EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA Y EL TIPO DE FALLA AL COMPARAR DIFERENTES PROTOCOLOS ADHESIVOS CON SELLADO DENTINAL INMEDIATO CON Y SIN REFUERZO DE *RESIN COATING*

Carolina Rojas Arredondo

Mariana Vidaurre Mora

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

OPERATORIA DENTAL, ESTÉTICA Y MATERIALES DENTALES-FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

BOGOTA DC - FEBRERO 2023

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad	El Bosque
Facultad	Odontología
Programa	Operatoria dental, estética y materiales dentales
Título:	Evaluación de la resistencia adhesiva y el tipo de falla al comparar diferentes protocolos adhesivos con sellado dentinal inmediato con y sin refuerzo de *resin coating*
Línea de investigación:	Adhesión
Institución participante:	Laboratorio de ensayos mecánicos de la fundación universitaria CIEO
Tipo de investigación:	Postgrado / línea docente
Estudiantes:	Carolina Rojas Arredondo Mariana Vidaurre Mora
Director:	Dra. Viviana Ulloa Beltrán
Asesor metodológico:	Dr. Jaime Rodrigo Rivera Barrero
Análisis y asesoría estadística	Dr. David Diaz Báez

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

OTTO BAUTISTA GAMBOA	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL GALVIS	Rector(a)
NATALIA RUÍZ ROGERS	Vicerrector(a) Académico
RICARDO ENRIQUE GUTIÉRREZ MARÍN	Vicerrector Administrativo
GUSTAVO SILVA CARRERO	Vicerrectoría de Investigaciones.
CRISTINA MATIZ MEJÍA	Secretaria General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
HERNEY ALONSO RENGIFO REINA	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ	Director Área Bioclínica
ALEJANDRO PERDOMO RUBIO	Director Área Comunitaria
JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
SANDRA HINCAPIE NARVAEZ	Coordinadora Postgrados Facultad de Odontología
OLGA LUCIA ZARTA	Director del programa operatoria dental, estética y materiales dentales.

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

GUÍA DE CONTENIDO

Resumen

Abstract

	Pag.
Introducción	**1**
2. Marco teórico	**3**
3. Planteamiento del problema	**17**
4. Justificación	**19**
5. Situación Actual	**20**
6. Objetivos	**23**
7. Metodología del Proyecto	**24**
7.1. Tipo de estudio	**24**
7.2. Población y muestra	**24**
7.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información	**25**
7.4. Hipótesis de estudio	**30**
7.5 Plan de tabulación y análisis.	**31**
8. Consideraciones éticas.	**33**
9. Resultados	**34**
10. Discusión	**38**
11. Conclusiones	**40**
12. Referencias bibliográficas	**41**

LISTADO DE TABLAS

		Págs.
Tabla 1	Comparación de resistencia adhesiva de diferentes protocolos y agentes adhesivos en Newtons y Mpa. Realizada por ANOVA de 1 vía. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.	**34**
Tabla 2	Comparaciones múltiples de la resistencia adhesiva mediante prueba Post-hoc de Bonferroni. Realizada por Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.	**35**
Tabla 3	Comparación del tipo de falla según protocolo de adhesión mediante el test exacto de Fisher. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.	**36**

LISTADO DE FIGURAS

		Págs.
Figura 1	Dientes seccionados y taponados a nivel de ápice. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas	**25**
Figura 2	Cubos rotulados. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas	**27**
Figura 3	Provisionales cementadas con cemento temp-bond. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas	**27**
Figura 4	Discos de resina compuesta (forma, ultradent) para cimentación de técnica indirecta. Foto tomada por Dra. Mariana Vidaurre.	**29**
Figura 5	Espécimen con disco de resina compuesta cementado con cemento Relyx Ultimate clicker, 3M. Foto tomada por Dra. Mariana Vidaurre	**29**
Figura 6	Especímenes listos para realizar pruebas mecánicas. Foto realizada por Dra. Carolina Rojas	**29**
Figura 7	INSTRON modelo 3366. Foto realizada por Dra Mariana Vidaurre	**30**
Figura 8	Estereomicroscopio (Stemi® 2000C, Carl Zeiss, Alemania). Foto tomada por Dra. Carolina Rojas	**31**
Figura 9	Representación gráfica de la comparación de resistencia adhesiva en MPa. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.	**35**
Figura 10	Representación gráfica de la comparación del tipo de falla. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.	**36**
Figura 11	Estereomicroscopía de los diferentes tipos de falla x40	**37**

RESUMEN

COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE SELLADO DENTINARIO INMEDIATO CON Y SIN RESIN COATING DE RESINA

Antecedentes: Los estudios reportados sobre sellado dentinal inmediato han sido propuestos con distintos agentes adhesivos como adhesivo de cuarta generación que contenía un alto porcentaje de relleno y adhesivo universal buscando evitar la desmineralización de la dentina mejorando la protección contra la sensibilidad postoperatoria, y así mismo con distintos protocolos de aplicación como el recubrimiento de resina después del sellado dentinario, sin embargo, los estudios que comparen estos son limitados. Este estudio establece diferencias en la resistencia y tipo de falla de diferentes protocolos de sellado dentinal inmediato con y sin refuerzo de *resin coating.*

Objetivo: Comparar la fuerza de adhesión y el modo de fallo de diferentes protocolos y sistemas adhesivos utilizando el sellado dentinario inmediato y el sellado dentinario inmediato reforzado con resin coating.

