



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ESTUDIO IN VITRO DEL EFECTO DE
LAS CARGAS CÍCLICAS
COMPRESIVAS SOBRE LA
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE
CEMENTOS TEMPORALES USADOS EN
CORONAS DE ZIRCONIA SOBRE
ANÁLOGOS DE PILARES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA

HANZ OLIVERA CHACON

LIMA - PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Carlos Vladimir Espinoza Montes

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. MIGUEL BENJAMIN PEREA PAZ

PRESIDENTE

MG. PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

VOCAL

MG. CARLOS YURI LIÑAN DURAN

SECRETARIO

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre me apoyaron en mis estudios.

A mi hijo quien es motivo de siempre seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

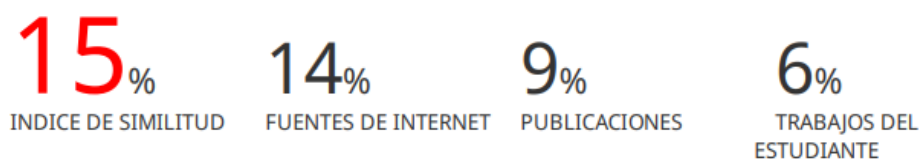
A todas las personas que ayudaron para que pueda concluir con mi meta.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciado.

ESTUDIO IN VITRO DEL EFECTO DE LAS CARGAS CÍCLICAS COMPRESIVAS SOBRE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CEMENTOS TEMPORALES USADOS EN CORONAS DE ZIRCONIA SOBRE ANÁLOGOS DE PILARES

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.ciodonto.edu.br Fuente de Internet	1%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	digibuo.uniovi.es Fuente de Internet	1%
4	digitum.um.es Fuente de Internet	1%
5	amsdottorato.unibo.it Fuente de Internet	1%
6	journals.iztacala.unam.mx Fuente de Internet	1%
7	Birgitta Häggman-Henrikson, David Ali, Mustafa Aljamal, Bruno Ramos Chrcanovic. "Bruxism and dental implants: A systematic	1%

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Desarrollo temático	2
II.1. Docencia universitaria estomatológica	2
II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica	8
II.3. Proyecto de investigación en estomatología	15
III. Conclusiones	31
IV. Referencias bibliográficas	32
V. Anexos	

RESUMEN

Introducción: Hasta la actualidad no se tiene consenso sobre el protocolo de cementación para las coronas sobre implantes por lo que es necesario seguir investigando los diferentes materiales de fabricación de coronas y cementos, y su resistencia en ambientes que simulan las fuerzas masticatorias. **Desarrollo temático:** Se elaboró un silabo, la revisión de un artículo de investigación y el proyecto de investigación. **Conclusiones:** El módulo de docencia universitaria sienta bases científicas para la elaboración estructurada del silabus del curso de coronas sobre implantes. El análisis crítico de literatura usando el CASP, ayuda a reconocer si un artículo de investigación se encuentra bien elaborado o presenta deficiencias. El proyecto de investigación desarrollado tiene como objetivo conseguir un cemento temporal que sea resistente a las fuerzas de la masticación y además pueda permanecer periodos de tiempo prolongados en boca tras el cual pueda ser retirado para un mantenimiento.

Palabras clave: Oxido de zirconio, coronas, prótesis dental, implantosoportado y fuerza de retención.

ABSTRACT

Introduction: Until now there is no consensus on the cementation protocol for crowns on implants, so it is necessary to continue investigating the different materials for manufacturing crowns and cements, and their resistance in environments that simulate masticatory forces. **Thematic development:** A syllabus, the review of a research article and the research project were prepared.

Conclusions: The university teaching module establishes scientific bases for the structured elaboration of the syllabus of the crowns on implants course. In the critical analysis of literature, it helps to recognize if a research article is well prepared or has deficiencies, using the CASP. The research project developed aims to find a temporary cement that is resistant to the forces of chewing and can also remain in the mouth for long periods of time after which it can be removed for maintenance.

Keywords: Zirconium oxide, crowns, dental prosthesis, implant-supported and retention force.

I. INTRODUCCION

Durante el curso se desarrolló un silabo del curso de restauraciones unitarias sobre implantes, en el cual el alumno podrá realizar la planificación y elaboración de las coronas en maquetas.

Como segundo tema se realizó un análisis crítico de una revista científica cuyo título original fue: Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown type implant-supported prosthesis; en el cual se pudo evaluar de manera estructurada el artículo y detectar algunos puntos críticos.

Y al finalizar realizamos la elaboración del proyecto de investigación de tipo in vitro en el cual se desea evaluar la resistencia al despegue de las coronas de zirconia cementadas con cementos de tipo temporal.

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	:	Restauraciones unitarias sobre implantes
1.2.	Código	:	E0281
1.3.	Dirigido a	:	Estudiantes 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	:	2 crédito
			Horas teóricas: 16 horas
			Horas prácticas: 12 horas
			Horas de estudio independiente: 10 horas
1.10.	Duración	:	Del 03 de agosto al 19 de octubre de 2023
1.11.	Coordinador	:	Esp. Hanz Olivera Chacon olivera.chacon.h@upch.pe

II. SUMILLA

Curso de naturaleza teórica y práctica, cuyo propósito es dar a conocer los diferentes tipos de restauraciones unitarias sobre implantes y materiales, que le permita al estudiante su manejo. Comprende los aditamentos protésicos y la cementación de coronas sobre implantes.

III. RESULTADO DE APRENDIZAJE

Al término del curso, el estudiante:

1. Realiza la planificación de coronas sobre implantes en un caso simulado.
2. Realizar la confección de una corona sobre implante atornillada y cementada en maqueta.

IV. CONTENIDOS

Unidad 1: Bases teóricas para la planificación de coronas sobre implantes.

- a. Restauraciones unitarias fijas sobre implantes
Coronas atornilladas.
Coronas cementadas.

Coronas cemento-atornilladas.

b. Aditamentos usados en las en la confección de las coronas unitarias sobre implantes.

Pilares.

Análogos.

Transfers.

Calcinables.

c. Materiales para las coronas sobre implantes

d. Complicaciones biológicas y mecánicas

e. Protocolo reverso para la planificación de coronas sobre implantes

Unidad 2: Práctica de coronas, técnicas de cementación y caso clínico.

a. Práctica de reconocimiento de aditamentos y confección de coronas atornilladas

b. Práctica de reconocimiento de aditamentos y confección de coronas cementadas y técnicas de cementación

c. Práctica de resolución de un caso clínico

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

La asignatura desarrolla sesiones de aprendizaje presenciales y no presenciales, haciendo uso del Blackboard, herramienta de videoconferencia Zoom y los recursos tecnológicos.

Las metodologías para las sesiones de aprendizaje serán:

Clases magistrales: Las clases virtuales serán grabadas para la revisión eventual, esta metodología es participativa por parte de los estudiantes que permite resolver sus dudas.

Prácticas de laboratorio: Sesiones prácticas donde el docente mostrará los aditamentos usados para la confección de coronas sobre implantes y el alumno realizará el trabajo bajo la supervisión del docente.

VI. EVALUACIÓN

Las evaluaciones se desarrollan en modalidad no presencial y presencial.

Las evaluaciones en modalidad presencial se realizarán a través del Blackboard, herramienta de videoconferencia Zoom y los recursos tecnológicos.

El docente considera actividades para la evaluación formativa y sumativa con la retroalimentación efectiva de cada evaluación.

Aspectos a evaluar	Ponderación
Práctica Calificada (Planificación U1)	30%
Pasos cortos (U1)	10%
Práctica de resolución de caso clínico (U2)	50%
Examen final (U2)	10%
Total	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Al Amri MD, Al-Rasheed AS, Al-Kheraif AA, Alfadda SA. Comparison of Clinical, Radiographic, and Immunologic Inflammatory Parameters Around Dental Implants with Cement-Retained and Screw-Retained Restorations: A 5-Year Prospective Cohort Study in Men. *Int J Prosthodont.* 2017;30(4):384-9.
2. Guncu MB, Aktas G, Guncu GN, Anil D, Turkyilmaz I, Antonoff LR. Clinical, Technical, and Radiologic Outcomes of 182 Implant-Supported Zirconia Single Crowns Using Titanium-Base Abutments: A Retrospective Study. *Int J Prosthodont.* 2022;35(4):553-9.
3. Lemos CA, de Souza Batista VE, Almeida DA, Santiago Júnior JF, Verri FR, Pellizzer EP. Evaluation of cement-retained versus screw-retained implant-supported restorations for marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;115(4):419-27.
4. Misch CE. *Prótesis dental sobre implantes.* 2da ed. Barcelona: Editorial Elsevier; 2015.
5. Naumann M, Scholz P, Krois J, Schwendicke F, Sterzenbach G, Happe A. Monolithic hybrid abutment crowns (screw-retained) versus monolithic hybrid abutments with adhesively cemented monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34(3):209-20.
6. Reda R, Zanza A, Cicconetti A, Bhandi S, Guarnieri R, Testarelli L, Di Nardo D. A Systematic Review of Cementation Techniques to Minimize Cement Excess in Cement-Retained Implant Restorations. *Methods Protoc.* 2022;5(1):9.
7. Rocha PV. *Pasos para la prótesis sobre implantes: Planificación y control.* 1ra ed. Caracas: Editorial Amolca; 2017.
8. Sarafidou K, Vasileiadi G, Louvrou MK, Moldovani E, Koidis P, Kokoti M, Bakopoulou A. Screw-cementable implant-supported prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2021;2:S0022-3913(21)00506-0. DOI: doi: 10.1016/j.prosdent.2021.08.027.
9. Tsigarida A, Chochlidakis K, Fraser D, Lampraki E, Einarsdottir ER, Barmak AB, Papaspyridakos P, Ercoli C. Peri-Implant Diseases and Biologic Complications at Implant-Supported Fixed Dental Prostheses in Partially Edentulous Patients. *J Prosthodont.* 2020;29(5):429-5.

10. Wittneben JG, Millen C, Brägger U. Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29Suppl: 84-98.
11. Wolfart S, Rittich A, Groß K, Hartkamp O, von der Stück A, Raith S, Reich S. Cemented versus screw-retained posterior implant-supported single crowns: A 24-month randomized controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2021;32(12):1484-95.

VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombres	Apellidos	Departamento Académico	Condición Docente/Invitado	Correo electrónico
Esp.	Hanz	Olivera Chacon	Departamento Académico de Clínica Estomatológica	Contratado	olivera.chacon.h@upc h.pe

IX. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

N° de Sesión	Fecha	Horario	Contenido	Estrategias didácticas	Docente
1	3 Agosto	09:00am – 11:00am	Presentación del curso Definición y clasificación de las Coronas sobre implantes. Coronas atornilladas.	Clase magistral – Virtual	Hanz Olivera Chacon
2	10 de Agosto	09:00am – 11:00am	Coronas cementadas. Coronas cemento-atornilladas.	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacon
3	17 Agosto	09:00am – 11:00am	Aditamentos para coronas sobre implantes 1: Pilares. Análogos.	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacón
4	24 Agosto	09:00am – 11:00am	Aditamentos para coronas sobre implantes 2: Transfers Calcinables	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacon
5	31 Agosto	09:00am – 11:00am	Materiales para la confección de coronas sobre implantes	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacon
6	07 Septiembre	09:00am – 11:00am	Complicaciones biológicas y protésicas en coronas sobre implantes unitarias	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacon
7	14 Septiembre	09:00am – 11:00am	Protocolo reverso para la planificación de coronas sobre implantes.	Clase magistral – Virtual Paso corto	Hanz Olivera Chacon
8	21 Septiembre	09:00am – 12:00pm	Práctica de confección de coronas atornilladas	Práctica presencial calificada	Hanz Olivera Chacon

9	28 Septiembre	09:00am – 12:00pm	Práctica de confección de coronas cementadas	Práctica presencial calificada	Hanz Olivera Chacon
10	5 Octubre	09:00am – 12:00pm	Práctica de cementación	Práctica presencial calificada	Hanz Olivera Chacon
11	12 Octubre	09:00am – 12:00pm	Práctica de resolución de un caso clínico.	Práctica presencial calificada	Hanz Olivera Chacon
12	19 Octubre	09:00am – 12:00pm	Examen Final	Evaluación final	Hanz Olivera Chacon

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown type implant-supported prosthesis
Autores	Seoung-Jin H, Hyeonjong Lee YYL, Kung-Rock K
Revista	The Journal of Prosthetic Dentistry
Año de publicación	2022
País	República de Corea
Tipo de estudio	In vitro
Objetivo	
El propósito de este estudio in vitro fue evaluar la fuerza de retención y la distribución de tensiones en el sistema de doble corona no cementado (DCNC).	
Metodología	
Se definió una muestra de 40 especímenes, compuesta por un implante, un pilar de titanio y una corona de zirconio. Las fuerzas de retención de 10 especímenes del tipo de DCNC se midieron sin carga y después de carga cíclica durante 50, 100, 200, 600, 10000 y 1000000 ciclos usando una máquina de prueba universal con un dispositivo de fijación personalizado. Cuarenta muestras del ensayo de distribución de tensiones se dividieron en 4 grupos según el tipo de retención (cemento-retenida o tipo DCNC) y la dirección de la carga (vertical u oblicua). Se colocaron galgas extensiométricas en los lados bucal y lingual del implante y se midieron los valores de micro deformación.	
Resultados	
Las fuerzas de retención después de 0, 50, 100, 200, 600, 10 000 y 1 000 000 de ciclos de carga fueron $18,12 \pm 6,16$ N, $20,47 \pm 5,78$ N, $19,79 \pm 6,61$ N, $18,46 \pm 5,23$ N, $19,60 \pm 6,93$ N, $21,75 \pm 5,03$ N y $40,91 \pm 9,32$ N, respectivamente, y después de 1 000 000 de ciclos, la fuerza de retención fue significativamente mayor que la de otros ciclos de carga ($p < 0,05$). La media de los valores máximos de micro deformación bajo la carga vertical fue similar en el tipo cementado (lado bucal, $834,96 \pm 53,69$ mm/m; lado lingual, $490,76 \pm 34,12$ mm/m) y el tipo de corona doble no cementada (lado bucal, $814,28$ mm/m $\pm 71,20$ mm/m; lado lingual, $479,10 \pm 30,74$) ($p > 0,05$), y la media de los valores máximos de micro esfuerzo bajo la carga oblicua también fue similar en el tipo cementado (lado bucal, $1991,04 \pm 109,89$ mm/m ; lado lingual, $-2232,41 \pm 189,88$) y el tipo CLD (lado bucal, $1932,47 \pm 152,51$ mm/m; lado lingual, $-2097,47 \pm 130,69$ mm/m) ($p > 0,05$).	
Conclusiones	
El tipo DCNC tuvo una retención clínicamente aceptable después 1 000 000 de ciclos de carga y tuvo una capacidad de distribución de tensiones similar o mejor que el tipo retenido con cemento.	

II.2.2. Calidad del reporte escrito: CRIS para estudios in vitro

Secciones	Item	Recomendación	Descripción	Página
Título y resumen				
Título y resumen	1a	Identifica en el título que es un estudio in vitro/laboratorio.	No, no se indica.	
	1b	Resumen estructurado del diseño, métodos, resultados y conclusiones.	Sí, indica el diseño, además, se observa un resumen estructurado con secciones como planteamiento del problema, propósito, materiales y método, resultados y conclusiones.	626
Introducción				
Antecedentes y objetivos	2a	Antecedentes científicos y explicación de los motivos del estudio	Sí, presenta antecedentes, donde indica los motivos principales son la falta de evidencia que indique la diferencia de retención entre los cementos provisionales, definitivos, clínicamente relevantes.	626, 627
	2b	Objetivos específicos o hipótesis	Sí, presenta los objetivos y las hipótesis nulas fueron: “la fuerza de retención del tipo DCNC disminuiría después de la carga cíclica y que la capacidad de distribución de tensiones del tipo DCNC sería similar a la del tipo cementado”	627
Métodos				
Intervenciones	3	La intervención para cada grupo, incluyendo cómo y cuándo se administraron realmente, tienen suficiente detalle para permitir su reproducción.	Sí, explica claramente la intervención a cada grupo de estudio; por lo que sí podría usarse el método para una futura investigación. Con la excepción de que la fuerza de la carga cíclica debería tener un valor fijo.	628, 629
Resultados (outcomes)	4	Medidas de resultado primarias y secundarias completamente definidas, incluyendo cómo y cuándo fueron evaluadas.	Si, se mide la retención después de las cargas cíclicas con una máquina de prueba universal y la micro deformación mediante la colocación en cervical de galgas extensiométricas.	628, 629,

Tamaño muestral	5	Explica cómo se determinó el tamaño muestral.	No, no se especifica cómo se determinó el tamaño muestral.	-
Randomización:				
Generación de la secuencia	6	Menciona el método utilizado para generar la secuencia de asignación aleatoria.	No aplica.	-
Mecanismo de ocultación de la asignación	7	Indica el mecanismo usado para implementar la secuencia de asignación aleatoria (como contenedores numerados secuencialmente), descripción de las medidas adoptadas para ocultar la secuencia hasta la asignación de las intervenciones.	No aplica.	-
Implementación	8	Determina quién generó la secuencia de asignación aleatoria, quién enroló las muestras y quién las asignó a la intervención.	No aplica.	-
Cegamiento	9	En caso sea afirmativo, ¿indica a quién se cegó tras la asignación a las intervenciones (por ejemplo, a los profesionales sanitarios, a los que evalúan los resultados) y cómo se hizo?	No indica si hubo cegamiento para el análisis y evaluación de los datos (desconocimiento de la identidad de los grupos).	-
Métodos estadísticos	10	Menciona los métodos estadísticos usados para comparar los grupos para resultados primarios y secundarios	Sí, usaron las pruebas de Shapiro-Wilk, significativo post hoc de Tukey y la prueba de t, mediante un software estadístico (IBM SPSS Statistics v. 21)	629
Resultados				
Especímenes analizados	11a	Indica el número de especímenes incluidos en cada grupo de análisis.	Sí, indica que tienen 4 grupos cada uno de 10 especímenes (en material y métodos).	628
Resultados y estimación	11b	Describe los resultados primarios y secundarios, de cada grupo, y la magnitud estimada del efecto y su precisión (como el intervalo de confianza del 95%, valor de p, etc.)	Sí, indica la fuerza de retención sin carga y con carga del grupo de estudio y su significancia estadística. Así como los valores de micro esfuerzo para ambos grupos tanto para fuerzas verticales y oblicuas.	629, 630
Discusión				
Limitaciones	12a	Establece las limitaciones, abordando las fuentes de posibles sesgos, imprecisiones y, si procede, multiplicidad de análisis.	Sí, indica que las limitaciones son el diseño de estudio "in vitro", las fuerzas aplicadas no son reales y no	632

			se pueden controlar otras variables clínicas.	
Generalización	12b	Indicar la generalización (validez externa, aplicabilidad) de los resultados.	Sí, indica que se puede considerar su uso en algunas situaciones clínicas.	632
Interpretación	12c	Interpretación coherente con los resultados, sopesando los beneficios y los perjuicios, y teniendo en cuenta otras pruebas pertinentes.	Si, realiza una interpretación adecuada de los resultados y manifiesta la ventaja de esta con respecto a otros métodos de estudio.	630, 631
Otra información				
Protocolo	24	Indica dónde puede consultarse el protocolo completo, si está disponible	No indica, pero si se encuentra la correspondencia del autor. No menciona la aprobación de algún comité de ética.	633
Financiamiento	25	Menciona las fuentes de financiamiento y otras ayudas (como suministros), papel de los financiadores	No, no se especifica.	-

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: AXIS adaptada para estudios in vitro

Introducción	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
1. ¿Fueron los objetivos del estudio claros?	X			Indica que evaluaron la fuerza de retención de DCNC sin carga y con carga cíclica. Y también la distribución de tensiones del tipo DCNC con la del tipo cementado.	627
Métodos					
2. ¿Fue el estudio diseñado apropiadamente para los objetivos propuestos?	X			Muestra las dos pruebas usadas para evaluar los dos objetivos propuestos, que son la resistencia a la tracción y evaluación de la micro tensión.	628, 629
3. ¿Fue el tamaño de muestra justificado?		X		En el estudio no indica cómo se seleccionó el tamaño de muestra.	-
4. ¿Fueron los especímenes tomados de una población de base apropiada?				No aplica.	-

5. ¿Fue el proceso de selección de especímenes congruente con la población de investigación?				No aplica	-
6. ¿Se midieron adecuadamente los resultados de acuerdo con los objetivos del estudio?	X			Muestra los resultados de la evaluación de la retención antes y después de las cargas y de los valores de micro deformación.	629
7. ¿Se midieron correctamente los resultados con el uso de instrumentos o medidas que hayan sido experimentadas, probadas o publicadas previamente?		X		Pero la metodología ya fue usada en estudios previos, pero no están citados en el artículo.	-
8. ¿Está claro que se usó para determinar significancia estadística, estimadores de precisión, o ambos? (por ejemplo: valores p, intervalos de confianza)	X			Solo usaron un valor de $p < 0.05$ como indicativo de significancia estadística.	629
9. ¿Fueron los métodos (incluye métodos estadísticos) suficientemente descritos para permitir que estos sean repetidos?	X			Se describe claramente cómo realiza las pruebas de tracción antes y después de las cargas, así como se evaluará la micro deformación. Asimismo, el análisis estadístico también fue claramente descrito.	627, 628, 629
Resultados					
10. ¿Fueron descritos adecuadamente los datos básicos?	X			Se describen los resultados de retención antes y después de cada carga, así como los valores de micro deformación; pero el resultado lo compara con un valor (clínicamente aceptable) no determinado en este artículo	629, 630
11. ¿Si es apropiado, la información de los individuos con no respuesta fue descrita?				No aplica	-
12. ¿Fueron los resultados consistentes internamente?	X			Existe consistencia entre los instrumentos usados y las variables evaluadas en el estudio.	630

