

**ESTUDIO COMPARATIVO EN LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE CUATRO
DISEÑOS DIFERENTES DE PREPARACIÓN DE CARILLAS OCLUSALES ELABORADAS
EN DISILICATO DE LITIO**

NATALIA MARTÍNEZ ZAFRA

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
OPERATORIA DENTAL ESTETICA Y MATERIALES DENTALES – FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA
BOGOTÁ DC. -JULIO - 2021**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad El Bosque

Facultad Odontología

Programa Especialidad en operatoria dental estética y materiales dentales

Título: Estudio comparativo en la resistencia a la fractura de cuatro diseños diferentes de preparación de carillas oclusales elaboradas en Disilicato de Litio

Otra institución participante: UniCIEO, Laboratorio dental ACD

Tipo de investigación: Posgrado /Línea docente

Estudiantes: Natalia Martínez Zafra

Director: Dra. Viviana Ulloa Beltrán

Codirector: Dr. Federico Ferraris

Asesor metodológico: Dr. Jaime Rodrigo Rivera

Asesor y análisis estadístico: Dr. David Diaz Baez

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

OTTO BAUTISTA GAMBOA	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL GALVIS	Rector(a)
RITA CECILIA PLATA DE SILVA	Vicerrector(a) Académico
FRANCISCO JOSÉ FALLA CARRASCO	Vicerrector Administrativo
MIGUEL OTERO CADENA	Vicerrectoría de Investigaciones.
CRISTINA MATIZ MEJÍA	Secretaria General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
MARIA ROSA BUENAHORA TOVAR	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ	Director Área Bioclínica
ALEJANDRO PERDOMO RUBIO	Director Área Comunitaria
JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
IVAN ARMANDO SANTACRUZ CHAVES	Coordinador Postgrados Facultad de Odontología
OLGA LUCIA ZARTA ARIZABALETA	Directora del programa de Operatoria dental estética y materiales dentales
MARIA JUANA RODRIGUEZ RIVEROS	Coordinadora del programa de Operatoria dental estética y materiales dentales

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

GUÍA DE CONTENIDO

Resumen	
Abstract	
	Pág.
Introducción	1
2. Marco teórico	3
3. Planteamiento del problema	17
4. Justificación	19
5. Situación Actual	21
6. Objetivos	24
6.1 Objetivo general	24
6.2 Objetivos específicos	24
7. Metodología del Proyecto	25
7.1. Tipo de estudio	25
7.2. Población y muestra	25
7.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información	25
7.4. Plan de tabulación y análisis.	37
a. Hipótesis estadísticas (alterna y nula)	37
b. Estadística descriptiva	37
8. Resultados	38
8.1 Fase descriptiva	38
9. Discusión	40
10. Conclusiones	43
11. Referencias bibliográficas	44

LISTADO DE TABLAS

		Págs.
Tabla 1	Comparación de la resistencia a la fractura entre grupos. Realizada por ANOVA de 1 vía. Análisis estadístico realizado por David Diaz Baez (MS).	38
Tabla 2	Resultados de test de comparaciones múltiples. Realizada a través de Post-Hoc de Sidak. Análisis estadístico realizado por David Diaz Baez (MS).	39

LISTADO DE FIGURAS

		Págs.
Figura 1	Molares antes de realizar fase de preparación. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	26
Figura 2	Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 1 (Junta a tope). Tomada por Natalia Martínez Zafra.	27
Figura 3	Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 2 (bisel). Tomada por Natalia Martínez Zafra.	27
Figura 4	Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 3 (Hombro). Tomada por Natalia Martínez Zafra.	28
Figura 5	Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 4 (Sin preparación). Tomada por Natalia Martínez Zafra.	28
Figura 6	Kit de fresas seleccionadas para preparaciones posteriores. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	29
Figura 7	Preparación junta a tope, vista proximal y oclusal. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	30
Figura 8	Preparación bisel, vista proximal y oclusal. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	31
Figura 9	Preparación hombro, vista proximal y oclusal. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	32
Figura 10	Sin preparación, vista proximal y oclusal. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	32
Figura 11	Carillas Oclusales Grupo 3 en Disilicato de litio. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	33
Figura 12	Carillas Oclusales de cada uno de los grupos. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	34
Figura 13	Acondicionamiento dental. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	35
Figura 14	Acondicionamiento de la restauración. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	36
Figura 15	Protocolo de cementación. Tomada por Natalia Martínez Zafra.	36
Figura 16	Resistencia a la fractura entre grupos. Análisis estadístico realizado por David Díaz Baez (MS).	39

RESUMEN

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE CUATRO DISEÑOS DE CARILLAS OCLUSALES EN DISILICATO DE LITIO

Las carillas oclusales son preparaciones delgadas adhesivas, de cobertura parcial, las cuales están indicadas, principalmente, en condiciones de erosión avanzada de la superficie oclusal o en casos de restauraciones clínicas donde la dimensión vertical necesita ser aumentada. Por sus excelentes propiedades ópticas, características mecánicas, facilidad de procesamiento y posibilidad de unión adhesiva, asegurando un enfoque mínimamente invasivo, las cerámicas de vidrio de Disilicato de litio se han convertido rápidamente en uno de los materiales restauradores más populares en casi todas las indicaciones de prostodoncia como tratamiento alternativo para el reemplazo de estructura dental. Por tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio realizando cuatro diseños diferentes de preparaciones. En este estudio experimental in vitro, se usó una muestra probabilística de ocho especímenes por cada uno de los cuatro grupos evaluados: junta a tope, bisel, hombro y sin preparación. Cada restauración fue diseñada de 1.0mm de espesor y para la fabricación se utilizó Disilicato de litio IPS e.max Press. Una vez cementadas en los molares humanos mediante estrictos protocolos de adhesión, fueron sometidas a prueba de resistencia a la fractura en la maquina universal de pruebas. Para analizar los datos se utilizó la prueba de normalidad Shapiro wilk para evaluar la distribución de cada grupo de datos. Dado que los datos se distribuyeron de manera normal, se utilizó ANOVA de una vía la cual mostró diferencias estadísticamente significativas de la resistencia a la fractura entre los grupos ($p=0.0275$); No obstante, el análisis de la prueba Post-Hoc de Sidak no mostró diferencias estadísticas entre las comparaciones múltiples; Sin embargo, el grupo 4 mostró una tendencia a presentar mayor resistencia a la fractura en comparación con el grupo 3 ($p=0.051$). Podemos concluir que los grupos con una preparación mas conservadora, demostraron un mejor rendimiento biomecánico frente a cargas aplicadas. Serán necesarias más investigaciones, para definir cual diseño de preparación presenta mejores ventajas biomecánicas a largo plazo.

Palabras clave: Resistencia a la fractura, Cerámica de vidrio, Carillas dentales, Disilicato de litio, Preparación dental.

ABSTRACT

THE FRACTURE TOUGHNESS OF FOUR OCCLUSAL VENEER DESIGNS MADE OF LITHIUM DISILICATE

Occlusal veneers are thin, partial coverage adhesive preparations, which are primarily appropriate for advanced erosion on the occlusal surface or in cases of clinical restorations in which the vertical dimension of teeth must be increased. Due to their excellent optical properties, mechanical characteristics, ease of processing and possibility for adhesive bonding, which ensure a minimally invasive approach, lithium disilicate glass ceramics have quickly become one of the most popular restorative materials in almost all prosthodontic indications as an alternative treatment to replacing dental structure. Therefore, the objective of this study was to compare the fracture toughness of occlusal veneers made of lithium disilicate with four different preparation designs. A probabilistic sample of eight specimens for each one of the four assessed groups was used in this *in vitro* experimental study: butt-joint, chamfer, shoulder and without preparation. Each restoration was designed with 1.0 mm of thickness, and IPS e.max Press Lithium Disilicate was used to manufacture them. Once cemented in human molars following strict adhesion protocols, they were submitted to fracture toughness tests on the universal test machine. The Shapiro-Wilk Normality Test was used to analyze the distribution of each group of data. Since the data was normally distributed, a one-way ANOVA was applied, which showed statistically significant differences in fracture toughness between the groups ($p=0.0275$). However, the Sidak Post-Hoc test analysis did not show statistical differences between the multiple comparisons. Nevertheless, group 4 showed a tendency to have a greater fracture toughness compared to group 3 ($p=0.051$). We can conclude that the groups with a more conservative preparation demonstrated greater biomechanical performance against the applied forces. More research will be necessary to define the preparation design with the best long-term biomechanical advantages.

Key words: Fracture toughness, Glass ceramics, Dental veneers, Lithia disilicate, Tooth preparation.

INTRODUCCIÓN

En la odontología restauradora moderna, el desarrollo de procedimientos adhesivos ha llevado a una importante revolución cultural y metodológica. Asimismo, la evolución de los materiales restauradores y los sistemas adhesivos ha influido en el enfoque para restaurar los dientes posteriores, modificando considerablemente el plan de tratamiento. Cuando grandes cantidades de estructura dental han sido destruidas por caries, atrición o erosión, la preservación de la estructura dental remanente es crucial, así mismo, se ha documentado una correlación directa de la degradación de la resistencia con una mayor remoción de la estructura dental.

Las cerámicas dentales modernas, como el disilicato de litio, ofrecen hoy en día la opción de sustitución mínimamente invasiva de la estructura dental perdida, al tiempo que tienen una alta resistencia a la fractura. Los fallos de las restauraciones cerámicas se basan principalmente en fracturas del material cerámico como tal. La resistencia a la fractura de las restauraciones cerámicas está influenciada por diferentes factores. La técnica adhesiva utilizada juega un papel sumamente importante, ya que las restauraciones cerámicas cementadas de manera adhesiva muestran una mayor resistencia a la fractura que las restauraciones cementadas de manera convencional. El tipo de superficie de unión y el tipo de acondicionamiento de la superficie afectan la fuerza de adhesión de la cerámica a la estructura del diente. Las restauraciones cementadas mediante técnicas de grabado total lograron una fuerza de unión de hasta 28 MPa dentro del esmalte y de 13 a 20 MPa dentro de la dentina (dependiendo del sistema adhesivo utilizado). Otro factor que influye en la resistencia a la fractura de las restauraciones de cerámica es el diseño de la preparación, para las restauraciones cerámicas, la preparación debe redondearse con cuidado y no deben existir ángulos agudos. (Sasse *et al.*, 2015, Ferraris *et al.*, 2021)

Un estudio de Guess *et al.*, [2013] investigó la influencia del grosor y la extensión de diferentes restauraciones parciales de premolares fabricadas con cerámica de disilicato

de litio prensada. En este estudio, no se encontró ningún efecto significativo sobre la resistencia a la fractura de las restauraciones de cerámica de disilicato de litio prensadas cuando la profundidad de la preparación se redujo a 0.5 mm. La mayoría de los fabricantes recomiendan espesores de cerámica mínimos que oscilan entre 1.5 y 2 mm, sin embargo, estos requisitos de espesor se basan principalmente en resultados de pruebas de laboratorio con evidencia clínica limitada.