Materiales y métodos: Se evaluaron 56 incisivos superiores bovino-almacenados en solución de cloramina T a una temperatura de 4° al 0,5%. se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos de 14 especímenes cada uno. Se prepararon las muestras y se realizó el protocolo de sellado inmediato de la dentina según las especificaciones del sistema adhesivo. Tras una semana almacenados en saliva artificial, se retiraron los provisionales y se cementó la restauración definitiva. Se realizaron análisis descriptivos, cuantitativos y de comparación entre grupos mediante pruebas de tensión con el dispositivo universal de fuerzas INSTRON

Resultados: No se observaron diferencias estadísticamente significativas dentro de los grupos. La comparación entre grupos mostró diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon OFCS y SUCS (p=0,0001). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre OFCSRC con SUCSRC (p=0,252). La distribución del modo de fallo no fue estadísticamente significativa cuando se compararon todos los grupos (p=0,325)

Conclusiones: El uso del recubrimiento de resina no influye en la fuerza de adhesión. El sistema adhesivo influye en la fuerza de adhesión cuando se utiliza el sellado dentinal inmediato, pero no influye en la fuerza de adhesión cuando se utiliza el *resin coating*. La resistencia adhesiva estaba más influenciada por el agente adhesivo que por el protocolo adhesivo. El modo de fallo más frecuente fue el del adhesivo a dentina, seguido del cohesivo al agente cementante.

Palabras clave: Sellado Dentinario Inmediato, Resin Coating, Adhesión, Dentina, Esmalte

ABSTRACT

COMPARISON OF BONDING STRENGTH OF TWO IMMEDIATE DENTIN SEALING PROTOCOLS WITH AND WITHOUT RESIN COATING

Background: immediate dentin sealing has been proposed with different fourth-generation bonding agents containing fillers and universal bonding aimed at preventing de-mineralisation and post-operatory protection, with varying application techniques such as coating after sealing. The present study establishes differences in resistance and type of failure – with and without stress – of resin coating.
Objective: to compare bonding strength and failure of different protocols using immediate dentin sealing and reinforced immediate sealing with resin coating.
Materials and methods: a total of 56 bovine upper incisors stored in chloramine T and temperature 4 ° at 0.5% were evaluated, distributed randomly in four groups of 14, samples were prepared and immediate sealing as per adhesive specifications. They were removed after one week in artificial saliva and the definitive restoration was bonded. Descriptive, quantitative and comparison analysis were performed with an INSTRON universal tester.
Results: no statistically significant results were observed, comparison between OFCS and SUCS (p=0,0001) did show significant differences and there were none between OFCSRC and SUCSRC (p=0,252). Failure distribution was not significant upon comparison of the three groups (p=0,325).
Conclusions: resin coating does not influence bonding strength, the system does influence bonding strength when immediate dentin sealing is used, but does not affect bonding when resin coating is used. Adhesive bonding was more affected by agent than protocol and the most frequent failure was dentin adhesive followed by the cohesive of the bonding agent.

Key words: immediate dentin sealing, resin coating, adhesion, dentin, enamel.

Introducción

En la búsqueda por lograr restauraciones que sean más longevas en el tiempo, la odontología adhesiva a representado uno de los campos que más investigación ha desarrollado a través de los años. Los estudios enfocados en el área no solo buscan desarrollar mejoras en los adhesivos, sino también en las técnicas utilizadas al momento de realizar adhesión, pues los sustratos involucrados en la adhesión se comportan de maneras diferentes. Como bien sabemos, el esmalte es el sustrato ideal para la adhesión, pues permite una adecuada infiltración por parte del agente adhesivo en los túbulos del esmalte generando un aumento notable en los valores de adhesión. (Buonocore, 1955) Caso contrario ocurre con la dentina que, como sustrato, ha representado un reto para los clínicos al momento de conseguir una buena adhesión, pues no es lo mismo trabajar en dentina recién cortada que en una dentina ya preparada que ha sido expuesta al medio y por tanto es más propensa a una contaminación bacteriana, a penetración de fluido contaminado a través de los túbulos dentinarios, sensibilidad postoperatoria y una posible irritación pulpar. Adicional a esto, puede estar en contacto con otros materiales durante la provisionalización, que han mostrado una disminución en los valores adhesivos al compararlos con la dentina recién cortada que no ha sido expuesta a estos. (Marshall et al. 1997)