13. ¿Fueron presentados los resultados descritos para su análisis en métodos?	X			Muestra una descripción adecuada para la retención, pero no muestra un cuadro para evidenciar todos los datos. La evaluación de la micro tensión si se encuentra adecuadamente representada con figuras y cuadros estadísticos.	630
Discusión					
14. ¿Fueron las discusiones y conclusiones de los autores justificadas por los resultados?	X			Las conclusiones muestran la retención y micro tensión clínicamente aceptable de las DCNC de acuerdo con los resultados. Considerando como error usar el término “clínicamente” pues se trata de un estudio “in vitro”.	633
15. ¿Fueron discutidas las limitaciones del estudio?	X			Indica las limitaciones de ser un estudio in vitro y no tratarse de fuerzas reales de retención y estrés.	632
Otros					
16. ¿Existieron algunas fuentes de financiación o conflictos de interés que puedan afectar la interpretación de los resultados por los autores?		X		No indica si el estudio fue financiado por alguna institución o por los mismos autores.	-
17. ¿Se obtuvo aprobación ética o consentimiento de los participantes?		X		No se menciona la aprobación de algún comité de ética. Sin embargo, el estudio no ha sido aplicado en humanos.	-

Adaptado de:

1. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent.* 2014;17(4):301–304.
2. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). *BMJ Open* 2016;6:e011458.
3. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. *Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica.* Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Estudio in vitro del efecto de las cargas cíclicas compresivas sobre la resistencia a la tracción de cementos temporales usados en coronas de zirconia sobre análogos de pilares

RESUMEN

Antecedentes: En la función del sistema estomatognático se van a producir cargas cíclicas sobre los dientes o implantes que influyen en la permanencia de las restauraciones, por lo que el tipo de cemento para la cementación de coronas determinará su capacidad de retiro; por lo que, los nuevos materiales de cementación y de las coronas deben mostrar su comportamiento durante las cargas cíclicas. **Objetivos:** Evaluar el efecto de las cargas cíclicas compresivas sobre la resistencia a la tracción de cementos temporales usados en coronas de zirconia sobre análogos de pilares. **Material y métodos:** El estudio es experimental in vitro, compuesto de 20 coronas de zirconia, que serán fabricadas a partir de dos bloques de zirconia y serán cementadas sobre análogos de muñón universal con dos tipos de cemento, distribuidas en 2 grupos: el grupo 1 cementadas con Fuji TEMP LT - GC y el grupo 2 cementadas con Poly-F-Plus-Dentsply que serán sometidas a 50000, 150000, 300000 y 600000 cargas cíclicas. Posteriormente, serán traccionadas con una celda de 1000 N a una velocidad constante de 0.5 mm / min

hasta su dislocamiento.

Palabras clave: zirconium oxide, Crowns, Dental Prosthesis, Implant-Supported y Retention force

INTRODUCCIÓN

Las prótesis dentales fijas implanto-soportadas libres de metal son cada vez más importantes debido a los requisitos estéticos que buscan los pacientes (1). Las coronas de zirconia son populares en la rehabilitación oral con prótesis fija y especialmente en implantología dental debido a su alta resistencia a la carga y biocompatibilidad (2).

La rehabilitación fija sobre implantes puede ser de tipo atornillado y cementado; ambas opciones protésicas son estudiadas en diversos artículos, donde se mencionan las ventajas y desventajas de cada uno (3). El tipo atornillado no tiene una capa de cemento, presenta una chimenea que dificulta lograr puntos de contactos oclusales, a diferencia del tipo retenido con cemento, que proporciona un mejor ajuste pasivo e integridad oclusal. Sin embargo, la remoción del exceso de cemento y la recuperación de la prótesis son problemáticas (4, 5). Por lo que una opción para su confección es la realización de coronas cementadas, donde el agente de cementación debe proporcionar una retención confiable, pero también permitir la extracción de la restauración, sin dañar la corona, el implante o el pilar (4).

Por lo tanto, es importante para la rehabilitación oral sobre implantes encontrar el cemento que nos proporcione una retención aceptable, que sea estable en el tiempo y que permita la extracción de la corona para su mantenimiento, sin dañar la corona, el pilar o el implante (4, 6). Por lo que la pregunta de investigación es ¿Cuál es el efecto in vitro de las cargas cíclicas compresivas sobre la resistencia a la tracción de cementos temporales usados en coronas de zirconia sobre análogos de pilares?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de las cargas cíclicas compresivas sobre la resistencia a la tracción de cementos temporales usados en coronas de zirconia sobre análogos de pilares antes y después de la carga.

Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia a la tracción de los cementos temporales antes de las cargas cíclicas en coronas de zirconia.
2. Determinar la resistencia a la tracción de las coronas cementadas con GC Fuji TEMP LT y Poly-F-Plus-Dentsply después de 50000, 150000, 300000 y 600000 ciclos de carga.
3. Comparar la resistencia a la tracción de los cementos después 50000, 150000, 300000 y 600000 ciclos de carga.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Experimental in vitro.

Muestra

El tamaño de muestra será 40 coronas de zirconia, número basado en el estudio de Hong SJ y col en el año 2022 (4). Se usarán diez coronas de zirconia para cada

número de ciclos por cada grupo que después de cada prueba de resistencia a la tracción serán limpiados ultrasónicamente durante 30 minutos, luego lavados y secados con agua destilada e inspeccionados visualmente para verificar la completa eliminación del cemento provisional. (7) La muestra estará compuesta por coronas de zirconia elaboradas en un laboratorio dental de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Las 40 coronas se dividieron en dos grupos de 20 especímenes cada uno. El grupo 1: 20 coronas de zirconia que serán cementadas con el cemento de policarboxilato Poly-F-Plus-Dentsply y luego sometidas a las cargas cíclicas; y el grupo 2: 20 coronas de zirconia que serán cementadas con el cemento Fuji TEMP LT - GC y luego sometidas a las cargas cíclicas.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Coronas de zirconia con integridad estructural.
- Coronas de zirconia con integridad marginal

Criterios de exclusión:

- Coronas de zirconia que no asienten en el pilar.
- Corona zirconia con defectos estructurales.

Definición operacional de variables (Anexo 1)

Resistencia a la tracción: Fuerza de retención medida sin carga utilizando una máquina de prueba universal, con un dispositivo de fijación personalizado (4).

Operacionalmente se medirá por la cantidad de kilogramos-fuerzas generada por la resistencia del cemento. Variable cuantitativa, continua y de razón; cuyos valores serán expresados en Newtons.

Cementos temporales: Agente de unión usado para unir firmemente dos objetos aproximados; operacionalmente se determinará por la marca de cemento. Variable cualitativa, dicotómica y nominal. Con valores 1: Poly-F-Plus-Dentsply 2: Fuji TEMP LT - GC.

Carga cíclica: Condición que puede emplearse para simular las tensiones oclusales que se encuentran en el entorno oral y pueden afectar las propiedades de retención de los cementos dentales (8). Operacionalmente se medirán de acuerdo a la cantidad de ciclos aplicados. Variable cualitativa, politómica y ordinal. Con valores de 1: 50 000, 2: 150 000, 3: 300 000 y 4: 600 000 (9).

Procedimientos y técnicas

Para recopilar los resultados se usará una ficha donde se colocará el valor de la fuerza de retención de los cementos analizados (Anexo 2).

Piloto

Se realizará un estudio piloto en el laboratorio de materiales dentales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y laboratorio adjunto certificado por la universidad, que incluirá 3 muestras por grupo para los cuales se confeccionarán

los modelos maestros, las coronas de zirconia, donde se aplicarán las cargas cíclicas y la evaluación de la resistencia a la tracción. Todo esto con el objetivo de estandarizar los procedimientos que se realizarán en la presente investigación, siendo registrados en una ficha (Anexo 2).

Selección del análogo del implante

Se utilizará el análogo muñón universal de 3.3 x 6 mm (Neodent, Straumann Group), con código 101.098, que serán solicitados al distribuidor Straumann Group Perú.

Elaboración del modelo maestro

Se confeccionará un envase personalizado de aproximadamente 6x10x20mm para el estudio, donde se dispensará acrílico de autocurado de combustión completa (Duralay; Reliance Dental Mfg Co, Worth, Ill), preparado según las indicaciones del fabricante, permitiendo colocar los análogos del implante en los bloques perpendiculares a la cara de 6 x 10 mm del bloque de resina. La colocación perpendicular de los análogos del implante en los bloques de resina se verificó con un paralelizador dental (Delineador D2 - Bio Art) (Anexo 3) (10).

Elaboración de las coronas de zirconia

Para la elaboración de la corona se escanearán los análogos con el scan body (Neodent, Straumann Group - código 108.144), con un escáner de escritorio (UP 360 – UP3D, China). El diseño de la corona será en un software de diseño dental (Exocad Rijeka 3.1) y fresada en un disco de zirconia multilayer (Upcera HT color

A2), con una fresadora de 5 ejes (S5 VHF -Alemania). El espesor mínimo de pared de 0,5 mm y un espacio para el cemento de 30 μm , con alas de sujeción en oclusal (longitud 3 mm, anchura 3 mm, altura 4 mm) para la posterior tracción. Posteriormente, sinterizada de acuerdo a las indicaciones del fabricante (Nabertherm modelo LHT 01/17 D) y sinterizada a 1530 C (Anexo 4) (11).

Cementación de las coronas de zirconia

Los agentes de cementación que serán usados son el GC Fuji TEMP LT, y Poly-F-Plus-Dentsply, mezclados de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. Inmediatamente después de colocar el agente de cementación, las coronas se colocarán sobre los análogos y se mantendrán en su lugar con la presión de los dedos durante 10 segundos, para después colocarlo bajo un peso de 6 kg durante 10 minutos (máquina de ensayo universal Instrom - LG modelo CTM-5L, Korea) a temperatura ambiente. El exceso de agente de cementación provisional será eliminado con una cureta y las muestras se almacenarán en un entorno de humedad relativa del 100% durante 24 horas a 37 ° C, hasta que se analicen (7).

Carga Cíclica

Cada cofia recibirá una carga de compresión cíclica de 100 N, con una frecuencia de 0,72 Hz, de manera gradual de 50000, 150000, 300000 y 600000 (9, 12).

Evaluación de la resistencia a la tracción

Cada cofia se extraerá del análogo con una celda de carga de 1000 N en una máquina de prueba mecánica (LR 10K, Lloyd Instruments Ltd., Fareham, Hants, RU), con

una velocidad constante de 0.5 mm / min para aplicar una fuerza de desplazamiento uniaxial a cada espécimen a temperatura ambiente (13).

