



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA
ADAPTACIÓN DE COFIAS METÁLICAS
FABRICADAS CON LA TÉCNICA DE
IMPRESIÓN EN RESINA Y COLADO POR
INDUCCIÓN, EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO
DE CONVERGENCIA TOTAL Y EL ESPACIO
PARA EL CEMENTO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
REHABILITACIÓN ORAL

RICARDO JORGE FLORES MAS

LIMA-PERÚ

2023

ASESOR

MG. ESP. LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. MIGUEL BENJAMIN PEREA PAZ

PRESIDENTE

MG. CARLOS VLADIMIR ESPINOZA MONTES

VOCAL

MG. CARLOS YURI LIÑAN DURAN

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA

A mi maestro Dr. Waldo Jesús Ronquillo Herrera;

por haberme mostrado el hermoso camino

de la Rehabilitación Oral.

A la Dra Lilian Málaga Figueroa;

por dejarme vivir un sueño,

desarrollarme profesionalmente a su lado

y; estar en los malos y buenos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por iluminar nuestro camino, permitir y acompañarnos en cada paso de este

largo camino.

A mis padres, por la paciencia y apoyo constante en cada reto propuesto.

A la Dra Doris Sato por sus consejos, dedicación en mi formación como profesional y

persona.

A mis amigos, familia y pacientes que se sienten orgullosos con cada meta cumplida.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Trabajo de investigación autofinanciado.



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	FLORES MAS RICARDO JORGE

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

Pertencientes al programa de la **MAESTRÍA EN REHABILITACIÓN ORAL**, autores del trabajo titulado: **EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ADAPTACIÓN DE COFIAS METÁLICAS FABRICADAS CON LA TÉCNICA DE IMPRESIÓN EN RESINA Y COLADO POR INDUCCIÓN, EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE CONVERGENCIA TOTAL Y EL ESPACIO PARA EL CEMENTO**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN REHABILITACIÓN ORAL** bajo la modalidad de **PORTAFOLIO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	DELGADO COTRINA LEYLA ANTOINETTE	FAEST	MAESTRÍA

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **11%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2782029307**; fecha de entrega: **21-10-2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 21 de octubre de 2025**

Firma del asesor
N° DNI: 10193841
ORCID: 0000-0002-3027-178X

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. DESARROLLO TEMÁTICO	2
II.1. DOCENCIA UNIVERSITARIA ESTOMATOLÓGICA	2
II.2. ANÁLISIS CRÍTICO DE LITERATURA ESTOMATOLÓGICA	10
II.3. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN ESTOMATOLOGÍA	23
III. CONCLUSIONES	40
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: El desarrollo de las nuevas herramientas digitales y la inteligencia artificial abre paso a nuevas líneas de investigación en función del avance tecnológico. Con la inmersión del sistema CAD-CAM se van generando diferentes necesidades en el área docente asistencial, aplicativo y clínico. **Desarrollo temático:** Se ha visto conveniente abordar dicha necesidad en tres niveles diferentes empezando por un sílabo titulado “Flujo digital en odontología”, seguido por el análisis crítico de una revisión sistemática “Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis”; finalizando con el proyecto de investigación “Evaluación in vitro de la adaptación de copias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción, en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento”. **Conclusiones:** El manejo del sistema CAD-CAM demanda constante actualización, por lo que promueve el desarrollo de nuevas herramientas didácticas para el aprendizaje. Se cumplen las competencias requeridas al manejarse en los tres niveles docente asistencial, aplicativo y clínico. Sin embargo, se debe seguir trabajando en la búsqueda de nuevos enfoques que aporten un abordaje distinto para el conocimiento.

Palabras clave: CAD-CAM, impresión 3D, competencias docentes, educación, innovación, pedagogía.

ABSTRACT

Introduction: The development of new digital tools and artificial intelligence opens the way to new lines of research based on technological progress. With the immersion of the CAD-CAM system, different needs are generated in the teaching, application and clinical area of care. **Thematic development:** It has been deemed appropriate to address this need at three different levels starting with a syllabus entitled "Digital flow in dentistry", followed by the critical analysis of a systematic review "Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis"; ending with the research project "In vitro evaluation of the adaptation of metal copings made with the technique of resin impression and induction casting, depending on the total convergence angle and the space for cement". **Conclusions:** The management of the CAD-CAM system demands constant updating, which is why it promotes the development of new didactic tools for learning. The required competencies are met when managing the three levels of teaching care, application and clinical. However, work must continue in the search for new approaches that provide a different approach to knowledge.

Keywords: CAD-CAM, 3D printing, teaching skills, education, innovation, pedagogy.

I. INTRODUCCIÓN

La implementación de nuevas herramientas digitales en odontología generará espacios académicos, generando la necesidad de un curso que cubra dichos requerimientos. Por lo que se propone el sílabo “Flujo digital en odontología”, con el propósito de instruir al estudiante en el manejo de las nuevas herramientas digitales aplicados en diagnóstico, planeamiento y ejecución de tratamiento.

Por otro lado, en la búsqueda del conocimiento se realiza el análisis de literatura del metaanálisis "Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis", el objetivo es comparar el ajuste marginal e interno de prótesis parciales fijas (PPF) de zirconio fabricados a partir de impresiones convencionales y escaneos digitales. Permite obtener un conocimiento específico y claro del desarrollo del flujo digital que influye directamente en la toma de decisiones aplicable en docencia y clínica.

Así mismo, el desarrollo del proyecto de investigación “Evaluación in vitro de la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción, en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento” con el objetivo de evaluar el ajuste interno y marginal de cofias fabricadas con flujo digital. Finalmente, los tres productos enlazan una línea de investigación en función a las nuevas y cambiantes herramientas digitales.

II. DESARROLLO TEMÁTICO

II.1. Docencia universitaria estomatológica

FACULTADES DE MEDICINA, DE ESTOMATOLOGÍA Y DE ENFERMERÍA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA
CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA

I. DATOS GENERALES	
1.1. Nombre del curso	: Flujo digital en odontología
1.2. Código	: E0281
1.3. Dirigido a	: Estudiantes de octavo semestre de la carrera de Estomatología
1.4. Organizado por	: Departamento Académico de Clínica Estomatológica
1.5. Semestre académico	: 2023-II
1.6. Tipo de asignatura	: Electivo
1.7. Prerrequisito	: Ninguno
1.8. Modalidad	: Semipresencial
1.9. Créditos	: 3 crédito
	Horas teóricas: 32 horas
	Horas prácticas: 32 horas
1.10. Duración	: Del 14 de agosto al 06 de octubre de 2023
1.11. Coordinador	: Esp. Ricardo Jorge Flores Mas

II. SUMILLA
Asignatura de naturaleza teórica-práctica cuyo propósito es instruir al estudiante en el manejo de las nuevas herramientas digitales y en el uso de software de diseño aplicados en diagnóstico, planeamiento y ejecución de tratamiento.
Comprende los conceptos básicos, obtención de modelos, diseño y producción en el flujo digital.

III. RESULTADO DE APRENDIZAJE
El estudiante será capaz de:
1. Reconoce los procesos del flujo digital, etapas y tiempos valorando la importancia de cada momento.
2. Maneja las principales técnicas de obtención de modelos digitales y de diseño en sistemas CAD-CAM.
3. Diseña anatómicamente las zonas a restaurar siguiendo los principios de los software más usados.
4. Materializa la estructura previamente diseñada mediante el manejo los equipos de producción por adición y sustracción

IV. CONTENIDOS

Unidad 1: Conceptos básicos y generales

Reconocimiento de procesos y tiempos. Conocer los principales software de uso para obtención de modelos digitales y de diseño en sistemas CAD. Así mismo, tipos de fresadoras e impresoras en sistemas CAM.

Desarrollo

Conocer los procesos: digitalización, diseño y producción.

Conocer los principales sistemas: “trabajo todo en clínica” y “clínica - laboratorio”.

Reconocimiento de software Exocad, Cerec inlab y Meshmixer.

Unidad 2: Obtención de modelos digitales

Reconocimiento de las principales técnicas de escaneado y preparación de modelos digitales. Formatos de mallado STL y PLY.

Técnicas de escaneado

Técnica de 45 grados.

Técnica planos paralelos.

Relación Intermaxilar: Con o sin alteración de la Dimensión vertical

Preparación de modelos

Modelos de estudio zócalos.

Modelos de trabajo para incrustación, coronas y puente. unilateral y/o múltiples.

Preparación de modelos troquelados tipo geller.

Preparación de modelos para impresión

Reconocimiento de software Chitubox

Conocer tipos de resina para impresión

Calibración de parámetros para impresión en función del tipo de resina.

Diseño y posicionamiento en los tres ejes de impresión.

Modelos de trabajo para incrustación, coronas y puente. unilateral y/o múltiples.

Unidad 3: Diseño

Diseñar anatómicamente las zonas a restaurar siguiendo los principios de los software más usados. Ya sea para encerado de diagnóstico, férulas oclusales, prótesis fija y removible.

Diagnóstico

Análisis en casos sin alteración de la DVO:

Manejo de una pieza dentaria

Manejo de puente (3-4) piezas para rehabilitar con prótesis fija.

Edéntulo parcial para rehabilitar con prótesis removible.

Análisis en casos con alteración de la DVO

Encerado digital de un maxilar

Encerado digital de 2 maxilares

Unidad 4: Producción

Materializar las estructuras previamente diseñada mediante el manejo los equipos de producción por adición y sustracción

Manejo de software

Inlab cerc: ubicación de pines de soporte

Chitubox: ubicación espacial de estructuras a imprimir

Manejo de equipo

Manejo de talladora:

Colocación y selección de cubo

Reconocimiento y cambio de fresas

Retiro de producto tallado

Maquillaje y/o glaseado

Chitubox

Selección y aplicación de resina líquida

Colocación y retiro de placa

Sistemas de lavado, secado y fotocurado de estructuras en resina

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

La asignatura desarrolla sesiones de aprendizaje presenciales y no presenciales sincrónicas y asincrónicas, haciendo uso del Entorno Virtual para el Aprendizaje (EVA), herramienta de videoconferencia Zoom y los recursos tecnológicos.

Las metodologías para sesiones de aprendizaje se realizan a través de exposiciones magistrales bajo la modalidad virtual, las cuales son grabadas para la revisión de las mismas en cualquier momento. Las metodologías para las sesiones de aprendizaje presenciales y prácticas corresponden al aprendizaje cooperativo. Se desarrolla en la práctica realizando grupos mixtos y heterogéneos donde los alumnos trabajan interactuando y de forma organizada para resolver casos designados por el docente.

Cada estudiante tendrá autonomía para aprender, aplicando conocimientos en el desarrollo específico de un “producto final” que se asigna al inicio y se entrega finalizando el curso. Cada práctica presencial el estudiante tendrá la oportunidad de ir mejorando en función de las experiencias ganadas en las sesiones prácticas. Finalmente se realiza la dinámica de intercambio de roles, de tal manera que cada “producto final” sea evaluado de manera anónima entre pares. Realizando un análisis crítico de lo observado y sugerencias para la retroalimentación de los mismos.

VI. EVALUACIÓN

La evaluación del aprendizaje será un proceso continuo donde el estudiante tiene la oportunidad de ir resolviendo diversos casos que permitirán consolidar su aprendizaje.

La nota final del curso será obtenida a través del promedio de los productos por clase, producto final y participación en pares. La nota final aprobatoria del curso será de once (11.00) y se expresará en escala vigesimal con dos decimales, no habrá redondeo a valor inmediato superior o inferior. Los estudiantes que no desarrollen el producto final, se les calificará con nota de cero (0).