Teniendo en cuenta estos desafíos, se han desarrollado diferentes técnicas que buscan mejorar la adhesión en dentina cuando ésta va a ser obturada con una restauración indirecta como lo es la técnica de sellado dentinal inmediato que además de buscar proteger el complejo dentino pulpar, busca también mejorar las fuerzas adhesivas de este tipo de restauraciones (Pashley, 1992). Esta técnica fue descrita inicialmente con adhesivos de 4ta generación o adhesivos *etch and rinse* que contenían una alta carga de relleno generando altos valores de adhesión. No podemos pasar por alto, que esta es una característica que no se encuentra presente en la mayoría de adhesivo de las siguientes generaciones, por lo que se propuso un paso adicional en estos adhesivos que consistía en colocar una capa delgada de resina fluida posterior a la realización del sellado dentinal inmediato proporcionando relleno que mostró mejoras en los valores de adhesión. A este paso, se le denominó como *resin coating*. (Jayasooriya, 2003),

Por lo cual el objetivo de este estudio es comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de dos diferentes protocolos adhesivos: utilizando únicamente sellado dentinal inmediato y sellado dentinal inmediato reforzado con *resin coating* utilizando sistemas adhesivos de 4ta y 8va generación.

Marco teórico

Adhesión

La adhesión se define como una atracción molecular o atómica entre dos superficies en contacto promovida por la fuerza de atracción interfacial entre las moléculas o átomos de dos especies diferentes; la adhesión puede producirse como adhesión química, mecánica (enclavamiento estructural) o una combinación de ambas. (Anusavice et al. 2014)

La adhesión de distintos elementos en odontología no siempre se da a nivel molecular o atómico por lo que, en muchas ocasiones, es necesario tener una sustancia o elemento adicional que permita esta unión entre dos superficies. Podemos pensar en la adherencia que tiene una prótesis removible en odontología que muchas veces se da por traba mecánica y a su vez, utiliza la saliva como una ayuda adicional que, al generar vacío, ayuda a una adherencia del material a tejidos blandos. Esto se diferencia de la adherencia que vemos en coronas, *inlays, onlays* y carillas entre otros, que se da con ayuda de un agente adhesivo diseñado para generar una adhesión entre superficies que será de naturaleza molecular / atómica.

Así, podemos definir dos tipos de adhesión siendo estos

- Adhesión mecánica o física
- Adhesión química

La adhesión mecánica se da por una retención estructural que mejora en muchos casos cuando se tiene una superficie con imperfecciones que permite que el material se adhiera mejor a la superficie. Esta puede ser de dos tipos siendo así:

- Macromecánica: generando trava funcional a con diseños cavitarios etc.
- Micromecánica: a nivel microscópico.

En el caso de la adhesión química, cuando utilizamos un agente que permita esa unión entre superficies de distinta naturaleza, éste será definido como adhesivo mientras que, si las dos superficies son de la misma naturaleza, nos estaremos refiriendo a cohesión. Adicional a esto, cuando se genera una unión de tipo atómico, debemos tener en cuenta los tipos de enlaces que permiten esta unión siendo estos:

1. enlaces primarios o químicos, que pueden ser de tipo iónico, covalente o metálico (encontrados en adhesión entre capas de resina compuesta)
2. enlace secundario: donde los enlaces no comparten electrones por lo que la unión no tiende a no ser tan fuerte, entre estos: fuerzas de Van Der Waals y unión por puentes de hidrógeno. (Anusavice et al. 2014)

Los adhesivos en odontología tienen tanto unión de tipo mecánica como unión química entre esmalte/ dentina, adhesivo y material restaurador (resina compuesta, cerámica entre otros)

REQUISITOS DE UN ADHESIVO

El adhesivo ideal debe cumplir con ciertas propiedades que permitan una unión más efectiva entre las dos superficies a adherir siendo estas:

- tensión superficial baja: el agente adhesivo debe tener baja tensión superficial para lograr una atracción favorable al sustrato, pues este tiene una tensión superficial alta.
- ángulo de contacto mínimo: el ángulo de contacto se forma cuando hablamos de la unión entre una fase líquida y una fase sólida. Se espera que el ángulo de contacto entre el adhesivo y el sustrato sea menor, pues de esta manera las fuerzas adhesivas en la interfaz serán más fuertes que las fuerzas cohesivas que mantienen unidas las moléculas del adhesivo.
- buena humectación: esta hace referencia a la capacidad del adhesivo de mojar la superficie del diente y va a favorecer la adhesión al rehidratar la malla colágena posterior al aireado y colocación del adhesivo.
- poca contracción por polimerización: hace referencia a la reducción del volumen de la masa posterior a la polimerización. (Páez et al. 1992)

ADHESIÓN A ESMALTE

El esmalte dental es definido como una estructura de tejido sólido calcificado debido al depósito de sales de calcio, al no ser un tejido vivo no tiene la capacidad de regenerarse y

repararse. Es conocido como uno de los mejores materiales debido a la capacidad de mantener su forma a pesar de la constante fuerza que recibe a través de la masticación.

