UNIVERSIDAD HEMISFERIOS

Facultad de ciencias de la salud

Especialidad en operatoria dental y estética

Tema:

Eficacia de sistemas de cementación fotopolimerizables para restauraciones indirectas de resina fresada CAD-CAM. *Estudio in vitro*

Tesis para la obtención del Título de
"Especialista en operatoria dental y estética"

Presentada por:

Janeth Sagrario Quintanilla Jiménez

Tutor:

Dra. María Soledad Peñaherrera Manosalvas

Quito, diciembre del 2024

Resumen

Este estudio evaluó la resistencia de unión de tres sistemas de cementación fotopolimerizables para restauraciones indirectas de resina fresada CAD-CAM, por medio de test de cizallamiento. Para ello se prepararon 30 cilindros de resina Brava Block utilizando CAD-CAM, con tratamiento superficial de óxido de aluminio, baño ultrasónico y aplicación de imprimador Monobond N. Los cilindros fueron distribuidos en tres grupos (Variolink Esthetic LC, RelyX Veneer y Allcem Veneer APS) y se les aplicó el cemento correspondiente.

Luego, se fotoactivaron y almacenaron a 37°C durante 24 horas. Se realizó un ensayo de cizallamiento para medir la resistencia de unión y se clasificaron los tipos de fractura. Los datos se analizaron mediante ANOVA y Tukey, con un nivel de significancia del 5%. Los protocolos de cementación con RelyX Veneer y Allcem Veneer APS alcanzaron los mayores valores de resistencia de unión con la resina fresada Brava Block ($p < 0.05$), sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$).

Por otro lado, Variolink Esthetic LC obtuvo los valores más bajos ($p < 0.05$). Además, la fractura cohesiva en la resina fresada predominó en todos los grupos, siendo más equitativa la distribución de fracturas en el grupo de Variolink Esthetic LC (30% adhesiva, 40% cohesiva en resina y 30% mixta).

Los protocolos de cementación fotopolimerizables RelyX Veneer y Allcem Veneer APS ofrecen una resistencia de unión superior en la resina fresada mediante el sistema CAD-CAM, en comparación con el protocolo Variolink Esthetic LC.

Palabras clave: Cementado dental; Resistencia de unión; Materiales dentales; Adhesión dental; Ensayo de cizallamiento

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Janeth Sagrario Quintanilla Jiménez

C.I. 1203565971

Dedicatoria

Mi tesis está dedicada a Dios, sin su infinita voluntad no habría logrado concluirla. A mi amado esposo Guillermo Fernando Méndez Neira quien con su amor y dedicación siempre me alentó a seguir adelante. A mis amados hijos Guillermo, Fernando y Nohelia quienes además de ayudarme en este proyecto son siempre mi motivación para luchar y ser su mejor ejemplo de superación.

A mis amados padres especialmente a mi madre Martha Jiménez por ser ese pilar fundamental en mi vida ya que desde niña me enseñó que debía perseverar para lograr cumplir mis metas. A mis compañeros, testigos de nuestras alegrías y tristezas por darnos siempre el valor para continuar. A todos los que hicieron posible durante estos dos años que este sueño se haga realidad.

Índice

Índice....5

Índice de Tablas....6

Índice de Figuras....7

Resumen....8

Abstract....10

Introducción....11

Material y Métodos....13

Preparación de muestras....13

Grupos experimentales....13

Análisis de resistencia de unión....14

Análisis estadístico....14

Hallazgos....16

Discusión....18

Conclusiones....21

Referencias....22

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición de los materiales utilizados.....15

Tabla 2. Promedio, desviación estándar e intervalos de confianza de los valores de resistencia de unión (MPa) de la resina fresada según el protocolo de cementación utilizado. 16

Índice de Figuras

Figura 1 Esquema metodológico de la preparación de los cuerpos de prueba 17

Figura 2 Distribución de la frecuencia de los tipos de fractura de acuerdo a protocolo de cementación aplicado.....17

Eficacia de sistemas de cementación fotopolimerizables para restauraciones indirectas de resina fresada CAD-CAM. ***Estudio in vitro***

