

Influencia de los revestimientos dentales en la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas. Estudio in vitro

Influence of dental investments on the marginal and internal adaptation of metal copings. In vitro study

Jhonatan Paúl Rodríguez-Angulo¹, Luis Felipe Alarco-La Rosa¹, Gina Elizabeth Angeldonis-Hurtado¹, Fredy Hugo Cruzado-Oliva¹

¹ Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Estomatología, Trujillo, Perú.

Correspondencia:

Fredy Hugo Cruzado Oliva: foruzado@unitru.edu.pe
Departamento de Estomatología. Facultad de Estomatología. Universidad Nacional de Trujillo. Ciudad Universitaria. CP: 13011, Trujillo, Perú
ORCID: 0000-0003-1575-0077

Coautores:

Jhonatan Paúl Rodríguez-Angulo: jhonatan100396@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4638-3313
Luis Felipe Alarco-La Rosa: lalarco@unitru.edu.pe
ORCID: 0000-0002-9296-8312
Gina Elizabeth Angeldonis-Hurtado: angeldonis_8@hotmail.com
ORCID: 0009-0002-8504-9059

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

Fuente de financiamiento: Autofinanciado

Recibido: 09/10/2023

Aceptado: 03/12/2023

Publicado: 28/03/2024

Resumen

Objetivo. Evaluar la influencia de diferentes marcas de revestimientos dentales en la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas. **Método.** La investigación fue *in vitro*, analítico, experimental y transversal; para ello, se confeccionaron 48 cofias metálicas, las cuales fueron cementadas en dientes humanos previamente tallados, luego las cofias fueron cortadas mesio-distalmente para evaluar su adaptación. La adaptación fue evaluada usando un estereomicroscopio Leica DM6000M. Para determinar si hay diferencia en la adaptación marginal e interna se empleó el análisis de varianza, la prueba de comparación múltiple y la prueba de Duncan. Adicionalmente, la prueba de Fisher, se utilizó para evaluar la adaptación total. **Resultados.** La mejor adaptación marginal e interna de las cofias metálicas lo presenta el revestimiento Fórmula 1 (Whipmix), seguido del Castorit súper C (Dentaurum) y Bellasun (Bego). **Conclusión.** Los revestimientos dentales no mostraron influencia en la adaptación marginal; sin embargo, si mostraron influencia en la adaptación interna.

Palabras-clave: Revestimiento para Colado Dental; Adaptación marginal dental; Coronas dentales; Técnica de Colado Dental (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Objective. To evaluate the influence of different brands of dental investments on the marginal and internal adaptation of metal copings. **Method.** The research was in vitro, analytical, experimental and transversal. For this, 48 metal copings were made, which were cemented on previously carved human teeth, then the copings were cut mesio-distally to evaluate their adaptation. The adaptation was evaluated using a Leica DM6000M stereomicroscope. To determine if there is a difference between marginal and internal adaptation; the analysis of variance, the multiple comparison test and the Duncan test were used. Furthermore, Fisher's exact test was used to evaluate the total adaptation. **Results.** The best marginal and internal adaptation of metal copings is presented by the Formula 1 coating (Whipmix), followed by Castorit super C (Dentaurum) and Bellasun (Bego). **Conclusion.** Dental investments did not show influence on marginal adaptation; however, they did show influence on internal adaptation.

Keywords: Dental Casting Coating; Dental marginal adaptation; dental crowns; Dental Casting Technique (source: MeSH NLM).