Está compuesto por cristales de hidroxiapatita en un 96% que al unirse unos con otros forman una especie de fibra extremadamente delgada, que al ser alineada con precisión forman las varillas del esmalte las cuales son de suma importancia al momento de pensar en adhesión a nivel de esmalte, además contiene un 3% de agua y materia orgánica que corresponde a un 1% (Ungvarsky j, 2020)

En el año 1955, se describe por primera vez la técnica de grabado ácido en esmalte en donde Buonocore describe cómo se genera un aumento en la adhesión posterior a tratar la superficie de esmalte con ácido fosfórico al 85%. Esta mejora, la asocia a diversos factores entre los que describe: el aumento en el área de superficie por la acción del ácido, la exposición de la estructura orgánica del esmalte que servirá como una red sobre la cual adherirse, la formación de una nueva superficie por los precipitados que quedan posterior al grabado, la exposición de un esmalte fresco y más reactivo y por último, la presencia de una capa con grupos fosfatos altamente polares. (Buonocore, 1955)

Sin embargo, el grabado ácido no fue aceptado hasta el año 1970 posterior a que se completaran estudios que mostraban los beneficios de su uso en la adhesión.

De ahí, han sido muchos los avances que se han dado en adhesión al esmalte donde también se han identificado diferentes patrones de adhesión que se dan según el tiempo que se deja actuar el adhesivo sobre la superficie de esmalte luego de aplicar ácido orto-fosfórico al 35-37% siendo estos:

- tipo I: donde los prismas del esmalte se disuelven en el centro con sustancia inter prismática restante
- tipo II: donde se disuelve la sustancia inter prismática en la zona de la periferia y no tanto en el centro

- tipo III: donde se mezclan los patrones I y II dañando la estructura del prisma y afectando la adhesión. (Takeda, 2019)

Así, se busca siempre un patrón tipo II para que se genere una adhesión favorable entre esmalte y adhesivo.

ADHESIÓN A DENTINA

La dentina por su parte es un compuesto biológico poroso, formado por una matriz colágena rellena de cristales de hidroxiapatita. Se encuentra formada por:

- fase orgánica que constituye el 20% de la estructura y está compuesta en un 90% de colágeno tipo I y en un 10% por proteínas no colágenas
- fase inorgánica que constituye el 70% de la estructura y está formada por cristales de hidroxiapatita
- agua que constituye el 10 a 12% de la estructura.

Histológicamente, se encuentra constituida por túbulos dentinales que son estructuras cilíndricas altamente mineralizadas, localizadas en la superficie dentinal y que en su interior contienen prolongaciones citoplasmáticas del odontoblasto; estas se encuentran rodeadas por matriz Inter-tubular compuesta por fibras colágenas que componen la matriz colágena. (Marshall et al. 1997)

Adicional a esto, podemos dividir la dentina en:

- dentina superficial
- dentina media
- dentina profunda

El grabado ácido va a tener un efecto diferente en cada una de estas capas de dentina debido a su configuración.

Observamos en dentina superficial que es aquella que se ubica en el límite amelo dentinario. Esta presenta menor cantidad de túbulos dentinales estando entre los 13.700 y 16.500 x mm2 y que presentan un menor diámetro siendo este de 0,9µm. esta dentina favorece más la adhesión.

La dentina radicular o media presenta cerca de 24.000 x mm2 cerca de la pulpa y 12.000 x mm2 lejos de la pulpa que a su vez tienen un diámetro de 1,5 a 1,8 µm siendo también un sustrato adecuado para la adhesión.

Por último, la dentina profunda presenta la mayor cantidad de túbulos siendo estos entre 25.300 y 32.300 x mm2 con un diámetro de entre 3,2 y 4,6 µm con menor cantidad de colágeno. En este tipo de dentina, al tener mayor cantidad de túbulos, no hay suficiente superficie de matriz Inter tubular expuesta por lo que la adhesión no será la mejor. (Marshall et al. 1997)

Así, la adhesión va a depender en dentina de múltiples factores entre los que encontramos el tipo de dentina, la disolución parcial de la hidroxiapatita, el tiempo de uso del ácido que de ser usado de manera inadecuada en dientes vitales puede generar también sensibilidad postoperatoria por su proximidad a cavidad pulpar, y la remoción de la capa de barrillo dentinario generada durante la preparación.

SENSIBILIDAD POST-OPERATORIA

La sensibilidad post-operatoria ha sido descrita como una de las complicaciones después de realizar un tratamiento restaurador y puede estar relacionado a distintos factores como el calor friccional, la presencia de caries remanente, la contaminación microbiana de la cavidad por un mal aislamiento del campo operatorio, por una inadecuada protección del complejo dentino pulpar, por acondicionamiento ácido excesivo, uso incorrecto del primer/adhesivo, por técnica inadecuada de colocación y polimerización de resinas compuestas, márgenes expuestos e incluso un acabado y pulido inadecuado.

Muchos de estos factores pueden ser controlados o minimizados si manejamos protocolos estrictos al momento de realizar una restauración directa o indirecta.