Janeth Sagrario Quintanilla Jiménez

Universidad De Los Hemisferios

jsquintanillaj@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

Este estudio evaluó la resistencia de unión de tres sistemas de cementación fotopolimerizables para restauraciones indirectas de resina fresada CAD-CAM, por medio de test de cizallamiento. Para ello se prepararon 30 cilindros de resina Brava Block utilizando CAD-CAM, con tratamiento superficial de óxido de aluminio, baño ultrasónico y aplicación de imprimador Monobond N. Los cilindros fueron distribuidos en tres grupos (Variolink Esthetic LC, RelyX Veneer y Allcem Veneer APS) y se les aplicó el cemento correspondiente.

Luego, se fotoactivaron y almacenaron a 37°C durante 24 horas. Se realizó un ensayo de cizallamiento para medir la resistencia de unión y se clasificaron los tipos de fractura. Los datos se analizaron mediante ANOVA y Tukey, con un nivel de significancia del 5%. Los protocolos de cementación con RelyX Veneer y Allcem Veneer APS alcanzaron los mayores valores de resistencia de unión con la resina fresada Brava Block ($p < 0.05$), sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$).

Por otro lado, Variolink Esthetic LC obtuvo los valores más bajos ($p < 0.05$). Además, la fractura cohesiva en la resina fresada predominó en todos los grupos, siendo más equitativa la distribución de fracturas en el grupo de Variolink Esthetic LC (30% adhesiva, 40% cohesiva en resina y 30% mixta).

Los protocolos de cementación fotopolimerizables RelyX Veneer y Allcem Veneer APS ofrecen una resistencia de unión superior en la resina fresada mediante el sistema CAD-CAM, en comparación con el protocolo Variolink Esthetic LC.

Palabras clave: Cementado dental; Resistencia de unión; Materiales dentales; Adhesión dental; Ensayo de cizallamiento

Abstract

This study evaluated the bond strength of three light-curing cementation systems for indirect restorations using milled CAD-CAM resin, assessed through shear bond testing. Thirty Brava Block resin cylinders were prepared using CAD-CAM technology and subjected to surface treatment with aluminum oxide, ultrasonic cleaning, and Monobond N primer application. The cylinders were divided into three groups (Variolink Esthetic LC, RelyX Veneer, and Allcem Veneer APS), and the respective cements were applied.

The samples were light-cured and stored at 37°C for 24 hours. Shear bond strength was measured, and fracture types were classified. Data were analyzed using ANOVA and Tukey tests with a significance level of 5%. RelyX Veneer and Allcem Veneer APS achieved the highest bond strength values with Brava Block resin ($p < 0.05$), with no significant differences between them ($p > 0.05$). Conversely, Variolink Esthetic LC exhibited the lowest bond strength values ($p < 0.05$). Cohesive fractures in the milled resin predominated in all groups, with more evenly distributed fracture types in the Variolink Esthetic LC group (30% adhesive, 40% cohesive in resin, and 30% mixed).

Light-curing cementation protocols using RelyX Veneer and Allcem Veneer APS provide superior bond strength with milled CAD-CAM resin compared to the Variolink Esthetic LC protocol.

Keywords: Dental cementation; Bond strength; Dental materials; Dental adhesion; Shear bond test

Introducción

Las resinas fresadas mediante tecnología CAD-CAM han revolucionado los materiales dentales al combinar maquinabilidad, reparabilidad y un alto atractivo estético (Ruse ND et al., 2014, Mainjot AK, et al., 2016). Estas resinas se emplean principalmente en restauraciones dentales indirectas, como carillas, incrustaciones, coronas y recubrimientos.

La tecnología CAD-CAM ha permitido fabricar restauraciones con alta precisión y consistencia (Schlichting LH, et al., 2019), aprovechando las propiedades de los compuestos de resina para ofrecer una alternativa viable a materiales tradicionales, como la cerámica. Sin embargo, el uso de resinas fresadas con CAD-CAM enfrenta desafíos, especialmente en lo que respecta a la adhesión confiable entre estos materiales y otros compuestos (Goujat A, et al., 2018, Lauvahutanon S, et al.,2014).