Los estudiantes que desaprobren tendrán la oportunidad de realizar un producto sustitutorio en las 48 horas siguientes a la entrega del producto final. El producto sustitutorio se califica con la nota máxima de once (11) y sustituye solo la calificación original.

El derecho del producto sustitutorio requiere cumplir con el pago correspondiente. El coordinador del curso es responsable de verificar el cumplimiento de dicho requisito.

Aspectos a evaluar	Ponderación
Producto por Clase (Promedio U1, U2, U3)	20%
Producto Final. estructura (U4)	70%
Participación en pares	10%
Total	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Básica:

1. Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of Accuracy of Current Ten Intraoral Scanners. *Biomed Res Int.* 2021;21(13):267-70.
2. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020;64(2):109-13.
3. Majeed-Saidan A, Dutra V, Levon JA, et al. The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions *J Prosthodont.* 2022;10(11):11.
4. Schlenz MA, Schlenz MB, Wöstmann B, Glatt AS, Ganss C. Intraoral scanner-based monitoring of tooth wear in young adults: 24-month results. *Clin Oral Investig.* 2023;10(10):100-7.
5. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci.* 2018;60(1):1-7.
6. Tasaka A, Shimizu T, Yamashita S. Intraoral scanner and computer-aided design/manufacturing technology for the fabrication of double-crown-retained removable dental prosthesis: A clinical report. *J Prosthodont Res.* 2022;66(3):519-23.

Complementaria:

1. Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors (Basel).* 2020;20(4):115-7.
2. Hattori M, Patzelt SBM, Stadler S, et al. Computerized optical scanning of ears: An in vitro evaluation with an intraoral scanner. *J Prosthet Dent.* 2022;13(22):700-7.
3. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Clin Oral Investig.* 2022;26(9):5625-42.
4. Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 2020;39(1):52-6.

VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombres	Apellidos	Departamento Académico	Condición Docente/Invitado	Correo electrónico
Mg.	Pablo	Chávez Alayo	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Ordinario	[REDACTED]
Esp.	Ricardo	Flores Mas	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Contratado	[REDACTED]
Mg.	Mary	Fukuhara	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Ordinaria	[REDACTED]
Mg.	Otto	Loechle Verde	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Ordinario	[REDACTED]
Esp.	María	Maldonado Mendoza	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Ordinaria	[REDACTED]

IX. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Nº de Sesión	Grupo	Fecha	Horario	Contenido	Estrategias didácticas	Docente
1	A - B	14 agosto	9:00 AM—11:00 AM	Presentación del curso Flujo digital en odontología. Conceptos básicos	Exposición magistral - presencial	Mary Fukuhara Nakama
2	A - B	16 agosto	9:00 AM—1:00 PM	Reconocimiento de equipos y sistemas	Práctica dirigida - presencial	Otto Loechle Verde
3	A - B	21 agosto	9:00 AM—11:00 AM	Manejo del Exocad, Cerec y Meshmixer Se indica el producto a entregar finalizado el curso	Exposición magistral - sincrónico	Ricardo Flores Mas
4	A - B	23 agosto	9:00 AM—1:00 PM	Uso del Exocad y Meshmixer	Exposición dirigida - presencial	María Maldonado Mendoza
5	A - B	28 agosto	9:00 AM—11:00 AM	Técnicas de escaneado y tipos de mallado	Exposición magistral - sincrónico	Pablo Chávez Alayo
6	A - B	30 agosto	9:00 AM—1:00 PM	Manejo de técnicas de escaneado	Práctica dirigida - presencial	María Maldonado Mendoza
7	A - B	4 setiembre	9:00 AM—11:00 AM	Preparación de modelos digitales	Exposición magistral - sincrónico	Ricardo Flores Mas
8	A - B	6 setiembre	9:00 AM—1:00 PM	Manejo de software de diseño en preparación de modelos	Práctica dirigida - presencial	Pablo Chávez Alayo
9	A - B	11 setiembre	9:00 AM—11:00 AM	Parámetros en el diseño de prótesis fija	Exposición magistral - sincrónico	Pablo Chávez Alayo
10	A - B	13 setiembre	9:00 AM—1:00 PM	Diseño en prótesis fija	Práctica dirigida - presencial	Pablo Chávez Alayo

11	A	15 setiembre	9:00 AM—1:00 PM 2:00 AM—6:00 PM	Diseño de zócalo digital, troquelado y tipo Geller. Montaje en articulador, análisis oclusal y planificación de tratamiento	Exposición magistral - presencial	Ricardo Flores Mas
11	B	16 setiembre	9:00 AM—1:00 PM 2:00 AM—6:00 PM	Diseño de zócalo digital, troquelado y tipo Geller. Montaje en articulador, análisis oclusal y planificación de tratamiento	Exposición magistral - presencial	Ricardo Flores Mas
12	A - B	18 setiembre	9:00 AM—11:00 AM	Parámetros en diseño de encerado digital	Exposición magistral - sincrónico	Otto Loechle Verde
13	A - B	20 setiembre	9:00 AM—1:00 PM	Análisis para el encerado digital	Práctica dirigida - presencial	Otto Loechle Verde
14	A	22 setiembre	9:00 AM—1:00 PM 2:00 AM—6:00 PM	Encerado digital de la guía anterior y sector posterior	Exposición magistral - presencial	Ricardo Flores Mas
14	B	23 setiembre	9:00 AM—1:00 PM 2:00 AM—6:00 PM	Encerado digital de la guía anterior y sector posterior	Exposición magistral - presencial	Ricardo Flores Mas
15	A - B	25 setiembre	9:00 AM—11:00 AM	Reconocimiento de software de producción en Chitubox	Exposición magistral - sincrónico	Ricardo Flores Mas
16	A - B	27 setiembre	9:00 AM—1:00 PM	Procesado de modelos en resina	Práctica dirigida - presencial	Ricardo Flores Mas
17	A - B	2 octubre	9:00 AM—11:00 AM	Reconocimiento de software de producción Cerec Inlab	Exposición magistral - sincrónico	María Maldonado Mendoza
18	A - B	4 octubre	9:00 AM—11:00 AM	Fresado de estructuras en sistema Cerec Entrega de producto final Dinámica de intercambio de roles	Práctica dirigida - presencial	Otto Loechle Verde

19	A - B	6 octubre	9:00 AM—11:00 AM	Entrega de Trabajo de fin de curso	Asincrónico	Ricardo Flores Mas
----	-------	-----------	------------------	------------------------------------	-------------	--------------------

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis
Autores	Morsy N, El Kateb M, Azer A, Fathalla S
Revista	The Journal of prosthetic dentistry
Año de publicación	2021
País	Egipto
Tipo de estudio	Metaanálisis
Objetivo	
Este metaanálisis tuvo como objetivo en base a la evidencia científica disponible, comparar el ajuste marginal e interno de prótesis parciales fijas (PPF) de zirconio fabricados a partir de impresiones convencionales y escaneos digitales.	
Metodología	
Se realizó una búsqueda electrónica en la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM), el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados y la base de datos Scopus. Se realizó una búsqueda manual. Se incluyeron estudios que compararon el ajuste de las PPF de zirconio sobre dientes fabricados a partir de impresiones convencionales y escaneos digitales, que informaron datos suficientes para el análisis cualitativo y cuantitativo. Se realizó un análisis de subgrupos para estudiar el efecto de variables como la forma de la restauración (monolítica o estructura), el número de unidades, el tipo de escáner intraoral (IOS), el material de impresión convencional, el grosor del espaciador y la región de los pilares.	
Resultados	
De la búsqueda inicial, resultó un total de 608 artículos. Se incluyeron nueve artículos en el análisis (1 clínico y 8 in vitro) que evaluaron 118 restauraciones. El escaneo digital mostró un mejor ajuste marginal significativamente ($p < 0.001$; DE: -0.68; IC 95 %: -0.92 -0.09) e interno ($p = 0.020$; SMD: -0.51; IC 95 %: -0.94 - 0.42). La prueba de diferencia de subgrupos mostró una influencia significativa del tipo de material de impresión solamente ($p = 0.008$) y el número de unidades ($p = 0.030$) en el ajuste marginal. El escaneo digital mostró una precisión marginal significativamente mejor para los PPF de 3 unidades que para los PPF de 4 unidades ($P < 0,001$; DE: -1,02; IC del 95 %: -1,41, -0,63). Además, el escaneo digital tuvo un ajuste marginal significativamente mejor que con polivinil siloxano y poliéter ($P < 0,001$; SMD: -0,98; IC del 95 %: -1,32, -0,64). Un espaciador de cemento de 50 μm mejoró tanto el ajuste marginal e interno en el grupo digital. El escáner TRIOS dio como resultado el mejor rendimiento en el grupo digital para ajuste marginal.	
Conclusiones	
Del presente metaanálisis se concluye que el escaneo digital proporciona un ajuste marginal e interno significativamente mejor que la toma de impresiones convencional para fabricar PPF de zirconio de hasta 4 unidades, en forma monolítica o cofias. Sin embargo, se recomiendan más estudios clínicos para obtener resultados más sustanciales.	

II.2.2. Calidad del reporte escrito: PRISMA para revisiones sistemáticas y metaanálisis

Secciones	Item	Recomendación	Descripción	Página
Título				
Título	1	Identifica en el título que es una revisión sistemática	Sí, el título refiere que es una revisión sistemática.	1
Resumen				
Resumen estructurado	2	Resumen estructurado del diseño, métodos, resultados y conclusiones.	Si, es entendible y metódico. Desde el inicio deja claro que es un metaanálisis el cual incluye 9 estudios y se realiza la evaluación del ajuste marginal e interno. Así mismo, indica los análisis estadísticos para obtener resultados y conclusiones.	1
Introducción				
Justificación	3	Describe la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	Sí, describe la necesidad de realizar una revisión sistemática y un metaanálisis para combinar el tamaño del efecto de la literatura disponible.	2
Objetivos	4	Proporciona una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	Sí, menciona de manera clara que el presente metaanálisis tuvo como objetivo comparar el ajuste marginal e interno de PPF de zirconio fabricados a partir de impresiones convencionales y escaneos digitales.	2
Métodos				
Criterios de elegibilidad	5	Especifica los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	Sí, el criterio de inclusión fue: artículos en inglés publicados entre enero de 2000 y marzo de 2021. Criterios de exclusión: No incluyó un grupo de control. No incluye grupo digital. No proporcionó suficientes datos.	3 y 4
Fuentes de información	6	Especifica todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifica la fecha en la que cada	Sí, se realizó una búsqueda electrónica en la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM), el Registro Central de Ensayos Controlados Cochrane y las bases de datos Scopus. Además, se realizó una búsqueda manual en bibliotecas en línea (Springer, Wiley y ScienceDirect),	3

		recurso se buscó o consultó por última vez.	motor de búsqueda Google Scholar y páginas de revistas con alcance en el área de investigación (Journal of Prosthetic Dentistry, Dental Materials, Clinical Oral Investigaciones, BMC Oral Health, Journal of Prosthodontics, International Journal of Prosthodontics, Journal of Dentistry, International Dental Journal, Dental Clinics of North America, Journal of Evidence-Based Dental Practice y International Journal of Periodoncia y Odontología Restauradora).	
Estrategia de búsqueda	7	Presenta las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	Sí, los autores utilizaron términos de Medical Subject Headings (MeSH) incorporadas con operadores booleanos.	3
Proceso de selección de los estudios	8	Especifica los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Sí, el proceso de búsqueda fue realizado por 1 autor y los títulos de los artículos obtenidos por la búsqueda inicial fueron cribados por 2 autores. Los artículos seleccionados se filtraron en busca de duplicados manualmente mediante el uso de una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2019). Los resúmenes de los artículos resultantes fueron revisados para seleccionar los artículos elegibles para lectura de texto completo y síntesis de datos por los mismos 2 autores. Los artículos se seleccionaron por consenso y, en caso de desacuerdo, se consultó a un tercer autor.	4
Proceso de extracción de los datos	9	Indica los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los	Sí, un autor analizó los artículos de texto completo incluidos y usó la hoja de cálculo para extraer elementos de datos: autor, año, tipo de estudio, tamaño de la muestra, número de unidades, región de los pilares, grupos, modelo maestro, espaciador de cemento, ajuste interna y marginal.	4

		investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.		
Lista de los datos	10a	Enumera y define todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	Sí, se realizó una búsqueda general, y luego se fueron filtrando según los criterios de inclusión y exclusión.	4
	10b	Enumera y define todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (missing) o incierta.	No, los autores no buscaron datos faltantes ni aclaraciones con respecto a la información adicional del estudio de los estudios individuales.	-
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifica los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Sí, para evaluar la calidad metodológica que indica el riesgo de sesgo (ROB) de los estudios incluidos, se utilizó una escala de índice metodológico modificado para estudios no aleatorios (MI-NORS). La escala adaptada constaba de 10 ítems y 2 ítems adicionales para en estudios vivos. Cada ítem se puntuó de 0 a 2; 0 indicó que no se informó el contenido del ítem, 1 indicó que el contenido se informó, pero de manera inadecuada y 2 indicó que se informó de manera suficiente. La puntuación máxima posible para los estudios in vitro fue 20 y para los estudios in vivo fue 24. La	4

			evaluación fue realizada por 2 autores. Cualquier desacuerdo fue resuelto por un tercer autor.	
Medidas del efecto	12	Especifica, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	Sí, los autores indicaron que el tamaño del efecto de cada estudio se calculó como la diferencia de medias estándar (DDE) y los intervalos de confianza (IC) del 95%, ya que los resultados fueron continuos. La estimación general de las DE se calculó mediante el método ponderado de la varianza inversa. El efecto general de los DE se realizó primero para las técnicas de impresión. Luego se realizó un análisis de subgrupos de DE para estudiar el efecto de las variables. Una DE de 0.2 representa un efecto pequeño, una SMD de 0.5 representa un efecto medio y una DE de 0.8 representa un efecto grande ($\alpha = 0.05$). Para estimar la heterogeneidad se utilizó el índice I ² , considerando heterogeneidad estadísticamente significativa una $p < 0.100$. Se utilizó un modelo de efectos fijos para el metaanálisis en caso de heterogeneidad insignificante y un modelo de efectos aleatorios en caso de heterogeneidad estadísticamente significativa.	4
Métodos de síntesis	13a	Describe el proceso utilizado para decidir que estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis.	Sí, se realizó en 4 momentos: Utilizando términos MeSH, eliminando estudios duplicados, criterios de elegibilidad, criterio de inclusión y exclusión.	4
	13b	Describe cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen	Sí, utilizan una hoja en Excel para procesar datos.	4

		o las conversiones de datos.		
	13c	Describe los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	No, no describe con especificaciones.	-
	13d	Describe los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metaanálisis, describe los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	Sí, se utilizó una escala de índice metodológico modificado para estudios no aleatorios (MI-NORS). La escala adaptada constaba de 10 ítems y 2 ítems adicionales para en estudios vivos.	4
	13e	Describe los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	Sí, cada ítem se puntuó de 0 a 2, donde 0 indicó que no se informó el contenido del ítem, 1 indicó que el contenido se informó, pero de manera inadecuada y 2 indicó que se informó de manera suficiente.	5
	13f	Describe los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	Sí, Intervalo de confianza al 95%.	4
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describe los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	Sí, la puntuación máxima posible para los estudios in vitro fue 20 y para los estudios in vivo fue 24.	5
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describe los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada	Sí, los autores mencionan que utilizaron un intervalo de confianza del 95%.	5

		desenlace.		
Resultados				
Selección de los estudios	16a	Describe los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	Sí, los estudios seleccionados fueron ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECA) comparativos y estudios in vitro que respondieron a la pregunta PICO. De seis cientos ocho estudios, quedaron finalmente nueve.	4
	16b	Cita los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explica por qué fueron excluidos.	Sí, se desestimaron siete estudios que no proporcionaron datos suficientes para el análisis cuantitativo, no incluyeron el grupo de intervención y que no incluyeron grupo control.	7
Características de los estudios	17	Cita cada estudio incluido y presente sus características.	Sí, se incluyeron 8 estudios in vitro y 1 in vivo. Todos cumplieron con los criterios de inclusión.	7
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presenta las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	Sí, se utilizó método PRISMA Sí, los autores mencionan que en estudios in vitro, estuvo relacionado con el número inadecuado de observaciones, el cálculo del tamaño de la muestra, el tipo de elementos retentivos y las restauraciones definitivas. Mientras que, en el estudio in vivo estaba relacionado con el número inadecuado de observaciones.	5
Resultados de los estudios individuales	19	Presenta, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	Sí, el tamaño del efecto de cada estudio se calculó como la diferencia de medias estándar (DME) y los intervalos de confianza (IC) del 95%, ya que los resultados fueron continuos. La estimación general de las SMD se calculó mediante el método ponderado de la varianza inversa. El efecto general de los SMD se realizó primero para las técnicas de impresión. Luego se realizó un análisis de subgrupos de SMD para estudiar el efecto de las variables.	4
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las	Sí, el ROB principal de los estudios in vitro incluidos estuvo relacionado con	4

		características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	el número inadecuado de observaciones, el cálculo del tamaño de la muestra, el tipo de elementos retentivos y las restauraciones definitivas. El ROB principal en el estudio in vivo incluido estaba relacionado con el número inadecuado de observaciones solamente.	
	20b	Presenta los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metaanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	Sí, para el ajuste marginal, se encontró una diferencia estadísticamente significativa a favor de la técnica digital (DE: -0.68; IC del 95 %: -0.94 - 0.42; $p < 0,001$). La prueba para las diferencias de subgrupos no mostró correlación entre el ajuste marginal y la forma de la restauración, la región de los pilares, el espaciador de cemento o el tipo de IOS ($p > 0.05$)	4
	20c	Presenta los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	No, no presentan resultados de todas las investigaciones.	-
	20d	Presenta los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	No, presenta de manera general.	-
Sesgos en la publicación	21	Presenta las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	No, es la misma forma de medición por lo que no existe este sesgo.	-
Certeza de la evidencia	22	Presenta las evaluaciones de la certeza (o confianza) en	Sí, todos cumplen con 95% de confianza como estándar.	4

		el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.		
Discusión				
	23a	Proporciona una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	Sí, las limitaciones del presente estudio incluyeron centrarse únicamente en los FPD de zirconio. Sin embargo, estos fueron seleccionados por su reciente popularidad y avances en materiales y técnicas.	6
	23b	Argumenta las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	Sí, la inclusión de pocos estudios que utilizaron un tamaño de muestra pequeño, puede deberse a la exclusión de artículos que no están en inglés y datos que no se publican como artículos completos.	6
	23c	Argumenta las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	Sí, solo 1 ensayo clínico fue elegible para el análisis.	6
	23d	Argumenta las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	Sí, se requieren más estudios clínicos para confirmar la superioridad del escaneo digital que se ha informado en la investigación actual.	7
Otra información				
Registro y protocolo	24a	Proporciona la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	Sí, código CRD42021243803 y registrado en PROSPERO.	2
	24b	Indica dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	Parcialmente, para evaluar la calidad metodológica que indica el riesgo de sesgo (ROB) de los estudios incluidos, se utilizó una escala de índice metodológico modificado para estudios no aleatorios (MINORS).	3
	24c	Describe y explica cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	No aplica	-

Financiación	25	Describe las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	No, ausencia de financiamiento.	-
Conflicto de intereses	26	Declara los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	No, no hay declaración de conflicto de intereses.	-
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifica que elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	No, no especifica.	-

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: CASPe para revisiones sistemáticas y metaanálisis

Preguntas	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos					
1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido? <i>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de</i> - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados (“outcomes”) considerados.	X			Realizan un abordaje completo de las variables a evaluar, necesidad, justificación el estudio, tipos de confección de estructuras de zirconio, nuevas herramientas digitales y parámetros aceptables de ajuste marginal e interno.	2
2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuados? <i>PISTA: El mejor “tipo de estudio” es el que</i> - Se dirige a la pregunta objeto de la revisión - Tiene un diseño apropiado para la pregunta.	X			Todos los estudios considerados llevaron un proceso de selección por lo que presentaban un diseño metodológico similar entre sí. El estudio de Morsy et al. es el que mejor se relaciona a la pregunta del metaanálisis, probablemente por ser el mismo autor y trabajar la línea de investigación.	4
3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes? <i>PISTA: Busca</i> - Qué bases de datos bibliográficas se han usado. - Seguimiento de las referencias. - Contacto personal con expertos. - Búsqueda de estudios no publicados. - Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés.	X			Los estudios fueron extraídos de la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM), el Registro Central de Ensayos Controlados Cochrane y las bases de datos Scopus. Además, se realizó una búsqueda manual en bibliotecas en línea y páginas de revistas con alcance en el área de investigación.	2
4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los	X			Se dieron valoraciones para cada estudio en función del nivel de aceptación según la escala de MINORS. Así mismo, se realizaron	3

estudios incluidos? <i>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios (“No es oro todo lo que reluce”).</i>				intervalos de confianza del 95%.	
5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado “combinado”, ¿Era razonable hacer eso? <i>PISTA: Considera si</i> - Los resultados de los estudios eran similares entre sí. - Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados. - Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados.	X			Por la condición de ser un metaanálisis los resultados de los diferentes estudios deben ser comparados y analizados estadísticamente. Los resultados de los estudios eran similares entre sí y explícitos en las tablas presentadas.	5
B/ ¿Cuáles son los resultados?					
6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión? <i>PISTA: Considera</i> - Si tienes claro los resultados últimos de la revisión. - ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado) - ¿Cómo están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc).	X			De los nueve artículos incluidos, el escaneo digital mostró una precisión marginal significativamente mejor para los PPF de 3 unidades que para los PPF de 4 unidades, al 95 % de confianza ($p < 0.001$; DE: -1.02).	5
7. ¿Cuál es la precisión del resultado? <i>PISTA:</i> Busca los intervalos de confianza de los estimadores.	X			Evaluaron el ajuste interno y marginal en los diferentes estudios con un intervalo de confianza al 95%.	5
C/ ¿Pueden ayudarnos estos resultados?					
8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?	X			Es aplicable el uso de escáner intraoral para la digitalización del modelo para	-

<p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área.</i> - <i>Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.</i> 				<p>PPF de 3 y/o 4 piezas. El uso de las nuevas herramientas digitales son una realizar en la práctica clínica.</p>	
<p>9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?</p>	X			<p>Las nuevas herramientas digitales ofrecen un mejor ajuste marginal e interno para el éxito y predictibilidad de tratamiento en PPF de zirconio.</p>	-
<p>10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?</p> <p><i>Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿Qué opinas?</i></p>	X			<p>Los costos elevados de las herramientas digitales podrían limitar el acceso, sin embargo los beneficios que ofrecen permiten controlar mejor los parámetros y sensibilidad de los pasos en la confección de estructuras de circonio.</p>	-

Adaptado de:

1. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2021;74(9):790-9.
2. Cabello JB. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: CASPe. *Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica*. Alicante: CASPe; 2005. Cuaderno I. p.13-17.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Evaluación in vitro de la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción, en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento

RESUMEN

Antecedentes: El procedimiento protésico común para rehabilitar una pieza dentaria destruida es la confección de una corona fabricada con diferentes materiales como las aleaciones, cerámicas y la combinación de estas (metal-cerámica), con el objetivo de devolver función y confort al paciente; Siendo, la corona metal-cerámica preferida para la confección en prótesis fija. **Objetivo:** La finalidad del presente estudio fue evaluar la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento.