Debido a la falta de datos suficientes sobre restauraciones de cobertura parcial elaboradas de materiales cerámicos, se requieren estudios de laboratorio con diferentes diseños de preparación para proporcionar información sobre la longevidad, la estabilidad, el comportamiento y resistencia a la fractura de tales restauraciones, por este motivo, el objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio (IPS e.max Press) con un grosor de 1.0mm, realizando cuatro diseños diferentes de preparaciones. La hipótesis nula fue que el tipo de preparación no afecta la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio.

MARCO TEÓRICO

La necesidad de realizar restauraciones adhesivas en los dientes posteriores no solo está relacionada con fines estéticos, sino también con principios bio-económicos, así como con el posible fortalecimiento biomecánico de la estructura dental remanente. Las ventajas de las restauraciones indirectas adhesivas en comparación con una técnica directa consisten en crear una anatomía ideal de las superficies oclusales, con un excelente control de los puntos de contacto y los perfiles de emergencia, y la posibilidad de una evaluación de la oclusión con un articulador (Veneziani, 2017).

Asimismo, esta técnica disminuye fuertemente la contracción por polimerización que ocurre fuera de la cavidad, mejorando así el sellado marginal.

Los principios convencionales sugerirían una cavidad con una pared divergente de 6 a 10 grados, ángulos redondeados internos, acabado de esmalte con márgenes afilados y no biselados, paredes lisas y bien definidas, y un diseño plano general.

Existen unos parámetros que influyen y dirigen el diseño de la cavidad que son esenciales, por ejemplo, el grosor de las paredes restantes, para poderlas mantener, debe ser ≥ 2.0 mm en dientes vitales, aunque últimos artículos informan valores de 1.0 mm, y ≥ 3.0 mm en dientes tratados endodónticamente. El ancho del istmo oclusal debe ser ≥ 2.0 mm para vitrocerámica de Disilicato de litio y resina. La presencia o ausencia de crestas marginales y, en consecuencia, presencia de caja interproximal evaluada en tres planos espaciales. Y por último, el espesor del material para la cobertura de la cúspide debe ser ≥ 1.0 a 1.5 mm para la resina y Disilicato de litio (prensado o CAD/CAM), Y ≥ 2.0 a 2.5 mm para la cerámica feldespática y la vitrocerámica reforzada con leucita (Veneziani, 2017).

Técnica de preparación dirigida por morfología

El fundamento del diseño de la cavidad es el análisis morfológico de los dientes posteriores, con algunas diferencias entre los dientes maxilares y mandibulares, y con consideraciones geométricas y estructurales que justifican su uso.

Los principios de esta técnica están destinados a lograr las siguientes mejoras: minimizar al máximo la pérdida de tejido dental sano al reducir las áreas de exposición a la dentina, guiar la reducción de tejido de la superficie oclusal con cortes profundos o, mejor aún, con una matriz de silicona para el control del grosor. Para reducir el ancho de los márgenes preparados como un hombro donde se indique, para definir un diseño de marquen que podría mejorar la calidad de la adhesión, optimizando el corte de los prismas del esmalte y creando una mayor superficie del mismo, para mejorar la inserción suave de la restauración durante la cementación y por último, para mejorar la estética de la zona de transición entre el diente y la restauración.

En orden cronológico, la secuencia de preparación es la preparación de la caja interproximal, la reducción anatómica de la superficie oclusal y la definición de los márgenes en las paredes axiales. Las definiciones de margen difieren en dientes maxilares y mandibulares. El diseño de los márgenes axiales varía de acuerdo con el tejido residual, la posición del margen, la inclinación y la morfología de la pendiente de la cúspide, y la línea máxima del contorno del diente (ecuador). La preparación se guía en última instancia por la morfología anatómica y estructural de los dientes (Veneziani, 2017).

Molares maxilares

Consideraciones geométricas

Los elementos maxilares tienen paredes axiales vestibular y coronal inclinadas y convergentes en la dirección coronal, con la línea del ecuador posicionada en el tercio cervical de las paredes respectivas.

Cuando el diente requiere cobertura de la cúspide, un corte agudo ciertamente produciría una sección oblicua de los prismas del esmalte y una restauración inadecuada del margen agudo, mientras que la cobertura de la cúspide con la preparación junta tope daría como resultado una pérdida sustancial de tejido sano asociado con exposición dentinal. Es evidente que, siempre que el diseño del margen sea coronal al ecuador, se indica un corte de esmalte con perfil cóncavo (chamfer) porque encaja bien con la inclinación de las paredes axiales, ya sea geométrica o biológica.

En el nivel interproximal, las paredes convergen apicalmente, y la línea de contorno máxima se coloca en el tercio oclusal. Por lo tanto, el diseño del margen solo puede ser un hombro redondeado con márgenes afilados. Cualquier plano inclinado o biselado está contraindicado porque desplazaría el margen apicalmente, reduciendo así el grosor del esmalte cervical.

Consideraciones estructurales

A partir de un análisis estructural tridimensional de dientes humanos se puede observar que los contornos de la superficie convexa del esmalte coinciden con los perfiles cóncavos de la dentina (curva sigmoidea). La concavidad de la superficie de la dentina es particularmente evidente y se ubica topográficamente en el tercio medio, y es coronal al ecuador. En consecuencia, es obvio que, al centrarse en las superficies bucales y orales, el estándar de oro para el diseño de cavidades constituye un diseño de margen con un plano inclinado cóncavo biselado que corta la convexidad del esmalte, siguiendo la concavidad de la dentina sin exponerla (Veneziani, 2017).

Molares mandibulares

Consideraciones geométricas

Las superficies vestibulares están inclinadas con convergencia oclusal, con una línea de contorno máxima ubicada en el tercio cervical. Sin embargo, las superficies linguales

son más verticales, con las líneas del ecuador localizadas en el tercio oclusal. Por esta razón, el margen vestibular está frecuentemente representado por un chaflán cóncavo, con la excepción de los casos en que una pérdida significativa de tejido ha socavado la pared hasta el tercio cervical. Los márgenes en el lado lingual están más a menudo representados por un hombro, porque una pérdida de tejido a menudo involucra el tercio oclusal y medio de la cúspide, con márgenes posicionados debajo de la línea del ecuador.

Consideraciones estructurales

Incluso desde un punto de vista estructural, se destaca una convexidad del esmalte con una fuerte concavidad de dentina en los tercios medio y oclusal de las paredes vestibulares. En el lado lingual, una morfología ligeramente es convexa del esmalte, se corresponde con una superficie de dentina más rectilínea. En consecuencia, en base a estas consideraciones, la elección de márgenes de hombro afilados se justifica en el lado lingual. Un margen cóncavo solo puede prepararse y terminarse en casos en que los déficits estructurales constituyan una indicación de un corte agudo en el tercio coronal de la cúspide lingual a nivel ecuatorial (Veneziani, 2017).

Principios del MDPT para premolares y molares

1) Preparación de junta a tope, en la caja interproximal (grosor ideal: 1.0 a 1.2 mm, máximo 1.5 mm) y ángulos internos redondeados, obtenidos con una fresa de diamante de grano medio troncocónica (diámetro 14) para la preparación, y fresas finas de diamante para el acabado. La necesidad de definir una caja de profundidad reducida está destinada a obtener una restauración indirecta de un grosor regular para garantizar la resistencia y al mismo tiempo permitir la conversión adecuada del adhesivo fotopolimerizable y el material resinoso utilizado para cementar.

2) Paredes interiores divergentes de seis a 10 grados, con márgenes afilados con ángulos internos redondeados. Las paredes axiales residuales requieren una

preparación aguda del margen oclusal, ya que la creación de incrustaciones biseladas a oclusales sería susceptible al riesgo de fractura del margen.

3) Reducción de la anatomía oclusal siguiendo la dirección de la fisura y la proporción resultante de las cúspides, con fresas troncocónicas de diamante (diámetros 14 y 18). El alcance de la reducción es una función de los parámetros de resistencia del material restaurador, por lo tanto, se recomienda de 1.0 a 2.0mm. Las ranuras oclusales no son necesarias; de hecho, deberían evitarse. Es deseable realizar la reducción oclusal guiada por la profundidad de los cortes o, cuando sea posible, cortando adecuadamente las matrices de silicona detectados en el diente antes de la preparación.

4a) Preparación de paredes axiales con plano inclinado o chamfer. En las direcciones mesodistal y vestíbulo palatino, se debe dibujar un "chamfer " o bisel cóncavo con fresas de chamfer cilíndrico, utilizando solo la punta de la fresa. Este diseño está indicado en áreas de cobertura cuspideas en paredes axiales coronal a la línea del ecuador del diente. Por razones geométricas y estructurales, esta ocurrencia es más frecuente a nivel de las paredes vestibular y palatina de los molares y premolares superiores, y las paredes vestibulares de los molares y premolares mandibulares.

Esta preparación de los márgenes permite: preservación máxima del tejido residual sano, un aumento inducido geoméricamente del área utilizable del esmalte para procedimientos adhesivos sin exposición de áreas de dentina, también, una configuración del margen más favorable para la adhesión a través del corte de prismas de esmalte casi perpendiculares a su eje longitudinal y una transición más gradual entre los márgenes de preparación y la restauración para obtener un mejor mimetismo, estética y combinación de colores de transición de la restauración.

4b) Preparación de paredes axiales, tipo junta a tope. En algunos casos, cuando el margen de la cavidad es apical o en la línea del ecuador como resultado de una pérdida sustancial de tejido, es conveniente preparar un margen agudo. Esto es más frecuente

en las superficies linguales de los molares y premolares mandibulares debido a una geometría diferente de las superficies (Veneziani, 2017).

Una vez teniendo en cuenta los principios de las preparaciones, es de gran importancia conocer los tipos de preparaciones dentales y su indicación de uso.

Tipos de preparaciones

Junta a tope

Requiere una preparación mínima y, por lo tanto, es adecuado para técnicas adhesivas. está representado por una reducción oclusal que sigue la evolución de las cúspides y el surco principal, por lo que generalmente es plano, pero con una superficie inclinada. a nivel de la línea de terminación, la unión a tope debe tener una tendencia inclinada y seguir la superficie oclusal, que luego se hace más horizontal. La reducción oclusal generalmente se calibra mediante fresas con la presencia de marcas de profundidad.