Al momento de realizar restauraciones con técnica indirecta, uno de los factores que se deben tener en cuenta es la protección del complejo dentino pulpar, que busca minimizar las agresiones resultantes del medio bucal o de la propia intervención operatoria. Para esto, se debe tener en cuenta el diagnóstico pulpar y el grado de destrucción del diente, pues se busca

mantener la integridad de estos. La pulpa y la dentina tienen una relación directa por el intercambio activo entre ellas, lo que ocasiona que al colocar algunos materiales sobre la dentina estos afecten la pulpa por el grado de citotoxicidad que presentan, generando en algunos casos un daño irreversible en el órgano pulpar. De igual manera, este intercambio permite la remineralización de la dentina la cual es estimulada por el órgano pulpar. (Meerbeek et al., 2020)

Al tener en cuenta esta relación en el complejo dentino pulpar, es importante realizar un adecuado diagnóstico que permita minimizar el riesgo de generar sensibilidad post operatoria. En la actualidad se han desarrollado diferentes productos y protocolos que previenen la sensibilidad post operatoria al intentar aislar el órgano pulpar disminuyendo los subproductos que llegan hasta él.

Entre estos encontramos el desarrollo de las últimas generaciones de adhesivos que son autograbadores y permiten limitar el grabado ácido únicamente a la superficie de esmalte por lo que la capa de dentina genera una unión directa al adhesivo sin tener contacto previo con el ácido grabador. (Meerbeek et al., 2020)

De esta manera tenemos el desarrollo de un protocolo en el que el grabado total deja de ser considerado como indispensable al momento de generar una adecuada adhesión y pasamos a un protocolo de grabado selectivo que además de pensar en la vitalidad de la pulpa y la sensibilidad postoperatoria, ha demostrado buena unión entre adhesivo y dentina. (Sancakli, 2014)

Otro de estos protocolos consiste en realizar un sellado dentinal inmediato en dientes que van a ser rehabilitados con una restauración indirecta y por tanto van a quedar expuestos al medio mientras se encuentran con una restauración provisional. Este protocolo se ejecuta al momento de realizar la preparación del diente para que la dentina quede protegida hasta que se cemente de la restauración definitiva.

HISTORIA DE LOS ADHESIVOS

Los adhesivos de 1era 2da y 3era generación fueron sistemas que se utilizaron en los principios de la odontología adhesiva. Debido a que estas generaciones no utilizaban grabado ácido y se aplicaron encima del barrillo dentinario, no pudieron difundirse adecuadamente a través de la dentina lo que ocasionó una pobre fuerza de unión y sellado marginal.

A partir de la 4ta generación lograron conseguir valores altos de adhesión. Estos aparecieron a partir del año 2000 con la aparición de un sistema de 3 pasos que incluía; acondicionante conocido como ácido fosfórico al 37%, primer y adhesivo dentinario. En esta generación se evidencia la remoción del barrillo dentinario ocasionada por la aplicación del agente acondicionador que degrada la capa de colágeno. Esta generación se conoce como el gold standard gracias a su protocolo *each and rise* pero es poco utilizada en la actualidad debido a las complicaciones para los operadores en entender y usar de manera adecuada un protocolo de 3 pasos. Por esta dificultad, aparecen los adhesivos de 5ta generación, los fabricantes decidieron simplificar sus productos haciendo una fusión de los pasos de aplicación en una sola botella que contenía adhesivo y primer. Esta fusión de primer y adhesivo en la misma botella ocasionó la incorporación de concentraciones más altas de componentes hidrofílicos a las formulaciones adhesivas para lograr una capacidad óptima de difusión en la red de colágeno grabado. (Sebold, 2021)

El desarrollo de los agentes adhesivos llevó a la 6ta generación, mejor conocida como generación de los adhesivos autograbadores, que como su nombre lo indica, no requiere de un paso adicional para grabar la superficie ya que contienen monómeros ácidos capaces de grabar y difundirse en la dentina simultáneamente. Esto hace que sea mucho más sencillo para el operador de utilizar, además de promover una unión adicional a través de una interacción química con el sustrato dental gracias a algunos de los monómeros funcionales específicos presentes en su composición, lo que puede lograr enlaces confiables y duraderos. El primer sistema adhesivo de sexta generación se lanzó a principios de 2000 con el nombre de Clearfil Liner Bond 2 . Este sistema de unión consistía en una imprimación ácida a base de fenil-P y una resina adhesiva, ambos entregados en botellas separadas. (Sebold, 2021)

En la 7ma generación se buscó simplificar los pasos de aplicación para lograr optimizar la eficiencia y disminuir los tiempos del operador. Estos adhesivos simplificados combinan un primer de autograbado y resina adhesiva en una sola botella o dos componentes separados que deben mezclarse, junto con agua o solventes orgánicos. (Sebold, 2021)

En el año 2011 surgieron los adhesivos universales o adhesivos de 8va generación con la integración del monómero funcional MDP a los adhesivos universales o de 7ma generación. Estos, son adhesivos autograbadores de un solo paso también recomendados por sus fabricantes como adhesivos de grabado y secado de dos pasos cuando se utiliza ácido fosfórico para grabar el esmalte y la dentina. La presencia de monómeros de fosfato y/o carboxilatos funcionales presentes en estos adhesivos, pueden desencadenar enlaces químicos con el calcio en la hidroxiapatita del diente. La molécula de MDP incluye un extremo polimerizable de metacrilato, una cadena larga de 10 carbonos la cual es hidrofóbica y un componente de fosfato hidrofílico corto que es capaz de ionizarse e interactuar con la hidroxiapatita, el éxito clínico de esta generación se debe a la adición de esta molécula. (Yoshihara, 2015)

Es importante destacar que algunas casas comerciales como 3M y Kerr, entre otros, han decidido incorporar partículas de relleno dentro de los componentes de su adhesivo que van a mejorar el comportamiento mecánico de estos adhesivos. Mayor relleno implica una mayor viscosidad generando una superficie del adhesivo más homogénea y gruesa, mejor resistencia mecánica y menor contracción por polimerización.