La resistencia de unión es un factor clave para la durabilidad de las restauraciones dentales, ya que depende de diversas variables, tales como las propiedades del material base (Reymus M, et al., 2019), los tratamientos superficiales aplicados (Emsermann I, et al., 2017) y la compatibilidad entre los materiales utilizados (Tzanakakis EG, et al., 2023). Además, el grosor y la translucidez de los materiales CAD-CAM influyen significativamente en la polimerización de los cementos (Ikemoto S, et al., 2017, Go YR, et al., 2022).

Los pre-tratamientos de superficie, como la abrasión con aire y la aplicación de imprimadores, son fundamentales para mejorar la adhesión de las resinas fresadas con CAD-CAM, lo que resalta la importancia de seleccionar protocolos y estrategias de cementación adecuadas para lograr una resistencia de unión óptima (Reymus M, et al., 2016).

Los sistemas de cementación fotopolimerizables, por su parte, presentan un rendimiento mecánico mejorado, con mayor resistencia a la tracción y reducción de la tensión

de contracción, aspectos cruciales para mantener la integridad de las restauraciones dentales (Gong H, et al., 2017, Huang S, et al., 2017). En particular, los sistemas de cementación que contienen BisGMA/TEGDMA muestran un alto grado de conversión, mayor rigidez y resistencia durante la polimerización, aunque son propensos a la contracción por polimerización, lo que puede ocasionar fallas en la restauración (Tan Q, et al.,2023).

Los fotoiniciadores innovadores se añaden a estos sistemas de cementación debido a su capacidad para iniciar la polimerización de manera eficiente, mejorando las propiedades mecánicas, y se presentan como una alternativa a fotoiniciadores tradicionales como la canforquinona (Pyszka I, et al., 2023, Topa-Skwarczyńska M, et al., 2023).

A pesar de las ventajas de las resinas fresadas por CAD-CAM en términos de precisión y propiedades, los problemas relacionados con la adhesión requieren un análisis detallado de las propiedades de los materiales y las técnicas empleadas en los protocolos de cementación. El objetivo principal de este estudio es analizar la fuerza de adhesión de tres sistemas de cementación aplicados en restauraciones indirectas de resina fresada mediante la tecnología CAD-CAM, utilizando una prueba de cizallamiento. La hipótesis nula sugiere que no habrá diferencias significativas en la resistencia de la unión de las resinas fresadas al emplear diferentes métodos de cementación.

Material y Métodos

Preparación de muestras

Se fabricaron 30 cilindros de resina fresada Brava Block (FGM; Joinville, SC, Brasil) con dimensiones de 12 mm de diámetro y 14 mm de altura, empleando el sistema CAD-CAM DWX-42W (DGSHAPE Corporation; Hamamatsu, Japón). A una de las superficies circulares de cada cilindro se le aplicó un tratamiento con chorro de óxido de aluminio de 50 μm (Bio-Art; São Carlos, SP, Brasil) durante 15 segundos, a una presión de 2 bares y a una distancia de 4 mm. Posteriormente, los cilindros se sometieron a un proceso de limpieza mediante un baño ultrasónico con la cuba ultrasónica CD-4820 (Codyson Ultrasonic; Shenzhen, China) durante 480 segundos, seguido de una desinfección con alcohol al 70%. Finalmente, las superficies fueron tratadas durante 60 segundos con el imprimador de silano Monobond N (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein) y se secaron con aire comprimido para eliminar los solventes.

Grupos experimentales

Los cilindros previamente tratados se asignaron de forma aleatoria a tres grupos (n=10): Variolink Esthetic LC, RelyX Veneer y Allcem Veneer APS, cuyas composiciones para cada protocolo de cementación se describen en la Tabla 1. Los cementos se aplicaron sobre la superficie tratada de los bloques de resina fresada siguiendo las instrucciones de los fabricantes. Para ello, se utilizó una matriz de polietileno transparente tipo Tygon (Anhui Hongyu Wuzhou Medical Manufacturer; Anhui, China) con un diámetro interno de 2,97 mm y una altura de 3 mm.

