



COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ENTRE COFIAS METÁLICAS CEMENTADAS CON CEMENTO DE RESINA SOBRE DOS TIPOS DE PREPARACIONES

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumno: Diego Vargas Astorga

Profesor Guía: Prof. Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez
Cátedra de Prótesis Fija

Valparaíso – Chile

2018



COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ENTRE COFIAS METÁLICAS CEMENTADAS CON CEMENTO DE RESINA SOBRE DOS TIPOS DE PREPARACIONES

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumno: Diego Vargas Astorga

Profesor Guía: Prof. Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez
Cátedra de Prótesis Fija

Valparaíso – Chile

2018

*Dedicado a mis padres, Mónica y Juan Carlos, por ser el
pilar fundamental de todo lo que soy actualmente.
Por su apoyo incondicional a través del tiempo, y ayudarme
a perseverar en los momentos más difíciles.
Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

Agradecimientos

Quiero agradecer a cada una de las personas que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación, que pretende concluir mi formación profesional.

A mi docente guía, Prof. Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, por brindarme su apoyo y conocimientos de forma constante.

A todas aquellas personas que han estado presentes en esta etapa de formación académica, amigos, docentes y funcionarios.

Índice

Introducción	1
Marco teórico	3
- Generalidades de prótesis fija dental	3
- Principios de preparación dentaria para prótesis fija	5
- Cementación en prótesis fija	7
- Protocolo clínico de rehabilitación mediante prótesis fija	11
- Histología dental	12
- Adhesión al substrato dentario	12
- Sistemas adhesivos	16
- Prueba de resistencia traccional o al estiramiento	17
- Influencia del esmalte en una preparación, sobre la retención de una prótesis fija	18
Hipótesis	20
Objetivo General	20
Objetivo específico	20
Materiales y métodos	21
- Tipo de estudio	21
- Unidad de análisis	21
- Muestra	21
- Tamaño muestral	22
- Materiales e instrumentos a utilizar	23
- Procedimientos	23
- Análisis estadístico de datos	28
- Metodología de trabajo	28
Resultados esperados	30
Valor social	31
Resumen	32
Bibliografía	33
Anexos	36

Introducción

Hoy en día existen varias opciones terapéuticas para reemplazar los dientes perdidos, entre las que destaca el uso de prótesis fija, debido a que presenta una tasa de supervivencia elevada, entre 10 y 15 años¹. Sin embargo, estas restauraciones eventualmente fallan, existiendo diversos factores que determinan su éxito o fracaso. Factores como retención, resistencia y estabilidad, son claves para mantener una aparatología protésica en boca el mayor tiempo posible. La retención destaca como uno de los más importantes, puesto que debe evitar la dislocación de la restauración a lo largo de su eje de inserción y actuar contra las fuerzas de tensión producidas en ese mismo eje². Siendo el desalajo una razón importante de fracaso en las prótesis fijas y una de las primeras señales de fracaso identificadas por el paciente³.

La retención está influenciada por la conformación geométrica de la preparación, la adaptación del elemento protésico y el tipo de cemento utilizado. Siendo la conformación geométrica y el tipo de cemento utilizado los factores que cobran mayor importancia, debido a que dependen del criterio del odontólogo en la práctica clínica, y de la necesidad particular de cada caso⁴.

La conformación geométrica de un diente preparado para recibir una prótesis fija debe exhibir ciertas características para mejorar la retención cuando se expone ante fuerzas de tracción. En términos generales, la retención se verá influida por el contacto presente entre las superficies externas del diente preparado y las superficies internas de la restauración⁵. Cabe destacar que en la literatura no se hace mención respecto al tipo de substrato que debería componer la superficie externa de la preparación.

En cuanto a los cementos dentales, estos han sido diseñados para mantener en posición restauraciones, postes y diversas estructuras a nivel dental, idealmente por un largo período de tiempo. Los cementos utilizados durante más tiempo para la cementación de prótesis fijas en la práctica odontológica, corresponden a cemento fosfato de zinc y posteriormente a cemento ionómero de vidrio. Sin embargo, los avances en la química de las resinas compuestas para aplicaciones dentales, han llevado al desarrollo de cementos dentales en base a resinas compuestas, donde se ha conseguido buenas propiedades retentivas cuando se utilizan para cementar aparatologías protésicas de aleaciones metálicas⁶. En el estudio de Marchiori et al. en 2010 los resultados mostraron que los cementos de resina presentaron mayor retención en comparación al cemento ionómero de vidrio y también respecto al fosfato de zinc⁷. Estos cementos de resina comparten ciertas características con las resinas compuestas, siendo sus propiedades adhesivas a los substratos dentales las que pueden ayudar a la retención de una aparatología protésica fija⁸.

Respecto al tema de la adhesión a los substratos dentarios, la dentina presenta barreras que dificultan la adhesión, entre las que encontramos importantes variaciones topográficas y su composición química. La adhesión a esmalte, por el contrario, es conocida y ha sido corroborada en varios estudios⁹. Se ha determinado que, gracias a la composición homogénea del esmalte, tipo de superficie y alta energía superficial

luego de aplicar un acondicionante, es posible obtener valores consistentemente altos de fuerza de adhesión, siendo estos valores siempre superiores a los obtenidos en dentina. Por esta razón siempre y cuando sea posible, se debe preservar el esmalte durante una preparación cavitaria⁸.

Con estos antecedentes en el estado del conocimiento actual, tanto por parte de los cementos de resina como por parte de la adhesión, surge la incógnita de saber si es posible mejorar la retención de una prótesis fija cuando se cementa con cemento de resina, a través de la mantención de esmalte en la preparación del diente.

El presente estudio experimental in vitro tiene como propósito, a través del uso de un único cemento y, en lo posible, la mantención de otros factores que afectan la retención constantes, evaluar y comparar la resistencia a la tracción (Mpa) de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre 2 tipos de preparaciones, una con presencia de esmalte y otra sin presencia de esmalte.

Pregunta de investigación

¿Existe diferencia en la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre preparaciones que presentan esmalte y preparaciones que no presentan esmalte?

Marco teórico

Generalidades de prótesis fija dental

¿Qué es una prótesis fija?

Desde el punto de vista rehabilitador, la prótesis fija es un tratamiento que consiste en el reemplazo, restauración y/o ferulización de dientes naturales a través de la ubicación de análogos artificiales que se mantendrán en boca inmóviles. Sus objetivos corresponden a la restauración de la estética, la recuperación de la función y el mantenimiento de la comodidad del paciente².

Según Pegoraro y Cols., y tomando en consideración solo la aparatología, las prótesis fijas corresponden a coronas con subestructuras metálicas o de otro material, que se utilizan para reemplazar las coronas dentales previamente destruidas por procesos patológicos, fisiológicos o lesiones¹⁰.

En la actualidad las prótesis fijas se pueden clasificar de acuerdo a múltiples parámetros. Dos de las clasificaciones más simples y relevantes corresponden a:

Tipos de prótesis fija según su composición por Shillingburg et al. en 2002¹¹

- Prótesis fija metal cerámica: Corresponden a coronas que utilizan un núcleo metálico al cual se le une porcelana tanto de forma mecánica como química a través de un proceso de cocción.
- Prótesis fija libre de metal: Corresponden a coronas que cuyo núcleo metálico es reemplazado por un núcleo cerámico. Al no haber metal presenta propiedades estéticas superiores.

Tipos de prótesis fija de acuerdo a la cantidad de piezas dentales que reemplazan por Rosenstiel en 2009²

- Prótesis fija unitaria: Cuando la prótesis reviste la corona clínica de un único diente
- Prótesis Fija plural: Cuando la prótesis comprende a más de un diente en su extensión.

Partes de una prótesis fija de acuerdo a Mallat 2006¹²

- Pilares o muñones: Cumplen la función de soporte para la prótesis, generalmente son coronas talladas, o en ausencia de estas, a través de pernos. Si no existe diente, el soporte se realiza sobre implantes.
- Retenedores: Se encuentran sobre el diente pilar, es la parte colada y que reconstruye la porción de corona clínica tallada.

- Intermediarios: Dientes artificiales que ocupan zonas edéntulas entre dientes pilares y se sostienen por los retenedores.
- Conectores: Es el punto que conecta los retenedores a los intermediarios, debe ser una zona pequeña para no ocupar el espacio interdental y permitir la higiene.

Indicaciones y contraindicaciones para prótesis fija

Actualmente existen varias opciones de tratamiento para alteraciones estéticas, traumáticas y/o caries extensas que puede afectar a los dientes. El gran desarrollo que se ha experimentado en el campo de la odontología estética adhesiva hace que las restauraciones en base a resina sean la primera elección frente a una destrucción coronaria, dejando la restauración en base a prótesis fija como alternativa para casos de gran destrucción coronaria, donde sus propiedades físicas y mecánicas superiores le otorgan mejores resultados. Esto se ve acentuado en mayor magnitud en el sector posterior, donde los dientes están sometidos a mayores fuerzas funcionales y parafuncionales que en el sector anterior, por lo que la estética adquiere un menor grado de importancia y las propiedades mecánicas toman prioridad¹¹.

Indicaciones generales¹³.

- Caries extensas: Cuando una lesión ha destruido el tejido en casi la totalidad del perímetro del diente.
- Defectos morfológicos: Cuando hay compromiso estético, hipoplasias de esmalte, geminación o dientes con microdoncia que causan diastemas.
- Traumatismos de la corona: Traumatismos con compromiso pulpar o fracturas que alcanzan la raíz.
- Decoloraciones: Provocadas generalmente por medicamentos o por pérdida de vitalidad dentaria.
- Anomalías de posición: Al desgastar la corona y conservar la raíz, la prótesis fija permite la corrección de inclinaciones dentarias.
- Abrasiones o erosiones: Lesiones tan extensas que afectan a dentina, pudiendo causar incluso fractura de la corona.
- Correcciones verticales: Permite corregir alteraciones en la dimensión vertical, mordida o guías de desoclusión.
- Pilares para prótesis removible

Contraindicaciones generales¹¹.

- Edad: debe evitarse el tratamiento en dientes vitales de pacientes jóvenes debido a la amplitud de la cámara pulpar.
- Dientes con pulpa necrótica o lesiones apicales, sin tratamiento radicular previo: Las endodoncias incompletas o incorrectamente selladas deben repetirse antes de iniciar un tratamiento de prótesis fija.
- Higiene oral deficiente.
- Condiciones oclusales poco claras: Las inclinaciones y extrusiones dentarias extremas pueden, en determinadas ocasiones, impedir la ubicación de coronas.

- Retención insuficiente: En las coronas clínicas muy destruidas, suelen presentarse problemas con la altura del muñón de la corona, lo cual afecta en la retención necesaria para la función de la prótesis.
- Enfermedad periodontal activa: cualquier tratamiento rehabilitador está contraindicado en pacientes con enfermedad periodontal activa. Frente a un paciente con enfermedad periodontal la prioridad debe ser el tratamiento de ésta para obtener un estado de salud periodontal que permita la rehabilitación oral.

Otras consideraciones de la prótesis fija

Para rehabilitar a un paciente por medio de Prótesis Fija, tanto unitaria como plural, es necesario realizar una correcta evaluación previa, con un diagnóstico y planificación que otorguen cierta capacidad de control sobre los posibles errores. Además no se puede realizar una rehabilitación de forma focalizada, sino que se debe observar y controlar el comportamiento y estado de todos los componentes del sistema estomatognático, antes, durante y después de la rehabilitación con el fin de tener éxito y mejorar su calidad de vida¹¹.