CAPA HÍBRIDA

La capa híbrida fue descrita en el año 1982 por Nakabayashi quien realizó un estudio de la adhesión mediante la infiltración de monómeros en el sustrato dental. Sin embargo, como explica Carillo en el 2005, esta había sido utilizada en Japón desde años previos en los que se recomendaba realizar un acondicionamiento con agentes ácidos en dentina previo a la colocación del agente adhesivo, promoviendo así su adhesión. (Nakabayashi et al. 1982)

Por su parte, Nakabayashi lo sustentó en su estudio cuando realizó un grabado ácido con solución de ácido cítrico al 10% y cloruro Férrico al 3%, para posteriormente infiltrar monómeros en el tejido duro con grupos tanto hidrofóbicos como hidrofílicos como el 4-META. Con esto, logra determinar que la preparación de monómeros con grupos hidrofóbicos e hidrofílicos promueve la adhesión a los sustratos dentales por penetración en el tejido duro, seguida de la polimerización y es un mecanismo que puede evitar las fallas por la concentración de tensiones. (Nakabayashi et al. 1982)

Para el año 2005, se definió la capa híbrida como una zona de Inter-difusión o penetración entre la resina, las fibras colágenas y la dentina previamente acondicionada. Esta capa tiene la característica de tener una alta resistencia a agentes ácidos y se dice que este espacio no es ni resina, ni dentina, sino un híbrido de estas dos. (Carrillo, 2005)

Dentro de la capa híbrida se producen nano fugas incluso en ausencia de la formación de espacios, pues esta capa aunque es bastante pequeña, permite la penetración de bacterias lo suficientemente grandes como para causar degradación de los enlaces resina-dentina con el tiempo por la infiltración de enzimas y agua. (Tay et al. 2003)

SELLADO DENTINAL INMEDIATO

Al momento de realizar una restauración en boca, es importante prever el tipo de tratamiento que se va a realizar y el manejo que se va a dar a al sustrato dental, pues en muchas ocasiones, no es posible realizar de manera inmediata el tratamiento restaurador que se tiene previsto como mejor opción para el paciente. En estos casos, es necesario dejar el diente ya sea con una provisional o un cemento temporal que proteja el sustrato y la estructura remanente mientras se completa el tratamiento en su totalidad y se cementa la restauración definitiva. Pero, hasta qué punto el cementar una temporal o colocar un cemento es el mejor tipo de protección para la estructura dental.

El uso de cementos temporales mostró tener efectos citotóxicos en la pulpa que fueron evidenciados tanto a las 24 horas como a las 72 horas de cementada la provisional, lo que

demuestra que este tipo de materiales provisionales no cumplen su función de proteger el diente en ese periodo de transición entre la restauración temporal y la definitiva al generar un efecto adverso en el complejo dentino-pulpar del paciente. (Malkoç, 2015)

Se ha podido evidenciar que la fuerza adhesiva de la restauración final disminuye cuando el diente a tratar tuvo una restauración provisional cementada con cemento temporal. En la hipótesis inicial se creía que esta fuerza estaba influenciada por la presencia de restos del cemento que pudieron no ser retirados de manera adecuada pero se determina al final que incluso usando distintos métodos para eliminar estos restos con técnicas como el arenado con óxido de aluminio, lechada de piedra de pómez, una limpieza con scaler y o limpieza con hidróxido de calcio, si hubo una alteración en la fuerza de adhesión que se demostró en distintos niveles según el método de limpieza usado en el sustrato. (Fonseca, 2005)

Con esto, es posible determinar que, con el uso de cementos temporales, el sustrato dental se ve alterado mostrando menor resistencia adhesiva al cemento definitivo y al mostrar un paso de compuestos citotóxicos a la cavidad pulpar. Sin embargo, sabemos que no hay otros materiales que cumplan la función de estos y es necesario colocar una provisional en ese periodo de transición, pues no hacerlo conlleva a que la superficie de dentina quede expuestos al medio oral generando contaminación bacteriana sino también una posible reacción de hipersensibilidad por parte del paciente al tener los túbulos dentinales expuestos.

