 de ($p<0,0001$). La mejor adaptación interna fueron en las cofias unitarias realizadas mediante la CPC en la zona axial tanto en

Tabla 3. Discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la SMB por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	A1	19,05	44,43	32,81	7,91	30,58	5,19
	F1	22,21	50,41	35,05	8,87	34,66	4,68
Mesio- Distal	A2	35,03	118,36	65,75	23,98	60,23	14,72
	F2	40,50	115,60	70,18	24,40	66,59	15,97

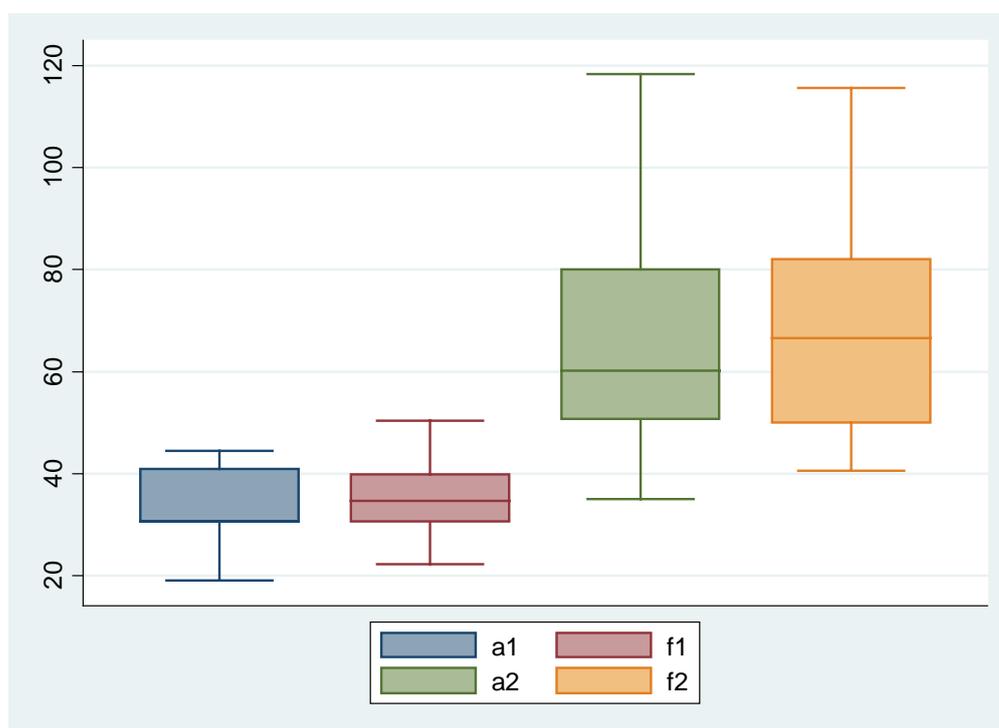


Gráfico 3. Caja y bigotes de la discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la SMB por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

sentido vestibulo-palatino y mesio-distal con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) pero en la zona oclusal tanto en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal presentaron mejor adaptación interna la SMB en CAD/CAM con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Los resultados obtenidos en la adaptación interna tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la mejor adaptación marginal fue para las cofias de SMB en sentido vestibulo-palatino (A1: $32,81 \pm 7,91 \mu\text{m}$, F1: $35,05 \pm 8,87 \mu\text{m}$) con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) frente a las cofias de CPC y en sentido mesio-distal las cofias de SMB presentaron mejores valores (A2: $65,75 \pm 23,89 \mu\text{m}$, F2: $70,18 \pm 24,40 \mu\text{m}$)

Tabla 4. Discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de Co Cr confeccionadas por la SMB por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestibulo-Palatino	Axial	B1	44,74	157,09	105,93	40,65	113,61	39,42
		E1	34,66	132,11	86,97	32,35	82,16	29,24
	Oclusal	C1	64,88	150,41	101,81	29,81	101,10	26,07
		D1	40,99	160,19	120,12	39,17	122,51	27,99
Mesio-Distal	Axial	B2	72,03	239,64	148,89	52,01	145,34	38,03
		E2	58,64	218,69	153,02	52,10	148,35	35,90
	Oclusal	C2	58,42	139,80	105,35	21,97	104,15	9,47
		D2	59,69	135,92	103,18	23,80	101,61	17,14