La prótesis fija metal-cerámica actualmente sigue siendo de las primeras opciones de tratamiento, pese a la inclusión de sistemas de cerámicas puras en el mercado. Esto se debe a larga experiencia clínica, como al menor costo en comparación a restauraciones libres de metal. Se estima que una prótesis fija metal-cerámica tiene un porcentaje de falla por fractura de material a los 5 años de un 5,6% comparado con una prótesis fija libre de metal con un 11,4%. Esto se traduce en mayor longevidad clínica¹⁴.

Principios de preparación dentaria para prótesis fija

Definición de preparación dentaria

Según Pegoraro corresponde a la eliminación de tejido biológico que posteriormente será sustituido con un material restaurador. También se puede definir como alteración de la anatomía dental de forma irreversible, para recibir una restauración que devuelve función y estética⁵. Además debe cumplir ciertos principios mecánicos, biológicos y estéticos.

Principios mecánicos⁵.

1) Retención

Impide el desalajo vertical de la restauración. Depende del íntimo contacto entre las paredes internas de la restauración y las paredes externas del diente (o muñón metálico) preparado. Para este efecto, las paredes deben tener un grado de paralelismo adecuado en torno a los 6°. También dependerá del agente cementante, que por sí solo no puede lograr la retención de la restauración¹⁵. En caso de coronas cortas, las paredes deberán estar lo más próximas al paralelismo posible, en cambio, coronas largas pueden presentar una convergencia mayor¹¹.

2) Rigidez estructural

La preparación del diente debe ser realizada de forma que la restauración presente un espesor suficiente de metal y porcelana para las coronas de metal- porcelana, y de porcelana para las coronas libres de metal. Esto es necesario para soportar las fuerzas masticatorias y, a la vez, no comprometer la estética ni el tejido periodontal¹¹. Para lograr el espesor adecuado, el desgaste deberá ser realizado selectivamente de acuerdo con las necesidades estéticas y funcionales de la restauración⁵.

3) Integridad marginal

Implica márgenes adecuados que logren máxima adaptación de la restauración con la preparación. La integridad marginal es esencial para una duración a largo plazo de la prótesis fija en el medio oral, ya que permite el correcto sellado de la interfaz diente-prótesis, evitando la infiltración¹¹.

4) Resistencia

Previene el dislocamiento de la restauración cuando es sometida a una fuerza que ejerce su acción de forma oblicua, es decir, que pueden provocar la rotación de la restauración⁵. Está dada por la relación alto/ancho de la preparación, donde, a mayor altura de las paredes, mayor será la resistencia. Debido a esto, la altura de las paredes axiales debe ser igual o mayor en longitud al ancho del diente preparado. También depende de la integridad del diente o muñón metálico¹¹.

Principios Biológicos¹⁶.

1) Preservación del órgano pulpar

El potencial de irritación pulpar al realizar una preparación dentaria para alojar una prótesis fija depende de varios factores: calidad de las fresas y de la turbina de alta velocidad, calor producido durante la técnica de tallado, cantidad de dentina remanente, permeabilidad dentaria, reacción exotérmica de los materiales empleados en la confección de provisionales. Debido a esto, se recomienda el uso de refrigeración constante y fresas con un máximo de 4 usos.

El desgaste excesivo del diente está directamente relacionado a la salud pulpar, porque puede traer daños irreversibles, como inflamación y sensibilidad, entre otros. Además disminuye el área preparada, perjudicando la retención de la prótesis y la propia resistencia del remanente dentario. Por otro lado, el desgaste insuficiente está directamente relacionado con un sobre contorno de la prótesis, lo que puede generar problemas en el periodonto y alteraciones en términos de estética.

2) Preservación de la salud periodontal

Cualquier tratamiento protésico tiene como uno de sus objetivos principales la conservación de la salud periodontal. Múltiples factores están directamente relacionados con este objetivo: higiene oral, forma, contorno y localización del margen cervical del tallado.

De forma universal, la extensión cervical de los dientes preparados puede ir desde 2 mm alejada de la encía marginal libre, hasta una distancia entre 0,5 y 1,5 mm en el interior del surco.

Características clínicas del muñón dentario en dientes posteriores¹⁷.

- 1) Convergencia total oclusal: El ángulo de convergencia formado entre 2 paredes superficiales axiales opuestas, idealmente debe estar entre 10 a 20 grados¹⁸.
- 2) Longitud del muñón: debe ser de 4 mm. de longitud como mínimo, para que las paredes axiales aseguren la retención y estabilidad funcional del elemento mecánico.
- 3) Volumen del muñón: Está determinado por desgastes mínimos, a fin de preservar la estructura dentaria y así obtener un muñón resistente a la fractura y con mayor superficie de contacto. Los desgastes deben proporcionar el espacio suficiente para el grosor adecuado del material restaurador.
- 4) Cara oclusal: Se desgasta manteniendo su anatomía oclusal, realizando un desgaste parejo que varía entre 1 y 2 mm, con el objeto de lograr un grosor adecuado para el elemento mecánico.
- 5) Paredes proximales: Se obtienen por medio de un desgaste que elimina la convexidad que presentan las caras mesial y distal.
- 6) Pared vestibular: Presenta dos inclinaciones diferentes, una otorgada por los 2/3 cervicales y otra por el 1/3 incisal, que es fuertemente convexa en el caso de los molares inferiores.
- 7) Pared palatina/lingual: Se obtiene por medio de un desgaste uniforme que sigue la anatomía original de dicha cara y que permita grosores adecuados de los materiales restauradores, a nivel cervical este grosor puede limitarse a un desgaste mínimo, ya que no está en juego la estética.
- 8) Límite cervical: En proximal y vestibular rodea totalmente la preparación, a nivel de borde de la encía libre, siguiendo la sinuosidad del margen gingival. A nivel palatino puede quedar supra gingival¹⁷.

Cementación en prótesis fija

Generalidades de cementación en prótesis fija

Un agente de cementación es aquel cemento dental utilizado para unir restauraciones indirectas a estructuras dentales preparadas¹⁹. Su función principal es llenar el espacio vacío entre la preparación del diente y la restauración, y mantener la restauración en su lugar⁶. El cemento debe formar una barrera para evitar la micro infiltración bacteriana entre el diente y la restauración y debe mantener unidas las dos superficies mediante un enlace mecánico y/o químico¹⁰. Para lograr su objetivo, un material de cementación ideal debe cumplir requisitos biológicos, físico-mecánicos²⁰.

Requisitos biológicos y físico-mecánicos que debería cumplir un material de cementación²⁰.

- Biocompatibilidad,
- Baja Toxicidad y no provocar reacciones alérgicas

- Inhibir la formación de caries
- Brindar un sellado adecuado de la interfaz.
- Fluidez adecuada para permitir el asentamiento completo de la restauración
- Formar rápidamente una masa dura lo suficientemente fuerte como para resistir las fuerzas funcionales
- Baja solubilidad al agua y no debe adsorber agua.
- Radiopaco
- Estético
- Fácil de manipular
- Bajo costo
- Permitir suficiente tiempo de trabajo para colocar la restauración

Selección del cemento

La selección del agente de cementación incorrecto o la manipulación incorrecta del cemento pueden afectar significativamente la longevidad de una restauración indirecta. La selección del agente de cementación debe basarse en las necesidades específicas de cada situación clínica y cada odontólogo debe tener un conocimiento profundo de todas las opciones disponibles en el mercado⁶.

Clasificación de los mecanismos de cementación que presentan los cementos según Hill EE en 2011⁶.

- No adhesivos o retención mecánica: Se logra creando irregularidades de 20-100 μm en la superficie dental y en la superficie interior de la restauración. Este procedimiento se aplica a todos los cementos dentales.
- Adhesión micro-mecánica: Se logra creando en la superficie dental irregularidades más finas (menos de 2 μm), mediante grabado y en general, en combinación con adhesivo.
- Química (molecular): Sigue el modelo de adherencia bipolar, fuerzas de Van der Waals y adhesión química. Es el ideal.

Clasificación de los cementos dentales según Hill EE en 2007²¹.

Podemos dividir los cementos dentales en dos grandes categorías:

- 1) Cementos convencionales: Los cuales hacen referencia a una cementación mecánica y no adhesiva, donde la unión a la restauración es netamente por engranaje mecánico. Como ejemplos tenemos a los cementos fosfato de zinc y óxido de zinc eugenol.
- 2) Cementos adhesivos: Son aquellos que aluden al método de cementación química y micro-mecánica. Como ejemplos tenemos a los cementos ionómero de vidrio y cemento de resina.

Cementos de resina

Son aquellos que aportan adhesión mediante el mecanismo de retención micro-mecánica en esmalte y por hibridación en dentina. Es el sistema de adhesión dentaria más fuerte y eficaz²².

Estos cementos se basan en resina de metacrilato de bisfenol- α -glicidilo (Bis-GMA) y otros metacrilatos. Esta clase de cementos tiene una reacción basada en la polimerización. Algunos cementos de resina contienen trifluoruro de iterbio o relleno de fluorosilicato de aluminio bario y son capaces de liberar flúor después de la etapa de fraguado, otorgándoles un potencial cariostático²³.

Los cementos de resina modernos tiene un rol principal dentro del mercado actual debido a sus ventajas por sobre otros cementos, como su alta resistencia a la compresión y a la tracción, baja solubilidad, tiempos de trabajo flexibles y características estéticas favorables. Sus principales desventajas tiene que ver con la su difícil remoción de excesos, la sensibilidad de su técnica, la compatibilidad pulpar puede ser un problema, especialmente para preparaciones profundas; y tiene un alto costo por unidad de dosis. Además, la contracción por polimerización del cemento de resina (dependiendo de la masa) puede ser lo suficientemente significativa como para generar tensiones que pueden formar pequeños huecos en la interfaz diente-cemento⁶.

Los agentes de cementación de resina están indicados principalmente para situaciones clínicas donde sus ventajas son más necesarias, es decir, para cementar restauraciones o carillas estéticas de cerámicas libres de metal o de resinas de laboratorio; para cementar restauraciones de metal o metal cerámica a preparaciones dentales que tienen una retención y resistencia reducida; y para la cementación de postes en dientes tratados endodónticamente²¹.

Los estudios relacionados con la retención de la corona y tipo de cemento informaron que las resinas adhesivas tenían una retención consistentemente mayor que el fosfato de zinc²⁴⁻²⁶. Por otra parte, se ha concluido que los valores de las fuerzas retentivas para las coronas cementadas con cementos de resina han sido significativamente mayores en comparación con los cementados con cementos de ionómero de vidrio²⁵.

Clasificación de los cementos de resina según mecanismo de activación según De la Macorra en 2002²⁰.

1) Cementos autopolimerizables o de reacción química

Los cementos autopolimerizables típicamente consisten en dos pastas o un polvo y líquido que se mezclan manualmente, aunque algunos materiales se encapsulan para hacer posible la mezcla mecánica. Sus ventajas son su costo económico, que toda la mezcla se somete al proceso simultáneamente, y que la reacción química inducida es relativamente gradual y lenta. La gradualidad y la lentitud de la reacción garantizan el ritmo más lento de posibles tensiones por contracción. Las desventajas de estos cementos son que el proceso químico no puede ser

controlado por el clínico una vez que ha comenzado la mezcla, y que implica una gran cantidad de burbujas en la mezcla que obstaculizarán la óptica y comportamiento mecánico²⁰.