Plan de análisis

Los resultados se presentarán mediante tablas de distribución de promedios y desviación estándar. El análisis bivariado se realizará mediante la prueba T de Student, siempre y cuando la normalidad sea corroborada mediante la prueba de Shapiro Wilks, caso contrario se aplicará la prueba de U de Mann Whitney. Se usará un programa estadístico STATA v.17.0 con un nivel de confianza del 95% y un $p < 0.05$.

Aspectos éticos

El presente estudio es de tipo experimental in vitro, por lo que requiere la aprobación de la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación (DUARI) de la UPCH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rammelsberg P, Lorenzo Bermejo J, Kappel S, Meyer A, Zenthöfer A. Long-term performance of implant-supported metal-ceramic and all-ceramic single crowns. *J Prosthodont Res.* 2020;64(3):332-9.
2. Lennartz A, Dohmen A, Bishti S, Fischer H, Wolfart S. Retrievability of implant-supported zirconia restorations cemented on zirconia abutments. *J Prosthet Dent.* 2018;120(5):740-6.
3. Chee W, Jivraj S. Screw versus cemented implant supported restorations. *Br Dent J.* 2006;201(8):501-7.
4. Hong SJ, Lee H, Lee YY, Kwon KR. Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown-type implant-supported prosthesis. *J Prosthet Dent.* 2022;127(4):626-33.
5. Guichet DL, Caputo AA, Choi H, Sorensen JA. Passivity of fit and marginal opening in screw- or cement-retained implant fixed partial denture designs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(2):239-46.
6. Kapoor R, Singh K, Kaur S, Arora A. Retention of Implant Supported Metal Crowns Cemented with Different Luting Agents: A Comparative Invitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(4): ZC61-4.
7. Kim Y, Yamshita J, Shotwell JL, Chong KH, Wang HL. The comparison of provisional luting agents and abutment surfaces roughness on the retention of provisional implant-supported crown. *J Prosthet Dent* 2006;
8. Dudley JE, Richards LC, Abbott JR. Retention of cast crown copings cemented to implant abutments. *Aust Dent J.* 2008;53(4):332-9.

9. Kaar D, Oshida Y, Andres CJ, Barco MT, Platt JA. The effect of fatigue damage on the force required to remove a restoration in a cement-retained implant system. *J Prosthodont.* 2006;15(5):289-94.
10. Dähne F, Meißner H, Böning K, Arnold C, Gutwald R, Prause E. Retention of different temporary cements tested on zirconia crowns and titanium abutments in vitro. *Int J Implant Dent.* 2021;7(1):62-74.
11. Alvarez-Arenal A, Gonzalez-Gonzalez I, Pinés-Hueso J, De Llanos-Lanchares H, Del Rio Highsmith J. The Effect of Compressive Cyclic Loading on the Retention of Cast Single Crowns Cemented to Implant Abutments. *Int J Prosthodont* 2016; 29(1):80-2.
12. Gultekin P, Gultekin BA, Aydin M, Yalcin S. Cement selection for implant-supported crowns fabricated with different luting space settings. *J Prosthodont.* 2013;22(2):112-9.
13. Ongthiemsak C, Mekayarajjanonh T, Winkler S, Boberick KG. The effect of compressive cyclic loading on retention of a temporary cement used with implants. *J Oral Implantol.* 2005;31(3):115-20.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Análogos de muñón universal	20	S/. 60.00	S/. 1200.00
Confección de cubos de acrílico	20	S/. 10.00	S/. 200.00
Cemento GC Fuji TEMP LT	1		S/. 720.00
Cemento Poly-F-Plus-Dentsply	1		S/. 120.00
Carga cíclica y fuerza de tracción	20	S/. 20	S/. 200.00
Coronas de zirconia	20	S/.150	S/. 3000.00
Discos de Zr	2	S/ 550	S/ 1100.00
Útiles de escritorio			S/ 100.00
TOTAL (S/.)			S/. 6640.00

Cronograma

Actividades	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2022	Enero 2022
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

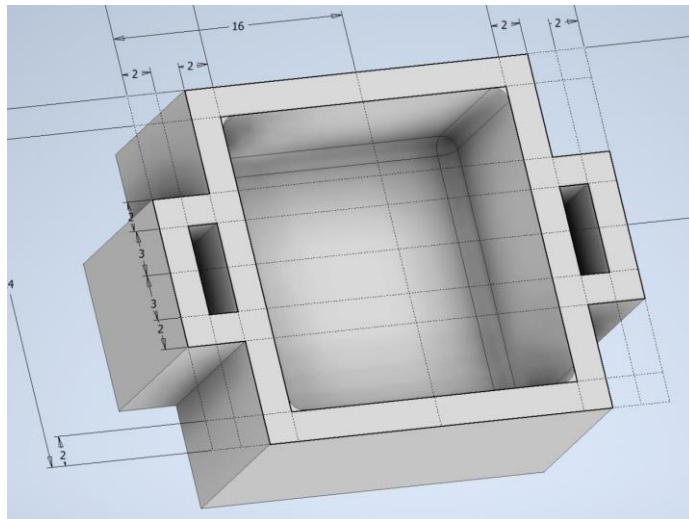
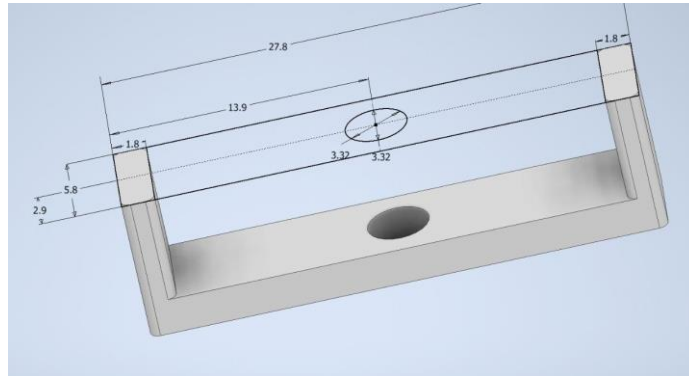
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala	Valores
Resistencia a la tracción	Fuerza de retención medida sin carga utilizando una máquina de prueba universal, con un dispositivo de fijación personalizado (4).	Cantidad de kilogramos-fuerzas generada por la resistencia del cemento.	Máquina de ensayo universal	Cuantitativa Continua	De razón.	Newtons
Cementos temporales (variable independiente)	Agente de unión usado para unir firmemente dos objetos aproximados (7).	Se determinará por la marca de cemento	Marca y composición del cemento	Cualitativa Dicotómica	Nominal	1. Poly-F-Plus-Dentsply 2. Fuji TEMP LT-GC.
Carga cíclica	Condición que puede emplearse para simular las tensiones oclusales que se encuentran en el entorno oral y pueden afectar las propiedades de retención de los cementos dentales (7).	Se medirán de acuerdo a la cantidad de ciclos aplicados	Máquina Servohidráulica	Cualitativa Politémica	Ordinal	1.50000 2. 150000 3.300000 4.600000

Ficha de datos

Muestra	Cemento 1				Cemento 2			
	Resistencia a la tracción después de:				Resistencia a la tracción después de:			
	50000 Ciclos de carga	150000 Ciclos de carga	300000 Ciclos de carga	600000 Ciclos de carga	50000 Ciclos de carga	150000 Ciclos de carga	300000 Ciclos de carga	600000 Ciclos de carga
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
20								

Molde para modelo maestro



Fuente: Elaboración propia.

Corona con alas



Fuente: Dähne F, Meißner H, Böning K, Arnold C, Gutwald R, Prause E. Retention of different temporary cements tested on zirconia crowns and titanium abutments in vitro. *Int J Implant Dent.* 202;7(1):62-74.

III. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

1. El módulo de docencia universitaria sienta bases científicas para la elaboración estructurada del silabus del curso de coronas sobre implantes.
2. El análisis crítico de literatura de los artículos nos sentó las bases para poder reconocer si un artículo de investigación se encuentra bien elaborado o presenta deficiencias.
3. El proyecto de investigación desarrollado tiene como objetivo evaluar la resistencia a la tracción de cementos temporales para poder encontrar un cemento que sea resistente a las cargas cíclicas y además pueda permanecer periodos de tiempo prolongados manteniendo la retención.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al Amri MD, Al-Rasheed AS, Al-Kheraif AA, Alfadda SA. Comparison of Clinical, Radiographic, and Immunologic Inflammatory Parameters Around Dental Implants with Cement-Retained and Screw-Retained Restorations: A 5-Year Prospective Cohort Study in Men. *Int J Prosthodont.* 2017;30(4):384-9.
2. Alvarez-Arenal A, Gonzalez-Gonzalez I, Pinés-Hueso J, De Llanos-Lanchares H, Del Rio Highsmith J. The Effect of Compressive Cyclic Loading on the Retention of Cast Single Crowns Cemented to Implant Abutments. *Int J Prosthodont* 2016; 29(1):80-2.
3. Chee W, Jivraj S. Screw versus cemented implant supported restorations. *Br Dent J.* 2006;201(8):501-7.
4. Dähne F, Meißner H, Böning K, Arnold C, Gutwald R, Prause E. Retention of different temporary cements tested on zirconia crowns and titanium abutments in vitro. *Int J Implant Dent.* 2021;7(1):62-74.
5. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). *BMJ Open* 2016;6:e011458.
6. Dudley JE, Richards LC, Abbott JR. Retention of cast crown copings cemented to implant abutments. *Aust Dent J.* 2008;53(4):332-9.
7. Guichet DL, Caputo AA, Choi H, Sorensen JA. Passivity of fit and marginal opening in screw- or cement-retained implant fixed partial denture designs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(2):239-46.
8. Gultekin P, Gultekin BA, Aydin M, Yalcin S. Cement selection for implant-supported crowns fabricated with different luting space settings. *J Prosthodont.* 2013;22(2):112-9.
9. Guncu MB, Aktas G, Guncu GN, Anıl D, Turkyilmaz I, Antonoff LR. Clinical, Technical, and Radiologic Outcomes of 182 Implant-Supported Zirconia Single Crowns Using Titanium-Base Abutments: A Retrospective Study. *Int J Prosthodont.* 2022;35(4):553-9.