Materiales y Métodos: Se fabricarán 3 modelos de trabajo con ángulos de convergencia de 12°, 16° y 20°. Posteriormente, se fabricarán cofias hasta encontrar el espacio para el cemento adecuado que permita un asentamiento pasivo y estable. Con estos valores, se fabricarán 30 cofias en 3 grupos (n=10). Para evaluar la adaptación se utilizará el método de la réplica de la silicona; cada muestra se seccionará en sentido vestibulo–palatino y mesio-distal, teniendo un total de 12 mediciones (6 puntos por corte), las cuales serán evaluadas en el estereomicroscopio Greenough Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a 40X de aumento.

Palabras clave: 3D printing, CAD/CAM, cofias de coronas metal-cerámica, preparación chamfer, adaptación marginal, adaptación interna

SUMMARY

Background: The common prosthetic procedure to rehabilitate a destroyed dental piece is the preparation of a crown made of different materials such as alloys, ceramics and a combination of these (metal-ceramic), with the aim of restoring function and comfort to the patient; Being the preferred metal-ceramic crown for making fixed prostheses. Objective: The purpose of this study was to evaluate the adaptation of metal copings manufactured with the resin impression technique and induction casting as a function of the total convergence angle and the space for the cement. Materials and Methods: 3 working models will be manufactured with convergence angles of 12°, 16° and 20°. Subsequently, copings will be made until finding the space for the adequate cement that allows a passive and stable settlement. With these values, 30 copings will be made in 3 groups (n=10). To evaluate the adaptation, the silicone replica method was used; Each sample will be sectioned in the vestibulo-palatal and mesio-distal direction, taking a total of 12 measurements (6 points per cut), which will be evaluated in the Greenough Leica S8 APO stereomicroscope (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) at a magnification of 40X.

Keywords: 3D printing, CAD/CAM, metal-ceramic crown copings, chamfer preparation, marginal adaptation, internal adaptation.

INTRODUCCIÓN

El procedimiento protésico común para rehabilitar una pieza dentaria destruida es la confección de una corona fabricada con diferentes materiales como las aleaciones, cerámicas y la combinación de estas (metal-cerámica). La evolución en la odontología ha permitido la aparición y mejora de las propiedades de diversos materiales, así como nuevas técnicas de confección, como el diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora (CAD/CAM). El sistema CAD/CAM permite el uso de tres sistemas que son por sustracción como el fresado de bloque blando (SMB), por adición como fusión selectiva por láser (SLM), y por impresión en resina seguido del colado por inducción (ICP). El ICP realiza estructuras impresas a partir de un diseño en la etapa CAD y materializado con resina para luego realizar el colado por inducción en aleación de cobalto-cromo (Co-Cr) (1-3).

Teniendo en cuenta que los parámetros más relevantes para la preparación dentaria para corona metal-cerámica son el ángulo de convergencia total y el espacio para el agente cementante, los cuales son considerados durante el diseño, como parte del proceso de la

fabricación de las cofias metálicas en CAD/CAM para conseguir un asentamiento pasivo sin perder la adaptación interna y marginal al momento de la cementación y no alterar su adaptación. El principio más importante que debe tener una cofia metálica es la retención y se define como la resistencia al desplazamiento de la cofia hacia las fuerzas de tensión de la preparación dentaria en su propio eje; manteniendo la relación íntima y directa entre el ángulo de convergencia total, espacio para el agente cementante y la retención. La evidencia muestra que, para presentar una adaptación aceptable de las cofias metálicas, debe existir un ángulo de convergencia total dentro del rango de 6° a 20° siendo considerados ángulos de 6°, 12°, 16° y 20° como ideal, aceptable, óptimo y permitido (4-6).

Otro concepto a considerar es la adaptación marginal, se define como el ajuste que existe entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el borde cervical de la cofia, la distancia que hay entre estos dos componentes se denomina gap marginal o discrepancia marginal. La discrepancia se define como el valor numérico en micrómetros (μm) del espacio entre la línea de terminación y el borde cervical de la cofia, entendiéndose que, a menor discrepancia marginal es mayor la adaptación marginal. Este espacio debe ser el adecuado para que fluya el cemento y evite la colonización de bacterias por filtración de la futura corona. Un gap de 120 μm como máximo para considerar una adaptación marginal aceptable. La adaptación interna se define como la longitud perpendicular entre la cofia y la superficie de la preparación. Dicha longitud se conoce como discrepancia interna o gap interno y debe proporcionar un espacio adecuado para el agente cementante. Un adecuado gap interno oscila desde 200 hasta 300 μm para considerar una adaptación interna (7-9).

La carencia de una correlación entre el ángulo de convergencia total y espacio para el agente cementante en los nuevos sistemas digitalizados para la confección de cofias metálicas, trae como consecuencia una falta de ajuste adecuado favoreciendo la descementación de las

cofias o una falta de asentamiento de la misma; por lo que será necesario algún tipo de desgaste en la parte interna de la cofia para conseguir un asentamiento pasivo sobre las preparaciones dentarias. No existe evidencia que relacione el ángulo de convergencia y espacio para el cemento con la técnica de ICP, este hecho permite que cada laboratorio o técnico dental escoja el espacio para el cemento arbitrariamente o empleando los parámetros de la técnica convencional. Dicha falta de calibración del espacio para el agente cementante termina en desadaptación interna y marginal, dando lugar posteriormente enfermedad periodontal, filtración y caries (10). Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento in vitro?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar in vitro la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción, en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento.

Objetivos específicos

1. Determinar la mejor adaptación de cofias fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción para un ángulo de convergencia total de 12°, 16° y 20° según el espacio interno y marginal.
2. Comparar la discrepancia interna y marginal del espacio para el cemento de cofias metálicas fabricadas con la técnica de técnica de impresión en resina y colado por inducción en el corte vestíbulo-palatino.

3. Comparar la discrepancia interna y marginal del espacio para el cemento de cofias metálicas fabricadas con la técnica de técnica de impresión en resina y colado por inducción en el corte mesio-distal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo del estudio

In vitro

Muestra

El tamaño muestral será en total 30 cofias distribuidas de manera homogénea entre tres grupos (n=10), basados en estudios previos de Vojdani et al.(9). Las cofias se fabricarán en Germany Lab. En la primera etapa se determinará la mejor adaptación para los tres grupos de 12°,16° y 20°.

En la segunda etapa se fabricarán las cofias en resina y colado por inducción, donde se aplican los criterios de inclusión y exclusión, distribuyendo 10 cofias en cada grupo de 12°,16° y 20°.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Cofias en resina completas en toda su extensión con tratamiento pos-curado.
- Cofias metálicas que presentaron integridad y continuidad en zonas de evaluación.

Criterios de exclusión:

- Cofias en resina que hayan sufrido deformación.
- Cofias metálicas que no presentan asentamiento pasivo.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Adaptación: Es el grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre el margen oclusal, axial y cervical. Para los fines operacionales, se medirá el espesor de silicona en la parte marginal e interna. Variable cuantitativa, continua y de razón. La unidad de medida se expresará en micrómetros (μm) (11).

Ángulo de convergencia total: Es la suma de los ángulos opuestos, formados independientemente entre el eje axial y la inclinación de la pared de la preparación. Variable cualitativa, nominal y politómica. Los ángulos se representarán con valores de 1: 12° , 2: 16° y 3: 20° (12).

Técnicas y procedimientos

Ficha de recolección de datos

Se utilizará una ficha de recolección de datos en la que se anotarán en micrómetros las longitudes en los doce puntos a observar por muestra, seis en sentido vestíbulo palatino y mesio distal, respectivamente (Anexo 2).

Capacitación

Se realizará la capacitación por parte del técnico de Laboratorio de Patología del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, en el manejo del estereomicroscopio. Reconocimiento y manejo del software y equipo.

Confección de los pilares maestros de 12° , 16° y 20°

Se fabricarán tres pilares maestros con anatomía de primer premolar superior utilizando el software AutoCAD 2023. En primer lugar, se realizará tres diseños con ángulos de convergencia total de 12°, 16° y 20°, los tres diseños tendrán una longitud por vestibular y palatino de 6 y 5 mm respectivamente, el tipo de hombro será chamfer de 1mm, el hombro de vestibular y palatino estarán al mismo nivel, el hombro por mesial y distal estarán 0.8mm por arriba en comparación del punto medio de vestibular y palatino. Luego, se exportará a un software odontológico DentalCAD 3.1 – Exocad, para calibrar, comprobar y reajustar las longitudes. Posteriormente, se realizará la impresión en metal usando la aleación de Co-Cr y utilizando la impresora por fusión laser 3D Lab Cusing R (Concep laser, Lichtenfels, Germany). Como parte del proceso se realiza el acabado utilizando cauchos de grano grueso y rueda de trapo (JotaAG, Ruthi, Switzerland). Finalmente, se colocará un sócalo de acrílico rosado autocurado Duracryl (New Stetic, Antioquia, Colombia) y se rotulará las caras vestibular, palatino, mesial y distal con “V”, “P”, “M” y “D” respectivamente (Anexo 3).

Elaboración de los modelos de trabajo

Emularemos los protocolos para toma de impresión convencional en la clínica. Se aplicará adhesivo para silicona Tray Adhesive (Zhermack Goup, Badia Polesine, Italy) dentro de un tapón de PVC Pavco (Mexichem, Lima, Perú) en reemplazo de una cubeta para tomar impresión. Luego, se tomará la impresión con la técnica de doble mezcla a un solo tiempo utilizando silicona pesada y fluida Putthy Soft y light Body (Zhermack Goup, Badia Polesine, Italy) respectivamente e insertando sobre el pilar maestro, respetando los parámetros sugeridos por el fabricante. Este procedimiento se repetirá para los tres pilares maestros de 12°, 16° y 20°. Esperaremos una hora para realizar la limpieza de subproductos. Finalmente, para el vaciado se realizará con yeso extraduro tipo IV (Zhermack Goup, Badia Polesine, Italy) con proporción de 50gr y 10ml, de yeso y agua destilada respectivamente,

se utilizará la mezcladora Smartmix (Amann Girrbach, Koblach, Austria). Se esperará el tiempo de fraguado, se retirarán los modelos fraguados, se recortarán los excesos y se empacarán en envases sellados. De esta manera obtendremos los modelos de trabajos (Anexo 4).

Confección de cofias

Para la confección de las cofias se iniciará con el diseño digital en Exocad Rijeka 3.1, donde se obtendrán las imágenes digitales de alta resolución, las que se generan mediante proyecciones de luz en franjas con sensores en 3D de alta sensibilidad, que aportan una producción exacta y precisa del modelo en archivo STL. Para la impresión se trabajará con la resina Ifun Dental Casting y la impresora Mini Gigant Pro (IFUN, Guangdong, China). Se vierte la resina sobre la pantalla LCD de 4098*2560 píxeles y se ejecuta el programa. La precisión de la impresión es de 35 µm por capa y a temperatura entre 25~30°C. Luego, las cofias en resina serán llevadas a la lavadora por ultrasonido Phrozen Ultra-Sonic Cleaner (Phrozen, Xiangshan Dist, Taiwan) por 1 minuto con alcohol isopropílico, luego se llevará a la cámara de curado Phrozen Cure (Phrozen, Xiangshan Dist, Taiwan) por 3 minutos. Para la obtención de las cofias en metal, se realizará el colado por inducción en Fornax T (Sant Just Desvern Barcelona, España).