Introducción

En la actualidad, la fabricación de coronas metal cerámicas se sustenta debido a su bajo costo, biocompatibilidad y posibilidad de producción con técnicas convencionales o tecnología digitalizada ¹. Además, de sus características de mejora constante en estética, mayor resistencia a las manchas, a la corrosión, al desgaste y a las fuerzas masticatorias ². El éxito clínico y la longevidad de estas restauraciones generalmente está influenciado por su ajuste interno y marginal ³. El ajuste interno insuficiente puede traer deficiencia en la retención de la restauración y baja resistencia al complejo diente-restauración ⁴. El ajuste marginal inexacto es responsable de la solubilidad del cemento, retención de placa, decoloración marginal, hipersensibilidad, caries dental, desbordamiento de líquido crevicular gingival, microfiltración, infección pulpar, pérdida ósea subsiguiente y el desarrollo de patología periodontal ^{2,5}. Diferentes factores pueden influir en el desajuste, incluida la preparación e impresión del diente, producción de modelos, encerado, revestimiento y colado de precisión ^{1,6}. La precisión de la fundición está sujeta a los cambios volumétricos del material que ocurren debido a la contracción de las aleaciones, esta contracción se puede compensar mediante la expansión térmica cuando se calienta el revestimiento en el proceso de fundición ⁶, así como, con la expansión higroscópica cuando aumenta la cantidad de absorción de líquido durante el proceso de fraguado ⁷. Los materiales de revestimientos son importantes para la duplicación precisa del modelo maestro o modelo refractario de trabajo, en donde su superficie rugosa y fácilmente desgastable durante la manipulación, la preparación del patrón de cera y el revestimiento, puede conllevar a un probable desajuste de la prótesis, con ello, el fracaso de la misma ⁸. Por ello, se han invertido todos los esfuerzos para lograr una restauración con excelente adaptación mediante pasos estrictos y controlados en el proceso de su elaboración. Sin embargo, existe poca evidencia científica sobre que revestimiento dental es el más apropiado para proporcionar un mejor adecuado del ajuste de la prótesis.

En el mercado existen diferentes materiales de revestimiento que pretenden mejorar las características de trabajo de los modelos refractarios. Por lo tanto, en el presente estudio se tiene como propósito comparar la adaptación interna y marginal de las cofias metálicas elaboradas con diferentes revestimientos dentales.

Materiales y métodos

Diseño del estudio. La investigación fue analítica, experimental y transversal; donde cada una de las cofias metálicas con su respectivo modelo de trabajo fue la unidad de análisis. Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula de tamaño muestral para una media de población infinita, obteniéndose 48 cofias metálicas. Los cuales se dividieron en 3 grupos de acuerdo a los revestimientos usados para la confección de las cofias metálicas.

Preparación de la muestra. Se tallaron con alta velocidad 48 terceros molares de reciente extracción (Comité de Ética de Investigación – P.I.B. EST. – 009 – 2019 - Facultad de Estomatología UNT), para coronas metal cerámica, con línea de terminación Chamfer de 1.5 mm de profundidad, la reducción de la cara oclusal de 2 mm y las paredes axiales de 1.5 mm con convergencia hacia oclusal de 12°, estas medidas fueron controladas con una guía de silicona previamente confeccionada. El tallado se realizó con una fresa troncocónica de extremo redondo con tamaño de grano de 100-120 µm, código de cinta azul 198- 025 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel). El pulido se realizó con fresa troncocónica con tamaño de grano de 20-30 µm, código de cinta amarilla 198-019 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel).

Confección de modelos. Se procedió a la toma de impresión con cubeta metálica rígida (Tipo Rim Lock) y con polivinilsiloxano. Se realizó la técnica de un paso, la masilla se colocó en la cubeta (Silicona Elite HD+ Putty Soft Normal – Zhermack) y la fluida (Silicona Elite HD+ Regular Body Normal - Zhermack) sobre la masilla y la pieza dental tallada, se esperó 4 minutos tiempo total de polimerización. Luego de 30 minutos se procedió a verter yeso tipo IV (Elite Rock Fast Sandy Brown-Zhermack) y los modelos retirados de las impresiones después de 45 minutos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Finalmente, se realizó el troquelado de los modelos con la técnica Geller.

Confección de patrón de cera. A cada troquel se colocó sobre la línea de terminación, el espaciador Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) por duplicado y luego aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) en toda la preparación, dando un área de 10 y 50 µm de espesor a nivel gingival y axial de la preparación respectivamente. Posteriormente, se elaboró las cofias de cera con un espesor de al menos 0.5 mm, mediante la técnica de inmersión. Por último, se ajustó a nivel de la línea de terminación con cera roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) de 1mm.