2) Cementos de fotopolimerización

La activación de moléculas fotosensibles del material en la polimerización por luz visible, es el sistema más utilizado de polimerización de materiales de restauración y cementación basados en resinas. El problema clave es garantizar que haya suficiente energía lumínica en todas las partes del material de cementación, para garantizar que el fotoiniciador comience la reacción de polimerización. Incluso utilizando la cantidad mínima indispensable de energía lumínica, el desarrollo de tensiones por contracción de la polimerización es mucho más rápido que con los cementos de autopolimerización, lo que pone en peligro la capacidad de adaptación de las interfaces, la propia cementación, las restauraciones y el diente²⁰. Estos cementos ofrecen las ventajas clínicas de un tiempo de trabajo prolongado, un ajuste a demanda y una estabilidad del color mejorada. Sin embargo, el uso de cementos fotopolimerizables se limita a situaciones tales como cementación de carillas o incrustaciones superficiales en las que el grosor y el color de la restauración no afectan la capacidad de la luz de polimerización para polimerizar el cemento²⁷.

3) Cementos de resina de doble polimerización o polimerización dual

Los cementos de resina de doble curado están indicados cuando la opacidad del material de la restauración puede impedir que se transmita suficiente energía de la luz al cemento. En estas situaciones, la intensidad de la luz que llega al cemento puede ser suficiente para comenzar el proceso de polimerización, pero se necesita un catalizador autopolimerizable para asegurar una polimerización máxima²⁰. Los cementos de doble polimerización se pueden usar para todas las aplicaciones de cementación. Se ha informado que el cemento de resina de doble polimerización mostró una fuerza de unión y microdureza reducida sin luz de fotopolimerización. Por lo tanto, es importante fotopolimerizar todos los cementos de resina de doble polimerización en todos los márgenes de la restauración accesibles por períodos de tiempo suficientes²³.

Clasificación de Hao Yu et al. para los cementos de resina según sistema adhesivo requerido²³.

1) Mediante grabado total y Adhesivo

Los cementos de resina que requieren un sistema adhesivo de grabado total tienen 3 pasos principales: el primero consiste en realizar el acondicionamiento del sustrato dentario mediante grabado con ácido ortofosfórico al 37%, posteriormente se realiza un enjuague y secado suave. En el segundo paso se debe realizar la

aplicación de un sistema adhesivo y finalmente en el tercer paso realizar la aplicación del cemento de resina.

2) Mediante autoacondicionante

En estos cementos se utiliza un adhesivo autograbante, donde elimina el uso del ácido. Estos tipos de cementos actúan en dos pasos clínicos, la aplicación del sistema adhesivo y la aplicación del cemento propiamente tal. Así se reduce el número de etapas clínicas y se reduce la sensibilidad de la técnica.

3) Cementos autoadhesivos que no requieren sistema adhesivo

Actualmente está instaurada la tendencia a simplificar los pasos a seguir para la realización del proceso de cementación. Fue así como los cementos de resina autoadhesivos se desarrollaron, obteniendo un cemento de resina que se aplica en un solo paso clínico, es decir, el acondicionamiento, el sistema adhesivo y el cemento se encuentran en un solo envase. Estos cementos no requieren pretratamiento de las superficies y sistemas de adhesión por separado para maximizar su rendimiento. Por lo tanto, la sensibilidad técnica del cemento de resina autoadhesivo se ha reducido considerablemente en comparación con los cementos de resina convencionales. Sin embargo, presentan una baja adhesión a esmalte en relación a otras resinas compuestas, pero superior a la de los cementos de vidrio ionómero.

Protocolo clínico de rehabilitación mediante prótesis fija de un diente vital

Secuencia de preparación de la universidad de valparaiso²⁸.

- Realizar surcos guía de preparación en sector vestibular, palatino/lingual e incisal con una fresa troncocónica
- Realizar reducción axial con un movimiento paralelo de la fresa en el eje axial del diente
- Realizar una reducción vestibular uniendo los surcos guía
- Realizar una reducción palatina uniendo surcos guía
- Reducción incisal/oclusal siguiendo surcos guía
- Verificar espacio interoclusal
- Alisar y suavizar las paredes, comprobar el grado de paralelismo, corregir socavados y verificar terminaciones
- Confeccionar, adaptar y pulir provisorio
- Tomar impresión definitiva
- Vaciado y troquelado
- Montaje en articulador
- Confección de estructura metálica en laboratorio
- Prueba de estructura metálica en troquel y paciente
- Selección de color
- Realizar bizcochado en laboratorio
- Prueba de bizcocho en troquel y paciente

- Realizar glaseado en laboratorio
- Prueba de prótesis fija terminada en troquel y paciente
- Cementación definitiva de prótesis fija
- Control clínico y radiográfico de la prótesis fija
- Alta

Histología dental

Esmalte

Tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege el complejo dentino-pulpar. El esmalte maduro está compuesto en un 96% por cristales inorgánicos de hidroxapatita que constituyen la ultraestructura del tejido, agua en un 3% y matriz orgánica en un 1% en peso.

El esmalte es un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química o biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud está en directa relación con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no posea poder regenerativo⁸.

Dentina

Tejido conectivo mineralizado, de origen mesodérmico, que contiene a los procesos celulares de los odontoblastos, con elevado contenido de materia orgánica y agua, con una dureza semejante al tejido óseo, encargado de transmitir los estímulos térmicos, químicos y táctiles, transfiriéndolos por distintos mecanismos a los receptores del plexo nervioso subodontoblástico, otorgándole a la pulpa dentaria una información rápida y efectiva⁸.

La dentina normal está compuesta por una matriz o red entrecruzada de fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, y factores de crecimiento en una proporción en peso de 18%, por cristales de hidroxapatita en un 70% y por agua en un 12%. ⁽⁵⁾ Morfológicamente está constituida por túbulos que se extienden desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa⁸.

La dentina superficial es diferente histológicamente a la dentina media y profunda, la relación de las fibras de colágeno es inversamente proporcional a la profundidad de la dentina, por el contrario, la relación de agua es directamente proporcional a la profundidad de la dentina. Este hecho va en perjuicio de la adhesión, debido a q la unión física se produce con la red de colágeno previamente expuesta²⁹.

Adhesión al substrato dentario

Concepto de adhesión

Fenómeno físico que consiste en la unión de dos sustancias entre sí, quedando inmediatamente adyacentes una con otra, la atracción que se genera la realizan moléculas dispares. Cuando se efectúa a través de moléculas de la misma clase, se llama cohesión³⁰.

Adhesión en odontología

Consiste en unir un biomaterial a un substrato sólido, en este caso las estructuras dentales. La adhesión se produce en la interface diente-restauración, donde se deben producir las fuerzas que mantengan ambas superficies pegadas³⁰.

Adhesión física

Corresponde a la unión entre dos superficie a través de un enlace en función de la morfología macroscópica o microscópica de ellas, lo que genera una traba mecánica⁸.

La adhesión física se produce por 2 mecanismos⁸:

- 1) Efecto geométrico: Irregularidades superficiales que tienen dos superficies sólidas en contacto. Al penetrar un adhesivo líquido o semilíquido y endurecer entre ellas las enlazará. Dichas irregularidades se producen por fresado o por acondicionamiento.
- 2) Efecto reológico: Si sobre una superficie sólida endurece un semilíquido y este cambia dimensionalmente, es posible que por contracción o por expansión se ajuste de tal manera que termine adhiriéndose físicamente sobre él.

Adhesión química

Concepción submicroscópica de fuerzas que evitan la separación de las partes, y que resultan a partir de la interacción de los elementos constituyentes de su estructura, es decir, átomos o moléculas⁸.

Factores y principios que influyen en el proceso de la adhesión⁸.

- 1) Superficie de contacto

Tanto los tejidos dentarios como las restauraciones poseen superficies desiguales, y aunque parezcan homogéneas al ojo humano están lejos de serlo a nivel microscópico y atómico. De esta forma, al juntarlas quedarán espacios entre ambas superficies, es decir no se podrán adaptar tan íntimamente como para producir adhesión específica entre ellas. De ahí, que para lograr una adhesión ideal deben eliminarse estos espacios provocados por las irregularidades de ambas superficies, reduciendo el problema de incompatibilidad y manteniendo en posición los materiales que participan en el proceso de unión⁸.

- 2) Adaptación

Las superficies que se van a entrelazar deben entrar en contacto a cabalidad, para que así quede la menor distancia posible entre ambas partes de forma que se beneficie una unión de tipo química. Cuando esto no se puede lograr, un elemento fluido podría facilitar la adaptación⁸.

3) Energía superficial

La energía superficial corresponde a la fuerza de atracción que generan los enlaces no saturados en la superficie de los cuerpos. Estos enlaces se producen debido a que los átomos posicionados hacia la superficie no tienen todos sus enlaces saturados en relación a los que están en el cuerpo principal de la materia. La energía superficial es un reflejo de la energía de cohesión del material. En los líquidos esta energía superficial se denomina tensión superficial, que corresponde al fenómeno que hace posible la creación de gotas. Para que exista adhesión las superficies deben atraerse entre sí hacia su interface. Por lo tanto, a mayor energía superficial, mayor capacidad de adhesión⁸.

4) Humectación

Es la capacidad de un líquido de fluir y adaptarse íntimamente a una superficie. Para ello se demanda que el líquido adhesivo a usar se ponga en contacto íntimo y fluya sin obstáculos por la superficie originando una capa fina y continua. Esto se utiliza para poder mejorar situaciones en las que se ponen en contacto dos superficies sólidas, donde siempre quedan espacios entre ambas a nivel microscópico que no permiten su total e íntima adaptación, necesitando esta cercanía a nivel atómico para que se genere adhesión de tipo primaria. Así, intercalando un líquido entre las dos superficies, que cubra los espacios vacíos, se permite una adaptación total⁸.

5) Ángulo de contacto

Para que un líquido humecte una superficie sólida, es una necesidad que la superficie atraiga al líquido y que éste se deje atraer. El método para determinar cómo se produce este fenómeno, es calcular la medida del ángulo que se establece entre la gota de líquido y la superficie del sólido. Mientras más pequeño el ángulo que se forma entre la tangente a la periferia de la gota del líquido y la superficie del sólido, es mejor la humectancia y por lo tanto, la capacidad de adhesión. Si las moléculas del líquido son atraídas por las moléculas del adherente con igual o mayor energía que la atracción entre ellas mismas, el líquido se propaga completamente sobre la superficie del sólido sin formar ángulo alguno⁸.

Adhesión a esmalte

Para lograr una unión adecuada a esmalte, se requiere de un sistema adhesivo y acondicionamiento de su superficie. El acondicionamiento debe lograr una superficie de esmalte con las siguientes características:

1) Activa y de alta energía superficial

La activación de la superficie del sustrato se puede lograr eficientemente a través del acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico, que desmineraliza y disuelve la matriz orgánica de hidroxiapatita de los prismas de esmalte dando lugar a la formación de microporos y microsurcos. Estos ácidos cambian la superficie del

esmalte intacto que es de baja energía superficial, en un área, activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial³¹.

Este accionar posibilita la imprimación del tejido por un monómero, que quedará retenido en el interior de los microporos creados por unión físico-mecánica a través del efecto reológico, que se consigue cuando el material cambia de estado³¹.