La preparación de junta a tope está indicada en la reducción de la cúspide para proteger los dientes de la carga oclusal, fractura de la cúspide en el área del tercio oclusal (o tercio medio, en algunos casos), y cuando existe presencia de fuertes abrasiones / erosiones de la superficie oclusal (con la posibilidad de aumentar la dimensión vertical) (Ferraris, 2017).

Bisel

Es similar a junta a tope, pero con la diferencia sustancial de la presencia de un bisel inclinado, generalmente de 45 grados o más, para una longitud promedio de 1 a 1.5 mm, que puede extenderse más en casos excepcionales. este biselado generalmente está presente en el lado bucal, pero también puede estar en el lado palatino (p. ej., en los casos en que debe incluirse el agrietamiento del esmalte dentro de la preparación o cuando se requiere más espesor y soporte para una restauración en una cúspide de trabajo). donde hay un bisel en toda la circunferencia, se puede considerar la variante de un bisel completo.

Este tipo de preparación está indicado cuando existe una necesidad estética de una integración más gradual de la transición restauración-diente, para obtener una superficie más amplia del esmalte externo, lo que mejora los procedimientos de cementación adhesiva y para crear más espacio para la restauración en la zona periférica (Ferraris, 2017).

Hombro

Es una preparación caracterizada precisamente por un hombro redondeado, que se desarrolla en la parte periférica del diseño. la parte central generalmente está representada por el *Build up* o bloqueo, generalmente hecho de un material a base de resina. El grosor del hombro es de aproximadamente 1.0 mm, lo que permite el mayor grosor posible del esmalte que mejora los procedimientos de cementación adhesiva. La gestión de la línea de terminación debe realizarse con una fresa determinada geométricamente, con una forma ligeramente cónica y una esquina interna redondeada. Si el diámetro de la cabeza de la fresa es de 1.0 mm, se debe hundir en todo el grosor de los sustratos a preparar, pero si es más grande, no se debe hundir por completo.

Esta preparación es utilizada cuando se encuentra una fractura anterior de la cúspide al tercio cervical, y luego, por efecto, el *Build up* central define automáticamente el diseño periférico del hombro. Y también, donde se requiere una mayor protección estructural para una cobertura de la cúspide con un agarre cervical (Ferraris, 2017).

Diseños de preparaciones proximales

Ranura

Este diseño representa una preparación interproximal frecuente, que tiene un hombro redondeado (coherente con la preparación del hombro), generalmente de aproximadamente 1.0mm. Una razón para que esta preparación esté tan extendida es porque este tipo de hombro se determina naturalmente después de la excavación de una lesión cariosa interproximal, lo que permite la creación de una reconstrucción central de la corona dental (Ferraris, 2017).

Bisel

una preparación menos invasiva en comparación con la ranura para restaurar el área interproximal sin penetrar demasiado a nivel cervical. Esta configuración ofrece algunas ventajas para una preparación de bisel, como una buena superficie de esmalte, que mejora el procedimiento de cementación adhesiva. esta preparación está indicada cuando es necesario realizar una restauración extensa en el área interproximal sin una lesión cariosa previa y localizada cervicalmente en comparación con el área de contacto (Ferraris, 2017).

Preservación de cresta

La variante de preservación de cresta de este enfoque permite el mantenimiento de la integridad de la cresta marginal, mientras que la variante de cobertura de cresta permite una preparación mínima de la superficie, preservando el área de contacto que obviamente no ha sufrido caries.

Dado que la cresta es uno de los elementos estructurales más importantes con respecto a la integridad del diente no vital, en casos de grosor reducido de las cúspides adyacentes, se puede optar por una cobertura cúspide con la preservación de la cresta. La indicación para este tipo de preparación es una cobertura cúspide con el propósito de protección estructural, pero con una buena integridad de la cresta y la ausencia de lesiones cariosas cavitadas (Ferraris, 2017).

Restauraciones indirectas convencionales

Las restauraciones cementadas se clasifican tradicionalmente según su tipo de cobertura cuspidea en Inlays, Onlays y Overlays.

Inlays

Son restauraciones sin cobertura cuspidea, y estarían indicadas en dientes con vitalidad preservada en cavidades de clase II medianas a grandes (MO / OD, MOD), con paredes bien conservadas. La resina compuesta es el material ideal. Actualmente, este tipo de

restauración a menudo se realiza con una técnica directa, obteniendo así la misma previsibilidad con un enfoque más conservador (Veneziani, 2017).

Onlays

Son restauraciones que cubren parcialmente las cúspides, pero no toda la superficie oclusal. Están indicados en cavidades clase II de grandes dimensiones con paredes laterales parcialmente soportadas sin grietas de dentina. En el caso de los dientes tratados endodónticamente, se requiere la presencia de al menos una cresta marginal y dos paredes axiales bien apoyadas en continuidad con la cresta marginal misma. Se pueden usar tanto compuestos como cerámicos (Veneziani, 2017).

Overlays

Son restauraciones de cobertura total de las cúspides, indicadas en cavidades clase II de grandes dimensiones con paredes axiales no soportadas y la ausencia de ambas crestas marginales. La presencia de grietas en el esmalte y la dentina (en dientes vitales), y la ausencia de una cresta marginal en los dientes tratados endodónticamente, requiere una cobertura total, incluso en presencia de paredes residuales de espesor adecuado. Se pueden usar resinas o cerámicas. La cerámica (cerámica de vidrio de Disilicato de litio) es el material de primera elección en el caso de restauraciones múltiples con una amplia cobertura. Además, debido a su mayor resistencia y capacidad para estabilizar la cúspide, la cerámica es la primera opción para los dientes afectados por el síndrome del diente agrietado, utilizándola con un recubrimiento total de cúspides (Veneziani, 2017).

Restauraciones indirectas desarrolladas recientemente

Este nuevo grupo de restauraciones puede cumplir con los criterios de máxima conservación de tejidos sanos y estética, y ayuda a establecer nuevos límites entre las prácticas conservadoras y las prótesis, con cambios sustanciales en el plan de tratamiento de la región posterior. Estas restauraciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

Additional Overlay

Esta es una restauración de cobertura parcial o, más frecuentemente, completa realizada sin ninguna preparación dental. Está indicado en casos de restauración anatómica de dientes con pérdida de tejido debido a erosión / abrasión o en casos de aumento de la dimensión vertical oclusal. El material estándar de oro es la cerámica (Disilicato de litio), aunque también es posible usar resina compuesta.

Occlusal Veneer / Table Top

Esta es una preparación delgada (1 a 1.2 mm) adhesiva, de cobertura parcial oclusal posterior con un diseño no retentivo. Está indicado, sobre todo, por erosión avanzada de la superficie oclusal o en casos de restauración clínica donde la dimensión vertical necesita ser aumentada.

Overlay Veneer / Veneerlay

Esto se usa en el caso de una restauración que involucra la superficie oclusal que se extiende a toda la superficie vestibular debido a consideraciones estéticas o funcionales. Está indicado en dientes ubicados en áreas estéticas (típicamente premolares maxilares) con pérdida significativa de tejido duro, muy descolorido y resistente al blanqueamiento. El material estándar de oro es la cerámica (Disilicato de litio).

Long-Wrap Overlay

Esta restauración involucra la superficie oclusal completa. Se extiende a las paredes axiales vestibulares y / o palatinas-linguales, dependiendo de la pérdida de tejido duro e independientemente del perfil de tejido blando. Está indicado en dientes que requieren una cobertura completa de la cúspide extendida a las paredes axiales por la presencia de lesiones cariosas extensas, abrasiones, bio-corrosiones o fracturas que involucran las superficies externas. El material de elección es la cerámica (Disilicato de litio), aunque la resina puede indicarse como un material menos costoso.

Corona Adhesiva

Esta restauración cubre completamente el diente, con márgenes supra gingivales que siguen el contorno del tejido blando marginal y que se cementa adhesivamente después del aislamiento absoluto. Está indicado en dientes con una gran pérdida de tejido que requiere una preparación total. El enfoque adhesivo permite al clínico ser más conservador en el tejido dental residual y el tejido periodontal deficientes que con una corona completa convencional. Con esta restauración, el alargamiento quirúrgico de la corona generalmente se puede evitar porque no es necesario ganar resistencia, lo cual es fundamental cuando se realizan restauraciones protésicas convencionales. El material de elección es Disilicato de litio (Veneziani, 2017).

Generalidades del Disilicato de litio

En la última década, el desarrollo de nuevas tecnologías se ha movido en paralelo con una rápida evolución de los materiales restauradores en los rieles de la Odontología Digital, abriendo nuevos horizontes en el campo de la Prostodoncia. La implementación en la práctica diaria de las tecnologías más avanzadas, como CAD / CAM, sinterización láser / fusión e impresión 3D, ha recibido un impulso sinérgico de las propiedades mecánicas y de fabricación mejoradas de la nueva generación de materiales dentales: alta resistencia cerámica, compuestos híbridos y tecnopolímeros, aleaciones de alta precisión, etc. Entre estos, la cerámica sin metal ofrece ventajas indiscutibles como un alto potencial estético, características ópticas sorprendentes, propiedades mecánicas confiables, excelente consistencia en términos de precisión y exactitud debido a las tecnologías de fabricación, menores costos y tiempos de producción más convenientes. En particular, el Disilicato de litio en los últimos años ha ganado máxima popularidad en la comunidad científica dental, ofreciendo ventajas innegables (Zarone *et al.*, 2016).

Propiedades físico-mecánicas y técnicas de fabricación

El Disilicato de litio (SiO_2 - Li_2O) se introdujo en el campo de la cerámica de vidrio en 1998 como material central, obtenido mediante lingotes de presión térmica (Empress

2, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein), con un procedimiento similar a la técnica de cera perdida utilizada para aleaciones dentales (extrusión de calor de Disilicato de litio a 920 ° C), que muestra una distribución óptima de los cristales alargados, pequeños, en forma de aguja en una matriz vítrea con un número bajo y pequeñas dimensiones de poros; el núcleo finalmente se recubre con cerámica a base de fluorapatita, que muestra una translucidez notable y, al mismo tiempo, una mayor resistencia a la flexión (350MPa) en comparación con las cerámicas de vidrio más antiguas como las basadas en leucita. Tal material ha sido discontinuado desde 2009, reemplazado en el mercado por una tipología mejorada de Disilicato de litio, IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), en el que se han mejorado las propiedades ópticas y mecánicas mediante la introducción de mejoras técnicas. en los procesos de producción. Los cristales son más pequeños y más uniformemente distribuidos; Al mismo tiempo, este nuevo material más versátil ha introducido la posibilidad de producir restauraciones monolíticas de forma anatómica, sin cerámica de recubrimiento, solo coloreadas en la superficie; Esta indicación innovadora se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años, reduciendo en gran medida las complicaciones técnicas, como las astillas y las fracturas, utilizadas principalmente para restauraciones en las áreas posteriores, donde se ha demostrado que tales fallas son más frecuentes.