En primera instancia se fabricarán cofias con diferentes valores para el espacio para el cemento hasta encontrar un asentamiento adecuado (pasivo y sin necesidad de realizar algún tipo de desgaste interno) para cada ángulo de convergencia total de 12°, 16° y 20°.

Luego, una vez obtenidos los valores del espacio para el cemento se procederá a confeccionar 10 cofias por para cada grupo. Así mismo, todas las cofias tendrán un grosor de 0.5 mm a nivel marginal y axial, en oclusal será de 1 mm para evitar algún tipo de deformación al

momento de ser sometida a carga. Finalmente, se realizará el acabado de las cofias aplicando óxido de aluminio de 50 μm a 2 bar de presión por dentro y fuera.

Evaluación de la adaptación marginal e interna

Este proceso se manejará en dos tiempos; primero la obtención de la réplica de silicona y segundo la evaluación en estereomicroscopio. Para la obtención de la muestra de silicona se utilizará la técnica de réplica de silicona, se aplicará una capa de vaselina sólida (Vaselina Pura Maribel, Lima, Perú) sobre los pilares maestros, luego se aplicará silicona de testeo Fit Checker™ Advance White (GC Corporation, Tokyo, Japan) en la parte interna de cada cofia y asentando sobre dichos pilares maestros para cada grupo, inmediatamente serán sometidos a carga constante de 50 N con el equipo CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea) en el centro y en dirección del eje axial de los pilares maestros durante cinco minutos. Luego, se retira la cofia manteniendo la película de silicona de testeo en el interior y se aplica silicona Light Body (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy), se esperará cinco minutos para que polimerice la silicona. Finalmente, se retira y de esta manera se obtiene la réplica de silicona.

Para la evaluación en estereomicroscopio, se dividirá la réplica de silicona con una hoja de bisturí N°11 en sentido vestíbulo–palatino y disto–mesial. Finalmente, las muestras serán examinadas con el estereomicroscopio a 40X de aumento Greenough Leica S8 APO con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany). Las medidas serán en el espesor de la película de silicona Fit Checker™ Advance White (GC Corporation, Tokyo, Japan) a nivel marginal, axial y oclusal en micrómetros (μm), 6 medidas en sentido vestíbulo-palatino y disto- mesial respectivamente; siendo un total de 12 medidas por muestra.

Plan de análisis

Con los datos obtenidos en el estudio se elaborará una base de datos en el programa Microsoft Excel 2016, la cual será exportada al programa estadístico STATA v.17.0. Posteriormente se realizará la evaluación de los supuestos de normalidad, con la prueba de Shapiro-Wilks. Se ejecutará un análisis evaluando la media aritmética y desviación estándar; además se empleará la prueba de t de Student para analizar los datos un mismo grupo y ANOVA/Turkey para comparar los datos entre los tres grupos. En el presente estudio se mantendrá un nivel de confianza del 95%.

Consideraciones éticas

Se realizará el registro de la investigación al SIDISI. Se solicitará la aprobación de la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación (DUARI) Universidad Peruana Cayetano Heredia. Asimismo, se solicitará la carta de aprobación para uso del estéreomicroscopio por el laboratorio de patología y medicina oral de la FAEST-UPCH, fabricación de las cofias metálicas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción en la empresa GERMANY DENTAL LAB y de aprobación para el uso del equipo de ensayo universal para presión constante en el laboratorio especializado en calibraciones HTL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.

2. 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.
3. 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.
4. Nils L, Roxner R, Klemendz S, Larsson C. Effect of production method on surface roughness, marginal and internal fit, and retention of cobalt-chromium single crowns. *J Prosthet Dent.* 2017;118(1):95-101.
5. Jong KP, Hae YK, Woong CK, Ji HK. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. *J Prosthet Dent.* 2016;116(6):909-15.
6. Pasali B, Sarac D, Kaleli N, Sarac YS. Evaluation of marginal fit of single implant-supported metal-ceramic crowns prepared by using presintered metal blocks. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):257-262.
7. 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):304–5.
8. Önoral Ö, Ulusoy M, Seker E, Etikan İ. Influence of repeated firings on marginal, axial, axio-occlusal, and occlusal fit of metal-ceramic restorations fabricated with different techniques. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):415-20.
9. 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):301-8.

10. Park J, Lee W, Kim H, Kim W, Kim J. Accuracy evaluation of metal copings fabricated by computer-aided milling and direct metal laser sintering systems. *J Adv Prosthodont.* 2015;(7):122-8.
11. Alireza I, Fariborz V, Arash S, Ghodratollah R, Behzad F. Evaluation of dimensional accuracy of dental bridges manufactured with conventional casting technique and CAD/CAM system with Ceramill Sintron blocks using CMM. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2018;12(4):264-71.
12. Shim JS, Lee JS, Lee JY, Choi YJ, Shin SW, Ryu JJ. Effect of software version and parameter settings on the marginal and internal adaptation of crowns fabricated with the CAD/CAM system. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(5):515-22.
13. Morsy N, El Kateb M, Azer A, Fathalla S. Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis [published online ahead of print, 2021 Oct 22]. *J Prosthet Dent.* 2023;130(1):28-34.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Cofias	30	S/ 90.00	S/ 2700.00
Laboratorio	2	S/ 120.00	S/ 240.00
TOTAL (S/.)			S/ 2940.00

Cronograma

Actividades	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023
Presentación del protocolo	x		
Aceptación del protocolo	x		
Recojo de datos		x	
Procesamiento de datos		x	
Análisis de los resultados		x	
Informe final			x
Presentación de resultados			x

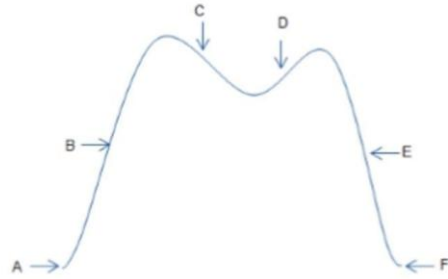
ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

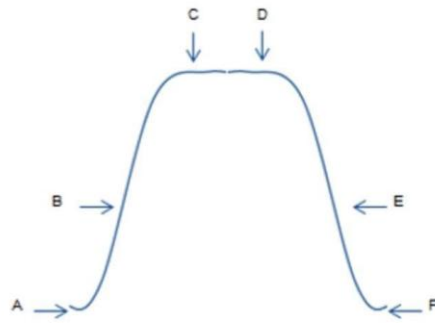
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Categoría a Escala	Valores
Adaptación	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre el margen cervical, axial y oclusal de una preparación (11).	Distancia a nivel cervical, axial, oclusal entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.	Cuantitativa	Continua De razón	Micrómetros (um)
Ángulo de convergencia total	Es la medida de la combinación de los ángulos de conicidad de las paredes axiales opuestas (12).	Ángulo producido por las paredes axiales convergentes a oclusal.	Cualitativa	Politémica nominal	1: 12° 2: 16° 3: 20°

Anexo 2. Ficha de recolección de datos

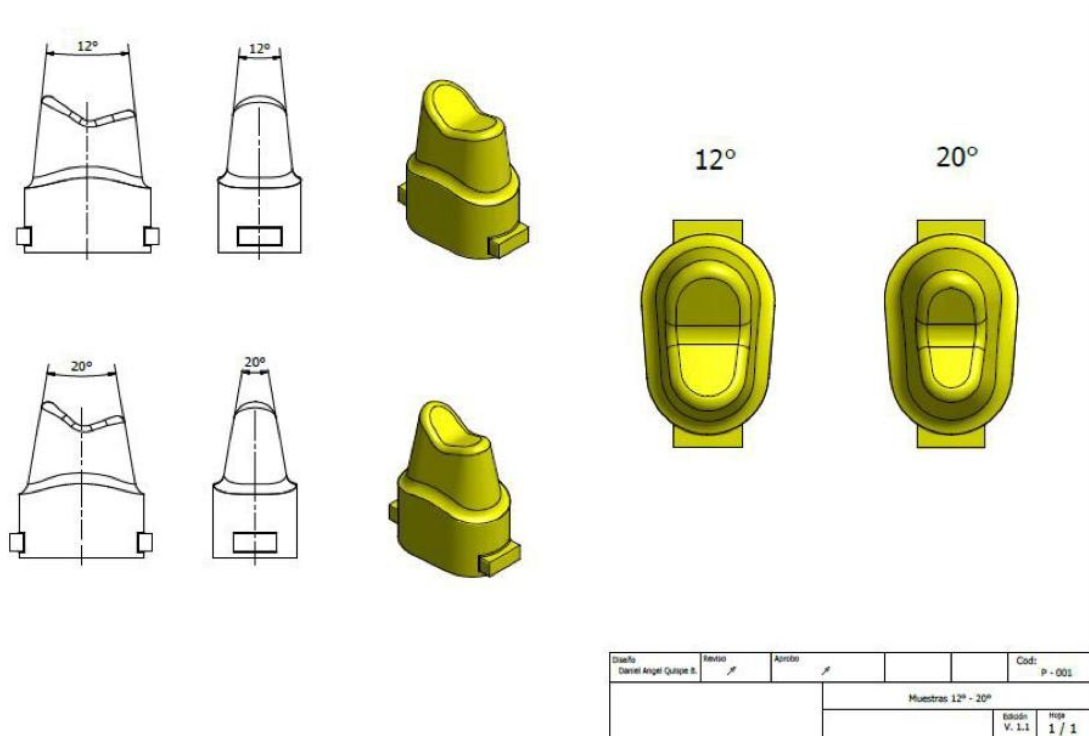
- A1: Sección marginal vestibular.
- B1: Sección interna axial vestibular.
- C1: Sección interna oclusal vestibular.
- D1: Sección interna oclusal palatino.
- E1: Sección interna axial palatino.
- F1: Sección marginal palatino.



- A2: Sección marginal distal.
- B2: Sección interna axial distal.
- C2: Sección interna oclusal distal.
- D2: Sección interna oclusal mesial.
- E2: Sección interna axial mesial.
- F2: Sección marginal mesial.



Anexo 3. Secuencia de trabajo para la confección de los modelos maestros



Diseño de modelos maestros con ángulos de convergencia total de 12°, 16° y 20° con el software 3D Autodesk Inventor Professional 2017 (Autodesk, USA).



12°



16°



20°

Modelos maestros de Co-Cr con ángulos de convergencia total de 12°, 16° y 20°

Anexo 4. Elaboración de los modelos de trabajo



Vista de impresión para modelo de trabajo.



Vaciado de impresión con ayuda de vibradora.



Modelos de trabajo de 12°, 16° y 20°

III. CONCLUSIONES

1. Respecto al trabajo de docencia universitaria estomatológica; el sílabo permite iniciar al estudiante con conceptos básicos, desarrollar habilidades y manejo del flujo digital. Facilita técnicas y protocolos en diferentes escenarios aplicables en la clínica.
2. Respecto al trabajo de análisis crítico de literatura estomatológica; Se evalúa cada parámetro específico del metaanálisis a través de herramientas científicas enlazando desde la estructura metodológica hasta los análisis estadísticos, con el objetivo de desarrollar criterio analítico.
3. Respecto al trabajo de proyecto de investigación en estomatología; las nuevas herramientas digitales permiten explorar diferentes alternativas con diferentes materiales sin la sensibilidad de los procesos convencionales. Por tal motivo, se realiza el presente proyecto de investigación con la finalidad de evaluar la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica de impresión en resina y colado por inducción.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alireza I, Fariborz V, Arash S, Ghodrattollah R, Behzad F. Evaluation of dimensional accuracy of dental bridges manufactured with conventional casting technique and CAD/CAM system with Ceramill Sintron blocks using CMM. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2018;12(4):264-71.
2. Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of Accuracy of Current Ten Intraoral Scanners. *Biomed Res Int.* 2021;21(13):267-70.
3. Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors (Basel).* 2020;20(4):115-7.
4. Hattori M, Patzelt SBM, Stadler S, et al. Computerized optical scanning of ears: An in vitro evaluation with an intraoral scanner. *J Prosthet Dent.* 2022;13(22):700-7.
5. 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.
6. 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.
7. Jong KP, Hae YK, Woong CK, Ji HK. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. *J Prosthet Dent.* 2016;116(6):909-15.
8. Kane LM, Chronaios D, Sierralta M, George FM. Marginal and internal adaptation of milled cobalt-chromium copings. *J Prosthet Dent.* 2015; 114 (5):680-5.
9. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020;64(2):109-13.

10. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Clin Oral Investig*. 2022;26(9):5625-42.
11. Majeed-Saidan A, Dutra V, Levon JA, et al. The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions *J Prosthodont*. 2022;10(11):11.
12. Morsy N, El Kateb M, Azer A, Fathalla S. Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis [published online ahead of print, 2021 Oct 22]. *J Prosthet Dent*. 2023;130(1):28-34.
13. Nils L, Roxner R, Klemendz S, Larsson C. Effect of production method on surface roughness, marginal and internal fit, and retention of cobalt-chromium single crowns. *J Prosthet Dent*. 2017;118(1):95-101.
14. Önöral Ö, Ulusoy M, Seker E, Etikan İ. Influence of repeated firings on marginal, axial, axio-occlusal, and occlusal fit of metal-ceramic restorations fabricated with different techniques. *J Prosthet Dent*. 2018;120(3):415-20.
15. Park J, Lee W, Kim H, Kim W, Kim J. Accuracy evaluation of metal copings fabricated by computer-aided milling and direct metal laser sintering systems. *J Adv Prosthodont*. 2015;(7):122-8.
16. Pasali B, Sarac D, Kaleli N, Sarac YS. Evaluation of marginal fit of single implant-supported metal-ceramic crowns prepared by using presintered metal blocks. *J Prosthet Dent*. 2018;119(2):257-262.
17. 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):304–5.

18. Schlenz MA, Schlenz MB, Wöstmann B, Glatt AS, Ganss C. Intraoral scanner-based monitoring of tooth wear in young adults: 24-month results. *Clin Oral Investig.* 2023;10(10):100-7.
19. Shim JS, Lee JS, Lee JY, Choi YJ, Shin SW, Ryu JJ. Effect of software version and parameter settings on the marginal and internal adaptation of crowns fabricated with the CAD/CAM system. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(5):515-22.
20. Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 2020;39(1):52-6
21. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci.* 2018;60(1):1-7.
22. Tasaka A, Shimizu T, Yamashita S. Intraoral scanner and computer-aided design/manufacturing technology for the fabrication of double-crown-retained removable dental prosthesis: A clinical report. *J Prosthodont Res.* 2022;66(3):519-23.
23. 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):301-8.

SYSTEMATIC REVIEW

Fit of zirconia fixed partial dentures fabricated from conventional impressions and digital scans: A systematic review and meta-analysis

Noha Morsy, DDS, MSD,^a Mohammed El Kateb, DDS, MSD, PhD,^b Amir Azer, DDS, MSD, PhD,^c and Said Fathalla, MS, PhD^d

Zirconia fixed partial dentures (FPDs) are becoming popular because of the increased demand for esthetics even for posterior and long-span restorations. Zirconia FPDs are predominantly made by using computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM), either with a completely digital workflow or with a conventional impression followed by digital fabrication.¹

Conventional impression making with polyether (PE) or polyvinyl siloxane (PVS) is still the standard impression method in fixed prosthodontics. Although it can produce satisfactory results, multiple sources of errors are related to conventional impression making, including tray selection, permanent deformation, and dimensional changes of impression and stone casts.^{2,3} A completely digital workflow eliminates the need for

ABSTRACT

Statement of problem. Available studies comparing fit accuracy of zirconia fixed partial dentures (FPDs) fabricated from conventional impressions and digital scans provide contradictory results. In addition, studies have been heterogeneous and of a limited number to provide conclusive evidence.

Purpose. The purpose of this systematic review and meta-analysis was to compare the marginal and intaglio fit of tooth-supported zirconia FPDs fabricated from conventional impressions and digital scans and to investigate the effect of different variables on the fit results.

Material and methods. An electronic search was performed on the National Library of Medicine (NLM), Cochrane Central Register of Controlled Trials, and Scopus databases. In addition, a manual search was carried out. Studies comparing the fit of tooth-supported zirconia FPDs fabricated from conventional impressions and digital scans and reporting sufficient data for qualitative and quantitative analysis were included. Standard mean differences (SMDs) and 95% confidence intervals (CI) were calculated for meta-analysis. Subgroup analysis was performed to study the effect of variables including restoration form (monolithic or framework), units number, intraoral scanner (IOS) type, conventional impression material, spacer thickness, and abutments region.

Results. The initial search resulted in a total of 608 articles. Nine articles were included in the analysis (1 clinical and 8 in vitro) evaluating 118 restorations. Digital scan displayed significantly better marginal fit ($P<.001$; SMD: -0.68; 95% CI: -0.92, -0.09) and intaglio fit ($P=.020$; SMD: -0.51; 95% CI: -0.94, -0.42). Test for subgroup difference showed a significant influence of only impression material type ($P=.008$) and units number ($P=.030$) on marginal fit. Digital scan showed significantly better marginal accuracy for 3-unit FPDs than 4-unit FPDs ($P<.001$; SMD: -1.02; 95% CI: -1.41, -0.63). In addition, digital scanning had significantly better marginal fit with polyvinyl siloxane than polyether ($P<.001$; SMD: -0.98; 95% CI: -1.32, -0.64). A cement spacer ≤ 50 μm improved both marginal and intaglio fit in the digital group. The TRIOS scanner resulted in the best performance in the digital group for marginal fit.

Conclusions. Digital scanning provides significantly better marginal and intaglio fit than conventional impression making for fabricating zirconia FPDs up to 4 units, either in monolithic form or frameworks and at any region of the arch. However, further clinical studies are recommended to obtain more substantial results. (J Prosthet Dent 2021;■■■■■)

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

^aAssistant Lecturer of Fixed Prosthodontics, Department of Conservative Dentistry, Alexandria University, Alexandria, Egypt.

^bProfessor of Fixed Prosthodontics, Department of Conservative Dentistry, Alexandria University, Alexandria, Egypt.

^cAssociate Professor of Fixed Prosthodontics, Department of Conservative Dentistry, Alexandria University, Alexandria, Egypt.

^dSenior Researcher, Department of Computer Science, University of Bonn, Bonn, Germany.

Clinical Implications

Digital scanning is recommended over conventional impression making for fabricating tooth-supported zirconia fixed partial dentures, providing superior marginal and intaglio fit.

conventional impression making with its drawbacks. In addition, digital scanning facilitates chair-side analysis of the preparation, selective scanning, and digital archiving and enhances patient comfort and satisfaction.^{4,5} However, in any CAD-CAM method, inaccuracies can result from the scanning process, software design, milling, and shrinkage effects. These inaccuracies can affect the fit accuracy of the produced restoration.⁶

Accurate fit of a fixed restoration is important for clinical success. Increased marginal gap has been associated with recurrent caries and marginal discoloration and affects the gingival condition.⁷ Moreover, the intaglio fit of the restoration influences the mechanical behavior and affects the seating of the restoration.⁸ Holmes et al⁹ defined the intaglio fit value as the perpendicular measurement from the intaglio surface of the restoration to the surface of the tooth. The same measurement at the margins represented the marginal fit value. A consensus about the clinically acceptable intaglio or marginal gap values is lacking.² However, a marginal discrepancy of 120 μm or less is considered clinically successful according to McLean and von Fraunhofer.¹⁰ In addition, an intaglio gap up to 200 μm at the occlusal area has been reported to be acceptable.¹¹ Although both conventional impression making and digital scanning have been reported to provide clinically acceptable results in currently available studies, comparative studies for both techniques are contradictory¹¹⁻²¹ and clinical studies are scarce. In addition, *in vitro* studies have used a small sample size with various study designs.²²⁻²⁵ A systematic review and meta-analysis are needed to combine the effect size of the available literature.

This review and meta-analysis aimed to compare the marginal and intaglio fit of zirconia FPDs fabricated from conventional impressions and digital scans. The null hypothesis was that no significant difference in marginal and intaglio fit between the impression methods.

MATERIAL AND METHODS

The protocol of this review was registered on the international prospective register of systematic reviews (PROSPERO) with registration number CRD42021243803. The review was performed according to guidelines of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)²⁶ statement to answer the

following Population, Intervention, Comparison, Outcome (PICO) question: For abutments prepared to receive zirconia tooth-supported FPDs, do digital scanning with any kind of intraoral scanner and conventional impression making with any kind of impression material provide comparable marginal and intaglio fit?

Zirconia restoration form and other covariates including span length, spacer thickness, abutment region, scanner type, and conventional impression material has been reported to affect the restoration fit accuracy.^{4,5,20,27-29} The secondary objective of this research was to study the relationship between the FPD fit and the following variables: FPD form (frameworks or monolithic), units number (3-unit or 4-unit), impression material (PE or PVS), intraoral scanner (IOS) type, cement spacer settings, and abutments region.

An electronic search was performed on the National Library of Medicine (NLM), Cochrane Central Register of Controlled Trials, and Scopus databases. In addition, a manual search was carried out on online libraries (Springer, Wiley, and ScienceDirect), Google Scholar search engine, and homepages of journals with a scope in the area of the research (*Journal of Prosthetic Dentistry*, *Dental Materials*, *Clinical Oral Investigations*, *BMC Oral Health*, *Journal of Prosthodontics*, *International Journal of Prosthodontics*, *Journal of Dentistry*, *International Dental Journal*, *Dental Clinics of North America*, *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, and *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*). The search was limited to English-language articles published in peer-reviewed journals between January 2000 and March 2021. The reference list of included studies and published systematic reviews between 2000 and 2021 were assessed for relevant citations. Medical Subject Headings (MeSH) terms and free-text keywords incorporated with Boolean operators were used for the search (Supplemental Table 1 available online). The selected studies were comparative randomized controlled clinical trials (RCTs) and *in vitro* studies answering the PICO question and reporting marginal and intaglio gap values as defined by Holmes et al.⁹

The search process was performed by 1 author (M.N.), and the titles of the articles obtained by the initial search were screened by 2 authors (M.N., A.A.). The selected articles were filtered for duplicates manually by using a spreadsheet (Microsoft Excel 2019 VL 16.44; Microsoft Corp). The abstracts of the resultant articles were reviewed to select the eligible articles for full-text reading and data synthesis by the same 2 authors. Articles were selected based on consensus, and if disagreements were present, a third author (E.M.) was consulted. One author (M.N.) analyzed the included full-text articles and used the spreadsheet to extract data items: author, year, study type, sample size, units number, abutments region, groups, master model, cement spacer, marginal and intaglio gap