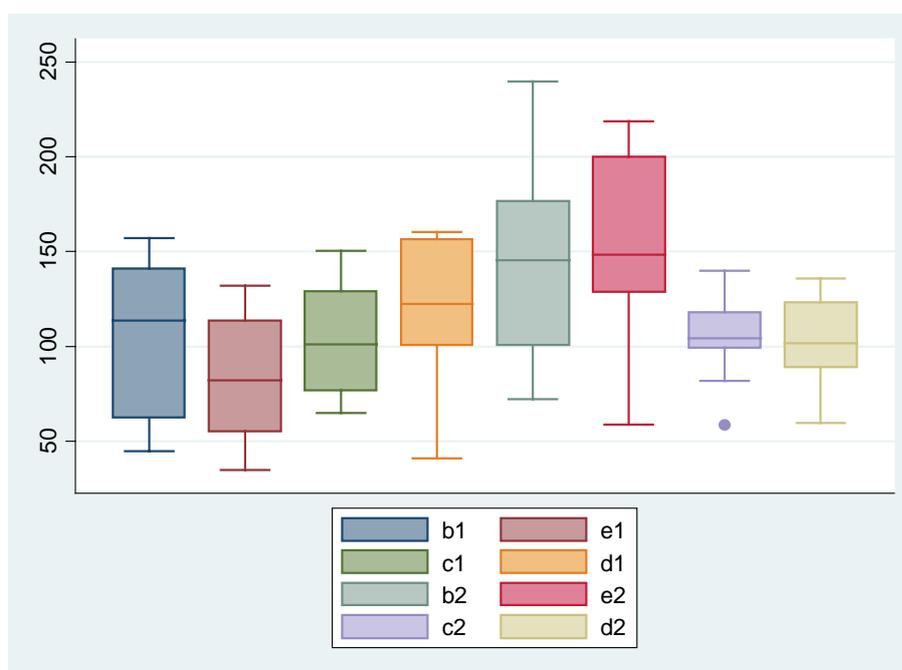


Gráfico 4. Caja y bigotes de la discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la SMB por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.

pero no se observó diferencias estadísticamente significativas en comparación con la CPC, resaltando que en ambos grupos de estudio alcanzaron promedios menores a las 120 μm que es el límite máximo clínicamente aceptable. Sin embargo la mejor adaptación interna fue para las cofias de CPC en la zona axial tanto en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) pero en la zona oclusal tanto en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal presentaron mejor adaptación

interna las cofias de SMB en CAD/CAM con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Los resultados obtenidos en la adaptación interna tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.

Kane et al., evaluó la adaptación marginal e interna en cofias de Co-Cr realizadas mediante el sistema de fresado por CAD/CAM de bloque sinterizado duro

Tabla 5. Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la CPC y SMB por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Centrifugación convencional.	Técnica de Fresado en seco	Diferencia de medias	valor de p	
Vestíbulo-Palatino	A1	89,65	32,81	56,84	0,0002	**
	F1	92,00	35,05	56,95	0,0312	**
Mesio-Distal	A2	91,72	65,75	25,97	0,6261	**
	F2	97,66	70,18	27,48	0,0905	*

* t de Student

** U Mann-Whitney

significancia p<0,05

Tabla 6. Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la CPC y SMB por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto interno	Centrifugación convencional.	Técnica de Fresado en seco	Diferencia de medias	valor de p	
Vestíbulo-Palatino	Axial	B1	60,09	105,93	-45,84	0,0016	*
		E1	58,00	86,97	-28,97	0,0077	*
Mesio-Distal	Oclusal	C1	162,67	101,81	60,87	0,0015	*
		D1	195,92	120,12	75,79	0,0009	**
Mesio-Distal	Axial	B2	42,30	148,89	-106,58	<0,0001	*
		E2	52,62	153,02	-100,40	<0,0001	*
	Oclusal	C2	209,19	105,35	103,84	<0,0001	*
		D2	203,78	103,18	100,60	<0,0001	*

* t de Student

** U Mann-Whitney

significancia p<0,05

con línea de terminación *chamfer* obteniendo un promedio de adaptación marginal de $61\pm 41\mu\text{m}$ en dientes anteriores y de $52\pm 27\mu\text{m}$ en dientes posteriores, dichos resultados se asemejan al presente estudio y se puede concluir que los resultados de ambos estudios se encuentran dentro de los valores clínicamente aceptables (17).