Pruebas mecánicas y resistencia a la fractura

Debido a su comportamiento frágil intrínseco, el disilicato de litio sufre una falla por fatiga durante el servicio clínico. Las microfisuras generalmente se inician en áreas de concentración de carga y / o carga, eventualmente se fusionan bajo cargas dinámicas y crean fallas importantes que podrían debilitar la estructura de disilicato de litio; cuando se supera la resistencia mecánica máxima, se producen fallas catastróficas. Varios estudios de laboratorio investigaron la resistencia a la fatiga de las coronas simples de disilicato de litio y las prótesis dentales fijas, para evaluar los diseños experimentales y los parámetros de prueba. Se demostró que diferentes variables de laboratorio influyen en la resistencia a la fatiga de las restauraciones de disilicato de litio, como la magnitud de la carga, el número de ciclos, el material de pilar y antagonista, el ambiente húmedo

y el termociclado; por el contrario, la frecuencia de masticación, los movimientos laterales y la técnica de envejecimiento no se consideraron factores influyentes. La carga única a la fractura después de las pruebas de fatiga (es decir, la combinación de carga dinámica y estática hasta la fractura) reportó valores de resistencia máxima altamente variables para este material: de 980.8 N a 4173 N para coronas simples monolíticas y de 390 N a 1713 N para prótesis fija posteriores. Las comparaciones significativas entre los datos no fueron posibles debido a la heterogeneidad de los diseños de investigación y las modalidades de prueba (Zarone *et al.*, 2016).

Se informó un acuerdo bastante consistente entre los resultados *in vitro* e *in vivo*. En cuanto a las coronas, después de 2 años de servicio simulado o real, se notaron tasas de supervivencia del 100% tanto en el laboratorio como en las investigaciones clínicas; en estudios *in vitro*, se informó una tasa de supervivencia del 100% después de 5 años de función simulada también, mientras que el porcentaje cambió a 97.8% en investigaciones clínicas *in vivo*. De manera diferente, con respecto a las prótesis fijas, las tasas de supervivencia acumulada a los 5 años oscilaron entre el 75% y el 100% *in vitro*, mientras que la tasa clínica equivalente fue del 78,1%; Las investigaciones de laboratorio a largo plazo que simulan más de 10 años de servicio mostraron una tasa de supervivencia del 70%, comparable a la tasa de supervivencia acumulada *in vivo* del 70,9% después de 10 años de función. El nivel de acuerdo sólido entre los datos *in vitro* e *in vivo* confirmó que las investigaciones de laboratorio podrían representar una buena simulación del escenario clínico; no obstante, esta conclusión debe considerarse solo indicativa, ya que la cantidad de datos no es lo suficientemente grande como para indicar guías clínicas consolidadas.

Una revisión sistemática reciente mostró una heterogeneidad significativa que conduce a la inconsistencia de los datos, debido a las diferentes configuraciones de estudio y parámetros de prueba. La falta de estandarización de las pruebas hizo casi imposible realizar comparaciones consistentes entre los estudios de laboratorio. En consecuencia, hasta la fecha, los datos indicativos y comparables sobre las pruebas mecánicas dinámicas de las restauraciones de disilicato de litio siguen siendo controvertidas; Se

necesitan más investigaciones con criterios de estandarización específicos (Zarone *et al.*, 2016).

Biocompatibilidad

La seguridad biológica de la cerámica dental es otro tema principal en el que la investigación dental se ha centrado en los últimos años; Dicha propiedad puede ser diferente incluso dentro de la misma clase de materiales. El Disilicato de litio exhibió citotoxicidad *in vitro* más severa que las aleaciones dentales y los compuestos y se volvió más citotóxico después del pulido.

In vitro, la respuesta celular de los fibroblastos gingivales humanos puede reflejar la variabilidad en la reacción de los tejidos blandos a diferentes materiales de superficie para restauraciones protésicas. En un estudio de Tete` *et al.*, [2014], la circonia pulida mostró una mejor integración con respecto a los otros materiales. El análisis en cultivos de tejido epitelial humano, por otro lado, demostró que el Disilicato de litio mostró la mejor biocompatibilidad en comparación con las aleaciones de circonio y cromo cobalto. En consecuencia, el Disilicato de litio puede considerarse un material adecuado incluso para restauraciones subgingivales que entran directamente en contacto con los tejidos epiteliales sulculares. En cuanto a las evidencias *in vivo*, la presencia de restauraciones totalmente cerámicas no indujo reacciones inflamatorias en pacientes periodontalmente sanos; no se pudieron mostrar diferencias entre las reacciones gingivales al Disilicato de litio y las restauraciones de circonio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las restauraciones adhesivas indirectas posteriores son muy comunes hoy en día en la práctica clínica. El enfoque indirecto a menudo se indica por la necesidad de realizar una cobertura total o parcial de cúspides, es por esto, que las carillas oclusales se han demostrado como una alternativa conservadora a las restauraciones onlays tradicionales y por supuesto a las coronas completas para el tratamiento de lesiones abrasivas y/o erosivas severas (Ferraris, 2017; Angerame *et al.*, 2019).

Obtener excelentes resultados estéticos sin renunciar a la preservación de las estructuras biológicas es uno de los principales objetivos de la odontología restauradora moderna. Las carillas oclusales son en esencia, restauraciones delgadas con un diseño no retentivo que nos permite una mejor preservación de las estructuras dentales residuales, a menudo evitando el tratamiento del conducto radicular.

El diseño de la preparación es un factor potencialmente capaz de influir en la resistencia a la fractura de las restauraciones totalmente cerámicas. Idealmente, la superficie de preparación de un diente que recibe una restauración cerámica no debe tener ángulos agudos y debe estar lo más redondeada posible. Para realizarlas, se pueden elegir diferentes diseños de preparación. Se han recomendado diseños mínimamente invasivos o el enfoque de "no preparación" para los dientes donde una cantidad significativa de tejido dental ya se ha perdido por el desgaste y la erosión, porque la preparación adicional del diente puede ser contraproducente en estos casos. La unión junta a tope, es la más común con una técnica adhesiva, la cual es utilizada para proteger las cúspides, sin embargo, los diferentes tipos de restauraciones constituyen una proporción significativa de las opciones de tratamiento disponibles para la rehabilitación de los dientes posteriores, y permiten definir una nueva línea entre tratamientos conservadores y protésicos, a favor de un enfoque más conservador, a pesar de esto se necesitan más estudios in vivo para validar el rendimiento clínico del

diseño de preparación más conservador (Ferraris, 2017; Veneziani, 2017; Angerame *et al.*, 2019).

La vitrocerámica de Disilicato de litio es un material cerámico compuesto de cuarzo, dióxido de litio, óxido de fósforo, alúmina, óxido de potasio y otros componentes, que se caracteriza por una resistencia a la flexión de hasta 440 MPa. La estabilidad mecánica de esta cerámica está asegurada por la incrustación de cristales de Disilicato de litio ($\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$) en una matriz de vidrio que minimiza la propagación de microgrietas. Los bloques de cerámica CAD / CAM de Disilicato de litio, están disponibles tanto para el laboratorio dental como para las fresadoras de consultorio, se fabrican a nivel industrial en condiciones controladas, que minimizan la formación de huecos y defectos de volumen dentro del material. En la condición inicial, tales bloques azulados mecanizables muestran dureza y resistencia moderadas (alrededor de 130 MPa); en consecuencia, son más fáciles de fresar, lo que reduce el desgaste de los dispositivos de mecanizado al mismo tiempo, con ventajas evidentes durante los procedimientos en el consultorio. Después del fresado, el tratamiento térmico (840–850° durante 10 minutos) determina la cristalización completa del material: los metasilicatos de litio tienden a evolucionar para formar disilicatos de litio (70%), lo que aumenta la resistencia a la flexión hasta 262 ± 88 MPa con una resistencia a la fractura de $2.5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. En comparación con el e.max CAD, el disilicato de litio prensado en caliente, e.max PRESS, presenta mejores propiedades mecánicas, como mayor resistencia a la flexión (440 MPa) y tenacidad a la fractura ($2,75 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ - IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent) (Angerame *et al.*, 2019).

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, se hace necesario realizar investigaciones sobre el comportamiento de las carillas oclusales cuando son sometidas a fuerzas dependiendo de los tipos de preparaciones utilizados. Esto es de gran importancia en la odontología restaurativa moderna, donde el enfoque es mínimamente invasivo, aprender a realizar restauraciones de tipo aditivo y mediante técnicas adhesivas para rehabilitar los diferentes casos clínicos. El aumento del grosor de la restauración cerámica es seguramente un factor que afecta positivamente su resistencia a la fractura, pero los conceptos modernos mínimamente invasivos de odontología restauradora y protésica a menudo imponen el uso de restauraciones oclusales delgadas (Angerame *et al.*, 2019).

Los espesores que se van a mantener durante las preparaciones varían, dependiendo principalmente del material restaurador que se vaya a elegir. Un espesor de 1.0 mm es adecuado para restauraciones monolíticas y materiales cerámicos como Disilicato de Litio, que en condiciones de cargas masticatorias normales podrían usarse hasta en un espesor de 0.5mm. Estudios respaldan que utilizar un grosor de entre 1.0 y 1.5 mm se considera más seguro para evitar complicaciones clínicas, incluso para una cerámica de vidrio de alta resistencia como el Disilicato de litio monolítico. Sin embargo, la evidencia científica sobre el espesor mínimo permitido para las carillas oclusales es aún escasa. Se encontró que las carillas oclusales realizadas en e.max CAD resistían fuerzas de hasta 800 N y 1000 N, cuando su espesor era de 0.6 - 1.0 mm o 1.2 - 1.8 mm, respectivamente; estos valores son solo ligeramente inferiores a los de coronas completas monolíticas de espesor comparable. Se ha informado que el uso de carillas oclusales en Disilicato ultra finas (0.6 mm) es un procedimiento restaurador prometedor y viable, pero por el momento, no hay estudios in vivo disponibles que demuestren que estas carillas oclusales mínimamente invasivas funcionan bien a mediano y largo plazo (Ferraris, 2017; Politano *et al.*, 2018; Angerame *et al.*, 2019).

En un estudio, Mohamed *et al.*, [2016] midieron el efecto de diferentes diseños de preparación marginal y mostraron que no tenía influencia en la resistencia a la fractura. La causa podría ser que el punto donde se aplicó la carga durante la prueba de fractura estaba lejos de la línea de terminación. No se encontraron otros estudios que evalúen el efecto de la línea de terminación en las restauraciones de carillas oclusales en la literatura. Por lo tanto, la elección de la línea de terminación puede depender de la elección del clínico según el caso y son requeridos más estudios para establecer esta relación.