Obtención de cofias metálicas. Obtenidos los patrones de cera, se confeccionaron los bebederos (cera trefilada #5) y el crisol con cera pegajosa amarilla en el fondo del cilindro metálico para fundición (LAB3258 - MACH-TIG), en cada cilindro se colocaron 16 patrones de cera, se aplicó alcohol etílico 96° en cada uno de los patrones de cera. La técnica de colado fue la de fundición por cera perdida, por ello, se procedió a verter cuidadosamente el revestimiento (Formula 1, Castoril y Bellasun), fraguado este se colocaron los cilindros para fundición en el horno de precalentamiento (H-RS50 - IZOP DENTAL), con el propósito de eliminar la cera del patrón y obtener la cámara para colado. Finalmente, se inyectó la aleación de cromo-cobalto (Cerámica - Solibond C Plus Yeti) mediante una centrifuga (Fundidora dental centrífuga – megaplus). El protocolo de colado se realizó de acuerdo a las indicaciones del fabricante para la aleación seleccionada (Temperatura de colado: 1430° C). Todos

los pasos de laboratorio fueron realizados por personal experto del área de laboratorio de rehabilitación oral de la Unidad de Segunda Especialización en Estomatología – UNT. Posteriormente se obtuvieron las cofias metálicas y se verificó el ingreso pasivo en su respectivo troquel. Para finalmente, cementarlas con ionómero vítreo (Meron, Voco, Brasil) en su respectivo diente tallado, con presión similar en todos los casos. Además, se siguieron las indicaciones del fabricante para el uso del cemento (proporción polvo/líquido: 1/1, con una temperatura de trabajo entre 15° C - 23° C, utilizando una espátula y platina adecuadas).

Conformación de grupos. Se confeccionaron 3 grupos correspondientes a cada cilindro de fundición, el cual contenía 16 cofias revestidas con diferente revestimiento: grupo 1, Castorit Super C (Dentaurum); grupo 2, Fórmula 1 (Whipmix) y grupo 3, Bellasun (Bego).

Medición de la adaptación. Las cofias metálicas cementadas en su respectivo diente, fueron seccionadas manualmente con Micromotor de aire AM-20 E y pieza recta HE-43 T (Instrumental W&H - Austria) apoyados por un disco diamantado (D= 22 mm y 0.2 mm de grosor) en sentido mesio distal, para su evaluación. La adaptación se midió por la parte interna del corte mediante un microscopio óptico (Leica DM6000M), a una escala de 2mm y 12.5X (Fig.1) Cada imagen

microscópica se capturo por medio de fotografías digitales y se midió utilizando el software Leica LAS EZ. Se tomaron seis mediciones para cada una de las 16 muestras (Fig. 2). Es decir, se realizaron 96 mediciones para cada grupo experimental, lo que hace un total de 288 mediciones ^{9,10}.

Para determinar si hay diferencia de la adaptación marginal e interna de las cofias metálicas realizadas con diferentes revestimientos, se empleó el análisis de varianza, la prueba de comparación múltiple y la prueba de Duncan. La adaptación total se evaluó como una variable dicotómica, la cual debe cumplir al mismo tiempo con presentar adaptación marginal y adaptación interna en rangos clínicos aceptables, como lo sugieren la mayoría de los autores donde el límite clínicamente aceptable para el ajuste marginal es de alrededor de 120 μ m, como lo propuso desde en un primer momento McLean y Franuhofer ¹¹ y la adaptación interna en valores menor de 350 μ m como lo propuso Quante ¹². Para ello, se empleó la prueba de Fisher. Para las pruebas se consideró un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

La media y la desviación estándar de la adaptación marginal (puntos a y f) e interno (b, c, d, e) de las coronas metal cerámicas (Tabla 1).