10. Hong SJ, Lee H, Lee YY, Kwon KR. Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown-type implant-supported prosthesis. *J Prosthet Dent.* 2022;127(4):626-33.
11. Kaar D, Oshida Y, Andres CJ, Barco MT, Platt JA. The effect of fatigue damage on the force required to remove a restoration in a cement-retained implant system. *J Prosthodont.* 2006;15(5):289-94.
12. Kapoor R, Singh K, Kaur S, Arora A. Retention of Implant Supported Metal Crowns Cemented with Different Luting Agents: A Comparative In vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(4): ZC61-4.
13. Kim Y, Yamashita J, Shotwell JL., Chong KH, Wang HL. The comparison of provisional luting agents and abutment surface roughness on the retention of provisional implant-supported crowns. *J Prosthet Dent.* 2006;95(6):450-5.
14. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent.* 2014;17(4):301–304.
15. Lemos CA, de Souza Batista VE, Almeida DA, Santiago Júnior JF, Verri FR, Pellizzer EP. Evaluation of cement-retained versus screw-retained implant-supported restorations for marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;115(4):419-27.
16. Lennartz A, Dohmen A, Bishti S, Fischer H, Wolfart S. Retrievability of implant-supported zirconia restorations cemented on zirconia abutments. *J Prosthet Dent.* 2018;120(5):740-6.
17. Misch CE. *Prótesis dental sobre implantes.* 2da ed. Barcelona: Editorial Elsevier; 2015.
18. Naumann M, Scholz P, Krois J, Schwendicke F, Sterzenbach G, Happe A. Monolithic hybrid abutment crowns (screw-retained) versus monolithic hybrid abutments with adhesively cemented monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34(3):209-20.

19. Ongthiemsak C, Mekayarajjananonth T, Winkler S, Boberick KG. The effect of compressive cyclic loading on retention of a temporary cement used with implants. *J Oral Implantol.* 2005;31(3):115-20.
20. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. *Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica.* Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.
21. Rammelsberg P, Lorenzo Bermejo J, Kappel S, Meyer A, Zenthöfer A. Long-term performance of implant-supported metal-ceramic and all-ceramic single crowns. *J Prosthodont Res.* 2020;64(3):332-9.
22. Reda R, Zanza A, Cicconetti A, Bhandi S, Guarnieri R, Testarelli L, Di Nardo D. A Systematic Review of Cementation Techniques to Minimize Cement Excess in Cement-Retained Implant Restorations. *Methods Protoc.* 2022;5(1):9.
23. Rocha PV. *Pasos para la prótesis sobre implantes: Planificación y control.* 1ra ed. Caracas: Editorial Amolca; 2017.
24. Sarafidou K, Vasileiadi G, Louvrou MK, Moldovani E, Koidis P, Kokoti M, Bakopoulou A. Screw-cementable implant-supported prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2021;2:S0022-3913(21)00506-0. DOI: doi: 10.1016/j.prosdent.2021.08.027.
25. Tsigarida A, Chochlidakis K, Fraser D, Lampraki E, Einarsdottir ER, Barmak AB, Papaspyridakos P, Ercoli C. Peri-Implant Diseases and Biologic Complications at Implant-Supported Fixed Dental Prostheses in Partially Edentulous Patients. *J Prosthodont.* 2020;29(5):429-5.
26. Wittneben JG, Millen C, Brägger U. Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29Suppl: 84-98.
27. Wolfart S, Rittich A, Groß K, Hartkamp O, von der Stück A, Raith S, Reich S. Cemented versus screw-retained posterior implant-supported single crowns: A 24-month randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2021;32(12):1484-95.

V. ANEXOS

Anexo. Artículo empleado para el análisis crítico de literatura estomatológica



RESEARCH AND EDUCATION

Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown-type implant-supported prosthesis



Seoung-Jin Hong, DMD, PhD,^a Hyeonjong Lee, DMD, PhD,^b Yeun-Yi Lee, DMD,^c and Kung-Rock Kwon, DMD, PhD^d

Implant-supported fixed dental prostheses have been classified into screw-retained and cement-retained types. The screw-retained type has no cement layer to compensate for misfit-induced strain; hence, it is relatively more difficult to achieve a passive fit of the prosthesis, where each structure is stable and strain-free in the absence of an external load, than with the cement-retained type. In addition, screw holes result in a loss of occlusal surface integrity, thus limiting the function of the prosthesis and leading to difficulty in designing the occlusion, particularly in posterior crowns with narrow diameters.¹ By contrast, the cement-retained type is advantageous for achieving passive fit and occlusal integrity; however, removal of excess cement and retrieval of the prosthesis are problematic.²

Implant failures after functional loading of the implant-

ABSTRACT

Statement of problem. Implant-supported fixed dental prostheses have been classified into screw-retained and cement-retained types, and each retaining type has complications. A novel retentive cementless double crown (CLD) type of the implant-supported fixed prosthesis has been developed. CLD has air pockets in the intaglio surface of the crown and does not require cement or a screw hole. However, studies on the retention force and stress distribution of the system are lacking.

Purpose. The purpose of this in vitro study was to evaluate the retention force and stress distribution in the CLD system.

Material and methods. The specimen comprised an implant, a titanium abutment, and a zirconia crown. Retention forces of 10 specimens of the CLD type were measured at no loading and after cyclic loading for 50, 100, 200, 600, 10 000, and 1 000 000 cycles by using a universal testing machine with a custom attachment device. Forty specimens of the stress distribution test were divided into 4 groups based on the retention type (cement-retained or CLD type) and load direction (vertical or oblique). Strain gauges were attached onto the buccal and lingual sides of the implant, and microstrain values were measured. One-way analysis of variance with the post hoc Tukey honestly significant difference test was performed on the retention force data, and the *t* test was performed to analyze the microstrain value data ($\alpha=.05$).

Results. Retention forces after 0, 50, 100, 200, 600, 10 000, and 1 000 000 load cycles were 18.12 \pm 6.16 N, 20.47 \pm 5.78 N, 19.79 \pm 6.61 N, 18.46 \pm 5.23 N, 19.60 \pm 6.93 N, 21.75 \pm 5.03 N, and 40.91 \pm 9.32 N, respectively, and after 1 000 000 cycles, the retention force was significantly higher than that of other load cycles ($P<.05$). The mean of maximum microstrain values under the vertical load were similar in the cement-retained type (buccal side, 834.96 \pm 53.69 μ m/m; lingual side, 490.76 \pm 34.12 μ m/m) and the CLD type (buccal side, 814.28 \pm 71.20 μ m/m; lingual side, 479.10 \pm 30.74) ($P>.05$), and the mean of maximum microstrain values under the oblique load was also similar in the cement-retained type (buccal side, 1991.04 \pm 109.89 μ m/m; lingual side, -2232.41 \pm 189.88) and the CLD type (buccal side, 1932.47 \pm 152.51 μ m/m; lingual side, -2097.47 \pm 130.69 μ m/m) ($P>.05$).

Conclusions. The CLD type had clinically acceptable retention during 1 000 000 load cycles and had a similar or better stress distribution capability than the cement-retained type. (*J Prosthet Dent* 2022;127:626-33)

S.J.H. and H.L. contributed equally to this work.

^aClinical Assistant Professor, Department of Prosthodontics, Kyung Hee University Dental Hospital, Seoul, Republic of Korea.

^bAssistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan, Republic of Korea.

^cGraduate student, Department of Prosthodontics, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea.

^dProfessor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea.

Clinical Implications

The newly introduced cementless double crown-type implant-supported prosthesis maintained retention during testing that simulated 1 year of function. This prosthetic type is advantageous for reducing biological complication by not using a dental cement and could be considered in adverse conditions such as poor position or angulation of the implant because of its stress distribution capability.

supported prosthesis typically result from a breakdown in osseointegration. Biological complications such as peri-implantitis are a major factor in implant failure; however, biomechanical overload also affects implant failure.^{3,4} Mechanical complications are usually a sequel to biomechanical overloading.⁵ Factors contributing to biomechanical overloading are poor implant position, unfavorable angulation, and parafunctional habits.⁶ The retention type of the implant-supported prosthesis also affects the biomechanical overload of the implant.⁷

Occlusal overload as defined by the Glossary of Oral and Maxillofacial Implants is "the application of occlusal loading, through function or parafunction, in excess of what the prosthesis, implant component, or osseointegrated interface is capable of withstanding without structural or biological damage."⁸ Occlusal overload has been reported to be the primary cause of mechanical implant complication.⁹

A novel retentive cementless double crown (CLD) type of implant-supported fixed prosthesis has been developed, which is structurally similar to the cement-retained-type implant-supported prosthesis. However, the crown is not cemented to the abutment and is a double crown type. The intaglio surface of the crown is relined with a composite resin, and the retention of the crown portion is achieved by static frictional force with the abutment (Fig. 1). In the oral cavity, the relative expansion of the relined composite resin increases the retention of a CLD-type prosthesis. This is because the coefficient of thermal expansion of the composite resin is greater than that of the titanium abutment or the zirconia crown, and the temperature in the oral cavity is higher than that in vitro.¹⁰⁻¹²

Both the retention and retrievability of an implant-supported prosthesis are critical. In the cement-retained-type implant-supported prosthesis, either definitive or interim cement can be used for cementation.^{13,14} The use of a less retentive interim cement is encouraged to improve retrievability of the restoration. Evidence indicating that the difference in retention between interim and definitive cements is clinically relevant

to the crown dislodgement frequency is lacking.¹⁵ The retention force of interim cements has been reported to be between 16 and 467 N.¹⁶⁻¹⁸ A concern of double crown-type prostheses has been retention loss subsequent to frictional wear,^{19,20} and so to maintain the stable function of the prosthesis, the retention force of the prosthesis must be evaluated after a period of function.

The CLD-type implant-supported prosthesis has an internal air pocket (Fig. 1). A finite element study reported that the air pocket aids in stress distribution.²¹ However, reports evaluating the biomechanical aspects of the CLD type with specimens are lacking, and the retention force of the CLD-type implant-supported prosthesis should be evaluated. The purpose of this in vitro study was to evaluate the retention force of the CLD type at no loading and after cyclic loading and to compare the stress distribution capability of the CLD type with that of the cement-retained type by analyzing the microstrain values at the implant under load. The null hypotheses were that the retention force of the CLD type would decrease after cyclic loading and that the stress distribution capability of the CLD type would be similar to that of the cement-retained type.