Debido a la falta de datos suficientes sobre restauraciones de cobertura parcial hechas de materiales cerámicos, se requieren estudios de laboratorio con diferentes diseños de preparación para proporcionar información sobre la longevidad, la estabilidad, el comportamiento y resistencia a la fractura de tales restauraciones (Al-Akhali *et al.*, 2019).

SITUACIÓN ACTUAL

Los beneficios de la disminución de las características retentivas de las preparaciones dentales podrían aumentarse mediante la aplicación de conceptos utilizados en el tratamiento con carillas laminadas anteriores, de ahí la propuesta de "carillas oclusales" posteriores. Estas son restauraciones extra coronales que exigen una preparación simple dirigida por consideraciones anatómicas y aclaramiento oclusal (Magne, 2010; Mohamed *et al.*, 2016).

Las carillas oclusales son una nueva restauración sin una recomendación específica para el material con el que se pueden realizar, el diseño de la preparación o el espesor de la restauración. Por lo tanto, una revisión sistemática tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la fatiga de las carillas oclusales posteriores realizadas con diferentes diseños de preparación, profundidades y materiales. Se sabe que probar la resistencia a la fractura de una cerámica *in vitro* es importante antes de su aplicación clínica. La carga estática a fractura es una prueba ampliamente utilizada que puede dar una indicación de si un material y un tipo de restauración pueden considerarse una opción clínica viable. La resistencia a la fractura de las restauraciones cerámicas está sujeta a varios factores, como la composición y la fatiga de la cerámica, la técnica de construcción, el diseño de la preparación y la técnica de cementación (Mohamed *et al.*, 2016).

Como es sabido que diferentes factores juegan un papel importante en la determinación de la resistencia a la fractura de las restauraciones totalmente cerámicas, la técnica de cementación tiene un gran impacto en este sentido, ya que las restauraciones de cerámica totalmente adhesivas se caracterizan por una mayor resistencia a la fractura que las restauraciones tradicionalmente cementadas. Dependiendo del sistema adhesivo utilizado, las restauraciones cementadas mediante el uso de técnicas de grabado total pueden alcanzar una fuerza de unión de hasta 28 MPa en el esmalte y de 13 a 20 MPa en la dentina. Se ha sugerido el sellado inmediato de la dentina recién

cortada para mejorar la resistencia de la unión. Los cementos resinosos proporcionan la unión más fuerte y duradera de la cerámica a la estructura dental y contribuyen a una mayor resistencia cerámica, sin embargo, la técnica de autograbado no se puede recomendar para colocar carillas oclusales finas, mínimamente invasivas, ya que la supervivencia a largo plazo es cuestionable (Politano *et al.*, 2018; Al-Akhali *et al.*, 2019; Angerame *et al.*, 2019).

El éxito clínico de una restauración cerámica depende de la calidad y durabilidad de la unión entre la cerámica y el cemento de resina, la cual es considerada un factor dominante requerido para el éxito a largo plazo de la restauración. La calidad de esta unión está determinada por el mecanismo de unión, que se controla en parte por el tratamiento superficial específico utilizado para promover la retención micro mecánica o química del sustrato cerámico. La retención micro mecánica o micro retención puede proporcionarse mediante ataque con ácido fluorhídrico (HF), mientras que un agente de acoplamiento de silano aumenta la humectabilidad de la superficie cerámica y proporciona un enlace químico primario (Veneziani, 2017; Politano *et al.*, 2018).

Las pruebas *in vitro* son los principales métodos utilizados para investigar la resistencia a la fractura de las restauraciones; sin embargo, las diferentes metodologías utilizadas en diferentes estudios, como el modo y la dirección de la aplicación de la carga, la velocidad de la cruceta, el modo de fractura y la incrustación de la raíz, pueden dar lugar a resultados diferentes, lo que dificulta cualquier comparación.

La fractura se puede definir como el momento en que la intensidad del estrés excede un valor crítico que provoca la ruptura. Por ejemplo, el módulo elástico del Disilicato de litio restaurador es mayor que el de la cerámica de leucita ya que el material rígido tiende a concentrar el estrés dentro de este, reduciendo la transferencia de estrés a la estructura dental restante. Un estudio reciente accedió a la base de datos de un centro de mecanizado a escala industrial en Alemania y obtuvo información sobre 34,911 restauraciones posteriores totalmente cerámicas CAD / CAM, mostró las tasas de fracturas durante un período de 3.5 años, informó que el Disilicato de litio mostró un

rendimiento significativamente mejor que Empress CAD basado en leucita para inlays y onlays, destacando el papel de la microestructura en el proceso de fractura. En este estudio, los grupos de cerámica de Disilicato de litio tuvieron una resistencia a la fractura significativamente mayor que los grupos de restauraciones de cerámica de leucita, independientemente del tipo de preparación de la cavidad. Esto puede deberse al mayor módulo elástico y a la resistencia a la fractura del Disilicato (Vianna *et al.*, 2018).

La cerámica de Disilicato puede soportar una mayor carga, absorbiendo mayores cantidades de energía dentro del material cerámico antes de fracturarse. La menor deformación del Disilicato de litio es causada por el módulo elástico alto y, por lo tanto, conduce a soportar una mayor deformación de la estructura dental restante. La preservación máxima de la estructura dental sana y el uso de materiales restauradores con propiedades mecánicas similares a la estructura dental pueden promover una mayor longevidad del complejo restauración – diente. Este aspecto es muy importante en el nuevo paradigma que determina la reducción oclusal conservadora (Vianna *et al.*, 2018).

OBJETIVOS

Objetivo general

- Comparar la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio realizando cuatro diseños diferentes de preparaciones.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de las carillas oclusales en Disilicato de litio sometidas a fuerzas
- Determinar la relación entre los tipos de preparaciones y la resistencia a la fractura de las carillas

METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Tipo de estudio

- Estudio Experimental *in vitro*

Población y muestra

La muestra para el presente estudio fueron 32 carillas oclusales cementadas sobre dientes humanos previamente extraídos y preservados.

Para los dientes humanos se tuvieron los siguientes criterios,

Criterios de inclusión:

- Molares permanentes humanos conservados en Cloramina
- Corona y raíces sin destrucción

Criterios de exclusión:

- Caries
- Fracturas
- Restauraciones

Materiales y Métodos

Preparación de espécimen

Treinta y dos molares humanos, extraídos por motivos periodontales, sin caries ni restauraciones, fueron almacenados en cloramina al 0,5%. Posteriormente, las raíces

de los dientes se montaron en cubos (Fig. 1) (1 a 2 mm de distancia de la unión cemento-esmalte) con resina acrílica de diferentes colores (Dymacril).



Figura 1. Molares humanos antes de fase de preparación. Foto realizada por Natalia Martínez.

Preparación de los dientes

Los dientes sin tratamiento de endodoncia se asignaron al azar a cuatro grupos de prueba con 8 dientes en cada grupo. Dependiendo de la técnica de preparación a utilizar, los dientes de cada grupo recibieron para cementación restauraciones de disilicato de litio monolítico (IPS e.max LT A1 y A2 Press; Ivoclar Vivadent). Un solo operador previamente calibrado (Natalia Martínez Zafra) realizó toda la operatoria, fases de preparación de la muestra (Figuras 2, 3, 4, 5) y cementación.

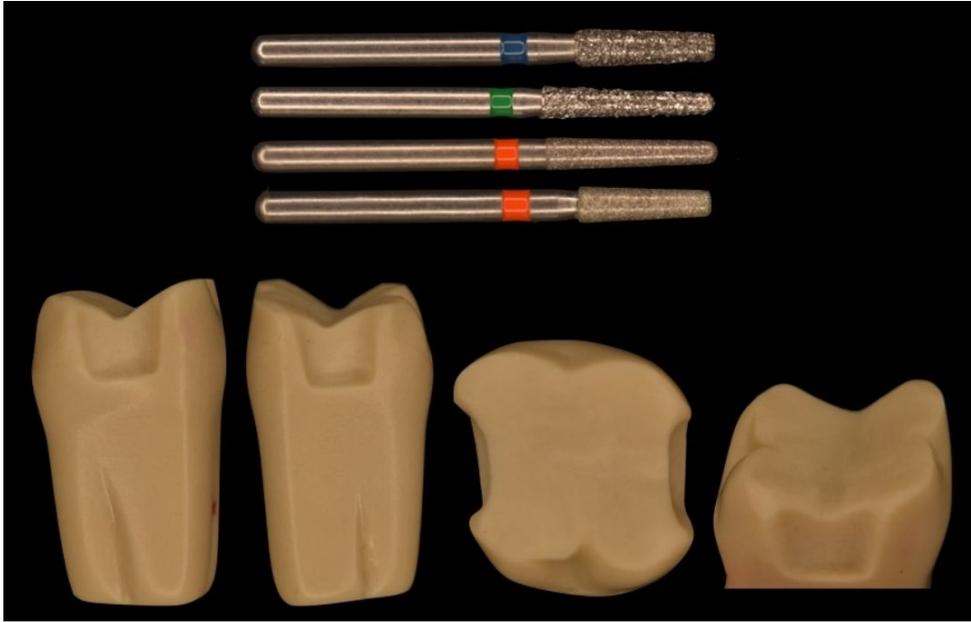


Figura 2. Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 1 (Junta a tope). Foto realizada por Natalia Martínez.



Figura 3. Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 2 (Bisel). Foto realizada por Natalia Martínez.

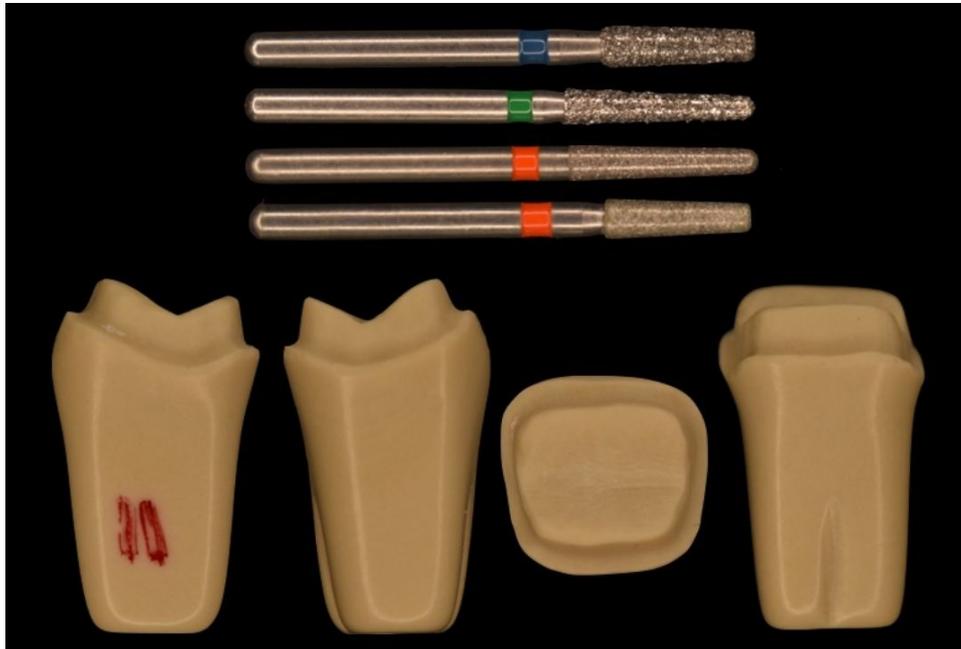


Figura 4. Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 3 (Hombro). Foto realizada por Natalia Martínez.