Vojdani et al., evaluaron la adaptación de cofias de Co-Cr confeccionadas por dos sistemas de fresado por CAD/CAM, uno de ellos el SMB Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) utilizan-

do bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany), donde se obtuvo un promedio de adaptación marginal para el Ceramill® de $195\pm 1\mu\text{m}$ y de adaptación interna de $143\pm 1\mu\text{m}$, comparándola con los resultados del presente estudio la adaptación marginal fueron mayor y para la adaptación interna fueron parecidos (37).

Park et al., evaluación la adaptación marginal e interna de cofias elaboradas de Co-Cr con línea de terminación *chamfer* con 3 sistemas: CPC, sistema de fresado por CAD/CAM de bloque duro sinterizado

y el SMB por CAD/CAM en bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany), obteniendo mejores resultados en las cofias elaboradas por CPC con una adaptación marginal de $33,68 \pm 8,44 \mu\text{m}$ seguido del SMB con una adaptación marginal de $37,01 \pm 8,04 \mu\text{m}$, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas, estos resultados son diferentes al presente estudio donde se encontró que el SMB tuvo una mejor adaptación marginal (38).

Kocaagaoglu et al., evaluaron la discrepancia marginal, axial y oclusal, de cofias Co-Cr con línea de terminación tipo chamfer con diferentes sistemas antes y después de la aplicación de la porcelana, dentro de estas el CPC y el SMB por CAD/CAM en bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany). Los resultados antes de la aplicación de porcelana fueron: discrepancia marginal con CPC de $102,1 \pm 26,3 \mu\text{m}$ y para el SMB fue de $68,0 \pm 12,2 \mu\text{m}$, la discrepancia axial de $104,4 \pm 12,9 \mu\text{m}$ con CPC y $94,2 \pm 11,6 \mu\text{m}$ con SMB, discrepancia oclusal de $161,5 \pm 32,6 \mu\text{m}$ para CPC y $191,8 \pm 40,1 \mu\text{m}$ con SMB. En los resultados se puede observar una mejor adaptación marginal en las cofias elaboradas por el SMB frente a las cofias realizadas por el CPC, conclusiones que también se observan en el presente estudio. Sin embargo, en cuanto a la adaptación axial y oclusal se observa valores diferentes con respecto al presente estudio donde tuvo mejor adaptación axial el CPC y mejor adaptación oclusal el SMB (39).

Vojdani et al., comparó la adaptación marginal e interna en cofias por CAD/CAM con línea de terminación chamfer elaboradas por CPC y SMB por CAD/CAM en bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany) y un ángulo de convergencia de 12° , datos similares al presente estudio. Encontrando que la discrepancia marginal e interna fue mayor en las cofias SMB con diferencias estadísticamente significativas frente a las cofias elaboradas por CPC, donde se obtuvo un promedio de adaptación marginal para CPC de $88,08 \pm 10,67 \mu\text{m}$ y de $254,46 \pm 25,10 \mu\text{m}$ para SMB. El promedio de adaptación interna para CPC fue de $76,90 \pm 10,17 \mu\text{m}$ frente a $110,77 \pm 5,92 \mu\text{m}$ de SMB. Datos opuestos encontrados en el presente estudio donde se encontró que las cofias SMB presentaron una mejor adaptación marginal frente a las cofias CPC (21).

Real et al., evaluaron la adaptación marginal de las coronas metal cerámicas durante las tres etapas de confección: confección de cofia metálica, después de aplicación de la porcelana y después de la cementación. Se trabajó con 80 cofias realizadas por diferentes técnicas y dentro de estas la CPC y el SMB por CAD/CAM en bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Germany); donde se obtuvieron medidas de adaptación marginal en la etapa de confección de la cofia de $31,04 \pm 11,08 \mu\text{m}$ para el SMB en seco por CAD/CAM frente a $109,60 \pm 27,85 \mu\text{m}$ de la CPC, valores parecidos a los encontrados en el presente estudio (40).