2) Humectable o imprimable y compatible

El esmalte acondicionado permite la humectación por imprimación dentro de los microporos de un monómero resinoso, que una vez polimerizado conformará los microtags de retención micro-mecánica con la obtención de un híbrido resina-esmalte llamado hibridación adamantina.

La imprimación es óptima cuando la superficie del sustrato está limpia, activa y con alta energía superficial, efecto logrado por el acondicionamiento o autoacondicionamiento adamantino, el adhesivo es de baja tensión superficial y ambos presentan compatibilidad físico-química³¹.

La adhesión a esmalte es predecible y ha sido corroborada en diversos estudios. Gracias a su composición uniforme es posible obtener unos valores de adhesión en torno a los 30 Mpa. *in vitro*, valores que son, en todos los casos, superiores a los obtenidos en dentina. Por esta razón se debe preservar el esmalte en una preparación, siempre y cuando sea factible³².

Adhesión a dentina

Hay 2 opciones principales para lograr adhesión a dentina a través de adhesivos:

1) Acondicionamiento total

Acondicionamiento total o simultaneo de esmalte y dentina con ácido fosfórico en alta concentración y aplicación de monómeros hidrófilos-hidrófugos para obtener adhesión por hibridación.

Los agentes adhesivos que utilizan el acondicionamiento ácido total desmineralizan la dentina peritubular e intertubular, eliminando completamente el barro dentinario (smear layer) y exponiendo la red espacial de fibras colágenas, para lograr su imprimación con una resina hidrófila-hidrófuga y formar un híbrido reforzado de dentina-resina denominado capa híbrida³¹.

La capa híbrida brinda unión micro-mecánica para la resina compuesta y tanto ésta como las proyecciones de resina en el interior de los túbulos dentinarios (tags) son imprescindible para obtener un buen sellado y una buena adhesión, especialmente la capa híbrida. Los tags de resina van a contribuir a mejorar la fuerza de adhesión siempre y cuando se encuentren firmemente unidos a las paredes de los túbulos, además mantendrán los túbulos taponados reduciendo la permeabilidad tubular y su potencial para desencadenar una irritación pulpar³¹.

2) Autoacondicionamiento

Acondicionamiento, activación, y desmineralización, con adhesivos autoacondicionadores que no eliminan el barro dentinario.

Estos sistemas mezclan de forma homogénea el barro dentinario (smear layer) con el primer y simultáneamente desmineralizan la superficie del sustrato. Debido a que no son lavados, el barro dentinario se incorpora al proceso de adhesión reduciéndose los problemas asociados con la sensibilidad de la técnica³¹.

La adhesión a dentina es menos predecible que la adhesión a esmalte, esto se puede explicar por sus importantes variaciones topográficas, su composición química que tiene un alto contenido de material orgánico y agua, y la presencia del fluido dentinario. Otro punto a considerar es el barro dentinario, que se produce posterior a la instrumentación rotatoria de la dentina⁸.

Sistemas Adhesivos

Generalidad de los sistemas adhesivos

Los sistemas adhesivos se utilizan para tratar el sustrato dentario, con el objetivo de alterar químicamente sus características superficiales y permitir la adhesión de los materiales restauradores a su superficie. Estos sistemas adhesivos han permitido mejorar los procedimientos clínicos tanto en la evolución de los componentes y su mecanismo de acción, como en la disminución del tiempo operatorio de aplicación de cada uno de ellos, brindando una eficacia clínica aceptable y predecible³¹.

Sistemas adhesivos contemporáneos

Actualmente los sistemas adhesivos presentan un nivel de confiabilidad bueno, y en su mayoría exhiben valores parecidos en magnitud de adhesión.

Clasificación de los sistemas adhesivos por su acondicionamiento ácido según henostroza en 2003⁸.

- Adhesivos de grabado total (Etch & Rinse)

Presentan tres componentes, ácido, primer y adhesivo propiamente tal. La técnica implica tres pasos, primero se aplica el ácido con su respectivo lavado posterior, luego el primer y finalmente el adhesivo. También existe una versión simplificada donde se aplica el ácido y luego se aplica en conjunto el primer y el adhesivo⁸.

Esta técnica es el Gold estándar en esmalte. En dentina remueve el smear layer y la incorporación de monómeros hidrófilos desalojan la humedad y logran una mejor interacción con la dentina desmineralizada. Forma la capa híbrida, la cual es esencial para una unión en dentina. Su principal desventaja es una mayor posibilidad de producir sensibilidad dental³³.

- Adhesivos de autograbado (Self Etch)

No se aplica ácido en la superficie, si no que contiene un primer acídico y el adhesivo. Sus componentes no se lavan y son capaces de actuar simultáneamente

como acondicionadores y como primer. El smear layer y la hidroxiapatita disuelta por el adhesivo quedan incorporados en el mismo⁸.

Forma una capa híbrida que se diferencia de la formada por el grabado ácido total en que los tags de resina son menos pronunciados y las fibras colágenas no son completamente desmineralizadas³³. Su principal ventaja es que requiere un menor tiempo de trabajo y presenta menor posibilidad de sensibilidad post operatoria. Su principal desventaja es que la fuerza adhesiva lograda en esmalte es inferior a la lograda en el grabado ácido total³⁴.

Adhesivos universales

Los sistemas adhesivos multimodales, todo en uno, o también conocido como "Adhesivos universales", proporcionan al odontólogo la posibilidad de decidir cuál estrategia utilizar, es decir, tanto una técnica de grabado y lavado como una autograbante. Estos sistemas se lograron al reducir el pH de la mezcla del adhesivo y combinar apropiadamente monómeros menos ácidos, monómeros de entrecruzamiento y solventes en la mezcla. Por esta razón, la mayoría de los adhesivos universales actuales son resinas de unión poco ácidas (pH≈2-2.5). También contienen monómeros funcionales específicos con baja capacidad de desmineralización (MPD) y, de acuerdo con el concepto de adhesión-descalcificación, solo estos monómeros poseen la capacidad de unirse químicamente a cristales de apatita a través de un orden altamente organizado³⁵.

Adicionalmente, los adhesivos universales pueden ser aplicados en restauraciones directas e indirectas, y son compatibles con distintos tipos de cementos en base a resina. También pueden ser utilizados para unir sustratos como zirconio, metales, resinas y cerámicas, sin la necesidad de un primer adicional, como el silano en el caso de los metales³⁵.

Las principales ventajas y desventajas de los adhesivos universales son:

- Ventajas

Los sistemas adhesivos universales, sin duda han proporcionado versatilidad y simplificación, ya que su adhesión inmediata a la dentina no se ve afectada por el hecho que dichos adhesivos se usen mediante autograbado o grabado total³⁶.

- Desventajas

Se ha informado que in vivo a largo plazo el rendimiento de los adhesivos universales en el modo grabado total puede ser ligeramente superior al de autograbado, lo que plantea inquietudes sobre la verdadera eficacia de hibridación de los adhesivos universales en modo de autograbado cuando están presentes capas de smear layer clínicamente más densas. La morfología de la superficie de la dentina (es decir, el espesor y la densidad de la smear layer) desempeña un papel importante en el rendimiento de adhesión de los adhesivos universales utilizados en el modo de autograbado. Su capacidad de grabado es crítica para una profundidad de interacción dentinaria adecuada³⁶.

Prueba de resistencia traccional o al estiramiento

A través de este tipo de prueba se puede evaluar la ductilidad de un material o que tan resistente es una unión adhesiva, lo que resulta muy conveniente a la hora de evaluar cementos y sistemas adhesivos en relación a su resistencia adhesiva³⁷.

Este tipo de prueba puede generar dos tipos de falla en la restauración:

- 1) Fractura Adhesiva: El material adhesivo se separa de la superficie a la que se encontraba unido y dicha superficie queda libre de cualquier tipo de residuos.
- 2) Fractura cohesiva: Fractura al interior del material adhesivo, lo que significará la existencia de residuos en una o ambas superficies a las que se encontraba unido el adhesivo.

Las prueba in vitro generalmente entregan resultados de fuerza de adhesión superiores a la realidad de la práctica clínica. Esto se debe tener en consideración al momento de analizar los datos³⁸.

Influencia del esmalte en una preparación sobre la retención de una prótesis fija

Es conocido que la cementación es un paso clave al realizar una prótesis fija, y que el tipo de cemento elegido tiene un papel importante en su retención. Actualmente con el avance de la tecnología se han desarrollado nuevos tipos de cemento en base a resinas compuestas, que se benefician de las características adhesivas de estas. Estos cementos de resina han mejorado la retención de restauraciones indirectas como las prótesis fijas cuando se les compara con cementos fosfato de zinc y cemento ionómero vítreo. Sin embargo, no se observa un análisis de cómo la presencia o cantidad de esmalte en una preparación podría afectar la retención de una prótesis fija cuando se utilizan estos cementos, siendo que el esmalte presenta mejores cualidades adhesivas al ser comparado con la dentina, debido a características propias, como su composición homogénea, tipo de superficie y alta energía superficial luego de aplicar un acondicionante.

Los criterios de búsqueda que fueron utilizados para comprobar el conocimiento sobre el tema en la literatura se detallan a continuación:

- Bases de datos revisadas: Pubmed, Scielo y Scopus
- Términos en inglés ingresados en búsqueda avanzada mediante diferentes combinaciones con conectores "AND" y/o "OR": "dental substrate", "tooth substrate", "enamel", "dentine", "dentin", "adhesion", "bond strenght", "bond effectiveness", "retention", "resin cement", "luting agents", "luting systems", "fixed prosthesis", "metal crown", "metal ceramic crown", "metal coping"
- Filtros aplicados: Estudios publicados en los últimos 10 años.

No se encontraron resultados que permitieran establecer la influencia que tiene la presencia de esmalte en una preparación, sobre la retención de una prótesis fija, cuando se cementa con cemento de resina.

Los estudios encontrados hacen referencia a otros factores que afectan la retención, como la conformación geométrica de las preparaciones, comparando distintas alturas y angulación de las paredes, o a comparaciones entre cementos de distintos tipos mediante preparaciones estandarizadas. Entre estos trabajos encontramos los de Pattanaik y Nagda en 2012³⁹ y el de Sonali Babar et al. en 2016⁴⁰ y otros similares, que de igual forma nos orientarán en cuanto a la metodología para evaluar la retención de prótesis fijas.

Hipótesis

H0: No existen diferencias en la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre preparaciones que presentan esmalte y preparaciones que no presentan esmalte.

Objetivo general

Evaluar y comparar la resistencia a la tracción en Megapascales (MPa) de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.

Objetivos específicos

- Evaluar la influencia del esmalte en la preparación, sobre la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina.
- Determinar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre una preparación que presenta esmalte.
- Determinar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre una preparación que no presenta esmalte.

Materiales y Métodos

Tipo de estudio

Estudio cuantitativo, experimental in vitro.

- Cuantitativo: Los resultados se evaluarán en forma de magnitudes numéricas a modo de poder comparar dos o más variables de naturaleza numérica.
- Experimental in vitro: Es el tipo de estudio más apropiado para estudiar los dos tipos de preparación dentaria, además de poder controlar las variables y que no involucren a humanos pudiendo fallar éticamente a no brindarles el mismo tipo de tratamiento específico.