Figura 5. Calibración de preparación con dientes de ivorina para grupo 4 (Sin preparación). Foto realizada por Natalia Martínez.

Los dientes se prepararon con una pieza de mano eléctrica de alta velocidad de anillo rojo (EM-12L; W&H) y fresas para técnica indirecta según protocolos establecidos por el Dr Federico Ferraris (Jota, Fig. 6), como se describe en las siguientes secciones.



Figura 6. Kit de fresas seleccionadas para preparaciones posteriores. Foto realizada por Natalia Martínez.

Grupo 1: Junta a tope

Las ranuras verticales oclusales con una profundidad de 2 mm (aunque la restauración se planificó como disilicato de litio monolítico con un espesor oclusal de 1 mm) se realizaron con una fresa cónica de grano medio (897R.FG.018; Jota) con marcas de profundidad. Las ranuras se dibujaron desde el centro hasta el perímetro externo de los dientes siguiendo la progresión del plano oclusal hasta la superficie externa del diente. Se realizó una reducción que conecta las ranuras oclusales con una fresa cónica de grano grueso (850G.FG.016; Jota) hasta un poco por encima de la segunda marca de profundidad, con la idea de tener una ranura de unos 3 mm de profundidad x 1 mm de espesor y 4 mm de ancho en dirección bucopalatina. Por lo tanto, la reducción total en las cajas interproximales fue de 5 mm, por lo que en esta zona la línea de terminación se acercó al nivel de la union amelocementaria, sabiendo que la restauración tendría cerca de un espesor mínimo de esmalte.

La intención del diseño principal era hacer la preparación más horizontal en la parte externa de los márgenes bucal y palatino, manteniendo el plano oclusal oblicuo y convergiendo hacia el centro del diente. Se redondearon las esquinas interiores y se alisaron los bordes de las cajuelas, primero con una fresa cónica de grano fino (850F.FG.016; Jota), y luego con una fresa de la misma forma y diámetro

(897RF.FG.018; Jota). A continuación, se realizó el acabado oclusal y marginal final (Fig. 7).



Figura 7. Preparación Junta a Tope, vista proximal y oclusal. Foto realizada por Natalia Martínez.

Grupo 2: Bisel completo

En este caso, la reducción oclusal se realizó como en el diseño anterior (Junta a tope) utilizando las mismas fresas. Como la preparación no habría llegado a la union amelocementaria en las zonas proximales, se realizó un bisel circunferencial, también en la parte interproximal. Se planificó disilicato de litio monolítico como restauración final, con un espesor oclusal de 1 mm, al igual que para los otros diseños de preparación.

La reducción oclusal de 2 mm se realizó con una fresa cónica de grano medio, creando las ranuras horizontales tanto en la parte central del diente como hacia las crestas. A continuación, las ranuras se conectaron utilizando la misma fresa, conservando el plano inclinado con respecto a la anatomía.

En lugar de regularizar hacia las paredes externas (como se haría para crear una junta a tope), se realizó un bisel con una fresa puntiaguda de grano medio (858.FG.010; Jota), orientada a 45 grados, obteniendo así un 1 mm de bisel. La principal diferencia con este tipo de preparación fue que todos los márgenes se mantuvieron en el esmalte. Todas

las esquinas internas fueron redondeadas. A continuación, se utilizaron fresas de acabado de grano extrafino con la misma forma y dimensiones que las anteriores (Fig. 8).

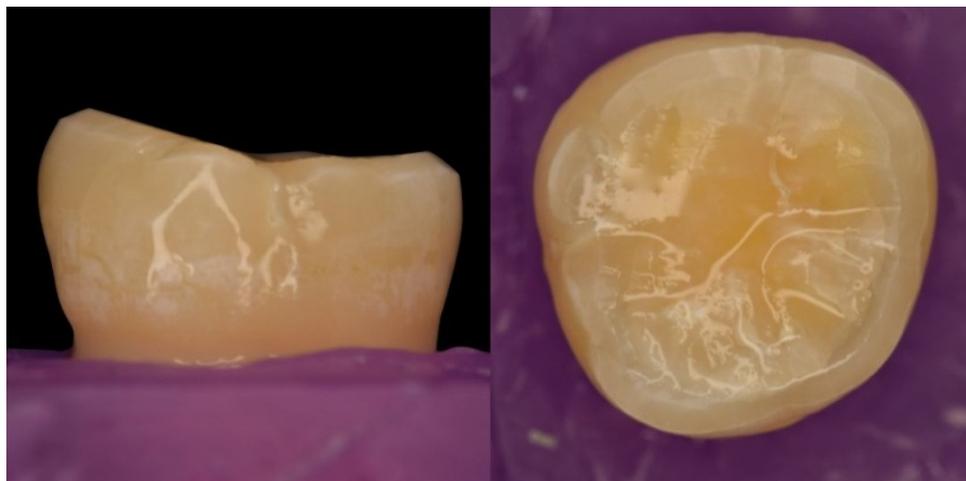


Figura 8. Preparación en Bisel, vista proximal y oclusal. Foto realizada por Natalia Martínez.

Grupo 3: Hombro

Esta preparación no se realiza generalmente en todos los perímetros dentales (360 grados) en la situación clínica; sin embargo, con el fin de compararlo con los otros diseños de preparación, se decidió realizar un tipo de preparación de hombro en todos los perímetros dentales.

El hombro se redujo 2 mm (aunque la restauración se planificó como disilicato de litio monolítico con un espesor oclusal de 1 mm), como para todas las preparaciones, y luego se cubrió con una restauración de 1 mm. Los surcos de guía se realizaron con fresas de marca de profundidad siguiendo la línea oclusal del diente. La reducción oclusal que conecta las ranuras de 2 mm se realizó con la misma fresa (897R.FG.018; Jota). A diferencia de las otras preparaciones, cuando se preparó el hombro, el esmalte se eliminó en la parte transicional más oclusal. Para crear el diseño del hombro alrededor de un espesor de 1 mm, se dibujaron ranuras a lo largo del perímetro vestibular y palatino con una fresa cónica de grano grueso (850G.FG.016; Jota) a 2 mm más hacia el punto coronoapical y luego se conectaron las ranuras. La profundidad del

hombro fue de alrededor de 1 mm (Fig. 9). La preparación se terminó con una fresa de grano fino (850F.FG.016; Jota), redondeando las esquinas internas.

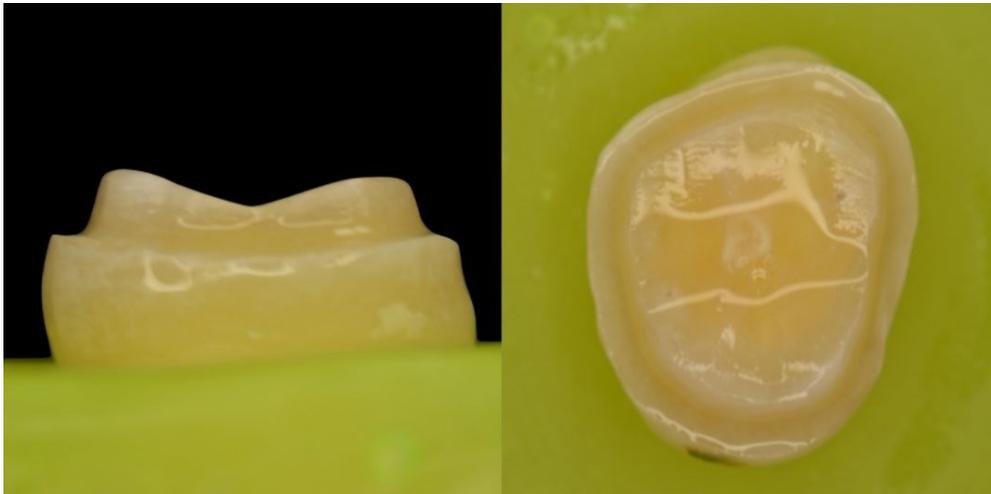


Figura 9. Preparación en Hombro, vista proximal y oclusal. Foto realizada por Natalia Martínez.

Grupo 4: Sin preparación

La reducción oclusal se realizó como para las demás preparaciones, con 2 mm de reducción oclusal (aunque la restauración se planificó como disilicato de litio monolítico con un espesor oclusal de 1 mm) simulando clínicamente una erosión o desgaste severo de la estructura dental (Fig. 10).



Figura 10. Sin preparación, vista proximal y oclusal. Foto realizada por Natalia Martínez.

Diseño de restauraciones y fabricación

El diseño de las restauraciones fue realizado por el Dr. Edgar Torres (UniCIEO, Bogotá DC, Colombia) con un grosor oclusal mínimo de las restauraciones de 1 mm. Con los archivos de las restauraciones se realizó el maquinado de la cera por el laboratorio dental Andres Medina (Bogotá DC, Colombia) y la posterior inyectada con Disilicato de litio e.max Press fue realizada por el Laboratorio dental ACD (Bogotá DC, Colombia)(Fig. 11 y 12).



Figura 11. Carillas oclusales Grupo 3 en Disilicato de litio IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent). Foto realizada por Natalia Martínez.