El interior de la matriz se rellenó con el agente de cementación, asegurando una distribución uniforme mediante un explorador Nº 5. Posteriormente, se colocó una tira de

celuloide sobre la matriz y se aplicó una ligera presión para estabilizar el material. La fotoactivación se llevó a cabo durante 20 segundos utilizando el fotopolimerizador VALO Grand (Ultradent) con una irradiancia de 1200 mW/cm². Finalmente, los especímenes se almacenaron en condiciones de humedad controlada a 37 °C durante 24 horas. La Figura 1 ilustra el esquema metodológico empleado para la preparación de los cuerpos de prueba.

Análisis de resistencia de unión

Tras el periodo de almacenamiento, las matrices de Tygon se retiraron con precaución utilizando una hoja de bisturí Nº 11 Biolife (Sterilance Medical; Suzhou, China). Los especímenes se examinaron bajo aumento para identificar posibles porosidades o grietas en la interfaz adhesiva, descartando aquellos que presentaron defectos. Posteriormente, los cilindros se sometieron a un ensayo de cizallamiento con una máquina de ensayos universal OM150 (Odeme Dental Research; Luzerna, Brasil), empleando un dispositivo que posiciona el cilindro de forma perpendicular al centro de la célula de carga (1 kN).

La prueba se realizó a una velocidad de 1 mm/min hasta que se produjo la fractura. Los valores de resistencia de unión se calcularon dividiendo la fuerza máxima aplicada (N) entre el área de la interfaz adhesiva (mm²), obteniendo el valor promedio para cada grupo. Finalmente, las muestras se observaron bajo una magnificación de 10x para clasificar el tipo de fractura, la cual se definió como adhesiva en la interfaz (AD), cohesiva dentro del cemento de resina (CC), cohesiva en la resina vitromérica (CR) o mixta (M), siendo esta última una combinación de los tipos anteriores.

Análisis estadístico

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos. Posteriormente, se aplicó un análisis ANOVA con un test post-hoc de Tukey. Para todos los

análisis estadísticos, se utilizó un nivel de significancia del 5%. La frecuencia de los diferentes tipos de fractura se presentó de forma descriptiva.

Tabla 1.

Composición de los materiales utilizados

Material	Composición
Variolink Esthetic LC *(Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, #2063PL)*	Compuesto por una matriz polimérica de resinas metacrílicas (Bis-GMA, UDMA y TEGDMA), un relleno inorgánico compuesto por bario y sílice, catalizadores incorporados en su fórmula, un sistema fotoiniciador basado en canforoquinona y aditivos como estabilizantes y pigmentos.
RelyX Veneer *(3M, Estados Unidos, #10400792)*	Está formado por una matriz polimérica de resinas metacrílicas (Bis-GMA y TEGDMA) y contiene un relleno inorgánico compuesto por sílice y vidrio fluorado, representando aproximadamente el 63% de su peso. Además, incorpora catalizadores a base de peróxidos orgánicos, un sistema fotoiniciador de canforoquinona y otros aditivos, como estabilizantes y pigmentos.
Allcem Veneer APS *(FGM, Brasil, #280923)*	Compuesto por una matriz polimérica mejorada de resinas metacrílicas (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y Bis-EMA), un relleno inorgánico de sílice tratado con silano (aproximadamente 58% en peso), catalizadores integrados, un sistema fotoiniciador APS (Advanced Polymerization System) y otros aditivos como estabilizantes y modificadores reológicos.

Tabla 2.

Promedio, desviación estándar e intervalos de confianza de los valores de resistencia de unión (MPa) de la resina fresada según el protocolo de cementación utilizado.

Protocolos	Variolink Esthetic LC	RelyX Veneer	Allcem Veneer APS
Media	9.24[b]	10.94[a]	11.59[a]
DE	0.55	0.28	0.30
IC	8.90-9.58	10.77-11.11	11.40-11.77

[ab] Letras minúsculas distintas en la misma fila indican una diferencia estadísticamente significativa (ANOVA de una vía y prueba post-hoc de Tukey; p < 0,05). **DE**: desviación estándar; **IC**: intervalos de confianza.