Unidad de análisis

- Premolares extraídos por motivos terapéuticos obtenidos mediante donación en diversas entidades odontológicas privadas, públicas y cátedras de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso

Muestra

La muestra estará conformada por piezas dentarias extraída en cumplimiento con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Premolares sanos
- Extraídos por razones terapéuticas.
- Extraídos en un plazo menor a 6 meses y almacenados en suero
- Que el propietario de los dientes firme el consentimiento informado. (Anexo 1)
- Que tenga un diámetro mesio distal entre 6,5 y 7,5 mm y vestíbulo lingual/palatino entre 8 y 9 mm.

Criterios de exclusión:

- Dientes que presenten alteraciones estructurales que impidan el tallado de una preparación protésica vital: hipoplasias, tubérculos anómalos, fracturas coronarias, restauraciones, tratamiento endodóntico, lesiones cariosas, lesiones no cariosas, esclerosis dentinaria.
- Dientes que presenten alteraciones estructurales que no admiten montaje de los dientes (Reabsorción radicular, fractura radicular, entre otros)
- Premolares que fueron guardados en hipoclorito, soluciones enzimáticas o de otro tipo que puedan afectar a los tejidos dentarios y con ello la adhesión de los materiales.

Se recolectarán piezas dentales que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión en múltiples instituciones privadas, consultas particulares, públicas (hospitales) y cátedras de Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Para la obtención de estas muestras se dejará un consentimiento o asentimiento informado según corresponda, que el dueño de los dientes deberá firmar, posteriormente las muestras serán almacenadas en una solución de cloruro de sodio al 0.9%. A las piezas seleccionadas se les removerán los restos de tejido con una escobilla para fresas y gasa utilizando suero durante el proceso.

Es importante que los dientes tengan diámetros en rangos similares, para hacer más sencillo el proceso posterior de igualar las áreas y no tener preparaciones con alturas demasiado dispares.

Tamaño muestral

El tamaño muestral utilizado de forma preliminar se obtendrá de dos estudios de metodologías similares. Estos estudios corresponden a los de Pattanaik y Nagda en 2012³⁹ y el de Sonali Babar et al. en 2016⁴⁰, en espera de una prueba piloto. Para este efecto se estima la utilización de 20 premolares que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. Estos se dividirán en 2 grupos con un n = 10 cada uno, aquellos cuya preparación dentaria tendrá una terminación cervical compuesta por substratos de esmalte y dentina, y aquellos que cuya preparación cervical solo consistirá de substrato de dentina.

Para determinar con exactitud el tamaño muestral se utilizará la fórmula de contraste de hipótesis para dos medias⁴¹:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times S^2}{d^2}$$

n = Tamaño muestral

Z α = Nivel de confianza

Z β = Nivel de potencia

S = Varianza

d = Diferencia significativa a detectar

Para aplicar la fórmula se tomará en cuenta un nivel de significancia de 95% y una potencia estadística de 80%. La varianza se obtendrá a partir de los resultados de un estudio piloto.

Prueba piloto

Se llevará a cabo una prueba piloto con 6 cuerpos de prueba, divididos en 2 grupos. Estos grupos serán sometidos a la misma prueba mecánica y bajo las mismas condiciones que la muestra final.

Materiales e instrumentos a utilizar

- Premolares seleccionados de acuerdo a criterios de inclusión y exclusión.
- Suero fisiológico al 0.9%
- Turbina, Micromotor, Pieza de mano, Contra-ángulo
- Piedras de diamante troncocónicas punta redonda n° 0.20
- Piedras de diamante punta de rueda n° 0.55
- Escobillas para fresas
- Gasa
- Cemento de resina adhesivo RelyX Ultimate ® 3M
- Adhesivo Single Bond Universal ® 3M
- Microbrush desechable ® 3M
- Ácido Fosfórico 37%
- Espátulas de cemento
- Losetas de vidrio
- Instrumento con punta (sonda, jaquette)
- Máquina de ensayo universal Instron Emic 23 5s (Figura I. Anexo 2)
- Dispositivo de fabricación propia para realizar tallado (Figura I. Anexo 3)
- Lámpara fotocurado modelo Bluephase N MC de Ivoclar Vivadent
- Acrílico rosado autocurable
- Cilindro plástico
- Pie de metro digital

Procedimientos

La totalidad de los dientes serán montados en acrílico autocurable rosa (Marche), mediante moldes cilíndricos de plástico huecos, con un diámetro 20 mm y una altura 18 mm, en el cual, alojaremos cada premolar dejando expuesto 4 milímetros de raíz y la totalidad de la corona desde el borde superior del cilindro plástico, cuidando que el eje mayor del diente quede perpendicular a la horizontal y paralelo a las paredes axiales del cilindro. (Figura I. Anexo 4)

A continuación se realizará una separación de las piezas de la muestra de forma aleatoria en 2 grupos (n=10):

- Grupo 1 (CED): Dientes que serán preparados como muñón, con una terminación cervical conformada por dentina y rodeada en toda la periferia por esmalte.
- Grupo 2 (DEN): Dientes que serán preparados como muñón, con una terminación cervical conformada únicamente por dentina.

Los desgastes necesarios para realizar las preparaciones requeridas se realizarán mediante una turbina adosada a un dispositivo de fabricación propia (figura I. Anexo 3). Este artefacto permitirá fijar la turbina de tal forma, que una fresa colocada en ella quede perpendicular a la horizontal.

Para mantener los cuerpos de prueba en una posición adecuada, el mismo dispositivo de fabricación propia contará con una base acrílica paralela a la horizontal, unida en

posición bajo el cabezal de la turbina. Sobre esta base se colocarán placas metálicas prensadas planas con forma cuadrangular de grosor 0,5 mm con el fin de dar la altura adecuada a los cuerpos de prueba para los diferentes desgastes requeridos (Figura II, Anexo 3). Para las muestras correspondientes al grupo CED se utilizarán menos placas y para las correspondientes al grupo DEN se utilizará un número mayor de placas. Esto con la finalidad de estandarizar las preparaciones.

Todas las mediciones de paralelismo y perpendicularidad serán realizadas con un nivel calibrado, y una escuadra.

Para ambos grupos se hará un desgaste en la cara oclusal de 2 mm desde el fondo del surco oclusal, con el fin de eliminar la totalidad del esmalte en el sector oclusal, esto se realizará con una fresa rueda tamaño n° 0.55.

Para las muestras del grupo CED, se llevará a cabo preparaciones dentarias tipo muñón vital. El desgaste correspondiente a las paredes axiales se realizará con una fresa de diamante troncocónica punta redonda n° 0.22, eliminando la totalidad del esmalte de dichas paredes y dejando una convergencia hacia oclusal de 6°. La terminación cervical quedará 1 milímetros coronal ala porción más apical de la unión cemento esmalte, y tendrá 1.5 mm de grosor, correspondiendo a dentina con esmalte en la periferia. (Figura I. Anexo 5)

Para las muestras del grupo DEN, igualmente se llevará a cabo preparaciones dentarias tipo muñón vital. El desgaste correspondiente a las paredes axiales se realizará de la misma forma y con los mismos instrumentos que el grupo CED, pero la terminación cervical quedará a nivel de la porción más apical de la unión cemento esmalte, y tendrá 1.5 mm de grosor. Este grupo tendrá preparaciones con diámetros menores y una altura mayor, debido a la anatomía dentaria. (Figura II. Anexo 5)

Todas las muestras serán revisadas con lupa para verificar la ausencia de esmalte en los muñones, y las muestras del grupo DEN serán revisadas además en la periferia del escalón cervical para comprobar la ausencia de esmalte.

Para poder comparar la adhesión, las áreas de las preparaciones de las muestras de ambos grupos deben ser similares. Para este efecto, las áreas se estimarán utilizando la fórmula geométrica de cálculo de área de un cono truncado de base elipsoide, esto debido a que los premolares tienen un diámetro mayor en sentido vestibulo-palatino/lingual en comparación con mesio-distal, lo que al ser tallados les da una forma semejante a un cono truncado de base elíptica.

Posterior al tallado inicial, se medirá los diámetros mayores y menores de las 3 elipses presentes en la preparación (exterior del escalón cervical, base de la preparación y tapa de la preparación) mediante un pie de metro digital. Posteriormente se dividirán los diámetros por 2 para obtener los radios, y de esta forma proseguir a calcular las áreas de dichas elipses. Luego se medirá la altura inicial de las preparaciones con el fin de obtener el área lateral de la preparación. Finalmente el área total de la preparación será la suma de las áreas de la tapa, área lateral y área de la elipse exterior del escalón cervical menos el área de la elipse de la base de la preparación. Debido a que el cuerpo de la preparación no es exactamente igual a un cono truncado

de base elíptica, los valores de área obtenidos serán estimaciones cercanas, no valores precisos.

A continuación se describe el proceso y las fórmulas utilizadas.

- Área total de la preparación

$A_t = \text{Área de la tapa elíptica} + \text{área del escalón} + \text{área lateral}$

- Área de una elipse⁴²

$$A = \pi \times R \times r$$

Donde π es un número constante 3.1416, R es el radio mayor de la elipse y r es el radio menor de la elipse.

- Área del escalón

$A_e = \text{Área de la elipse que rodea el escalón} - \text{área de la base elíptica del cono}$

- Área lateral de un cono truncado con base elipsoide⁴²

$$A_l = ((P_s + P_i)/2) \times H$$

Donde P_s es el perímetro de la elipse superior, P_i es el perímetro de la elipse inferior, y H es la altura del cono truncado.

- Perímetro de una elipse⁴²

$$P = 2\pi\sqrt{((R^2 + r^2)/2)}$$

Una vez despejadas las fórmulas tendremos el valor del área total de preparación de cada muestra. Estas serán comparadas y se determinará la muestra que tenga el menor valor de área total. Esta área será considerada el valor que deberá tener cada una de las muestras al momento de ejecutar la prueba de tracción. Para este efecto, lo más sencillo es cambiar la altura de las preparaciones. Con el objetivo de lograr esto, tendremos que reemplazar dicho valor en las formulas y despejar la altura necesaria para obtener el área seleccionada previamente. Una vez obtenida la altura que deberá tener cada muestra, se procederá a desgastar con la piedra de diamante punta de rueda n° 55 a dicha altura. De esta forma tendremos todas las muestras con un área similar, independiente del grupo al que pertenezcan.

A pesar de tener muestras con áreas semejantes, debido al tipo de preparación realizada, las muestras del grupo DEN tendrán mayor altura que las del grupo CED. Para minimizar esta diferencia, como se mencionó en los criterios de inclusión, los dientes utilizados en este estudio tienen un rango de diámetros medio-distal y vestíbulo-palatino/lingual similares, por lo que la diferencia de altura de las

preparaciones entre grupos sería entre alrededor de 1 mm. Esto es importante para evitar generar un efecto retentivo adicional en las preparaciones de mayor altura.

Todos los cálculos de las fórmulas se realizarán en una hoja de cálculo del programa Excel. (Anexo 6)

Las muestras preparadas con áreas semejantes se enviarán al laboratorio para escaneo mediante CAD/CAM y posterior confección de copias de aleación níquel-cromo (Ni Cr) con un aditamento adicional en el sector oclusal paralelo al eje mayor del diente, el cual permita ser aprehendido por la máquina de tracción.

Una vez listas las copias, se realizará una prueba de ajuste sobre los dientes preparados y se evaluará su grosor, el cual será de 1 mm en todas las caras.