Así, surge el sellado dentinal inmediato propuesto por Pashley en 1992, que sirve como una respuesta a estos inconvenientes. La técnica se utiliza inmediatamente después del tallado de la estructura dental y previo a la cementación de una restauración provisional con cemento temporal o previo a la toma de impresión definitiva. (Pashley, 1992) que ha demostrado con otros estudios que, al momento de tomar una impresión analógica tradicional, el sellado dentinal inmediato evita que este material contamine los túbulos dentinarios lo que podría afectar negativamente los procedimientos adhesivos. Esta técnica permite que no existan tensiones al momento de desarrollar la unión dentinaria, además de

proteger la dentina contra la infiltración bacteriana y evitar una posible reacción de hipersensibilidad durante el periodo de transición a la restauración definitiva. (Magne, 2005)

El uso de la técnica de sellado dentinal inmediato va a permitir una impregnación por parte del agente adhesivo a las fibras colágenas de la dentina además de la infiltración de éste en los túbulos dentinales generando una capa híbrida protectora que evita filtraciones bacterianas, la generación espacios o gaps la hipersensibilidad dentinal por exposición de las prolongaciones citoplasmáticas en el interior de los túbulos. Además de esto, mejora la resistencia adhesiva ayudando también a disminuir las filtraciones marginales cuando es usado en dientes vitales.

PROTOCOLO SELLADO DENTINAL INMEDIATO

La literatura muestra diferentes protocolos para la realización de la técnica de sellado dentinal inmediato según si el adhesivo a utilizar es de 4ta o de 8va generación.
Entre estos, se encuentran:

En primer lugar, tenemos el protocolo de sellado dentinal inmediato propuesto por Pascal Magne en el cual se utiliza un adhesivo con un alto porcentaje de relleno como es el Optibond Fl de la casa comercial Kerr. Es importante lograr identificar la dentina que se puede visualizar fácilmente debido a su aspecto brillante. Posterior a esto, se realiza un grabado ácido en el cual se acondiciona a la dentina recién expuesta con ácido ortofosfórico al 37% por 5 segundos y es necesario lavar por el doble de tiempo del grabado ácido para poder eliminar cualquier residuo. Seguido a esto, se seca sin desecar el sustrato dentinario para evitar el colapso de la maya colágena desnaturalizada y la formación de nano filtraciones. Posterior a esto se aplica una buena capa de primer que se debe frotar durante 30 segundos para que penetre en las fibras colágenas, luego se aplica aire por 5 segundos para eliminar el solvente como indica el fabricante de la casa comercial y posterior a esto, se continúa con la aplicación del adhesivo por 15 segundos adicionales para después fotopolimerizar por 20 segundos. Para finalizar, se procede a cubrir con glicerina para nuevamente fotopolimerizar durante 20 segundos. Este último paso se hace con el objetivo de evitar la capa inhibida de

oxígeno y se fotopolimeriza posterior a la aplicación de glicerina para completar la polimerización.

Otro protocolo, sugiere seguir los mismos pasos descritos anteriormente, pero reemplazando el adhesivo por uno universal de 8va generación. Para este protocolo se tiene en cuenta que estos adhesivos contienen la partícula 10-MDP, que genera uniones a nivel molecular con el calcio y fosfato a la hidroxiapatita del diente, lo que permite que se adhieran no solo por traba micromecánica sino también por adhesión química al sustrato y a diferentes materiales de restauración. Este es el caso del adhesivo Scotchbond™ Universal de la casa comercial 3M que será evaluado en este estudio como adhesivo de elección de 8va generación. Este a diferencia de otros adhesivos tiene cargas de relleno incorporadas que van a mejorar sus características mecánicas.

RESIN COATING

La técnica de sellado dentinal inmediato, buscó también crear una capa uniforme en la superficie que en ocasiones era difícil de alcanzar por la distribución del material durante el aireado. Por tanto, se comenzó utilizando adhesivos de 4ta generación o 3 pasos como el Optibond FL que al contener un 48% de carga, permite tener una capa uniforme en la superficie además de mejorar la fuerza adhesiva. Muchos autores sin embargo refieren que el uso de estos adhesivos puede ocasionar sensibilidad post-operatoria en dientes vitales por la necesidad de realizar un grabado total que implica grabar esmalte y dentina. Como solución a esto se implementó el uso de adhesivos simplificados que mostraron no tener el mismo desempeño al mostrar menores valores mecánicos en la adhesión y al demostrar que en ocasiones, durante el pulido para eliminar la capa inhibida generada por el sellado dentinal, se removía parte de este material. (Magne, 2014)

Una solución propuesta para esto, fué descrita por Jayasooriya y colaboradores en el año 2003, con la colocación de una capa delgada de resina fluida posterior a la realización del sellado dentinal inmediato (Jayasooriya et al., 2003), para poder proveer carga mejorando las propiedades mecánicas y permitiendo la colocación de una capa delgada uniforme de material que no sería eliminada durante ese pulimento de la capa inhibida. (Perdigao, 2014)

Al exponer dentina mediante la preparación dental, esta debe ser protegida frente a estímulos externos. Esto se logra al colocar una fina capa de resina fluida después del adhesivo dentinal. Esta técnica también protege frente a irregularidades de la superficie que podrían comprometer el proceso adhesivo. (Nikaido et al., 2018)

Para este protocolo no se realiza grabado ácido en la dentina puesto que el adhesivo es autograbado. Se seca y se aplica el adhesivo frotando por 20 segundos para así eliminar el vehículo, fotopolimeriza por 20 segundos, luego se procede a colocar una capa de resina fluida sobre la superficie dentinaria para nuevamente fotopolimerizar por 20 segundos, finalmente se cubre la superficie con glicerina para una última fotopolimerización de 20 segundos y evitar así la formación de capa inhibida de oxígeno.