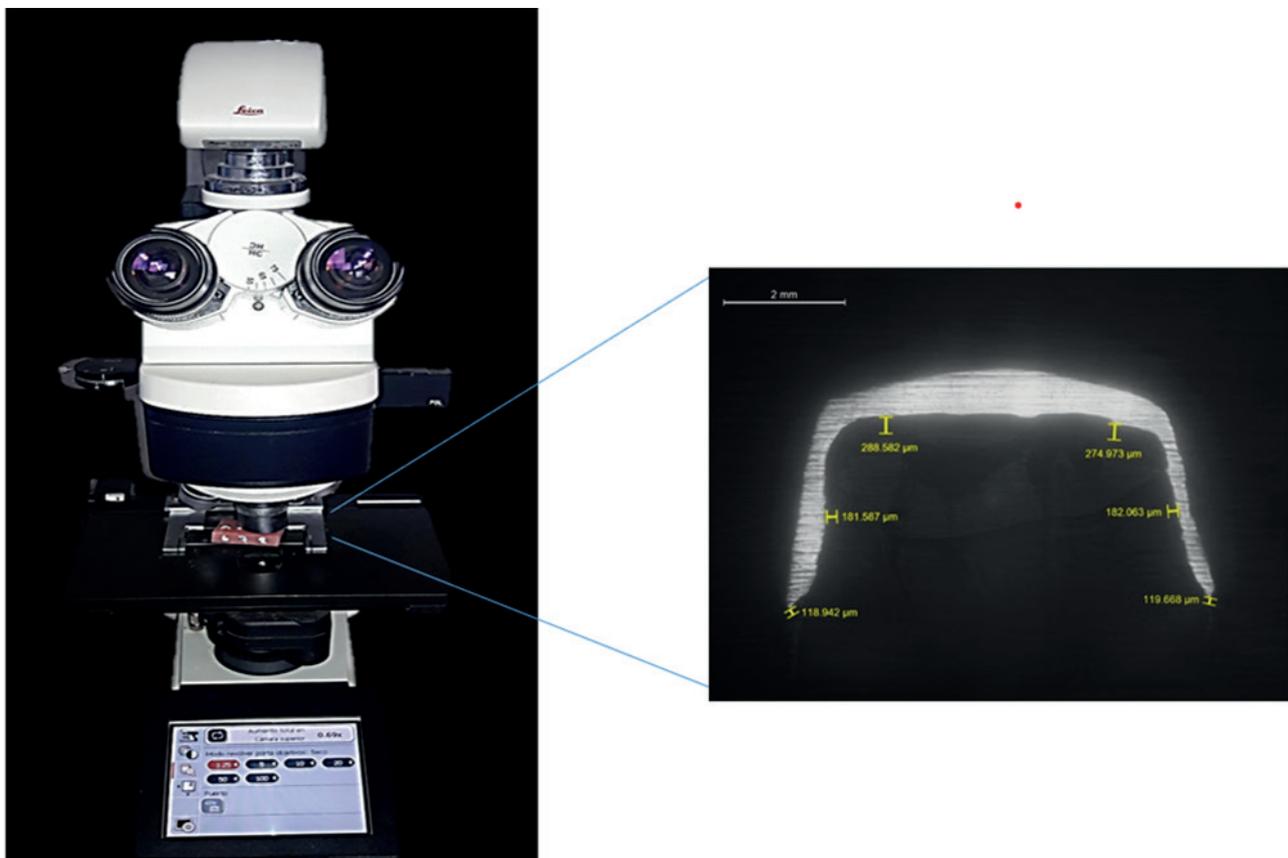


Figura 1. Evaluación de la adaptación mediante un microscopio óptico (Leica DM6000M), en escala de 2mm y con el objetivo de 12.5X.

Al comparar los puntos de medición de la adaptación marginal e interno, los promedios de adaptación en los puntos a, e y f, no presentan diferencia estadística significativa ($p>0.05$), todas estas mediciones se encuentran dentro de un mismo grupo (Tabla 2)

Al comparar los revestimientos por cantidad y porcentaje de coronas metal cerámicas adaptadas totalmente (adaptación marginal + adaptación interna), no se encontró diferencia estadística significativa (Tabla 3).

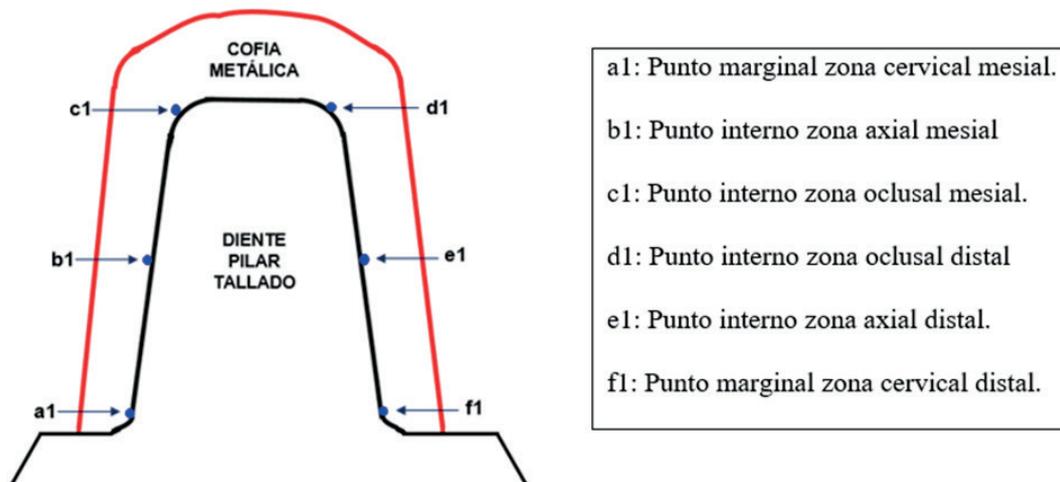


Figura 2. Representación esquemática de las zonas de medición del bloque cortado (tipo de corte: mesio – distal).