El material de cementación a utilizar en este estudio será el cemento de resina de polimerización dual, RelyX Ultimate (3M), que utiliza Single Bond Universal (3M) en conjunto como su adhesivo. La razón de la elección se basa en que este adhesivo presenta mejores propiedades adhesivas y de unión a metales debido a la presencia de MPD en su fórmula, y además tiene la versatilidad de poder ser utilizado con diferentes técnicas de grabado³⁵. El cemento RelyX Ultimate (3M) adicionalmente contiene en su formulación un activador de polimerización en oscuridad, que actúa con el adhesivo Single Bond Universal, eliminando la necesidad de un activador por separado⁴³.

La cementación de copias de Ni-Cr sobre los dientes preparados se realizará por un solo operador de acuerdo al protocolo del fabricante y tendrá pequeñas variaciones de acuerdo al grupo al que pertenezcan las muestras⁴⁴.

Protocolo de cementación para grupo CED

- Limpiar el diente preparado con spray de agua de la jeringa triple y luego secar con aire mediante la jeringa triple.
- Verificar arenado de la superficie interna de la copia de forma visual con lupa.
- Limpiar la superficie interna de copias con alcohol y luego secar con gasa.
- Grabar de forma selectiva el esmalte en la periferia del escalón de la preparación durante 15 segundos.
- Enjuagar con spray de agua de la jeringa triple.
- Secar ligeramente la preparación con aire de la jeringa triple dejando una superficie levemente húmeda. No desecar la preparación
- Aplicar el Adhesivo Single Bond Universal ® 3M mediante microbrush desechable ® 3M y frotar durante 20 segundos tanto en el esmalte como en la dentina de la preparación.
- Aplicar un chorro suave de aire con la jeringa triple sobre el adhesivo durante aproximadamente 5 segundos hasta que deje de moverse y el solvente se haya evaporado por completo de la preparación.
- Aplicar el Adhesivo Single Bond Universal ® 3M mediante microbrush desechable ® 3M y frotar durante 20 segundos en la superficie interna de la restauración metálica.

- Aplicar un chorro suave de aire con la jeringa triple sobre el adhesivo durante aproximadamente 5 segundos hasta que deje de moverse y el solvente se haya evaporado por completo de la superficie interna de la restauración.
- Seleccionar la cantidad de pasta necesaria para la restauración. En este caso se requieren 2 clicks.
- Mezclar durante 20 segundos la pasta base y la pasta del catalizador con una espátula, hasta formar una masa homogénea.
- Aplicar una capa uniforme del cemento de resina adhesivo RelyX Ultimate a la superficie interna de la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
- Asentar completamente la restauración.
- Fotopolimerizar durante 2 segundos en cada superficie de la restauración para que los excesos de cemento adquieran un estado de gel. Mientras se sostiene la restauración firmemente en su lugar, quitar el exceso de cemento con un instrumento con punta.
- Esperar auto polimerización de 6 minutos.

Protocolo de cementación para grupo DEN

- Limpiar el diente preparado con spray de agua de la jeringa triple y luego secar con aire mediante la jeringa triple.
- Verificar arenado de la superficie interna de la cofia de forma visual con lupa.
- Limpiar la superficie interna de cofias con alcohol y luego secar con gasa.
- Aplicar el Adhesivo Single Bond Universal ® 3M mediante microbrush desechable ® 3M y frotar durante 20 segundos tanto en toda la dentina de la preparación.
- Aplicar un chorro suave de aire con la jeringa triple sobre el adhesivo durante aproximadamente 5 segundos hasta que deje de moverse y el solvente se haya evaporado por completo de la preparación.
- Aplicar el Adhesivo Single Bond Universal ® 3M mediante microbrush desechable ® 3M y frotar durante 20 segundos en la superficie interna de la restauración metálica.
- Aplicar un chorro suave de aire con la jeringa triple sobre el adhesivo durante aproximadamente 5 segundos hasta que deje de moverse y el solvente se haya evaporado por completo de la superficie interna de la restauración.
- Seleccionar la cantidad de pasta necesaria para la restauración. En este caso se requieren 2 clicks.
- Mezclar durante 20 segundos la pasta base y la pasta del catalizador con una espátula, hasta formar una masa homogénea.
- Aplicar una capa uniforme del cemento de resina adhesivo RelyX Ultimate a la superficie interna de la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
- Asentar completamente la restauración.
- Fotopolimerizar durante 2 segundos en cada superficie de la restauración para que los excesos de cemento adquieran un estado de gel. Mientras se sostiene la restauración firmemente en su lugar, quitar el exceso de cemento con un instrumento con punta.
- Esperar auto polimerización de 6 minutos.

Posterior a la cementación de las cofias, se agregará un aditamento en la parte inferior de los cilindros plásticos. Este corresponderá a un cilindro de acrílico rosado marche de 1 cm de diámetro y 4 cm de altura, el cual quedará paralelo al eje mayor del diente y perpendicular a la horizontal. (Figura II. Anexo 4)

Cada cofia cuerpo de prueba se someterá a fuerzas extrusivas mediante el uso de una máquina de ensayo universal (INSTRON EMIC 23-5S) con una carga de 100 N a una velocidad de 0,5 mm/min a través de guías cilíndricas metálicas con un sistema de sujeción rotatorio, que prensarán los aditamentos tanto en la cofia, como en el cilindro plástico (Figura II. Anexo 2). Se registrará la carga máxima de extrusión necesaria para desplazar la cofia de la preparación en Newton (N), la información recolectada tras la aplicación del test a cada muestra, se registrará y almacenará en la base de datos del computador asociado a la máquina de ensayo universal. Para evaluar la resistencia a la tracción (resistencia de unión), los resultados se expresarán en MPa, para ello se ingresarán a una base de datos Excel adaptada para nuestra investigación en donde se aplicará la siguiente fórmula:

$$R \text{ (MPa)} = \text{Fuerza (N)} / \text{SL}$$

- R: Resistencia de unión (MPa)
- F: Carga máxima de extrusión (N)
- SL: Área Adhesiva

Luego de realizar la prueba de resistencia a la tracción, cada cuerpo experimental será observado por lado de la cofia y preparación, utilizando la lupa presente en el laboratorio de materiales dentales de la universidad de Valparaíso, para determinar los modos de fallo. Dos operadores calibrados evaluarán de forma independiente los modos de fallo, clasificándolos como falla adhesiva entre el sustrato dentario y el cemento; falla adhesiva entre la cofia y el cemento; fallo mixto; o fallo cohesivo en el cemento.

Análisis estadísticos de datos

Para la distribución normal de los datos se utilizará el test Kolmogorov-Smirnov y para la homocedasticidad se utilizará el test de Laveine. Las variables serán evaluadas mediante el Test-T.

Metodología de trabajo

Variables

- Variable Independiente: Sustrato dentario. Se considera como variable cualitativa nominal
- Variable Dependiente: Resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas a preparaciones dentales. Se considera como variable cuantitativa continua.

Tabla 1. Variables del estudio

Variab les	Definición conceptual de la variable
Sustrato Dentario	Corresponde a una variable cualitativa nominal, definido conceptualmente como tejidos dentarios de distinta composición.
Resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas a preparaciones tipo muñones vitales	Corresponde a una variable cuantitativa continua, definida conceptualmente como tensión máxima necesaria para separar un material de otro, provocada por una carga que tiende a estirar un cuerpo.

Calibración

Para disminuir la posibilidad de error en la etapa de experimentación, así como en la recolección de datos, los investigadores serán instruidos respecto al uso de los elementos a utilizar para las pruebas de resistencia traccional por un profesional experto en el área. Los investigadores simularán tanto la etapa de experimentación como de recolección de datos a través de una prueba piloto, utilizando un grupo de dientes distinto a los que se usarán en la etapa de experimentación, a fin de practicar la técnica y distribuir a los investigadores en los distintos roles que implica este estudio. Así, cada investigador tendrá una función específica, facilitando de esta manera, que exista estandarización respecto a cómo se realizará cada etapa.

Para el tallado, un investigador colocará la turbina en el dispositivo de tallado (Figura I. Anexo 3) que la mantendrá en una posición estable (fresa paralela al eje mayor del diente); otro investigador colocará un cuerpo de prueba sobre placas metálicas que le darán la altura requerida según el grupo al que pertenezca. Estas placas a su vez estarán completamente apoyadas sobre una base adosada al instrumento de tallado (Figura II. Anexo 3). Posteriormente el primer operador activará la turbina con aire y agua, finalmente el segundo operador rotará de forma manual el cilindro plástico para efectuar el desgaste requerido, cuidando que la base del cilindro se mantenga en todo momento en completo contacto con la placa metálica (Figura III. Anexo 3). De esta forma se obtendrá la preparación de forma estandarizada para todos los dientes de la muestra. El investigador restante será asignado para realizar el test de resistencia traccional.

Resultados esperados

Dentro de los resultados esperados, es posible que la presencia de esmalte no tenga un efecto significativo en la retención de una prótesis fija cuando se cementa con un cemento de resina, debido primordialmente a la baja cantidad de este sustrato que es posible mantener en una preparación para prótesis fija. Esto ayudaría a corroborar las teorías actuales, en las que el enfoque primordial para mejorar la retención de una aparatología protésica fija está puesto en otros factores como la conformación geométrica⁴⁵.

La otra opción posible, es que el esmalte si tenga un efecto significativo en la retención de una prótesis fija cuando se cementa con un cemento de resina, debido a que presenta una adhesión predecible y de buena magnitud en comparación con la dentina⁹. Esto implicaría la necesidad de revisar el enfoque actual, para dar más importancia al tipo de sustrato dental, e intentar mantener la mayor cantidad de esmalte posible en una preparación para prótesis fija, tal como se hace en las restauraciones directas e indirectas en el campo de la operatoria³⁸.

A la hora de analizar los resultados, y a pesar de tener preparaciones con alturas que no difieren en más de 1 mm entre los cuerpos de prueba de cada grupo, es importante reconocer que este estudio no toma en consideración la altura de la preparación como una variable a estudiar, lo que podría influir en la tendencia de estos resultados. Por esta razón, se recomienda a los posibles estudios futuros incluir la variable altura. También a la hora de sacar conclusiones, hay que tomar en consideración que los resultados de adhesión y cementación generalmente son superiores para un estudio in vitro en relación a la realidad clínica, debido al entorno controlado en que se realizan³⁸.

Valor social

En la actualidad resulta muy relevante intentar aumentar la longevidad de las prótesis fijas, debido a que ha habido un aumento en el número de pacientes con este tipo de tratamientos, como resultado de un mayor acceso a la atención dental y aumento en la esperanza de vida de la población chilena⁴⁶. Además, cuando una restauración de prótesis fija falla, existe una alta probabilidad de tener una pérdida importante de tejido, lo que puede llevar a tratamientos de mayor complejidad y costo para el paciente, tanto en el ámbito monetario como biológico¹. Una forma de lograr un aumento en la longevidad de las prótesis fijas es a través de una mejora en su retención, lo que a su vez se puede lograr mediante un cambio en la preparación dentaria y/o en el cemento utilizado. Este estudio se enfocará en un aspecto de la preparación dentaria para prótesis fija poco analizada en la literatura, que corresponde al tipo de substrato sobre los que cementar este tipo de restauraciones⁴⁷.