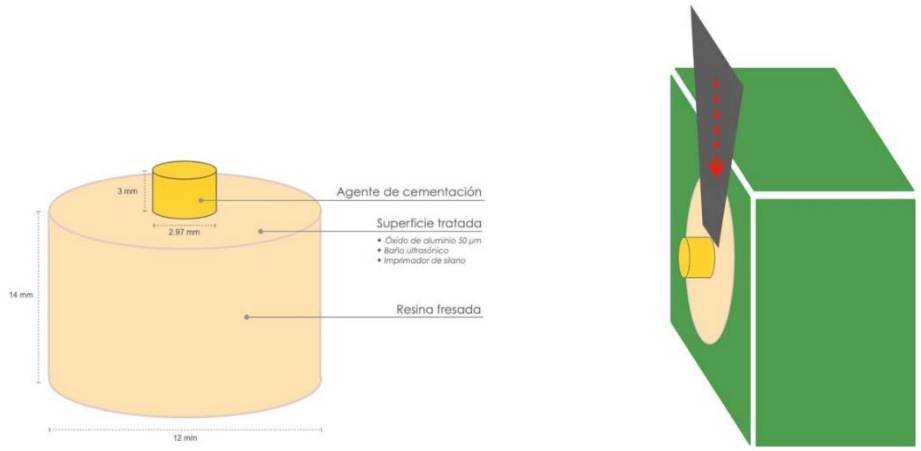
Hallazgos

La Tabla 2 muestra que los protocolos de cementación con RelyX Veneer y Allcem Veneer APS alcanzaron los mayores valores de resistencia de unión con la resina fresada Brava Block ($p < 0.05$), sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos ($p > 0.05$). En contraste, el protocolo con Variolink Esthetic LC presentó los valores más bajos de resistencia de unión ($p < 0.05$).

Por su parte, la Figura 2 revela que la fractura cohesiva en la resina fresada (CR) fue predominante en todos los grupos experimentales. En el caso de Variolink Esthetic LC, los tipos de fractura estuvieron más equilibrados, con un 30% adhesiva (AD), 40% cohesiva en resina (CR) y 30% mixta (M).

Figura 1

Esquema del procedimiento metodológico para la preparación de las muestras de ensayo

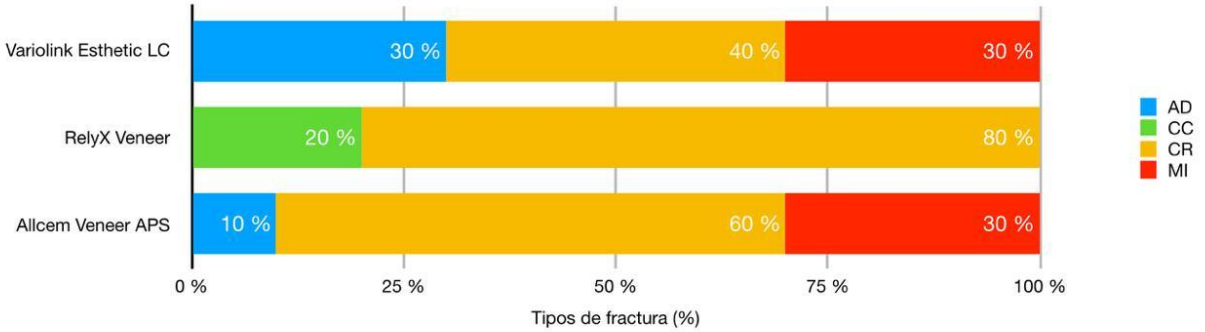


Cuerpo de prueba

Ensayo de cizallamiento

Figura 2

Frecuencia de los tipos de fractura según el protocolo de cementación utilizado



Discusión

El estudio destacó diferencias significativas en la resistencia de unión de las resinas fresadas CAD-CAM dependiendo del protocolo de cementación utilizado, enfatizando la relevancia de elegir el cemento adecuado para mejorar los resultados clínicos. Los cementos fotopolimerizables RelyX Veneer y Allcem Veneer APS obtuvieron los mayores valores de resistencia, reflejando una interacción efectiva con la resina fresada Brava Block, mientras que Variolink Esthetic LC presentó los valores más bajos, posiblemente debido a diferencias en su composición. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que se identificaron diferencias significativas entre los protocolos evaluados.