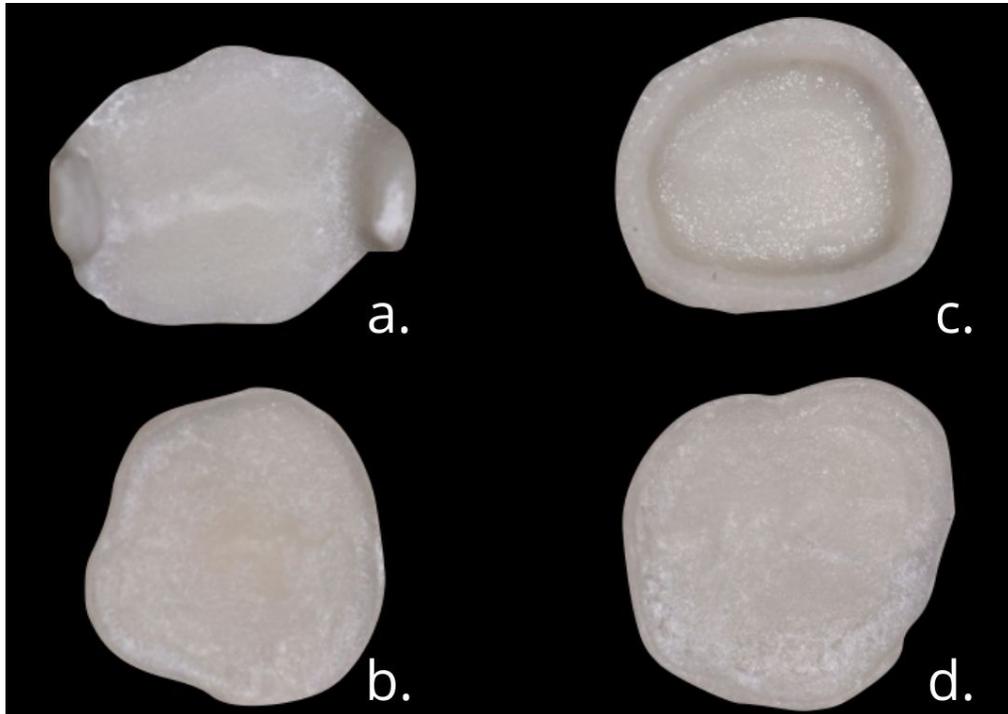


Figura 12. Carillas oclusales de cada grupo. a) Junta a tope b) Bisel c) Hombro d) Sin preparación. Foto realizada por Natalia Martínez.

Cementación adhesiva

Acondicionamiento dental

El grabado ácido se realizó con ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch, Ivoclar Vivadent) durante menos de 30 segundos solo en el esmalte, luego se enjuagó durante 15 segundos y se secó. Se aplicó una fina capa de adhesivo (Tetric N Bond, Ivoclar Vivadent) durante 30 segundos y luego se realizó un ligero soplo de aire durante 30 segundos (Fig. 13).

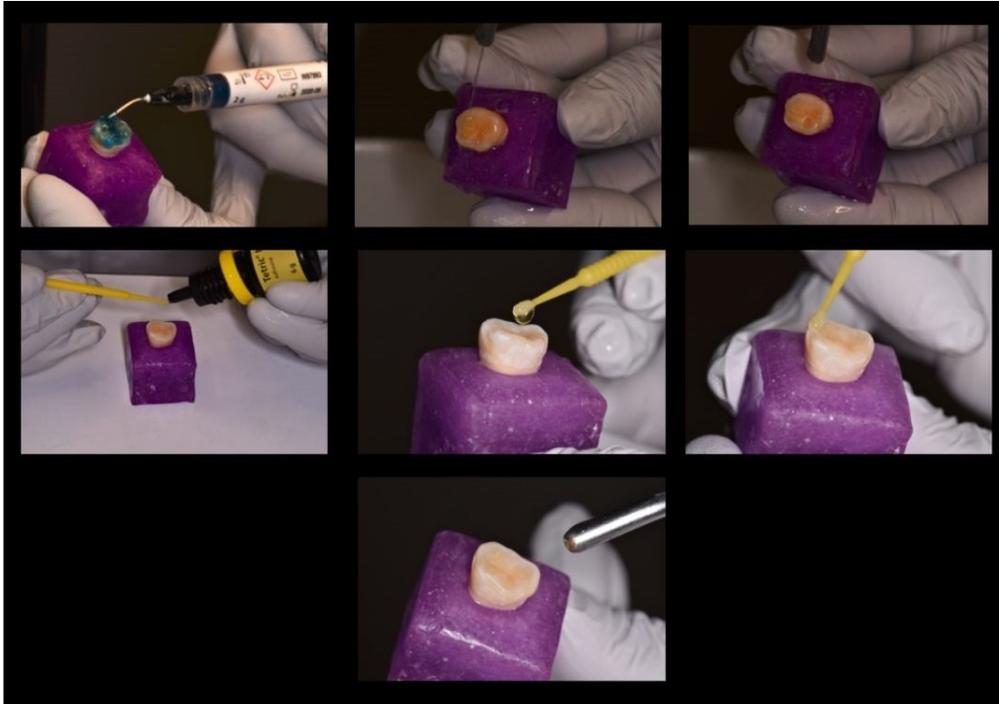


Figura 13. Acondicionamiento dental. Foto realizada por Natalia Martínez.

Acondicionamiento y cementación de la restauración

Las restauraciones de cerámica inyectada se grabaron con ácido fluorhídrico al 5% (IPS Ceramic Etching Gel; Ivoclar Vivadent) durante 20 segundos, se neutralizaron con bicarbonato, y se secaron. El paso de limpieza posterior al grabado se realizó de la siguiente manera: las muestras se grabaron con ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch; Ivoclar Vivadent) durante 60 segundos, seguido de enjuague durante 20 segundos y se secaron. Se aplicó silano (Monobond-S; Ivoclar Vivadent) durante 60 segundos y luego se secaron las muestras (Fig. 14). Se colocó un cemento de resina de curado dual (Multilink Speed; Ivoclar Vivadent), color A1, sobre la restauración, se mantuvo en posición mientras se eliminaban los excesos, luego se polimerizó con una lámpara de fotocurado (Bluephase N; Ivoclar Vivadent) con tres ciclos por cada lado (oclusal, vestibular y palatino) durante 30 segundos para cada uno (Fig. 15).



Figura 14. Acondicionamiento de la restauración. Foto realizada por Natalia Martínez.

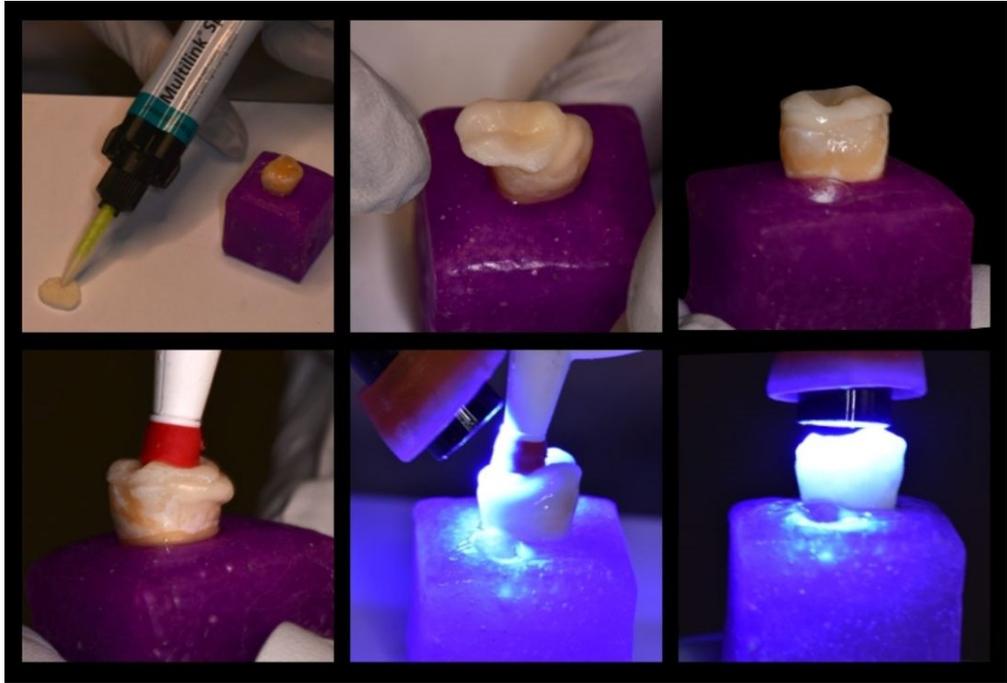


Figura 15. Protocolo de cementación. Foto realizada por Natalia Martínez.

Pruebas mecánicas

Para el análisis de pruebas mecánicas, los dientes se montaron en un dispositivo universal de pruebas (INSTRON modelo 3366) ubicado en el laboratorio de UniCIEO y los mismos se sometieron a una carga axial de compresión aplicada al centro de la superficie oclusal y paralela al eje del diente por medio de un dispositivo de acero redondo (8.0mm de diámetro). La carga fue aplicada hasta que la restauración demostró fractura y la unidad de medida de la fuerza se dio en Newton.

Plan de tabulación y análisis

Hipótesis estadísticas

Ho:

- El tipo de preparación no afecta la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio.

Ha:

- El tipo de preparación realizada afecta la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio.

Estadística descriptiva

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro wilk para evaluar la distribución de cada grupo de datos normal. Dado que los datos se distribuyeron de manera normal, se utilizó ANOVA de una vía y la prueba Post-Hoc de Sidak para realizar comparaciones de la resistencia a la fractura dentro de los grupos de preparación de carillas oclusales medidas en unidades de Newtons. Posteriormente, se usaron promedios y desviaciones estándar como medidas de resumen para todos los grupos. Todas las pruebas fueron realizadas con un nivel de significancia del 95%. Todos los análisis se realizaron a través de Stata V14 y los gráficos se ejecutaron a través del software GraphPad Software Inc. V6.

RESULTADOS

Fase descriptiva

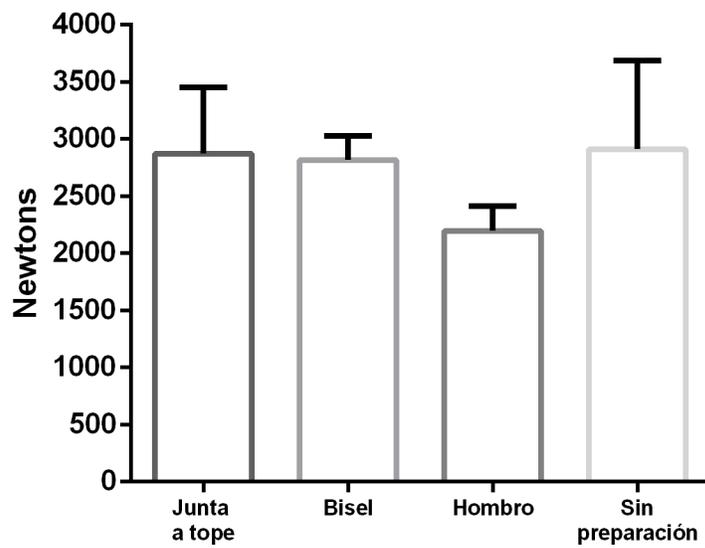
En este estudio experimental in vitro, fue evaluada la resistencia a la fractura de 8 especímenes para cada uno de los diferentes grupos de preparación de carillas oclusales. El análisis a través de la prueba ANOVA a una vía mostró diferencias estadísticamente significativas de la resistencia a la fractura entre los grupos ($p=0.0275$), los valores medios y las desviaciones estándar de la prueba de resistencia se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de la resistencia a la fractura entre los grupos de preparación. Análisis estadístico realizado por Dr David Diaz Baez. Datos obtenidos por Martínez, 2021.