Table 1. Characteristics of included studies

Study	Study Type	Sample Size	Units No.	Region	Finish Line	Groups	Master Model	Cement Spacer	Marginal Gap (Mean \pm SD)	Total Internal Gap (Mean \pm SD)	Zir form
Morsy 2021 ¹⁴	In vivo	12	3	AP	Chamfer	C:PE+Sc+Ceramill map400 D: CS 3500	NA	50	40.02 \pm 19.50 30.91 \pm 15.15	41.86 \pm 18.94 30.86 \pm 13.57	Monolithic
E Silva 2014 ¹⁶	In vitro	12	4	P	Chamfer	C: PE+Sc+Lava D: Lava COS	titanium	30	65.33 \pm 37.27 63.96 \pm 36.75	65.94 \pm 41.9 58.46 \pm 35.91	Framework
Arezoobakhsh 2020 ¹	In vitro	10	3	P	Chamfer	C: PVS+Sc+Deluxe D: TRIOS D:CS 3600	typodont	35	106 \pm 45 60 \pm 15 55 \pm 13	183 \pm 56 107.8 \pm 23.3	Framework
Keul 2014 ¹⁵	In vitro	12	4	P	Chamfer	C: PE+Sc+CARES Scan D: iTero	titanium	90	141.08 \pm 193.17 127.23 \pm 66.87	165.9 \pm 137.8 153.8 \pm 59.46	Framework
Su and Sun 2016 ²	In vitro	10	3	AP	Chamfer	C: PVS+Sc+D800 Shape D: Trios	typodont	60	76 \pm 18 63 \pm 16	134 \pm 47 110 \pm 40	Framework
Kim 2018 ²⁰	In vitro	30	4	P	Chamfer	C: PVS+Sc+inEos x5 D: Cerec Omnicam	Epoxy resin	NR	73.62 \pm 11.76 65 \pm 12	154.20 \pm 18.83 143.71 \pm 23.25	Monolithic
Moustapha 2019 ¹¹	In vitro	10	3	A	Chamfer	C: PVS+Sc+Imetric D: Trios	typodont	80	30 \pm 10 20 \pm 5	104 \pm 25.3 115.6 \pm 29.6	Framework

A, anterior; AP, anteroposterior; C, conventional; D, digital; NA, not applicable; No, number; NR, not reported; P, posterior; PE, polyether; PVS, polyvinyl siloxane; Sc, stone cast; SD, standard deviation; Zir, zirconia.

values (means and standard deviations [SDs] in micrometers), and restoration from (Table 1). The authors did not seek missing data or clarification regarding additional study information from individual studies.

To assess the methodological quality indicating the risk of bias (ROB) of the included studies, a modified methodological index for nonrandomized studies (MINORS) scale was used.²²⁻³⁰ The adapted scale consisted of 10 items and 2 additional items for in vivo studies. Each item was scored from 0 to 2; 0 indicated that the content of the item was not reported, 1 indicated that the content was reported but inadequately, and 2 indicated that it was sufficiently reported. The maximum possible score for the in vitro studies was 20, and that for the in vivo studies was 24. The assessment was done by 2 authors (M.N., F.S.). Any disagreements were resolved by a third author (E.M.).

The data extracted were analyzed by using a review manager software program (RevMan 5.4.1; Cochrane Collab). The effect size of each study was calculated as standard mean difference (SMD) and 95% confidence intervals (CIs) as the outcomes were continuous. The overall estimate of SMDs was computed by the inverse variance-weighted method. The overall effect of SMDs was first performed for the impression techniques. Subgroup analysis of SMDs was then performed to study the effect of variables. An SMD of 0.2 represents a small effect, an SMD of 0.5 represents a medium effect, and an SMD of 0.8 represents a large effect³¹ ($\alpha=0.05$). The I^2 index was used to estimate heterogeneity where $P<0.100$ was considered as statistically significant heterogeneity. A fixed-effects model was used for meta-analysis in case of insignificant heterogeneity, and a random-effects model was used in case of statistically significant

heterogeneity. Analysis was reported as forest plots with a description of the findings in the plots. Funnel plots of effect size and standard error for marginal gap and intaglio gap were used to represent the publication bias.

RESULTS

The initial search process resulted in a total of 608 articles. The authors included 146 articles after screening the titles and filtering duplicates, the resultant 94 articles were filtered by reading the abstracts, and 16 articles were selected based on the eligibility criteria for full-text reading. Seven articles^{12-13,32-36} were excluded after full-text reading (Fig. 1).

Among the excluded studies, 3 studies^{12-13,32} did not provide sufficient data for quantitative analysis, 3³³⁻³⁵ did not include the intervention group, and 1³⁶ did not include the control group. Nine articles were included in the quantitative and qualitative analysis comprising 1 RCT¹⁴ with crossover intrasubject comparison and 8 in vitro studies.^{11,15-21} In this review, 118 FPDs were evaluated. Six studies^{11,15,16,18-20} included posterior FPDs, 2^{14,17} included anteroposterior FPDs, and 1²¹ evaluated anterior FPDs. Five studies^{11,14,17,19,21} comprised 3-unit FPDs, and 4^{15,16,18,20} assessed 4-unit FPDs. In all involved studies, the abutments were prepared with a chamfer finish line. The cement spacer varied greatly among studies ranging between 30 μ m and 90 μ m. TRIOS was used in 3 studies,^{11,17,21} and LAVA was used in other 3 studies.^{16-18,19} iTero was used in 2 studies,^{15,19} CEREC,²⁰ CS 3500,¹⁴ and CS 3600¹¹ were used each in 1 study. PVS was used in 5 studies,^{11,17,19-21} while PE was used in 4 studies.^{14-16,18} All specimens were studied without any manual adjustments using the replica

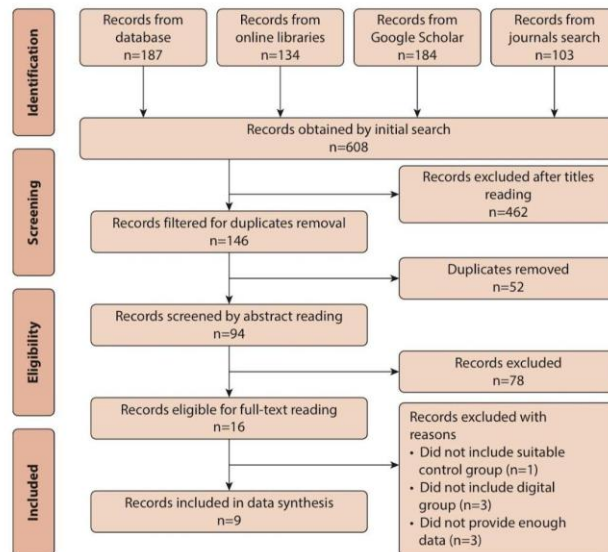


Figure 1. PRISMA flow diagram for search strategy and study selection. PRISMA, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.

method, except 1 study¹⁹ which used an optical comparator. All restorations were assessed before cementation. PVS was used in all studies to fabricate replicas except in the study by Moustapha et al²¹ who used vinyl polyether silicone. In the studies by Morsy et al¹⁴ and Moustapha et al,²¹ the FPDs were seated under controlled force by using a digital gauge¹⁴ and a dynamometer.²¹ Six of the included studies^{11,16-18,20,21} fabricated zirconia frameworks and evaluated the specimens without veneering. Three studies^{14,15,19} fabricated monolithic zirconia FPDs. In 6 studies,^{11,14,15,18,20,21} the highest gap values were recorded at occlusal or incisal area. Morsy et al,¹⁴ E Silva et al,¹⁶ and Su and Sun¹⁷ reported that the marginal discrepancy at the nonpontic side of the retainers was greater than that at the pontic side as a result of zirconia shrinkage or scanning difficulty because of the adjacent teeth. E Silva et al¹⁶ and Keul et al¹⁵ reported a greater marginal discrepancy in molar abutments than in premolars as the molar had a larger volume and complex geometry, rendering it more sensitive to zirconia sintering shrinkage.

The ROB of the included studies is displayed in Table 2. The main ROB of the included in vitro studies was related to the inadequate number of observations, sample size calculation, type of retentive elements, and definitive restorations. The main ROB in the included in vivo study was related to the inadequate number of

observations only. The funnel plot of the outcomes showed symmetry of included studies, indicating the possible absence of publication bias (Supplemental Figs. 1, 2 available online). However, the distribution of studies at the base of the funnel may indicate a high standard error because of the small sample size of included studies.

For marginal gap, a statistically significant difference favoring digital technique was found (SMD: -0.68; 95% CI: -0.94, -0.42; $P < .001$). The global meta-analysis for the marginal gap is displayed in Figure 2. Test for subgroup differences displayed no correlation between marginal discrepancy and restoration form, abutments region, cement spacer, or IOS type ($P \geq .05$) (Supplemental Figs. 3 to 6 available online). However, a significant effect on the SMDs was found for the number of units ($P = .030$) and the type of impression material ($P = .008$) (Supplemental Figs. 7, 8 available online). Digital scanning showed significantly better marginal accuracy than conventional impression making for both 3-unit ($P < .001$) and 4-unit FPDs ($P = .020$). In addition, digital scanning had significantly better marginal fit than conventional impression making when PVS was used ($P < .001$). Using PE produced an insignificant difference between the impression methods ($P = .200$). The digital technique displayed significantly better fit for both monolithic ($P < .001$) and framework form ($P = .010$). In regard to IOS type,

Table 2. Evaluation of risk of bias

Evaluation	In Vitro							In Vivo	
	E Silva 2014 ¹⁶	Arezobakhsh 2020 ¹¹	Keul 2014 ¹⁵	Su and Sun 2016 ¹⁷	Kim 2018 ²⁰	Moustafa 2019 ²¹	Shembesh 2017 ¹⁹	Ueda 2016 ¹⁸	Morsy 2021 ¹⁴
Clearly stated aim	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Contemporary groups	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Impression method	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Control groups with other impression materials	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Definitive restoration	1	1	1	1	2	1	2	1	2
Retentive element	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Adequate number of observations	1	1	1	1	2	1	1	1	2
Preparation method	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Power analysis	0	0	0	2	0	0	2	0	2
Statistical analysis	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Prospective collection of data	–	–	–	–	–	–	–	–	2
Baseline equivalence of groups	–	–	–	–	–	–	–	–	2
Total score	15	15	15	17	17	15	19	15	23

0=high risk; 1=unclear risk; 2=low risk.

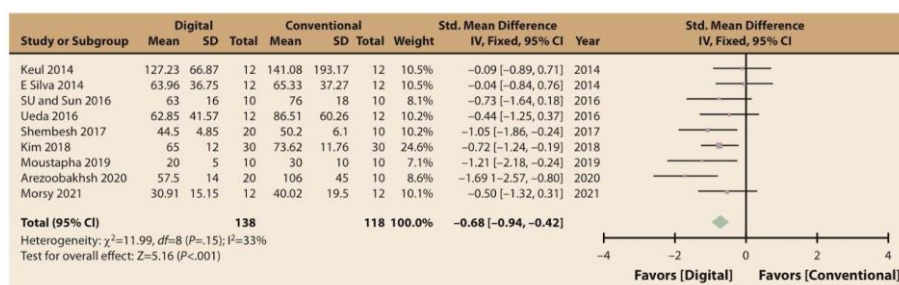


Figure 2. Forest plot for marginal gap differences between conventional and digital groups. CI, confidence interval; IV, inverse variance; SD, standard deviation; Std, standard.

CS3600, CEREC Omnicam, and TRIOS produced significantly better marginal fit than conventional impression making ($P=.004$ for CS 3600; $P<.001$ for CEREC; $P=.007$ for TRIOS).