Se pretende que los resultados de este estudio puedan colaborar en mejorar el conocimiento existente respecto a la influencia que genera la presencia de esmalte en una preparación, sobre la retención de prótesis fijas y su impacto en la adhesión de los cementos de resina⁴⁸.

En primera instancia este trabajo generará impacto en la comunidad atendida por la cátedra de prótesis fija de la Escuela de Odontología de la universidad de Valparaíso, ya que nos permitirá perfeccionar las técnicas de preparación y tallado dental, con el fin de aplicarlas en el quehacer clínico diario e incorporarlas al proceso de aprendizaje de los estudiantes de la escuela. Por lo tanto, la aplicación de los resultados de este trabajo se verán reflejados en la comunidad, mediante la confirmación y/o modificación de los protocolos existentes de preparación y tallado para prótesis fija³⁸.

Estos resultados también ayudarán a plantear nuevos estudios a futuro, que en conjunto permitirán extrapolar el impacto de este trabajo a otras facultades de odontología del país y en el largo plazo, en el ejercicio diario de la profesión.

Resumen

Introducción: Se ha estudiado distintas variables que afectan la retención de una prótesis fija. Sin embargo existe poca o nula evidencia sobre cómo la presencia de esmalte en la preparación afecta la retención de una prótesis fija, cuando se cementa con un cemento de resina.

Objetivo: Evaluar y comparar la resistencia a la tracción en Mpa de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.

Materiales y métodos: 20 premolares divididos en 2 grupos según la variable substrato dentario. Las muestras del grupo CED se prepararán dejando esmalte a nivel cervical, las muestras del grupo DEN se prepararán sin dejar esmalte. Se realizará prueba de tracción utilizando una máquina de ensayo universal (Instron, EMIC 23 5S) seguido de análisis estadístico mediante Test-T.

Resultados esperados: La presencia de esmalte en la preparación no tiene un efecto significativo en la retención de una prótesis fija cuando se cementa con un cemento de resina.

Valor social: Los resultados de este trabajo se verán reflejados en la comunidad, mediante la confirmación y/o modificación de los protocolos existentes de preparación y tallado para prótesis fija.

Referencias Bibliográficas

1. Thoma D., Sailer I, Ioannidis A, Zwahlen M, Makarov N, Pjetursson B. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2009;28(11):1421-1432.
2. Rosenstiel S, Land M. *Prótesis fija contemporánea*. 4a edition (Elsevier). Mosby; 2009.
3. Tripathi S, Amarnath GS, Muddugangadhar BC, Sharma A, Choudhary S. Effect of Preparation Taper, Height and Marginal Design Under Varying Occlusal Loading Conditions on Cement Lute Stress: A Three Dimensional Finite Element Analysis. *J Indian Prosth Soc*. 2014;14(S1):110-118.
4. Marker VA., Miller AW, Miller BH, Swepston, JH. Factors affecting the retention and fit of gold castings. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1987;57(4):425-430.
5. Pegoraro LF, Do Valle AL, P. De Araujo CR, Bonfante G, Rodríguez PC. *Prótesis Fija*. Primera edición (Artes médicas). Sao Paulo; 2001.
6. Hill EE, Lott J. A clinically focused discussion of luting materials. *Aust Dent J* 2011;56(S1):67-76.
7. Marchiori M, Garbin CA, Rigo L, Becker D, Manami GM. Influence of preparation height and luting agent type on crown retention in molars. *Braz J Oral Sci*. 2010;9(2):89-93
8. Henostroza G, Espinoza R, Fernández-Bodereau E, Henao D, Kohen S, Mondelli J, Navarro MF. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª edición (Ripano). Madrid; 2006
9. Matos A, Trevelin LT, Da Silva BT, Francisconi-dos-rios LF, Siriani LK, Cardoso MV. Bonding efficiency and durability: current possibilities. *Braz oral res*. 2017;31(S1):3-22
10. Peixoto RF, Hermanson MP, Pupim D, Rodrigues RC, Antunes RP, Mattos MD. Tensile strength of Ni-Cr copings subjected to inner surface sandblasting using different cementing agents: An in vitro study. *J Act Odont Scand*. 2016;74(12):108-114.
11. Shillingburg H, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett S. *Fundamentos esenciales en Prótesis Fija*. 3º Edición (Quintessence). Barcelona; 2002
12. Mallat E, Santos A, Casanellas J, Serra M, Hernández F, Garcia R. *Prótesis fija estética: un enfoque clínico e interdisciplinario*. 1ª edición (Elsevier). Barcelona; 2006.
13. Lang N, Siegrist B. *Atlas de prótesis de coronas y puentes*. 1st ed. (Masson). Barcelona; 1995.
14. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants res*. 2007;18(S3):86-89.
15. Edelhoff D, Ozcan M. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working Group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants res*. 2007;18(S3):193-204.

16. Shillingburg H, Jacobi R, Brackett S. *Principios básicos en las preparaciones dentarias para restauraciones de metal colado y de cerámica*. 1ª edición (Quintessence). Barcelona; 2000.
17. Carvajal J. *Protesis fija: Preparaciones biológicas, impresiones y restauraciones provisionales*. 10th edición (Mediterraneo). Chile; 2002.
18. Goodacre CJ, Campagni W, Aquilino S. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. *The J of prosth dent*. 2001;85(4):363-376.
19. The Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 2005; 94(1):21–38.
20. De la Macorra JC, Pradiés G. Conventional and adhesive luting cements. *Clin Oral Invest*. 2002;6(4):198-204.
21. Hill EE. Dental Cements for Definitive Luting: A Review and Practical Clinical Considerations. *Dent Clin N Am*. 2007;51(3):643–658.
22. Díaz-Romeral P, Pérez J, López E, Veny T. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Cient Dent*. 2009;6(1):137-151.
23. Yu H, Zheng M, Chen R, Cheng H. Proper Selection of Contemporary Dental Cements. *Oral Health Dent Manag*. 2014;13(1):54-59.
24. El-Mowafy OM, Fenton AH, Forrester N, Milenkovic M. Retention of metal ceramic crowns cemented with resin cements: effects of preparation taper and height. *J Prosthet Dent*. 1996;76(5):524-9.
25. Pameijer CH, Jefferies SR. Retentive properties and film thickness of 18 luting agents and systems. *Gen Dent*. 1996;44:524-30.
26. Yim NH, Rueggeberg FA, Caughman WF, Gardner FM, Pashley DH. Effect of dentin desensitizers and cementing agents on retention of full crowns using standardized crown preparations. *J Prosthet Dent*. 2000;83:459-65.
27. Pegoraro TA, Da Silva N, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *The Dental Clinics of North America*. 2007; 51:453-471.
28. Universidad de Valparaíso. *Manual de procedimientos clínicos* cátedra de prótesis fija. 2016.
29. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentine: a review of literature. *Int J Adhes Adhes*. 2015;60:92-103.
30. Özcan M, DüNDAR M, Erhan Çömlekoğlu M. Adhesion concepts in dentistry: Tooth and material aspects. *J Adhes Sci Tech*. 2012; 26(24):2661-2681.
31. Mandri MN, Aguirre A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*. 2015;17(26):50-56.
32. Swift Jr EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int*. 1995;26(2):95-110.
33. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent Washington*. 2003;28(3):215-235.
34. Ferrari M, Goracci G, Garcia-Godoy F. Bonding mechanism of three “one-bottle” systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. *Am J Dent*. 1997;10:224–30.
35. Stape T, Wik P, Mutluay M, Al-Ani A, Tezvergil-Mutluay A. Selective dentin etching: A potential method to improve bonding effectiveness of universal adhesives. *J of the Mech Behav of Biomed Mat*. 2018;86:14-22.

36. Kaczor K, Gerula-Szymańska A, Smektała T, Safranow K, Lewusz K, Nowicka A. Effects of different etching modes on the nanoleakage of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Esthet Restor Dent.* 2018;00:1-12
37. Fernandes Jr, Oliani M, Nogueira Jr, Silva J,, Araújo R. Analysis and Comparison of Different Bond Strength Tests. *JSM Dent.* 2016;4(5):1076.
38. Glazer H. Single crown tooth preparation: the 80/20 rule. *Dent Today.* 2006;74-77.
39. Pattanaik BK, Nagda SJ. An evaluation of retention and marginal seating of Ni-Cr alloy cast restorations using three different luting cements: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2012;23(1):20-5.
40. Sonali B, Bhide SV, Avantika J. Effect of different preparation heights and luting agents on tensile bond strengths in Nickel Chromium crown – a comparative invitro study. *J dent med sci.* 2016;15(9):151-155.
41. Norman G, Streiner D. *Bioestadística.* Edición en español (Harcourt). Madrid; 1996.
42. Baldor J. *Geometría plana y del espacio.* 20ª reimpresión (Publicaciones Cultural). Mexico; 2004.
43. 3M ESPE. Adhesivo ® 3M Single bond universal. 2017. Disponible en <https://multimedia.3m.com/mws/media/779485O/single-bond-adhesive-brochure-la-apac.pdf>
44. 3M ESPE. Protocolo RelyX Ultimate ® 3M. 2017. Disponible en <https://multimedia.3m.com/mws/media/1507390O/dental-ficha-tecnica-relyx-ultimate.pdf&fn=Dental-%20RelyX%20Ultimate%20.pdf>
45. Ayad M, Johnston W, Rosenstiel S. Influence of tooth preparation taper and cement type recementation strength of complete metal crowns. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(6): 354-361.
46. Departamento de salud bucal, Ministerio de salud de Chile. *Análisis de la situación de salud bucal en Chile.* Descargas de Salud Bucal 2010.
47. Tomar SS, Bhattacharyya J, Ghosh S, Goel P, Das S. Comparative evaluation of bond strenght of all-metal crowns with different luting agents after undergoing various modes of Surface treatments: An in-vitro study. *J Ind Prosth Soc.* 2015;15(4):318-325.
48. Parameswari B, Rajakumar M, Lambodaran G, Sundar S. Comparative study on the tensile bond strength and marginal fit of complete veener cast metal crowns using various luting agents: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2018;8(1):138-143.

Anexo 1. Consentimiento informado.



Formulario de consentimiento informado para el uso de dientes en la investigación titulada **“Comparación in vitro de la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones”**

Este formulario tiene dos partes:

- La hoja informativa
- El certificado de consentimiento

Recibirá una copia de este formulario completo

Parte 1: Hoja informativa

El estudio dirigido por el Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, investigador de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, es una investigación que tiene como objetivo evaluar y comparar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.

Para esta investigación es necesario dientes sanos (sin caries, restauraciones y fracturas), por eso necesitamos su(s) diente(s) premolar(es) que serán extraídos por indicación de su dentista. A estos dientes se les hará una preparación y serán analizados en diferentes laboratorios de la Universidad de Valparaíso. Luego se mantendrán bajo la custodia del Dr. Gonzalo Ibarrola. Terminada la investigación que dura un año, su diente será eliminado.

Es importante que sepa que la investigación realizada no tendrá beneficios para usted. A sí mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes entregados para esta investigación. Además, sus datos personales no se requerirán para este estudio.

Esta investigación cuenta con la aprobación del comité de proyectos de investigación de la facultad odontología de la universidad de Valparaíso, que se encarga de revisar todas las investigaciones que se realizan con seres humanos y velar por que se protejan los derechos de quienes participan en la investigación.