Tabla 1. Valores de la adaptación (μ) de las coronas metal cerámica según los puntos de medición realizados con tres diferentes revestimientos.

PUNTOS DE MEDICIÓN	REVESTIMIENTO									p^*
	Bellasun			Castorit			Fórmula 1			
	n°	X	DE	n°	X	DE	n°	X	DE	
Adaptación marginal mesial (a)	16	261.31	191.53	16	166.00	75.48	16	167.88	134.71	0.1065
Adaptación interna axial mesial (b)	16	228.37	64.80	16	197.76	34.01	16	177.80	32.80	0.0125
Adaptación Interna Oclusal Mesial (c)	16	245.30	72.24	16	246.71	58.72	16	195.09	45.32	0.0281
Adaptación Interna Oclusal Distal (d)	16	254.84	91.67	16	260.75	54.91	16	200.50	53.25	0.0322
Adaptación Interna Axial Distal (e)	16	223.22	56.29	16	203.86	45.74	16	189.28	52.76	0.1889
Adaptación Marginal Distal (f)	16	264.73	200.06	16	268.00	146.48	16	197.75	133.34	0.3936

* ANOVA ($p<0.05$) (Se verificaron y cumplieron los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de las variaciones a través de la prueba de Shapiro-Wilk)

Tabla 2. Comparación de la adaptación (μ) de las coronas metal cerámica según los puntos de medición realizados con tres diferentes revestimientos.

REVESTIMIENTO	PUNTO DE MEDICIÓN	N	Sub grupos para $\alpha = 0.05$	
			1	2
Bellasun	Adaptación interna axial mesial (b)	16	177.80	197.76
Castorit		16		
Formula 1		16		
Bellasun	Adaptación Interna Oclusal Mesial (c)	16	195.09	245.30
Castorit		16		
Formula 1		16		
Bellasun	Adaptación Interna Oclusal Distal (d)	16	200.50	254.84
Castorit		16		
Formula 1		16		

*Prueba de Duncan (Corroborar la significancia encontrada en el ANOVA)

Tabla 3. Comparación de la adaptación total de las coronas metal cerámica según el tipo revestimiento.

Adaptación	Revestimiento				p*	Revestimiento				p*	Revestimiento				p*
	BELLASUN		CASTORIT			BELLASUN		FORMULA 1			CASTORIT		FORMULA 1		
	ni	%	ni	%		ni	%	ni	%		ni	%	ni	%	
A. Marginal (a)															
Si	8	50.0	9	56.3	0.5	8	50.0	9	56.3	0.5	9	56.3	9	56.3	0.6388
No	8	50.0	7	43.8		8	50.0	7	43.8		7	43.8	7	43.8	
A. Marginal (f)															
Si	6	37.5	4	25.0	0.3521	6	37.5	6	37.5	0.642	4	25.0	6	37.5	0.3521
No	10	62.5	12	75.0		10	62.5	10	62.5		12	75.0	10	62.5	
A. Interna Axial (b)															
Si	16	100.0	16	100.0	---	16	100.0	16	100.0	---	16	100.0	16	100.0	---
No	0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0	
A. Interna Axial (e)															
Si	16	100.0	16	100.0	---	16	100.0	16	100.0	---	16	100.0	16	100.0	---
No	0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0	
A. Interna Oclusal (c)															
Si	15	93.8	16	100.0	0.5	15	93.8	16	100.0	0.5	16	100.0	16	100.0	---
No	1	6.3	0	0.0		1	6.3	0	0.0		0	0.0	0	0.0	
A. Interna Oclusal (d)															
Si	15	93.8	16	100.0	0.5	15	93.8	16	100.0	0.5	16	100.0	16	100.0	---
No	1	6.3	0	0.0		1	6.3	0	0.0		0	0.0	0	0.0	
Total															
	16	100.0	16	100.0		16	100.0	16	100.0		16	100.0	16	100.0	

*Prueba exacta de Fisher (p<0.05)