La resistencia de unión entre las resinas CAD-CAM y los cementos a base de resina depende en gran medida de los agentes adhesivos utilizados, como ya se ha señalado en la literatura (Gilbert S, et al., 2016). En este contexto, los protocolos con RelyX Veneer y Allcem Veneer APS lograron un desempeño superior al protocolo con Variolink Esthetic LC, mostrando una capacidad para generar altos valores en la resistencia de unión con la resina fresada evaluada. Estos hallazgos están en línea con estudios previos que sugieren que RelyX Veneer produce menores discrepancias marginales e internas en la cementación de carillas de porcelana (Al-Dwairi ZN, et al., 2019) y ofrece adhesión eficaz con resinas CAD-CAM cuando se emplean tratamientos superficiales como la abrasión con aire y la aplicación de imprimadores a base de silano (Fathy H, et al., 2022), protocolos que también fueron utilizados en este estudio.

El análisis de las propiedades específicas de los cementos refuerza estos hallazgos. Allcem Veneer APS se destacó por su baja tensión de contracción por polimerización en comparación con RelyX Veneer (Bragança GF, et al., 2021), mientras que este último demostró una alta microdureza, reflejando mayor resistencia a la deformación superficial

(Espíndola-Castro LF, et al., 2020). Ambos cementos mostraron una excelente adhesión a diversos sustratos (Fehrenbach J, et al., 2021), lo cual quedó corroborado en este estudio. En contraste, Variolink Esthetic LC presentó un desempeño inferior, posiblemente asociado con una menor capacidad de adhesión a pesar de su dureza y módulo de flexión superiores. Esto sugiere que las propiedades mecánicas individuales no siempre garantizan un desempeño adhesivo óptimo, lo que refuerza la necesidad de evaluar el desempeño integral del cemento en contextos clínicos específicos (Yoshida K, et al., 2007).

La composición de los cementos fotopolimerizables también influye significativamente en sus propiedades adhesivas. RelyX Veneer y Allcem Veneer APS, con rellenos inorgánicos de sílice y sistemas avanzados de polimerización, mostraron una mejor interacción con la resina fresada Brava Block en comparación con Variolink Esthetic LC, que también contiene sílice, pero cuya interacción podría estar limitada por factores como la compatibilidad con imprimadores específicos (Chen H, et al., 2021, Hategekimana F, et al., 2022). Además, los cementos fotopolimerizables, al permitir un control preciso de la polimerización, logran un mayor grado de conversión y mejores propiedades mecánicas cuando la luz se transmite eficientemente a través del material restaurador (Alsayed B, et al., 2023, Babaier R, et al., 2022). No obstante, su eficacia puede disminuir en restauraciones gruesas y opacas, donde la transmisión de luz es limitada, un aspecto que no fue simulado en este estudio debido al uso de una matriz transparente de teflón para garantizar una transmisión óptima al cemento.

Finalmente, nuestros resultados muestran que la fractura cohesiva en la resina fresada fue el tipo de falla predominante en todos los grupos evaluados, lo que sugiere que, a pesar de las diferencias observadas entre los cementos, todos lograron una adhesión suficientemente sólida en las condiciones de este estudio (Diniz AC, et al., 2014). No obstante, en el caso de Variolink Esthetic LC, la distribución de los tipos de fractura fue más equilibrada, con un

30% de fracturas adhesivas, un 40% de fracturas cohesivas en resina y un 30% de fracturas mixtas. Este comportamiento coincide con los resultados que identifican a este sistema de cementación como el de menor resistencia de unión a la resina fresada CAD-CAM.