MATERIAL AND METHODS

The specimen comprised an implant (TS III SA, 4.5 mm in diameter and 10 mm in length; Osstem Implant Co), a titanium abutment, and a zirconia crown. To prepare a CLD-type specimen, a titanium abutment with a 2-degree tapered axial wall was fabricated by a computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) system by using a dental CAD software program (exocad; exocad GmbH) and a milling machine (ARUM 5X-200; Doowon). The zirconia crown was designed with air pockets, milled from a zirconia block (AUTOcera; AUTO INDUSTRIAL Co) with a milling machine (ARUM 5X-200), and sintered at 1600 °C. All implants and abutments were tightened to 30 Ncm with a torque wrench. The intaglio surface of each zirconia crown was airborne-particle abraded with 50- μ m aluminum oxide (Al₂O₃) particles, etched (Freeden Etching; LaboTech), and coated with zirconia primer (MKZ Primer; bredent GmbH & Co KG) (Fig. 2). A separator (Die Isolation; 3M Deutschland GmbH) was thinly applied to the abutment to prevent adhesion of the composite resin. A composite resin (Crea.lign; bredent GmbH & Co KG) was added on the abutment from the margin to the axial wall, and the zirconia crown was then seated. The composite resin was polymerized with a light unit (Elipar FreeLight; 3M ESPE Dental Products) for 60 seconds after removal of excess resin. Additional light-polymerization was performed on the outer surface of the zirconia crown while assembled with the abutment in a light box (bre.Lux Power Unit; bredent GmbH & Co

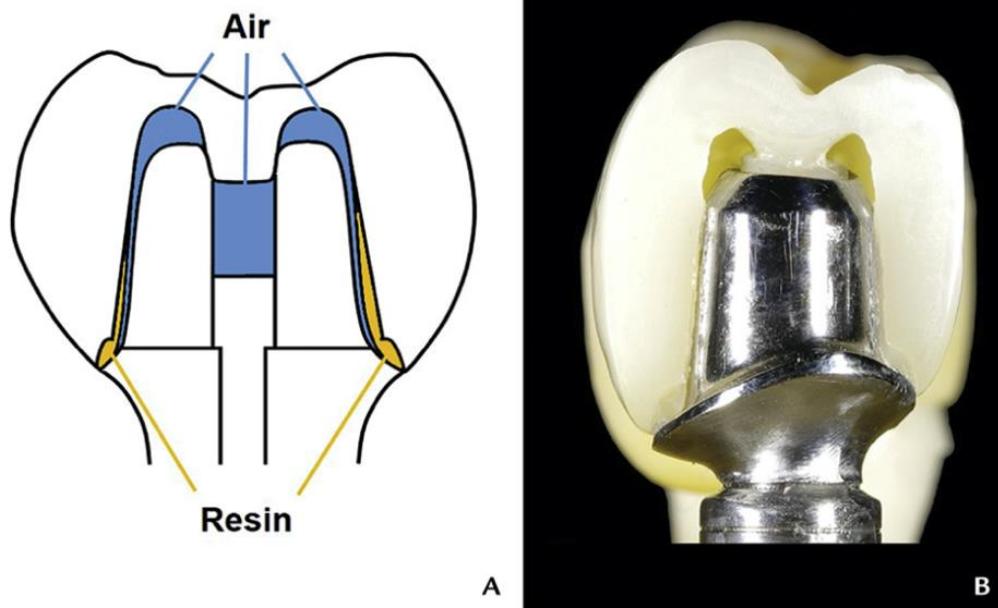


Figure 1. Dental implant-supported prosthesis of CLD type. A, Diagram of CLD type. B, Section of CLD type. CLD, cementless double crown.

KG) for 5 minutes, after which the zirconia crown was removed and the intaglio surface of the zirconia crown was light-polymerized for 5 minutes in the light box (bre.Lux Power Unit). Each zirconia crown and abutment was assembled at room temperature (23 °C) with finger pressure.

In the preparation of the specimens of the cement-retained type, implants, titanium abutments, and zirconia crowns were prepared by using a similar method of specimen preparation as for the CLD type. A CAD software program was used to set the cement space at 10 μm around the margin, and additional cement space starting 1 mm above the finish line of the abutment was set at 60 μm . Before cementation of the crown and abutment, polytetrafluoroethylene tape was placed in the screw access hole of each abutment and sealed with interim restorative material (Fermit N; Ivoclar AG). Zinc oxide-eugenol cement (Temp-Bond; Kerr Corp) was mixed according to the manufacturer's instructions and applied thinly onto the intaglio surface of the crown by using a microbrush (Microbrush International) to minimize the amount of extruded cement. After the cement had set, any excess cement was completely removed.

For the retention force test, 10 specimens were prepared for each group, and the implant part of the

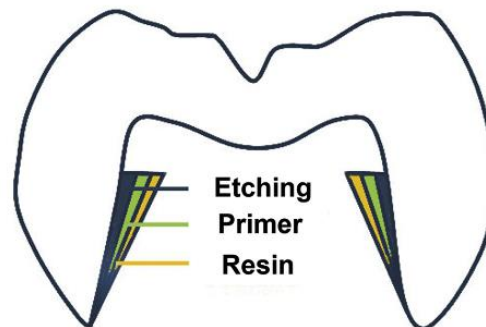


Figure 2. Surface treatment of intaglio surface of crown of CLD type. CLD, cementless double crown.

specimen was embedded perpendicularly in an acrylic resin (Vertex Self-Curing; Vertex- Dental) (Fig. 3). The specimen was stored in water at 37 °C, and the retention force was measured at no loading by using a universal test machine (Instron 3367; Instron Co) with a custom attachment device (Fig. 3B). A sine-curved vertical load was applied on the flat top surface of the crown for 50

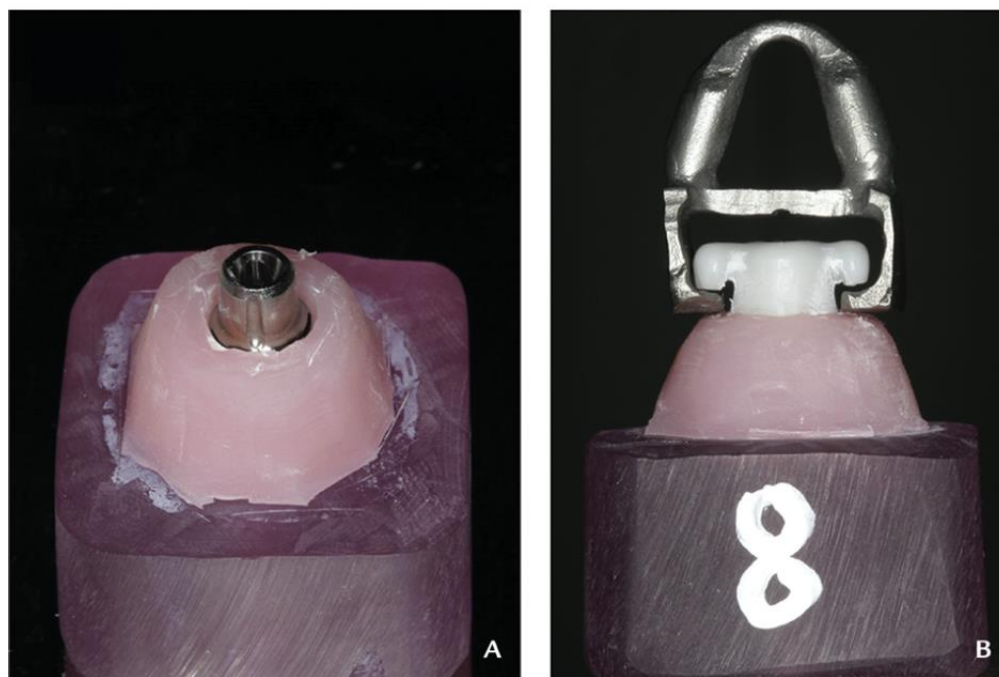


Figure 3. Specimen of CLD type and custom attachment device for retention force test. A, Abutment embedded perpendicularly in acrylic resin. B, Custom attachment device mounted on specimen. CLD, cementless double crown.

cycles between 25 and 250 N at 14-Hz stress frequency by using a dynamic loading fatigue tester (MTS 810; MTS systems Corp).²² The specimen was stored in water at 37 °C, and the retention force was measured by using a universal test machine (Instron 3367) with a custom attachment device. Retention forces were also measured after 100, 200, 600, 10 000, and 1 000 000 load cycles had been applied to the specimens with the same protocol.²³

To measure the microstrain values on the implant under the loads, the specimens were divided into 4 groups based on the retention type and direction of loaded force: vertical load on the cement-retained type (VCR group), vertical load on the CLD type (VCL group), 30-degree oblique load on the cement-retained type (OCR group), and 30-degree oblique load on the CLD type (OCL group) (n=10). Strain gauges (FLK-1-11-1LJC; Tokyo Sokki Kenkyujo Co, Ltd) were attached onto the neck of each implant at the buccal and lingual sides with acrylic resin (Pattern Resin; GC Europe NV), and the implant part of the specimen was embedded perpendicularly in an acrylic resin block (Orthoplast; Vertex-Dental). A universal testing machine (AGS-X; Shimadzu Co) was used to exert a vertical (Fig. 4A) and 30-degree oblique load (Fig. 4B) of 250 N along the long

axis of the implant on the crown of the specimen with a crosshead speed of 0.5 mm/min.²² Changes in the microstrain value were analyzed, and the maximum microstrain value was measured by using an analog-to-digital converter (PCD300A; Kyowa Electronic Instruments Co) and a personal computer (NT270E5J; Samsung Electronics Suzhou Computer Co, Ltd).

Statistical analysis was performed by using a statistical software program (IBM SPSS Statistics, v21.0; IBM Corp). The normality and homogeneity of variance of the retention force test and the stress distribution test data were analyzed by using the Shapiro-Wilk test. One-way analysis of variance with the post hoc Tukey honestly significant difference test was performed to assess the difference in retention force value by the number of load cycles. The *t* test was performed to analyze the stress distribution test data ($\alpha=.05$ for all tests).

RESULTS

Retention force at no loading was 18.12 \pm 6.16 N, and retention forces after 50, 100, 200, 600, 10 000, and 1 000 000 load cycles were 20.47 \pm 5.78 N, 19.79 \pm 6.61 N, 18.46 \pm 5.23 N, 19.60 \pm 6.93 N, 21.75 \pm 5.03 N, and 40.91

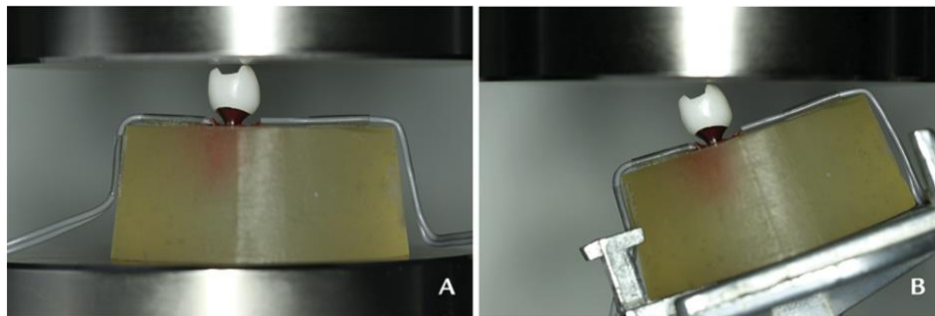


Figure 4. Loads of 250 N applied to specimens by using universal testing machine. A, Vertical load. B, Thirty-degree oblique load to long axis of implant.

± 9.32 N, respectively. After 1 000 000 load cycles, the retention force was significantly higher than that at no loading and after 50 to 10 000 load cycles (Fig. 5, $P < .05$).

Analysis of the microstrain value pattern revealed that the increase in the rates of the microstrain values on both the buccal and lingual sides of the implant was higher in the cement-retained type than that in the CLD type under a vertical load of 250 N (Fig. 6), as well as under the 30-degree oblique load of 250 N (Fig. 7). The maximum microstrain values on both the buccal and lingual sides of the implant were similar in the cement-retained type and in the CLD type under the vertical load of 250 N (Table 1, $P > .05$), as well as under the 30-degree oblique load of 250 N (Table 2, $P > .05$).