Si tiene alguna duda posterior a la firma de este documento o desea que su diente no sea utilizado para esta investigación puede hacerlo Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, Coordinador clínico, Cátedra de Prótesis Fija, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Subida Carvallo 211, Playa Ancha, Valparaíso, Teléfono: +56995472650 - email:
Gonzalo.ibarrola@uv.cl

Parte 2: Certificado de consentimiento

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PACIENTES DONANTES

Yo, _____ (*Nombre y Apellidos*), RUT _____ (*Dígitos Numéricos*), DECLARO que el investigador principal, docente de facultad de odontología de la Universidad de Valparaíso Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, ubicada en subida Carvallo N° 211 Playa Ancha, de la ciudad de Valparaíso, me ha informado en forma completa en qué consiste la investigación “**Comparación in vitro de la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones**”, que llevarán a cabo en Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y cuáles son los procedimientos a los que seré sometido/a y en qué consistirá mi participación.

De acuerdo a lo explicado en el Consentimiento Informado, del que recibí una copia, entiendo que:

1. El objetivo de la investigación es evaluar y comparar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.
2. Mi participación es voluntaria y consistirá en donar mi(s) premolare(s) que estén con indicación de extracción por un cirujano dentista.
3. Cuando no entendí algo, pude preguntar, y me han contestado a todas mis preguntas.
4. La investigación no ofrece riesgo alguno para mi persona.
5. Los datos obtenidos serán confidenciales, es decir, mi nombre no será dado a conocer, permaneciendo de manera anónimo.
6. Los resultados podrán ser divulgados en publicaciones de tipo académico-científicas, resguardando mi identidad. Además, entiendo que tendré acceso a los resultados, si yo lo requiriera.
7. No recibiré remuneración alguna por participar en este estudio y tampoco tendré que asumir gasto alguno.
8. Podré retirar mi participación si lo considerara necesario en cualquier momento sin que ello implique perjuicio alguno para mí.
9. Si me surgiera alguna duda, podré consultarla al investigador principal (y/o a sus colaboradores), en cualquier momento de la investigación, a quien/es podré contactar en el fono +56995472650 o en el email: Gonzalo.ibarrola@uv.cl
10. El comité de proyectos de investigación de la facultad odontología de la universidad de Valparaíso ha evaluado esta investigación y podré contactar a alguno de sus integrantes a través del mail institucional tesis.odontologia@uv.cl

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, del que recibo una copia, firmo aceptando la mi participación en esta investigación.

Nombre, apellidos y firma

Rut: _____

Fecha: _____

Nombre del profesional que toma el consentimiento _____

Firma del profesional que toma el consentimiento _____

Fecha: _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES/TUTOR/APODERADO

Yo, _____ (nombre y apellidos), RUT _____ (Dígitos numéricos), _____ (explicitar relación con el niño: padre o tutor o apoderado) de _____ (nombre y apellidos de menor 18 años) DECLARO que el investigador principal, docente de facultad de odontología de la Universidad de Valparaíso Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, ubicada en subida Carvallo N° 211 Playa Ancha, de la ciudad de Valparaíso, me ha informado en forma completa en qué consiste la investigación “**Comparación in vitro de la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones**”, que llevarán a cabo en Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y cuáles son los procedimientos a los que será sometido/a mi hijo/a o pupilo/a, y en qué consistirá su participación.

De acuerdo a lo explicado en el Consentimiento Informado, del que recibí una copia, entiendo que:

1. El objetivo de la investigación es evaluar y comparar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.
2. La participación de mi hijo/a o pupilo(a) es voluntaria y consistirá en donar su(s) premolar(es) que estén con indicación de extracción por un cirujano dentista.
3. La investigación no ofrece riesgo alguno para mi hijo o pupilo/a.
4. Los datos obtenidos serán confidenciales, es decir, el nombre de mi hijo/a no será dado a conocer, permaneciendo de manera anónima.
5. Los resultados podrán ser divulgados en publicaciones de tipo académico-científicas, resguardando la identidad de mi hijo o de mi pupilo/a. Además, entiendo que tendré acceso a los resultados, si yo lo requiriera.
6. No recibiré remuneración alguna por participar (o por la participación de mi hijo/a o pupilo/a) en este estudio y tampoco tendré que asumir gasto alguno.
7. Podré retirar la participación de mi hijo/a o pupilo/a si lo considerara necesario en cualquier momento sin que ello implique perjuicio alguno para mí (o para mi hijo/a o pupilo/a).
8. Si me surgiera alguna duda, podré consultarla al investigador principal (y/o a sus colaboradores), en cualquier momento de la investigación, a quien/es podré contactar en el fono +56995472650 o en el email: Gonzalo.ibarrola@uv.cl
9. El comité de proyectos de investigación de la facultad odontología de la universidad de Valparaíso ha evaluado esta investigación y podré contactar a alguno de sus integrantes a través del mail institucional tesis.odontologia@uv.cl

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, del que recibo una copia, firmo aceptando la mi participación en esta investigación.

Nombre, apellidos y firma

Rut: _____

Fecha: _____

Nombre del profesional que toma el consentimiento _____

Firma del profesional que toma el consentimiento _____

Fecha: _____

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA MENORES DE 12 A 17 AÑOS

Yo, _____ (*nombre y apellidos*), RUT _____ *Dígitos numéricos*), DECLARO que el investigador principal, docente de facultad de odontología de la Universidad de Valparaíso Dr. Gonzalo Ibarrola Núñez, ubicada en subida Carvallo N° 211 Playa Ancha, de la ciudad de Valparaíso, me ha informado en forma completa en qué consiste la investigación **“Comparación in vitro de la resistencia a la tracción entre cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones”**, que llevarán a cabo en Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y cuáles son los procedimientos a los que seré sometido/a y en qué consistirá mi participación.

De acuerdo a lo explicado en el Consentimiento Informado, del que recibí una copia, entiendo que:

1. El objetivo de la investigación es evaluar y comparar la resistencia a la tracción de cofias metálicas cementadas con cemento de resina sobre dos tipos de preparaciones, una que presenta esmalte y otra que no presenta esmalte.
2. Mi participación es voluntaria y consistirá en donar mi(s) premolar(es) que estén con indicación de extracción por un cirujano dentista.
3. He leído lo anterior, o me lo han leído, y he entendido toda la información.
4. Cuando no entendí algo, pude preguntar, y me han contestado a todas mis preguntas.
5. La investigación no ofrece riesgo alguno para mi persona.
6. Los datos obtenidos serán confidenciales, es decir, mi nombre no será dado a conocer, permaneciendo de manera anónimo.
7. Los resultados podrán ser divulgados en publicaciones de tipo académico-científicas, resguardando mi identidad. Además, entiendo que tendré acceso a los resultados, si yo lo requiriera.
8. No recibiré remuneración alguna por participar en este estudio y tampoco tendré que asumir gasto alguno.
9. Podré retirar mi participación si lo considerara necesario en cualquier momento sin que ello implique perjuicio alguno para mí.
10. Si me surgiera alguna duda, podré consultarla al investigador principal (y/o a sus colaboradores), en cualquier momento de la investigación, a quien/es podré contactar en el fono +56995472650 o en el email: Gonzalo.ibarrola@uv.cl
11. El comité de proyectos de investigación de la facultad odontología de la universidad de Valparaíso ha evaluado esta investigación y podré contactar a alguno de sus integrantes a través del mail institucional tesis.odontologia@uv.cl

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, del que recibo una copia, firmo aceptando mi participación en esta investigación.

Si aceptas participar, se solicita que por favor pongas una (✓) en el cuadrado de abajo que dice “Sí quiero participar” y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna (✓), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar

Nombre del profesional que toma el consentimiento _____

Firma del profesional que toma el consentimiento _____

Fecha: _____

Anexo 2. Máquinas utilizadas en el estudio.



Figura I. Máquina de ensayos universal INSTRON, EMIC 23 5S.



Figura II. Tracción de cuerpos de prueba.

Anexo 3. Dispositivos e instrumentos.

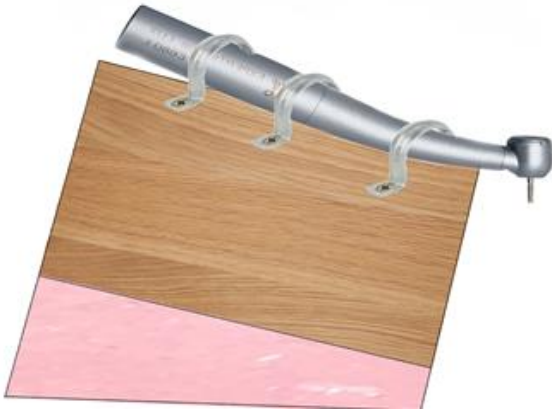


Figura I. Dispositivo de tallado.

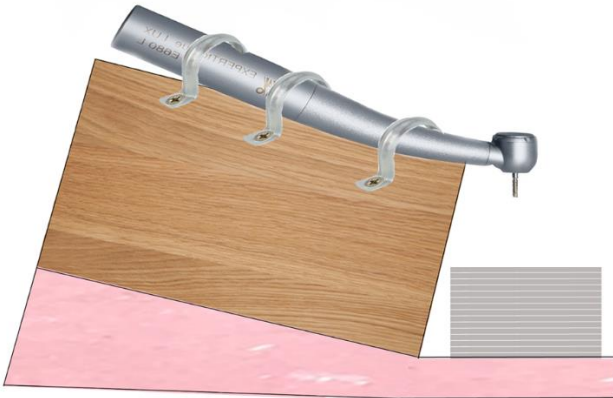


Figura II. Dispositivo de tallado con placas metálicas en su base.

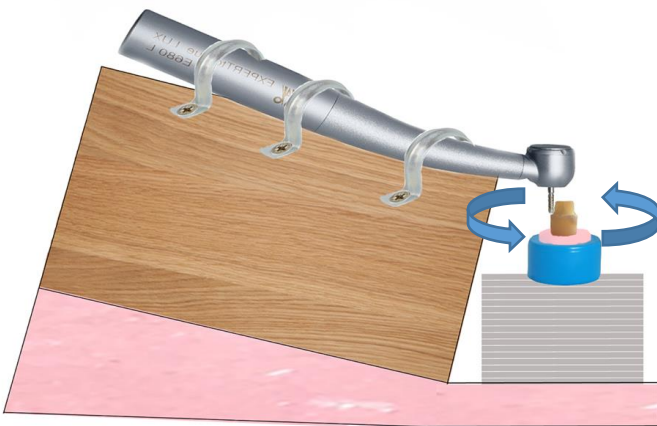


Figura III. Dispositivo de tallado con placas en su base y un cuerpo de prueba siendo tallado.

Anexo 4. Cuerpos de prueba.



Figura I. Premolar Montado.



Figura II. Cuerpo de prueba con aditamentos para traccionar.

Anexo 5. Formas de tallado



Figura I. Terminación cervical 1 mm. sobre la unión cemento esmalte.



Figura I. Terminación cervical a nivel de la unión cemento esmalte.

Anexo 6. Cálculo de áreas.

1	Preparación 1	Radio Grande	Radio Pequeño
2	Elipse superior	0	0
3	Elipse media	0	0
4	Elipse inferior	0	0
5			
6	Altura	4	
7			
8	Area Elipse superior	0	
9	Area Elipse media	0	
10	Area Elipse inferior	0	
11			
12	Area lateral	0	
13			
14	Area total	0	

Figura I. Tabla en formato Excel para cálculo de áreas de las preparaciones.