For intaglio gap, a statistically significant difference favoring the digital technique was found (SMD: -0.51; 95% CI: -0.92 to -0.09; $P=.020$). The global meta-analysis for the intaglio gap is displayed in Figure 3. Test for subgroup differences displayed no correlation between intaglio discrepancy and all tested variables ($P\geq.05$). Only 4-unit FPDs displayed a significant difference favoring digital scanning over conventional impression making ($P=.030$) (Supplemental Fig. 9 available online). Regarding impression material, no significant difference was found between the impression methods when PVS ($P=.140$) or PE ($P=.060$) was used (Supplemental Fig. 10 available online). Regarding the region of the abutment, a significant difference in favor of digital scanning was detected in the posterior region only ($P=.030$)

(Supplemental Fig. 11 available online). Considering restoration form, digital scanning showed significantly better accuracy than conventional impression making in the monolithic subgroup only ($P=.020$) (Supplemental Fig. 12 available online). Considering IOS type, CS3600 produced significantly better adaptation than the conventional method ($P=.004$) (Supplemental Fig. 13 available online).

DISCUSSION

This review and meta-analysis was conducted to compare the marginal and intaglio fit of zirconia FPDs fabricated from conventional impressions and digital scans. The null hypothesis was rejected as digital scanning produced significantly better accuracy than the conventional technique, explained by the multiple steps and the human factors involved in the conventional technique.³

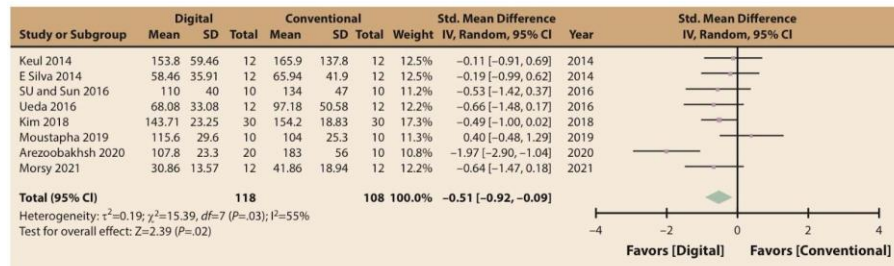


Figure 3. Forest plot for internal gap differences between conventional and digital groups. CI, confidence interval; IV, inverse variance; SD, standard deviation; Std, standard.

The significant difference favoring the digital group (intervention) found in this study was based on calculating the effect size as SMDs and not mean differences or mean values. Consequently, it was not possible to decide whether this difference was clinically important or not. However, in all included studies, the reported mean gap values in control and experimental groups were within the clinically acceptable range^{10,11} except the marginal gap reported in the study by Keul et al.¹⁵

This study investigated the effect of multiple variables on the fit accuracy, including zirconia form, the number of units, conventional impression material, cement spacer, abutments region, and IOS type. In regard to the FPD units number, 3-unit FPDs showed significantly better marginal accuracy and nominally but not significantly better intaglio fit than 4-unit FPDs. This might be explained by higher possibility of an error during stitching multiple images in intraoral scanning with longer edentulous ridges. In addition, the absence of landmarks for stitching multiple images and displacing mucosa during soft-tissue displacement can cause scanning errors.²⁰ The subgroup analysis revealed a significant effect of the impression material type on the performance of conventional impression making. PE significantly enhanced marginal fit and improved the intaglio fit in the conventional group compared with PVS. This finding disagreed with that of Chochlidakis et al,²⁴ who reported that PVS produced less discrepancy than PE. This contradiction might be a result of including more recent studies in the current meta-analysis as the PE material properties might have been improved.

Variables including zirconia form, cement spacer, abutments region, and IOS type were not correlated with the results for restoration fit. However, important findings can be reported from the subgroup analysis for those variables. A cement spacer ≤ 50 μm nominally enhanced both marginal and intaglio fit in the digital group (Supplemental Figs. 5, 14 available online). This finding was consistent with that of Hasanzade et al² who

reported that digital scanning showed better accuracy with lower cement spacer values. The digital technique showed significantly better intaglio fit than the conventional technique only for posterior FPDs. This result might be because of the long and angled geometry of anterior teeth complicating the intraoral scanning. In addition, the process of stitching multiple images during intraoral scanning might be complicated at the arch curvature and associated with more scanning errors affecting the fit accuracy.^{5,25}

Previous studies reported that different intraoral scanners varied in scanning accuracy.^{4,5} No conclusion has been reached regarding the superiority of a certain IOS from the current subgroup analysis because few studies were included, and heterogeneity was high. However, the TRIOS scanner had the best performance in the digital group for marginal fit with 0% heterogeneity and SMD of -1.07, consistent with a previous review by Tabesh et al.²⁵ The superiority of the TRIOS scanner might be a result of its scanning technology based on a video streaming combining laser confocal microscopy with structured light increasing the scanning speed (ultrafast optical sectioning technology).¹⁷

The main finding of this research was similar to that of the study by Chochlidakis et al,²⁴ who reported nominally smaller but not significantly lower marginal and intaglio gaps in the digital group. However, the results of this review conflicted with those of Hasanzade et al² and Bandiaky et al²³ who reported no significant difference between the impression methods. This difference might be a result of including different studies and using different eligibility criteria.

Limitations of the present study included focusing on zirconia FPDs only. However, these were selected because of their recent popularity and advances in materials and techniques. Another limitation was including few studies which used a small sample size. This limitation might be a result of excluding non-English articles and data not published as full articles. In addition, only 1 clinical trial

was eligible for the analysis. Further clinical studies are required to confirm the superiority of digital scanning that has been reported in the current research.

CONCLUSIONS

Based on the findings of this systematic review and meta-analysis, the following conclusions were drawn:

1. Digital scanning produced significantly better marginal and intaglio fit than conventional impression making for fabricating zirconia FPDs up to 4 units ($P < .05$).
2. Marginal adaptation of zirconia 3-unit FPDs was significantly better than that of 4-unit FPDs fabricated from digital scanning ($P = .030$).
3. Using polyether impression material improved both marginal and intaglio fit of zirconia FPDs when a conventional impression was used.
4. Digital scanning with the TRIOS intraoral scanner enhanced the marginal fit of zirconia FPDs.
5. Virtual cement spacer $\leq 50 \mu\text{m}$ resulted in a better marginal and intaglio fit for zirconia FPDs.

REFERENCES

1. Guth JF, Stawarczyk B, Edelhoff D, Liebermann A. Zirconia and its novel compositions: what do clinicians need to know? *Quintessence Int* 2019;50:512-20.
2. Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar KI, Alikhahi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2020;123:360-8.
3. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. *J Prosthodont* 2018;27:35-41.
4. Park GH, Son K, Lee KB. Feasibility of using an intraoral scanner for a complete-arch digital scan. *J Prosthet Dent* 2019;121:803-10.
5. Treesh JC, Liacouras PC, Taft RM, Brooks DI, Raiciulescu S, Ellert DO, et al. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2018;120:382-8.
6. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health* 2017;17:1-9.
7. Hasanzade M, Shirani M, Afrashtehfar KI, Naseri P, Alikhahi M. In vivo and in vitro comparison of internal and marginal fit of digital and conventional impressions for full-coverage fixed restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract* 2019;19:236-54.
8. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SA, Wirthman CP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;65:357-64.
9. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989;62:405-8.
10. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
11. Arezoobakhsh A, Shayegh SS, Ghomi AJ, Hakimaneh SMR. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit zirconia frameworks fabricated with CAD-CAM technology using direct and indirect digital scans. *J Prosthet Dent* 2020;123:105-12.
12. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD-CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2016;20:291-300.
13. Pellizzer EP, Mello CC, Gomes JM, Santiago Júnior JF, Lemos CAA, Verri FR. Vertical and horizontal misfit analysis of 3-unit FDP fabricated with different techniques and CAD-CAM systems. *Braz Dent J* 2018;29:342-6.
14. Morsy N, El Kateb M, Azer A, Fathalla S. Fit of monolithic multilayer zirconia fixed partial dentures fabricated by conventional versus digital impression: a clinical and laboratory investigations. *Clin Oral Investig* 2021;25:5363-73.
15. Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Guth JF. Fit of 4-unit FPDs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization—a laboratory study. *Dent Mater* 2014;30:400-7.
16. E Silva JSA, Erdelt K, Edelhoff D, Araujo E, Stimmelmayer M, Vieira LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig* 2014;18:515-23.
17. Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent* 2016;116:362-7.
18. Ueda K, Beuer F, Stimmelmayer M, Erdelt K, Keul C, Guth JF. Fit of 4-unit FPDs from CoCr and zirconia after conventional and digital impressions. *Clin Oral Investig* 2016;20:283-9.
19. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An in vitro comparison of the marginal adaptation accuracy of CAD-CAM restorations using different impression systems. *J Prosthodont* 2017;26:581-6.
20. Kim WK, Kim S. Effect of number of pontics and impression technique on the accuracy of four-unit monolithic zirconia fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2018;119:860.e1-7.
21. Moustapha G, Azzam K, AlShwaimi E, Silwadi M, Ferrari M, Salameh Z. Evaluation of the fit of zirconia three-unit fixed partial dentures fabricated by different impression techniques. *J Investig Clin Dent* 2019;10:e12413.
22. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:328-35.
23. Bandiaky ON, Le Bars P, Gaudin A, Hardouin JB, Cheraud-Carpentier M, Mboudj EB, et al. Comparative assessment of complete-coverage, fixed tooth-supported prostheses fabricated from digital scans or conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2020.
24. Choehlidakis KM, Pappaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng JJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:184-90.
25. Tabesh M, Nejatidanesh F, Savabi G, Davoudi A, Savabi O, Mirmohammadi H. Marginal adaptation of zirconia complete-coverage fixed dental restorations made from digital scans or conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2021;125:603-10.
26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg* 2010;8:336-41.
27. Habibi Y, Dawid MT, Waldecker M, Rammelsberg P, Bömicke W. Three-year clinical performance of monolithic and partially veneered zirconia ceramic fixed partial dentures. *J Esthet Restor Dent* 2020;32:395-402.
28. Lee J, Choi S, Kim M, Kim H, Kim Y, Shin S. Effect of span length on the fit of zirconia framework fabricated using CAD-CAM system. *J Adv Prosthodont* 2013;5:118-25.
29. Suzuki S, Katsuta Y, Ueda K, Watanabe F. Marginal and internal fit of three-unit zirconia fixed dental prostheses: effects of prosthesis design, cement space, and zirconia type. *J Prosthodont Res* 2020;64:460-7.
30. Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological index for non-randomized studies (MINORS): development and validation of a new instrument. *ANZ J Surg* 2003;73:712-6.
31. Takeshima N, Sozu T, Tajika A, Ogawa Y, Hayasaka Y, Furukawa TA. Which is more generalizable, powerful and interpretable in meta-analyses, mean difference or standardized mean difference? *BMC Med Res Methodol* 2014;14:1-7.
32. Kim MW, Kim JY, Shim JS, Kim S. Effect of the number of splinted abutments on the accuracy of zirconia copings. *J Prosthet Dent* 2018;120:790.e1-7.
33. Att W, Komine F, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2009;101:239-47.
34. Song TJ, Kwon TK, Yang JH, Han JS, Lee JB, Kim SH, et al. Marginal fit of anterior 3-unit fixed partial zirconia restorations using different CAD-CAM systems. *J Adv Prosthodont* 2013;5:219-25.
35. Vigolo P, Fonzi F. An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD-CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycles. *J Prosthodont* 2008;17:621-6.
36. Lopez-Suarez C, Gonzalo E, Pelaez J, Serrano B, Suarez MJ. Marginal vertical discrepancies of monolithic and veneered zirconia and metal-ceramic three-unit posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2016;29:256-8.

Corresponding author:

Dr Noha Morsy
Assistant Lecturer of Fixed Prosthodontics
Department of Conservative Dentistry
Alexandria University
39 Abd El Monem Sanad St, Alexandria
EGYPT
Email: nohamorsy.nm88@yahoo.com

Copyright © 2021 by the Editorial Council for *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.08.025>