DISCUSSION

This *in vitro* study evaluated the retention force and stress distribution capability of the recently introduced CLD-type implant-supported prosthesis. As a result of the analysis, the null hypothesis that retention force would decrease during cyclic loading was rejected; the null hypothesis that no difference in the stress distribution capability of the CLD type and cement-retained type was accepted.

The optimum retention force for an implant-supported prosthesis is unclear; however, interim cements have been commonly used for cement-retained implant-supported prostheses,²⁴ resulting in retention forces ranging between 16 and 467 N.¹⁶⁻¹⁸ This range might have resulted from differences in the experimental conditions of the studies. The retention forces of the CLD type obtained in this study were expected to be in the clinically acceptable range. A concern regarding the double crown-type prosthesis has been retention loss subsequent to frictional wear after a period of function.^{19,20} Further studies on this frictional wear and the retention force with change in cyclic loading are required, and the analysis of the retention force development could

provide indicators for improving the retention system. Studies of the forces in the stomatognathic system have reported maximum forces in the posterior dentition ranging from 250 to 400 N.²² Therefore, a 250-N load was used in the present study. The 1 000 000 load cycles used have been reported to correspond to 1 year of masticatory function.²³

The retention force of the CLD type was significantly higher after 1 000 000 load cycles than that after 0 to 10 000 load cycles. Four important tribological factors—tribochemical reaction, abrasion, adhesion, and surface disruption—can occur separately or can be combined.²⁵ It is estimated that abraded deformation of the relined composite resin on the intaglio surface of the crown results from an application of continuous loading force for a long period, producing a larger contact area with the abutment and an increase in the retention force. The retention forces of the CLD type immediately after placement and after 1 year of function were clinically acceptable in terms of retention and retrievability of the prosthesis.

The retention type of an implant-supported prosthesis impacts its prognosis and may be responsible for certain complications.⁷ The CLD type has a recessed space with air pockets in the intaglio surface of the crown that facilitates the distribution of stresses from occlusal loading.²¹ In a previous study, biomechanical aspects of the CLD type were evaluated, and finite element analysis was performed to determine the effects of loading on the implant, abutment, and surrounding bone. The study concluded that, compared with the cement-retained type, the CLD type has no biomechanical disadvantages.²¹

Finite element analysis is a mathematical model that approximates and analyzes the geometry and loading conditions of stresses in a solid body, eliminating numerous confounding variables.²⁶ However, similar to other computer simulation studies, it has limitations that the properties of the tested materials were considered

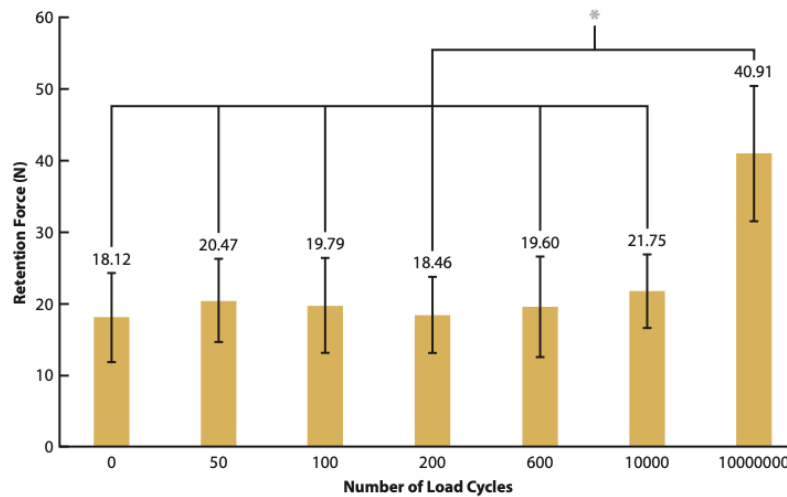


Figure 5. Retention force (N) of crown of CLD type at no loading and after cyclic loading. After 1 000 000 load cycles, retention force significantly higher than that after 0 to 10 000 load cycles (* $P < .05$). CLD, cementless double crown.

isotropic, homogeneous, and linear, which does not accurately reflect the clinical situation²⁷; therefore, strain gauges were used in the present study as they can replicate the clinical situation more closely than finite element analysis.^{28,29}

In the present study, the mean of the maximum microstrain value on the buccal side of the implant under the vertical load was similar in the CLD type ($814.28 \pm 71.20 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($834.96 \pm 53.69 \mu\text{m/m}$), and this result is similar to that of the previous finite element study.²¹ Similarly, the mean of the maximum microstrain value on the buccal side of the implant under the oblique load was similar between the CLD type ($1932.47 \pm 152.51 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($1991.04 \pm 109.89 \mu\text{m/m}$). The mean of the maximum microstrain values in the CLD type ($479.10 \pm 30.74 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($490.76 \pm 34.12 \mu\text{m/m}$) on the lingual side of the implant under the vertical load was lower than that on the buccal side of the implant because the loading points were closer to the buccal side. In a strain measurement, a positive value indicates a tensile strain, and a negative value indicates a compressive strain. Compressive strains were measured on the lingual side of the implant under the oblique loads because the loads were applied toward the lingual side, and the mean of the maximum microstrain value was similar between the CLD type ($-2097.47 \pm 130.69 \mu\text{m/m}$) and the cement-retained type ($-2232.41 \pm 189.88 \mu\text{m/m}$). In all the results of the maximum microstrain values, no statistically significant difference was found between the CLD type and the cement-retained type; however,

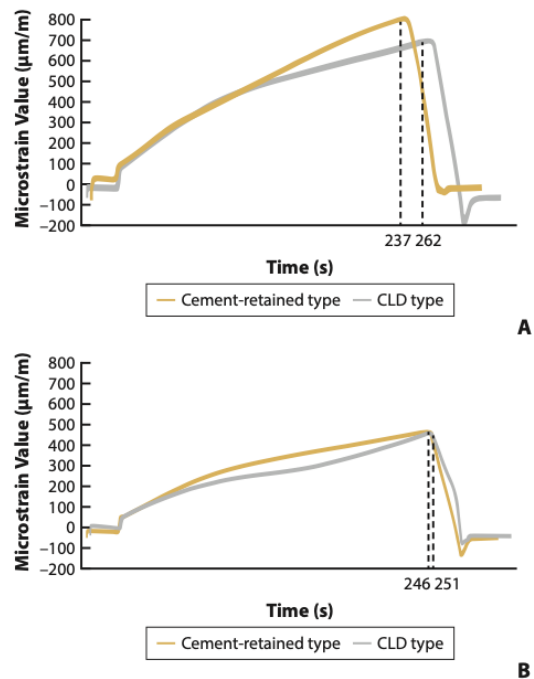


Figure 6. Comparison of microstrain value ($\mu\text{m/m}$) between CLD type and cement retained-type under vertical load during time. A, Strain gauge attached onto neck of implant at buccal side. B, Strain gauge attached onto neck of implant at lingual side. CLD, cementless double crown.

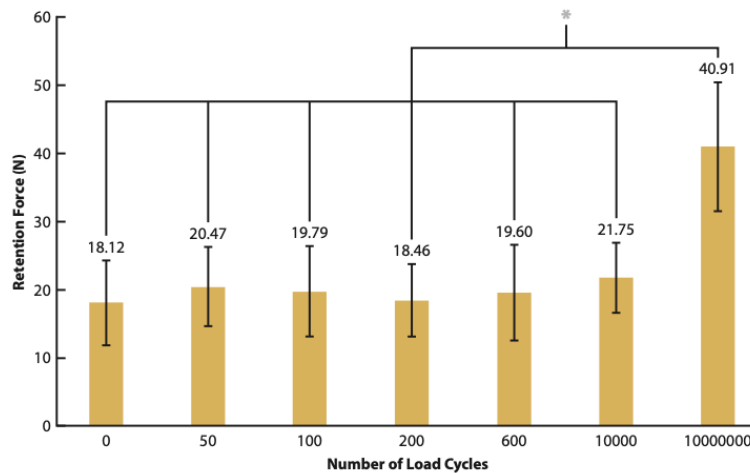


Figure 5. Retention force (N) of crown of CLD type at no loading and after cyclic loading. After 1 000 000 load cycles, retention force significantly higher than that after 0 to 10 000 load cycles (* $P < .05$). CLD, cementless double crown.

isotropic, homogeneous, and linear, which does not accurately reflect the clinical situation²⁷; therefore, strain gauges were used in the present study as they can replicate the clinical situation more closely than finite element analysis.^{28,29}

In the present study, the mean of the maximum microstrain value on the buccal side of the implant under the vertical load was similar in the CLD type ($814.28 \pm 71.20 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($834.96 \pm 53.69 \mu\text{m/m}$), and this result is similar to that of the previous finite element study.²¹ Similarly, the mean of the maximum microstrain value on the buccal side of the implant under the oblique load was similar between the CLD type ($1932.47 \pm 152.51 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($1991.04 \pm 109.89 \mu\text{m/m}$). The mean of the maximum microstrain values in the CLD type ($479.10 \pm 30.74 \mu\text{m/m}$) and cement-retained type ($490.76 \pm 34.12 \mu\text{m/m}$) on the lingual side of the implant under the vertical load was lower than that on the buccal side of the implant because the loading points were closer to the buccal side. In a strain measurement, a positive value indicates a tensile strain, and a negative value indicates a compressive strain. Compressive strains were measured on the lingual side of the implant under the oblique loads because the loads were applied toward the lingual side, and the mean of the maximum microstrain value was similar between the CLD type ($-2097.47 \pm 130.69 \mu\text{m/m}$) and the cement-retained type ($-2232.41 \pm 189.88 \mu\text{m/m}$). In all the results of the maximum microstrain values, no statistically significant difference was found between the CLD type and the cement-retained type; however,

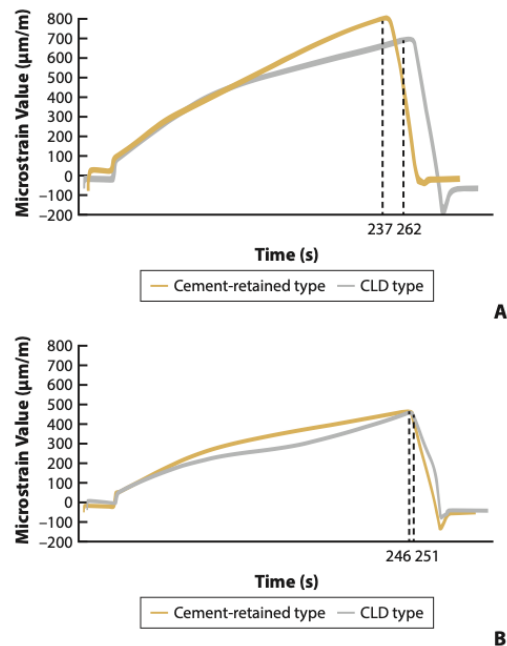


Figure 6. Comparison of microstrain value ($\mu\text{m/m}$) between CLD type and cement retained-type under vertical load during time. A, Strain gauge attached onto neck of implant at buccal side. B, Strain gauge attached onto neck of implant at lingual side. CLD, cementless double crown.