	Junta a tope	Bisel	Hombro	Sin preparación	Valor p
	X (DS)	X (DS)	X (DS)	X (DS)	
Newtons	2871.73 ± 580.00	2817.37 ± 212.190	2197.19 ± 215.69	2912.17 ± 775.93	0.0275

Realizado por ANOVA de 1 vía

No obstante, el análisis de la prueba Post-Hoc de Sidak no mostró diferencias estadísticas entre las comparaciones múltiples; Sin embargo, el grupo 4 (sin preparación) mostró una tendencia a presentar mayor resistencia a la fractura en comparación con el grupo de preparación tipo hombro ($p=0.051$) y un comportamiento de resistencia similar a los demás grupos (Vér Fig. 16.). También, en la Tabla 2, se observa una tendencia a que el grupo 1 (Junta a tope) presente una mayor resistencia a la fractura comparado con el grupo 3 (Hombro), sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.075$).



Realizado a traves de Graph Pad. V6

Figura 16. Resistencia a la fractura entre grupos. Análisis estadístico realizado por Dr David Diaz Baez. Datos obtenidos por Martínez, 2021.

Tabla 2. Resultados de Test de comparaciones múltiples. Análisis estadístico realizado por Dr David Diaz Baez. Datos obtenidos por Martínez, 2021.

	Junta a tope	Bisel	Hombro
Bisel	1.000		
Hombro	0.075	0.120	
Sin preparación	1.000	0.999	0.051

Realizado a traves de post hoc de Sidak

DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que el diseño de preparación puede influir directamente en el pronóstico a largo plazo, sin embargo, no es el único factor que determina el éxito de una restauración.

Para obtener resultados comparables con la situación clínica con respecto a las propiedades mecánicas y morfológicas, fueron utilizados molares humanos como muestras de prueba. Las mínimas diferencias en el tamaño de los dientes naturales, no mostraron una diferencia con respecto a los valores de carga de fractura resultantes en las pruebas in vitro.

La hipótesis nula del presente estudio, donde el tipo de preparación no afecta la resistencia a la fractura de las carillas oclusales elaboradas en Disilicato de litio, fue aceptada. Dadas las limitaciones de este estudio, las cuales incluyen un tamaño de muestra insuficiente y la dificultad de simular un entorno clínico, se lograron encontrar inicialmente, diferencias significativas entre los grupos, y una tendencia a una mayor resistencia frente a las cargas aplicadas en el grupo sin preparación (grupo 4) con respecto a los demás; Sin embargo, no se logró determinar cual de las cuatro preparaciones demuestra un resultado contundente y realmente significativo para llevarnos a pensar que debemos seguir esta conducta clínica.

Aparte del diseño de la preparación dental, la resistencia inicial de un material y la resistencia a la fatiga microestructural también son de importancia decisiva para el éxito clínico de la restauración a largo plazo. Es por esto, que la longevidad de la restauración depende no solo del material cerámico utilizado, sino también del cumplimiento de estrictos protocolos de adhesión y de las características de la estructura dental remanente. Teniendo en cuenta la naturaleza frágil y la resistencia a la flexión limitada de las cerámicas de vidrio, se debe utilizar cementación adhesiva con cementos resinosos para así aumentar la resistencia a la fractura de la restauración y

poder obtener mejores resultados clínicos, utilizando en este estudio el cemento de polimerización dual Multilink Speed (Ivoclar Vivadent) (Bakeman *et al.*, 2015; Ferraris *et al.*, 2021).

En el presente estudio experimental, la ubicación y morfología de las cavidades, los métodos de preparación y acabado, y el procedimiento de cementación coincidieron bien con el protocolo PIAR. Se utilizó el mismo material de restauración (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent), técnica y material de cementación para todos los grupos, además sabemos que un sustrato de esmalte influye favorablemente en la previsibilidad cuando hablamos de las restauraciones modernas aditivas. La cantidad de esmalte circunferencial restante para retener la restauración posterior debe ser de al menos 1.0 mm; En este estudio, las restauraciones fueron cementadas principalmente en márgenes del esmalte, pero un cierto grado de exposición de la dentina en la superficie oclusal fue inevitable en todas las muestras; Sin embargo, todas las restauraciones tenían un grosor de 1.0 mm, por lo que era probable que se redujera el posible efecto de la adhesión a la dentina. Ciertamente, la estructura subyacente del diente indiscutiblemente contribuyó a la resistencia de la cerámica para resistir la fractura con la carga (Bakeman *et al.*, 2015).

Un estudio reciente de Sasse *et al.*, [2015] obtuvo los mejores resultados con una restauración de 0.7 a 1.0 mm de espesor en términos de tasa de supervivencia después de la carga dinámica y la resistencia a la fractura, independientemente del sustrato de unión (solo esmalte o esmalte y dentina), mientras que el rendimiento de las restauraciones más delgadas dependían de la superficie de unión, con los peores resultados obtenidos para las restauraciones de 0.3 a 0.6 mm de espesor adheridas solo al esmalte. Fennis *et al.*, [2004] demostraron que las restauraciones gruesas mostraban una mayor resistencia a la fractura estática pero presentaban fallas más drásticas e irreversibles en comparación con las conservadoras. Esto resalta la ventaja de las estrategias mínimamente invasivas que preservan la integridad estructural de los dientes, lo cual podemos demostrar con el presente estudio al encontrar que el grupo con el menor desgaste dental (grupo 4) presentó un mejor comportamiento ante las

cargas aplicadas; Sin embargo, más estudios son necesarios para determinar esta relación.

CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones del presente estudio *in vitro*, encontramos que el tamaño de muestra no fue suficiente para obtener resultados estadísticamente significativos, no obstante, encontramos un mejor comportamiento a la carga en el grupo que menor desgaste de estructura dental presentaba. Esto nos permite concluir que:

1. Los grupos con una preparación más conservadora, demostraron un mejor rendimiento biomecánico frente a cargas aplicadas.
2. Mientras mayor cantidad de remanente dental tengamos antes de realizar y cementar las restauraciones, podremos esperar un mejor comportamiento de resistencia a la fractura de dichas restauraciones a largo plazo.
3. Más estudios son necesarios para determinar el tipo de preparación que debe ser utilizado para las restauraciones posteriores de cobertura parcial elaboradas en cerámica de Disilicato de litio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Al-Akhali M, Kern M, Elsayed A, Samran A, Chaar MS. Influence of thermomechanical fatigue on the fracture strength of CAD-CAM-fabricated occlusal veneers. *J Prosthet Dent*. 2019;121(4):644-650.
2. Andrade JP, Stona D, Bittencourt HR, Borges GA, Burnett LH Júnior, Spohr AM. Effect of Different Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing (CAD/CAM) Materials and Thicknesses on the Fracture Resistance of Occlusal Veneers. *Operative Dentistry*. 2018;:1-10
3. Angerame D, De Biasi M, Agostinetti M, Franzò A, Marchesi G. Influence of preparation designs on marginal adaptation and failure load of full-coverage occlusal veneers after thermomechanical aging simulation. *J Esthet Restor Dent*. . 2019;:1-10.
4. Bakeman EM, Rego N, Chaiyabutr Y, Kois JC. Influence of ceramic thickness and ceramic materials on fracture resistance of posterior partial coverage restorations. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):211-7.
5. Fabbri G, Zarone F, Dellificorelli G, Cannistraro G, De Lorenzi M, Mosca A, Sorrentino R. Clinical evaluation of 860 anterior and posterior lithium disilicate restorations: retrospective study with a mean follow-up of 3 years and a maximum observational period of 6 years. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014 Mar-Apr;34(2):165-77.
6. Fennis WM, Kujis RH, Kremlin CM, Verdonschot N, Creugers NH. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal-coverage composite restorations. *Int J Prosthodont* 2004;17:313-317.
7. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent* 2017;12:482-502.
8. Ferraris F, Sammarco E, Romano G, Cincera S, Giulio M. Comparison of posterior indirect adhesive restorations (PIAR) with different preparation designs according to the adhesthetics classification. Part 1: Effects on the

- fracture resistance. *The International Journal of Esthetic Dentistry*. 2021;16(2):144–167.
9. Guess P, Schultheis S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. *J Prosthet Dent* 2013;110:264–273.
 10. Jurado CA, Kaleinikova Z, Tsujimoto A, Cortés Treviño DA, Seghi RR, Lee DJ. Comparison of Fracture Resistance for Chairside CAD/CAM Lithium Disilicate Crowns and Overlays with Different Designs. *Journal of Prosthodontics*. 2021;00:1–7.
 11. Kois DE, Isvilanonda V, Chaiyabutr Y, Kois JC. Evaluation of fracture resistance and failure risks of posterior partial coverage restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Apr;25(2):110-22.
 12. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent*. 2010;104(3):149-157.
 13. Mohamed KA, El Mahallawi OSED, Zaki AAEL. In-vitro Fatigue Resistance of Bonded Posterior Occlusal Veneers: A Systematic Review. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016;9(34):1–8.
 14. Politano G, Van Meerbeek B, Peuman M. Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2018;20(6):495–510.
 15. Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater* 2015;31:907–915
 16. Tetè S, Zizzari VL, Borelli B, De Colli M, Zara S, Sorrentino R, Scarano A, Gherlone E, Cataldi A, Zarone F. Proliferation and adhesion capability of human gingival fibroblasts onto zirconia, lithium disilicate and feldspathic veneering ceramic in vitro. *Dent Mater J*. 2014;33(1):7-15.

17. Tribst JPM, Dal Piva AMO, Penteado MM, Borges ALS, Bottino MA. Influence of ceramic material, thickness of restoration and cement layer on stress distribution of occlusal veneers. *Braz Oral Res.* 2018 Nov 29;32:e118.
18. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(2):2-28.
19. Vianna ALSV, Prado CJ, Bicalho AA, Pereira RAS, Neves FD, Soares CJ. Effect of cavity preparation design and ceramic type on the stress distribution, strain and fracture resistance of CAD/CAM onlays in molars. *J Appl Oral Sci.* 2018;26:1-10.
20. Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. "Digitally Oriented Materials": Focus on Lithium Disilicate Ceramics. *Int J Dent.* 2016;:1-10