Discusión

La supervivencia de las restauraciones protésicas fijas está condicionada por una serie de factores, el más especial y significativo de los cuales es la adaptación o precisión de la restauración. La adaptación marginal se determina en función de la distancia vertical del área interna de la restauración a la línea de preparación del diente; mientras que la adaptación interna, es esta misma medida a la pared axial del diente preparado. Cuando la adaptación marginal es deficiente se expone el cemento a la cavidad bucal, aumentando así su disolución, contribuyendo a una falla temprana ⁹. Por otro lado cuando la adaptación interna es deficiente puede provocar una falta de retención de la restauración y resistencia del complejo diente-restauración, lo que provoca una capa interna gruesa de cemento favoreciendo una mayor concentración de estrés que puede provocar microfisuras llevando al desalaje de la corona ¹³. Las variables en el proceso de fundición que afectan la restauración final son los materiales que crean los patrones de la corona, la combinación de aleación, revestimiento, el material del bebedero y su geometría, el método de fundición, la temperatura de fundición y las técnicas de fundición. Sin embargo, no hay evidencia clara en la literatura sobre qué variable debe controlarse para proporcionar consistentemente un mejor ajuste de las prótesis ¹⁴.

La literatura establece que los espacios idóneos clínicos aceptables en micrómetros para la adaptación marginal de las cofias metálicas deben encontrarse en un rango no mayor a 120 μm ^{11,15-18} y para la adaptación interna, en un rango no mayor a 350 μm ^{12,19,20}. En la presente investigación, encontramos que los valores de adaptación marginal están por encima del promedio admisible, presentando de mayor a menor gap el Bellasun, Castorit Súper C y Fórmula 1 respectivamente, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Datos similares a los estudios Yadav ²¹ y Shamseddine ²², donde se encontraron valores promedios de adaptación marginal de 128 μm y 170.35 μm respectivamente en cofias elaboradas con técnica convencional. Otras investigaciones mostraron resultados diferentes donde el gap encontrado oscila entre 42,8 a 99 μm ^{9,10,23,24}. Esto se debe a que existen un mayor número de pasos involucrados en la confección de las cofias metálicas con la técnica convencional ²⁵. Uno de los principales es el error humano ²⁶, el espaciador del troquel es variable, esta diferencia se debe a la evaporación del líquido; el acto de retirar un patrón de cera de un troquel provoca una apertura promedio de 35 μm en el margen del hombro antes del revestimiento ^{19,22}; además, durante el proceso de fundición los revestimientos dentales son de suma importancia para resistir suficientemente la temperatura aplicada, a pesar de ello, sufre

cambios dimensionales en todas las direcciones ^{14,27}, para evitar sesgo en los resultados se usaron revestimientos con configuraciones de expansión térmica casi similares Fórmula 1 de 1.6% ²⁸, Castorit de 1.33% ²⁹ y Bellasun de 1.36% ³⁰.

La adaptación interna de las cofias metálicas se encontró por debajo del promedio admisible, presentando mejor adaptación para el revestimiento Fórmula 1, luego Castorit Súper C y finalmente Bellasun, además, presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellos, sobre todo en las medidas oclusales (c, d). Resultados que coinciden con otros estudios ^{9,11,24,31-33}. Esto se debe a la elevada resistencia a la compresión de cada revestimiento usado, que es la capacidad del material para soportar una carga o fuerza aplicada en dirección opuesta a su compresión sin sufrir daños o deformaciones permanentes durante el proceso de contracción en el colado dental. Según las características de cada material, Fórmula 1 presenta una resistencia a la compresión de 9.2 MPa ²⁸, Castorit, 4 MPa ²⁹ y Bellasun, 7.5 MPa ³⁰, además de las características anatómicas ideales del tallado del pilar lo que conlleva a una menor distorsión en el punto de medida ¹⁸. La adaptación en la cara oclusal, esta influenciada por la técnica de cementación, por la presión de los dedos o el llenado correcto del cemento en la corona ³⁴, lo que fue minimizado debido a la realización por un solo operador.

Este estudio *in vitro* tuvo algunas limitaciones. En primer lugar, la preparación utilizada era ideal, donde es posible que este tipo de preparación no se logre en una situación clínica y puede afectar los valores de adaptación. En segundo lugar, el método de medición convencional con microscopio, la desventaja de este método es que es 2D, lo que dificulta medir los espacios con precisión desde diferentes direcciones en una muestra de sección transversal. Por último, el procedimiento para la confección de las coronas depende de la experiencia y habilidad del laboratorio dental.