Nuestro estudio presenta como limitaciones la imposibilidad de simular condiciones clínicas reales, como la opacidad o el grosor variable de los materiales restauradores, y el uso de una matriz transparente que pudo favorecer un escenario idealizado de transmisión de luz. No obstante, su fortaleza radica en una metodología estandarizada que permitió evaluar de manera consistente las propiedades adhesivas bajo condiciones controladas. Futuros estudios deberían considerar escenarios más representativos de la práctica clínica, incluyendo variaciones en grosor, opacidad y tratamientos superficiales, para optimizar los protocolos de cementación y su aplicabilidad clínica en resinas CAD-CAM.

Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio, se concluye que los protocolos de cementación RelyX Veneer y Allcem Veneer APS proporcionan una resistencia de unión significativamente superior en resinas fresadas mediante el sistema CAD-CAM, en contraste con el protocolo de cementación Variolink Esthetic.

Referencias

Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. J Dent Res [Internet]. 2014 Dec;93(12):1232–4. Available from: http://dx.doi.org/10.1177/0022034514553976

Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ. From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. J Dent Res [Internet]. 2016 May;95(5):487–95. Available from: http://dx.doi.org/10.1177/0022034516634286

Schlichting LH, Magne P. Double-milled CAD-CAM composite resin restorations: A proof-of-concept approach to producing histoanatomic bilaminar restorations. J Prosthet Dent [Internet]. 2020 Jul;124(1):5–9. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.09.006

Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. J Prosthet Dent [Internet]. 2018 Mar;119(3):384–9. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.03.001

Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, Iwasaki N, Asakawa Y, Oki M, et al. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. Dent Mater J [Internet]. 2014;33(5):705–10. Available from: http://dx.doi.org/10.4012/dmj.2014-208

Reymus M, Roos M, Eichberger M, Edelhoff D, Hickel R, Stawarczyk B. Bonding to new CAD/CAM resin composites: influence of air abrasion and conditioning agents as pretreatment strategy. Clin Oral Investig [Internet]. 2019 Feb;23(2):529–38. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s00784-018-2461-7

Emsermann I, Eggmann F, Krastl G, Weiger R, Amato J. Influence of Pretreatment Methods

on the Adhesion of Composite and Polymer Infiltrated Ceramic CAD-CAM Blocks. J Adhes Dent [Internet]. 2019;21(5):433–43. Available from: http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a43179

Tzanakakis EG, Pandoleon P, Sarafianou A, Kontonasaki E. Adhesion of Conventional, 3D-Printed and Milled Artificial Teeth to Resin Substrates for Complete Dentures: A Narrative Review. Polymers (Basel) [Internet]. 2023 May 28;15(11). Available from: http://dx.doi.org/10.3390/polym15112488

Ikemoto S, Komagata Y, Yoshii S, Masaki C, Hosokawa R, Ikeda H. Impact of CAD/CAM Material Thickness and Translucency on the Polymerization of Dual-Cure Resin Cement in Endocrowns. Polymers (Basel) [Internet]. 2024 Feb 29;16(5). Available from: http://dx.doi.org/10.3390/polym16050661

Go YR, Kim KM, Park SH. Influence of inhomogeneity of the polymerization light beam on the microhardness of resin cement under a CAD-CAM block. J Prosthet Dent [Internet]. 2022 May;127(5):802.e1–802.e10. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.02.004

Gong H, Guo X, Cao D, Gao P, Feng D, Zhang X, et al. Photopolymerizable and moisture-curable polyurethanes for dental adhesive applications to increase restoration durability. J Mater Chem B [Internet]. 2019 Feb 7;7(5):744–54. Available from: http://dx.doi.org/10.1039/c8tb01716f

Huang S, Podgórski M, Zhang X, Sinha J, Claudino M, Stansbury JW, et al. Dental Restorative Materials Based on Thiol-Michael Photopolymerization. J Dent Res [Internet]. 2018 May;97(5):530–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1177/0022034518755718

Tan Q, Li B, Wang Z, Chen Q. Investigation of physio-mechanical properties of cross-linked Bis-GMA/TEGDMA dental resins: A molecular dynamics study. Mater Today Commun [Internet]. 2023 Jun;35(105926):105926. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352492823006177