Mediante la técnica de CAD/CAM podemos realizar la confección de cofias de una manera rápida y de manera más simple en comparación con la CPC, sin embargo los sistemas CAD/CAM introducen algunos pasos adicionales en el proceso de fabricación los cuales pueden traer como consecuencias la falta de exactitud en la adaptación como el escaneado, el diseño del software, el material y procesos para el fresado. Durante el proceso del diseño y escaneado (CAD), la delimitación virtual depende de la resolución del sistema del escaneado utilizado, este es un factor importante ya que a menudo no se tiene en cuenta variaciones menores en la línea de terminación y tiende a mezclar las irregularidades y sombras, las cuales se reconocen como una línea lisa y continua, dando como resultado una malla continua maciza y lisa, lo cual puede conllevar a la falta de adaptación ya sea marginal o interna, esto también puede conducir a interferencias de contacto en los bordes incisales o oclusales lo cual puede ser perjudicial en la zona marginal (21,37). Otro desafío para los sistemas CAD/CAM está en su fase del fresado o maquinado (CAM), si el software es capaz de definir una ubicación exacta de la línea de acabado y medirla en micras, el CAM sólo es capaz de fresar hasta el tamaño de la fresa más pequeña, por lo tanto el CAM es incapaz de replicar exactamente irregularidades inferiores a las dimensiones de las fresas de tallado (37).

La CPC es una técnica artesanal que presenta varias limitaciones como la sensibilidad térmica, memoria elástica de la cera y el alto coeficiente de expansión térmica, donde el proceso más delicado es la confección y colado de los patrones de cera y esta amerita el más mínimo cuidado. Se reportó en estudios que el acto de remover los patrones de cera del molde puede

con llevar a una variación de la adaptación marginal generando una apertura alrededor de 35 μm (2). Otro factor que pudo haber intervenido en los resultados es el cambio dimensional de la impresión PVS que es de 0,05% y la expansión del yeso tipo IV usado en la confección de los modelos de trabajo que es de 0,05 a 0,07% (41).

Se recomienda realizar investigaciones que permitan evaluar la adaptación marginal e interna mediante otras técnicas de fabricación, después del proceso de aplicación de la porcelana, con diferente línea de terminación, con diferente ángulo de convergencia, con otros materiales de fabricación de cofias, etc.

CONCLUSIONES

Las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación chamfer fabricadas en SMB por CAD/CAM presentan mejor adaptación marginal que las cofias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr confeccionadas por la técnica CPC según tipo de corte y punto marginal. Al comparar la adaptación interna los resultados no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra, pero ambas técnicas presentaron valores dentro de los rangos clínicamente aceptables.

Correspondencia:

Micarla Yanira Loarte Campos
Correo electrónico: mylc11@hotmail.com

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Toman M, Toksavul S, Artunc C, Türkün M, Schmage P, Nergiz I. Influence of luting agent on the microleakage of all-ceramic crowns. *J Adhes Dent.* 2007; 9(1):39-47.
2. Bottino MA, Valandro LF, BusoL, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crown. *Quintessence Int.* 2007; 38(7): 425-32.
3. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(6):441-7.
4. Tamac E, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(4):909-13.
5. Wang H, Feng Q, Li N, Xu S. Evaluation of metal-ceramic bond characteristics of three dental Co-Cr alloys prepared with different fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* 2016; 23(16): 30203-7.
6. Darvell BW. Glossary of terms for dental materials science. 12th Edition. Pokfulam: Woodhead Publisher; 2012.
7. Kokubo Y, Nagayama Y, Tsumita M, et al. Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(10):753-8.
8. Kim KB, Kim JH, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Evaluation of the marginal and internal gap of metal-ceramic crown fabricated with a selective laser sintering technology: two-and three-dimensional replica techniques. *J Adv Prosthodont.* 2013; 5(2):179-86.
9. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of metal ceramic crowns fabricated with a selective laser melting technology. *J Prosthet Dent.* 2015; 113(6):623-7.
10. Örtorp A, David 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. *Dent Mater.* 2011; 27(4):356-63.
11. Colpani JT, Borba M, Della Bona A. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater.* 2013; 29:174-80.
12. Nesse H, Akervik D, Myhre M, Oilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. *J Prosthet Dent.* 2015; 114(5):686-92.
13. Howard W, Berzins D, Keith Moore K, Charlton D. Metal-ceramic alloys in dentistry: A review. *J Prosthodont.* 2009; 18:188-194.
14. Serra J, Cano J, Cabratosa J, Figueras O. 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(3):600-5.
15. Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J. Prótesis fija contemporánea. Barcelona: Elsevier; 2009.
16. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont.* 1993; 6(1):25-30.
17. Kane LM, Chronaios D, Sierraalta M, George FM. Marginal and internal adaptation of milled cobalt-chromium copings. *J Prosthet Dent.* 2015; 114(5):680-5.
18. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont.* 2006; 15(3):155-63.
19. Zeng L, Zhang Y, Zheng L, Wei B. Effects of repeated firing on the marginal accuracy of Co-Cr copings

- fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent.* 2015; 113(2):135-9.
20. Land M, Hopp C. Survival rates of all-ceramic systems differ by clinical indication and fabrication method. *J Evid Based Dent Pract.* 2010; 10(1):37-8.
 21. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. Comparison the Marginal and Internal Fit of Metal Copings Cast from Wax Patterns Fabricated by CAD/CAM and Conventional Wax up Techniques. *J Dent (Shiraz).* 2013; 14(3):118-29.
 22. Cogolludo PG, Suarez MJ, Peláez J, Lozano JF. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. *Int J Prosthodont.* 2010; 23(5):443-5.
 23. Ucar Y, Akova T, Musa A, Brantley W. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental Crown fabrication technique: Laser-sintered Co-Cr crowns. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(4):253-9.
 24. Lombardo G, Nishioka R, Souza R, et al. Influence of surface treatment on the shear bond strength of ceramics fused to cobalt-chromium. *J Prosthodont.* 2010; 19(2):103-11.
 25. Li J, Ye X, Li B, Liao J, Zhuang P, Ye J. Effect of oxidation heat treatment on the bond strength between a ceramic and cast and milled cobalt-chromium alloys. *Eur J Oral Sci.* 2015; 123(4):297-304.
 26. Quante K, Ludwing K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater.* 2008; 24(10):1311-5.
 27. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhao Y, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of crowns fabricated using different CAD/CAM technologies. *J Prosthodont.* 2015; 24(4):291-5.
 28. Neart I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(1):51-7.
 29. Taggart W. A new Accurated method of making gold inlays. *Dental Cosmos.* 1907; 49(11):1117-21.
 30. Asgar K. Casting metals in dentistry: past – present – future. *Adv Dent Res.* 1988; 2(1):33-43.
 31. Macchi RL. *Materiales dentales.* 4ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011.
 32. Rhoads JE, Rudd KD, Morrow RM. *Procedimientos en el laboratorio dental.* Barcelona: Salvat; 1988.
 33. Riquier R. Comparación de la técnica de fresado y la sinterización por láser. *Quintessence Técnica.* 2007; 18(2):66-78.
 34. Park JK, Wan WS, Kim HY, Kim WC, Kim JH. Accuracy evaluation of metal copings fabricated by computer-aided milling and direct metal laser sintering systems. *J Adv Prosthodont.* 2015; 7(2):122-8.
 35. Lee D, Lee B, Kim S, Lee K. Shear bond strength of porcelain to a new millable alloy and a conventional castable alloy. *J Prosthet Dent.* 2015; 113(4):329-35.
 36. Kim K, Kim J, Kim W, Kim J. Three-dimensional evaluation of gaps associated with fixed dental prostheses fabricated with new technologies. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(6):1432-61.
 37. Vojdani M, Torabi K, Atashkar B, Heidari H, Torabi Ardakani M. A comparison of the marginal and internal fit of cobalt-chromium copings fabricated by two different CAD/CAM Systems (CAD/ Milling, CAD/ Ceramill Sintron). *J Dent (Shiraz).* 2016; 17(4):301-308.
 38. Park J, Kim H, Kim W, Kim J. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(6):909-915.
 39. Kocaağaoğlu H, Kılınç Hİ, Albayrak H, Kara M. In vitro evaluation of marginal, axial, and occlusal discrepancies in metal ceramic restorations produced with new technologies. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(3):368-74.
 40. Real F, Romano E, Figueras O, Brufau M, Cabratosa J. Comparison of the Marginal Fit of Cobalt-Chromium Metal-Ceramic Crowns Fabricated by CAD/CAM Techniques and Conventional Methods at Three Production Stages. *Int J Prosthodont.* 2017; 30(3):304-305.
 41. Arpa M. Revisión de los últimos 10 años del análisis in vitro del ajuste marginal e interno de estructuras metálicas para prótesis fija dentosoportada. Tesis para Magister en Odontología. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; 2012.

Recibido: 11-02-2017
Aceptado: 20-05-2017