Conclusión

Los revestimientos no tuvieron influencia en la adaptación marginal de las cofias metálicas y los valores obtenidos no son considerados dentro de los rangos clínicamente aceptables. Sin embargo, los revestimientos si tuvieron influencia en la adaptación interna, encontrándose valores dentro de los rangos clínicamente aceptables.

Referencias bibliográficas

- Freifrau N, Bernhard F, Kohorst P. Fitting accuracy of ceramic veneered Co-Cr crowns produced by different manufacturing processes. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(2):100-6. DOI: <https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.2.100>
- Hebayan A, Marya A, Syed AUY, Khurshid Z, Zafar MS, Rokaya D, et al. In Vitro, Microscopic Evaluation of Metal- And Zirconium-Oxide-Based Crowns Marginal Fit. *Pesqui Bras Odontoped Clín Integr.* 2022;22:e210144. DOI: <https://doi.org/10.1590/pboci.2022.010>
- Gürel K, Toksavul S, Toman M, Tamac E. In vitro Marginal and Internal Adaptation of Metal-Ceramic Crowns with Cobalt-Chrome and Titanium Framework Fabricated with CAD/CAM and Casting Technique. *Nigerian J Clin Pract.* 2019;22(6):812. DOI: https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_570_18
- Bankoğlu Güngör M, Turhan Bal B, Yılmaz H, Aydin C, Karakoca Nemli S. Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. *Dent Mater J.* 2017;36(2):135-41. DOI: <https://doi.org/10.17214/gaziaot.306165>
- Riccitiello F, Amato M, Leone R, Spagnuolo G, Sorrentino R. In vitro Evaluation of the Marginal Fit and Internal Adaptation of Zirconia and Lithium Disilicate Single Crowns: Micro-CT Comparison Between Different Manufacturing Procedures. *Open Dent J.* 2018;12:160-72. DOI: <https://doi.org/10.2174/1874210601812010160>
- Prasanna B, Kalavathi M, Sachin B, Shreeharsha T, Praveen B, Ragher M. Marginal Accuracy of Castings Fabricated with Ringless Casting Investment System and Metal Ring Casting Investment System: A Comparative Study. *J Contemporary Dent Pract.* 2016;17(2):165-70. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1821>
- Kalsekar B, Kadam PP, Patil R, Gachake A, More V, Sawant H. Comparison of Marginal Fit of Metal Copings in Two Different States with and without Using Ring Liners: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2022;22(11):1262-7. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3180>
- Saji P, Raza M, Noufal P, Sessa P, Ashish R, Revathy G. Comparative Evaluation of the Influence of Cast Hardening Agents on Surface Abrasion, Surface Hardness and Surface Detail Reproduction Properties of Refractory Investment Materials. *Biomed Pharmacol J.* 2017;10(3):1517-24. DOI: <https://doi.org/10.13005/bpj/1261>
- Nesse H, Ulstein DMÅ, Vaage MM, Øilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. *J Prosthet Dent.* 2015;114(5):686-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.05.007>
- Munoz S, Ramos V, Dickinson DP. Comparison of margin discrepancy of complete gold crowns fabricated using printed, milled, and conventional hand-waxed patterns. *J Prosthet Dent.* 2017;118(1):89-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.09.018>
- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 3 de agosto de 1971;131(3):107-11. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4802708>
- Quante K, Ludwig K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* octubre de 2008;24(10):1311-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.02.011>