Pyszka I, Jędrzejewska B. Photoinitiation abilities of indeno- and indoloquinoxaline derivatives and mechanical properties of dental fillings based on multifunctional acrylic monomers and glass ionomer. Polymer (Guildf) [Internet]. 2023 Jan;266(125625):125625. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032386122011132

Topa-Skwarczyńska M, Petko F, Krok D, Galek M, Ortyl J. High-performance new photoinitiators for the preparation of functional photocurable polymer composites. Eur Polym J [Internet]. 2023 Sep;196(112282):112282. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014305723004652

Gilbert S, Keul C, Roos M, Edelhoff D, Stawarczyk B. Bonding between CAD/CAM resin and resin composite cements dependent on bonding agents: three different in vitro test methods. Clin Oral Investig [Internet]. 2016 Mar;20(2):227–36. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s00784-015-1494-4

Al-Dwairi ZN, Alkhatatbeh RM, Baba NZ, Goodacre CJ. A comparison of the marginal and internal fit of porcelain laminate veneers fabricated by pressing and CAD-CAM milling and cemented with 2 different resin cements. J Prosthet Dent [Internet]. 2019 Mar;121(3):470–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.04.008

Fathy H, Hamama HH, El-Wassefy N, Mahmoud SH. Effect of different surface treatments on resin-matrix CAD/CAM ceramics bonding to dentin: in vitro study. BMC Oral

Health [Internet]. 2022 Dec 23;22(1):635. Available from: http://dx.doi.org/10.1186/s12903-022-02674-5

Bragança GF de, Mazão JD, Versluis A, Soares CJ. Effect of luting materials, presence of tooth preparation, and functional loading on stress distribution on ceramic laminate veneers: A finite element analysis. J Prosthet Dent [Internet]. 2021 May;125(5):778–87. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.02.005

Espíndola-Castro LF, Brito OFF de, Araújo LGA, Santos ILA, Monteiro GQDM. In Vitro Evaluation of Physical and Mechanical Properties of Light-Curing Resin Cement: A Comparative Study. Eur J Dent [Internet]. 2020 Feb;14(1):152–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1705075

Fehrenbach J, Münchow EA, Isolan CP, Brondani LP, Bergoli CD. Structural reliability and bonding performance of resin luting agents to dentin and enamel. Int J Adhes Adhes [Internet]. 2021 Jun;107(102863):102863. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143749621000610

Yoshida K, Tsuo Y, Meng X, Atsuta M. Mechanical properties of dual-cured resin luting agents for ceramic restoration. J Prosthodont [Internet]. 2007 Aug 2;16(5):370–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00221.x

Chen H, Liu H, Wang R, Jiang X, Zhu M. Size-controllable synthesis of dendritic porous silica as reinforcing fillers for dental composites. Dent Mater [Internet]. 2021 Jun;37(6):961–71. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2021.02.015

Hategekimana F, Kiraz N. Preparation and characterization of silica based nanoclusters as reinforcement for dental applications. Polym Compos [Internet]. 2022 Oct;43(10):7564–74. Available from:

https://4spepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pc.26857

Alsayed B, Suliman AA, Clark W, Cook R, Sulaiman TA. Effect of Photo-polymerization Delay on the Bond Strength and Microhardness of Dual-polymerizing Resin Cements. Oper Dent [Internet]. 2023 Jul 1;48(4):457–63. Available from: http://dx.doi.org/10.2341/22-119-L

Babaier R, Haider J, Silikas N, Watts DC. Effect of CAD/CAM aesthetic material thickness and translucency on the polymerisation of light- and dual-cured resin cements. Dent Mater [Internet]. 2022 Dec;38(12):2073–83. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2022.11.016

Diniz AC, Nascimento RM, Souza JCM, Henriques BB, Carreiro AFP. Fracture and shear bond strength analyses of different dental veneering ceramics to zirconia. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl [Internet]. 2014 May 1;38:79–84. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2014.01.032