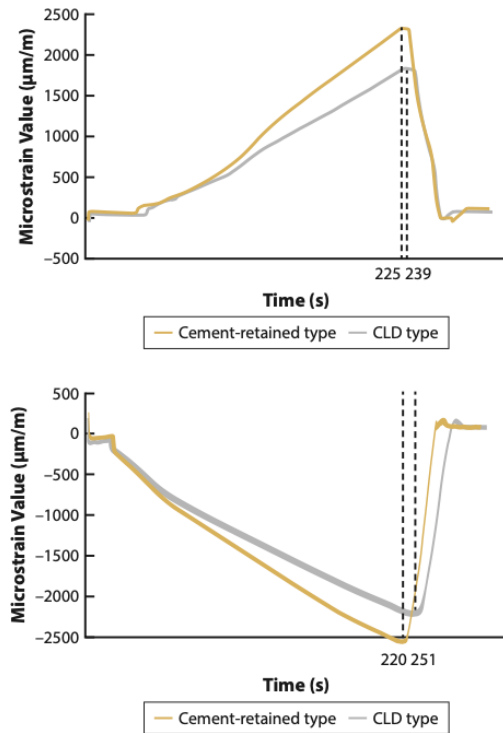


Figure 7. Comparison of microstrain value ($\mu\text{m/m}$) between CLD type and cement-retained type under 30-degree oblique load to long axis during time. A, Strain gauge attached onto neck of implant at buccal side. B, Strain gauge attached onto neck of implant at lingual side. CLD, cementless double crown.

comparing the results of only the values, lower maximum microstrain values were measured in the CLD type compared with the cement-retained type. The reason for these results is the design of the CLD-type prosthesis, in which positive pressure develops subsequent to an increase in the pressure inside the air pockets with increased temperature (Fig. 1). Furthermore, the increase in the rates of the microstrain values under the vertical and 30-degree oblique load was lower in the CLD type than that in the cement-retained type. These results indicated that the stress distribution capability of the CLD type was affected at the maximum microstrain value and also reduced stress transfer to the implant during occlusal loading (Figs. 6, 7).

Occlusal overload has been reported to lead to mechanical complications such as implant fracture, abutment screw fracture or loosening, and prosthesis fracture.⁹ In terms of biomechanical complications, an animal experimental study provided evidence of

Table 1. Means \pm standard deviations of maximum microstrain values at implant under vertical load

Group	N	Mean \pm Standard Deviations ($\mu\text{m/m}$)	P
VCRB	10	834.96 \pm 53.69	.473
VCLB	10	814.28 \pm 71.20	—
VCRL	10	490.76 \pm 34.12	.451
VCLL	10	479.10 \pm 30.74	—

VCRB, vertical loads on cement-retained type and strain gauge on neck of implant at buccal side; VCLB, vertical loads on CLD type and strain gauge on neck of implant at buccal side; VCRL, vertical loads on cement-retained type and strain gauge on neck of implant at lingual side; VCLL, vertical loads on CLD type and strain gauge on neck of implant at lingual side.

Table 2. Means \pm standard deviations of maximum microstrain values at implant under 30-degree oblique loads to long axis of implant

Group	N	Mean \pm Standard Deviations ($\mu\text{m/m}$)	P
OCRB	10	1991.04 \pm 109.89	.337
OCLB	10	1932.47 \pm 152.51	—
OCRL	10	-2232.41 \pm 189.88	.164
OCLL	10	-2097.47 \pm 130.69	—

OCRB, oblique loads on cement-retained type and strain gauge on neck of implant at buccal side; OCLB, oblique loads on CLD type and strain gauge on neck of implant at buccal side; OCRL, oblique loads on cement-retained type and strain gauge on neck of implant at lingual side; OCLL, oblique loads on CLD type and strain gauge on neck of implant at lingual side.

osseointegration loss along the entire surface of the implant when the implant was subjected to excessive occlusal load,³⁰ while another animal experimental study provided evidence of marginal bone remodeling when the implant was excessively loaded, without implant loss.³¹ Two patients with osseointegration loss without marginal bone loss that occurred several months after successful loading of the dental implants have been reported,³² possibly as a result of excessive loading. In both patients, after removal of the occlusal load, the implants clinically reosseointegrated within 6 to 8 months. Another clinical report described the placement of an unstable removable prosthesis on 3 osseointegrated implants which had been stable for 9 years, resulting in noticeable marginal bone loss after 6 months.³³

Limitations of the present study included the in vitro design. The actual retention force and the microstrain values in the oral cavity are different from those measured in the present in vitro study because there are several variables in the oral cavity. However, in this study, changing of the retention of the CLD type from no load to 1 000 000 cyclic loads and the relative microstrain values and stress distribution in comparison to the cement-retained type were assessed. From the results, the CLD type can be considered for reducing biomechanical complications in adverse conditions, such as poor position or angulation of the implant or long crown height. Additional clinical studies assessing the long-term retention and impact of air pockets on the fracture strength of the crown are needed.

CONCLUSIONS

Based on the findings of this in vitro study, the following conclusions were drawn:

1. The CLD type had clinically acceptable retention during 1 000 000 load cycles, similar to or better than the cement-retained-type implant-supported prosthesis in terms of stress distribution under the vertical and oblique load.
2. The air pockets reduce the transfer of stress to the implant during the overall occlusal loading procedure, thus improving the prognosis of the implant and the prosthesis.

REFERENCES

1. Shadid R, Sadaqa N. A comparison between screw-and cement-retained implant prostheses. A literature review. *J Oral Implantol* 2012;38:298-307.
2. Linkevicius T, Puisys A, Vindasiute E, Linkeviciene L, Apse P. Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:1179-84.
3. Manor Y, Oubaid S, Mardinger O, Chausu G, Nissan J. Characteristics of early versus late implant failure: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2649-52.
4. Poli PP, Cicciu M, Beretta M, Maiorana C. Peri-implant mucositis and peri-implantitis: a current understanding of their diagnosis, clinical implications, and a report of treatment using a combined therapy approach. *J Oral Implantol* 2017;43:45-50.
5. Tolman DE, Laney WR. Tissue-integrated prosthesis complications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:477-84.
6. Weber H-P, Sukotjo C. Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:140-72.
7. Wittneben JG, Joda T, Weber HP, Brägger U. Screw retained vs. cement retained implant-supported fixed dental prosthesis. *Periodontol* 2000 2017;73:141-51.
8. Laney WR. Glossary of Oral and Maxillofacial Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:G1-G200.
9. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003;90:121-32.
10. Alnazzawi A, Watts DC. Simultaneous determination of polymerization shrinkage, exotherm and thermal expansion coefficient for dental resin-composites. *Dent Mater* 2012;28:1240-9.
11. Soo S, Garriga-Majo D, Palmer RM, Curtis RV. The longitudinal accuracy of fit of titanium implant superstructures superplastically formed on investment models. *Dent Mater* 2004;20:269-76.
12. Tang X, Nakamura T, Usami H, Wakabayashi K, Yatani H. Effects of multiple firings on the mechanical properties and microstructure of veneering ceramics for zirconia frameworks. *J Dent* 2012;40:372-80.
13. Michalakos KK, Hirayama H, Garefis PD. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:719-28.
14. Hebel KS, Gajjar RC. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: achieving optimal occlusion and esthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent* 1997;77:28-35.
15. Garg P, Gupta G, Prithviraj DR, Pujari M. Retentiveness of various luting agents used with implant-supported prostheses: a preliminary in vitro study. *Int J Prosthodont* 2013;26:82-4.
16. Wolfart M, Wolfart S, Kern M. Retention forces and seating discrepancies of implant-retained castings after cementation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:519-25.
17. Kaar D, Oshida Y, Andres CJ, Barco MT, Platt JA. The effect of fatigue damage on the force required to remove a restoration in a cement-retained implant system. *J Prosthodont* 2006;15:289-94.
18. Olint PS, Rudney JD, Hill EM. Retentive strength of six temporary dental cements. *Quintessence Int* 1990;21:197-200.
19. Arnold C, Hey J, Setz JM, Boeckler AF, Schweyen R. Retention force of removable partial dentures with different double crowns. *Clin Oral Investig* 2018;22:1641-9.
20. Bayer S, Stark H, Gözl L, Keilig L, Kraus D, Hansen A, et al. Clinical retention force development of double crowns. *Clin Oral Investig* 2012;16:407-11.
21. Lee H, Park S, Kwon K-R, Noh G. Effects of cementless fixation of implant prosthesis: a finite element study. *J Adv Prosthodont* 2019;11:341-9.
22. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Van Der Bilt A, Van 'T Hof MA, Witter DJ, Kalk W, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res* 2000;79:1519-24.
23. Gibbs CH, Mahan PE, Mauderli A, Lundeen HC, Walsh EK. Limits of human bite strength. *J Prosthet Dent* 1986;56:226-9.
24. Akça K, İplikçioglu H, Çehreli MC. Comparison of uniaxial resistance forces of cements used with implant-supported crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:536-42.
25. Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J. Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:530-7.
26. Moraes S, Pellizzer EP, Verri FR, Santiago JF Jr, Silva JV. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution in retention screws of different crown-implant ratios. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2015;18:689-96.
27. Moraes SLDd, Verri FR, Santiago JF Jr, Almeida DA, de Mello CC, Pellizzer EP. A 3-D finite element study of the influence of crown-implant ratio on stress distribution. *Braz Dent J* 2013;24:635-41.
28. Eser A, Akça K, Eckert S, Çehreli MC. Nonlinear finite element analysis versus ex vivo strain gauge measurements on immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:439-46.
29. Akça K, Çehreli MC, İplikçioglu H. A comparison of three-dimensional finite element stress analysis with in vitro strain gauge measurements on dental implants. *Int J Prosthodont* 2002;15:115-21.
30. Miyamoto Y, Koretake K, Hirata M, Kubo T, Akagawa Y. Influence of static overload on the bony interface around implants in dogs. *Int J Prosthodont* 2008;21:437-44.
31. Kozlovsky A, Tal H, Laufer BZ, Leshem R, Rohrer MD, Weinreb M, et al. Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:601-10.
32. Mattheos N, Schitteck Janda M, Zampelis A, Chronopoulos V. Reversible, non-plaque-induced loss of osseointegration of successfully loaded dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:347-54.
33. Tawil G. Peri-implant bone loss caused by occlusal overload: repair of the peri-implant defect following correction of the traumatic occlusion. A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:153-7.

Corresponding author:

Dr Kung-Rock Kwon
Department of Prosthodontics
School of Dentistry
Kyung Hee University
BOX 02447, 26
Kyungheedaero, Dongdaemun-gu
Seoul
REPUBLIC OF KOREA
Email: krkwon@khu.ac.kr

Copyright © 2020 by the Editorial Council for *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.050>