13. Artak G, Heboyan- Msc DSD. Marginal and internal fit of fixed prosthodontic constructions: a literature review. *Int J Dent Res Reviews*. 2019;2:19. DOI: <https://doi.org/10.28933/ijdr-2019-06-1105>
14. Saini N, Kumar S, Aggarwal R, Choudhary S, Tyagi R, Maletia A. Comparative Analysis of Marginal Accuracy of Complete Crowns Fabricated by Using Ringless and Metal Ring Investment Systems: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2020;21(8):852-6. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2902>
15. Wu J, Xie H, Sadr A, Chung KH. Evaluation of Internal Fit and Marginal Adaptation of Provisional Crowns Fabricated with Three Different Techniques. *Sensors (Basel)*. 2021;21(3):740. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21030740>
16. Refaie A, Fouda A, Bourauel C, Singer L. Marginal gap and internal fit of 3D printed versus milled monolithic zirconia crowns. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):448. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03184-8>
17. Hasanazade M, Sahebi M, Zarrati S, Payaminia L, Alikhasi M. Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM Endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials. *Int J Prosthodont*. 2021;34(3):341-7. DOI: <https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.6.344>
18. Di Fiore A, Zuccon A, Carraro F, Basilicata M, Bollero P, Bruno G, et al. Assessment Methods for Marginal and Internal Fit of Partial Crown Restorations: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023;12(15):5048. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12155048>
19. Campos ML, Valverde YF, Cisneros R, Andamayo DC. Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque blando en CAD/CAM. *Rev Estomatol Herediana*. 2017;27(3):163-75. DOI: <https://doi.org/10.20453/reh.v27i3.3200>
20. Zeng L, Zhang Y, Liu Z, 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.09.004>
21. Yadav R. Marginal Accuracy of Castings Produced with Different Investment Systems. *Med J Armed Forces India*. 2009;65(2):146-9. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-1237\(09\)80129-9](https://doi.org/10.1016/S0377-1237(09)80129-9)
22. Shamseddine L, Mortada R, Rifai K, Chidiac JJ. Marginal and internal fit of pressed ceramic crowns made from conventional and computer-aided design and computer-aided manufacturing wax patterns: An in vitro comparison. *J Prosthet Dent*. 2016;116(2):242-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.12.005>
23. Chang HS, Peng YT, Hung WL, Hsu ML. Evaluation of marginal adaptation of CoCrMo metal crowns fabricated by traditional method and computer-aided technologies. *J Dent Sci*. 2019;14(3):288-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2018.11.006>
24. Quante K, Ludwig 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.02.011>
25. Manozzo Kunz PV, Serpa GA, Cunha LF da, Correr GM, Gonzaga CC. Fit of metal-ceramic crowns: effect of coping fabrication method and veneering ceramic application. *Braz J Oral Sci*. 2021;21:e225136. DOI: <https://doi.org/10.20396/bjos.v21i00.8665136>
26. Kim DY, Jeong ID, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Reproducibility of different coping arrangements fabricated by dental micro-stereolithography: Evaluation of marginal and internal gaps in metal copings. *J Dental Sci*. 2018;13(3):220-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2017.06.006>
27. Agnihotri R, Morjaria K, Vaishnav K, Shah D, Joshi R, Bhatt M, et al. Marginal Accuracy of Cast Crowns Fabricated Using Different Investment Systems (An In -Vitro Study). *J Coast Life Med*. 2022; 3(10):274-82. <https://www.jclmm.com/index.php/journal/article/view/190>
28. Formula 1. Whip Mix [Internet]. [citado 8 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.whipmix.com/products/formula-1-dental-phosphate-investment/>
29. Castorit®-super C. Dentaureum [Internet]. Disponible en: <https://shop.dentaureum.es/index.php?id=p&psn=11838&pgsn=3054&ch=07082e>
30. Bellasun. Bego [Internet]. Disponible en: <https://iberia.bego.com/soluciones-convencionales/materiales/revestir/product/Product/show/424/>
31. Nayana P, Raghavendra Swamy KN, Dhakshaini MR, Sowmya S, Ravi MB. Marginal and internal fit evaluation of conventional metal-ceramic versus zirconia CAD/CAM crowns. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(1): e31-7. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.55946>
32. Vág J, Nagy Z, Bocklet C, Kiss T, Nagy Á, Simon B, et al. Marginal and internal fit of full ceramic crowns milled using CAD/CAM systems on cadaver full arch scans. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):189. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01181-9>
33. Savencu CE, Șerban C, Porojan L. Adaptability Evaluation of Metal-Ceramic Crowns Obtained by Additive and Subtractive Technologies. *Applied Sci*. 2020;10(16):5563. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10165563>
34. Swaid AI. The marginal gap and internal fit of monolithic crowns milled with different luting spaces. *South African Dent J*. 2023;78(3):120-5. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0011-85162023000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Contribuciones de los autores

FC: Redacción del artículo, análisis de datos/interpretación de datos, estadísticas, aprobación del artículo, acuerdo para responsabilizarse de todos los aspectos del trabajo. JR: Recogida de datos, revisión crítica del artículo, aprobación del artículo. FC, JR, GA, LA: Aceptación de ser responsable de todos los aspectos del trabajo. JR: Interpretación de datos, revisión crítica.

Declaración de disponibilidad de datos

Datos disponibles previa solicitud a los autores.