CEMENTOS DE RESINA Y SU ADHESION A DENTINA

Los cementos de resina son cementos de baja viscosidad que están compuestos por una matriz de monómeros de metacrilato con partículas de relleno embebidas en silano. Estos cementos pueden ser de tipo autocurado, fotocurado o de curado dual y están indicados para cementación de distintos tipos de restauraciones como incrustaciones, carillas, coronas entre otros. Estos cementos, utilizan los mismos sistemas adhesivos para completar su adhesión a los sustratos dentales variando según la generación de adhesivo utilizada en su protocolo de grabado y aplicación. (Freedman, 2011)

Al momento de colocar una restauración indirecta y tener una correcta adhesión a sustratos de esmalte y dentina, la cantidad y calidad del esmalte, van a actuar como un factor decisivo en la fuerza de adhesión (Van de Breemer et al. 2019). Para mejorar esta fuerza en la dentina, Pashley en el año 1992, sugiere la aplicación del sellado dentinal inmediato que ayude a preservar las características de la dentina recién cortada que, de otra manera, se alterarían por la colonización de bacterias y por la contaminación con otros materiales temporales

colocados en el tiempo de transición previo a la colocación de la restauración indirecta. (Pashley, 1992)

Para lograr una adecuada adhesión del cemento resinoso al sellado dentinal inmediato, es necesario acondicionar la superficie con partículas suspendidas en el aire con óxido de aluminio recubierto de sílice, logrando así aumentar la fuerza de unión. De esta manera, se logra mejorar la fuerza adhesiva entre el cemento a base de resina, el adhesivo y la capa de adhesivo colocada anteriormente como sellado dentinal inmediato.

Planteamiento del problema

Las restauraciones adhesivas son las soluciones más utilizadas en la actualidad al momento de rehabilitar dientes en odontología, no solo por la estética que confieren cuando son bien manejadas, sino también por las características físicas y mecánicas que confieren buena durabilidad al material. (Mandri et al., 2015)

El éxito de éstas, depende de un correcto protocolo, donde se manejen los múltiples factores entre los que se encuentra el uso adecuado de adhesivos que permitan una unión adecuada entre el sustrato dental (esmalte - dentina) y el material restaurador. Así, se han desarrollado diferentes protocolos de adhesión que varían en la técnica de colocación, el tiempo en que frotan el adhesivo con el *microbrush*, el aireado posterior para eliminar el vehículo de transporte del adhesivo y la polimerización entre otros. (Manuja et al., 2012)

Uno de los protocolos que mejores resultados ha mostrado, es el sellado dentinal inmediato previo a la realización de la adhesión, que, según estudios, mejora la resistencia adhesiva en restauraciones indirectas. El sellado dentinal inmediato, consiste en sellar los túbulos dentinarios que quedan expuestos luego de la preparación de un diente que posteriormente será rehabilitado con una restauración indirecta adhesiva. Es útil al momento de proteger la dentina contra la filtración bacteriana y además, esta maniobra tiene múltiples ventajas siendo unas de las más importantes la disminución significativa de la sensibilidad postoperatoria por el sellado de los túbulos dentinales. Como indican diferentes autores, esta técnica posee mayor fuerza adhesiva por lo que el adhesivo forma una capa híbrida y se polimeriza previo a la provisionalización. (Duarte et al., 2009; Magne, 2005)

Otra técnica que ha mostrado buenos resultados es el uso de *resin coating* con resina fluida, que según De-Munck, surge a inicios de los noventa buscando igual que la técnica anteriormente mencionada, proteger la dentina inmediatamente después de su exposición. En esta ocasión, se realiza mediante la colocación de resina fluida en la superficie dentinal previo a la colocación de un material restaurador. Este procedimiento puede llevarse a cabo posterior a realizar el sellado dentinal inmediato. (Nikaido et al., 2018; De Munck et al., 2005)

Cuando se piensa en la adhesión que se tendrá posterior al sellado dentinal inmediato se piensa en empezar por los adhesivos de 4ta generación los cuales fueron postulados por tener el *gold standard* debido a sus excelentes características y funcionalidad durante las pruebas de laboratorio y clínicas, a partir de estas investigaciones empezaron a avanzar en el tema de la adhesión. Estos adhesivos hacen uso de la técnica *total-etch* o grabado total, que se introduce con base a la investigación japonesa realizada originalmente por el grupo de investigación de Fusayama. El término "grabado total" se refiere al grabado simultáneo de esmalte y dentina usando ácido fosfórico, para poder interactuar con la dentina de manera más eficiente, estos adhesivos de grabado total evolucionaron hacia sistemas de varios pasos que incluían el uso por separado de un acondicionador y un primer antes de la aplicación de la resina adhesiva en un procedimiento de aplicación típico de tres pasos. (Meerbeek et al., 2020).

Otra generación de adhesivos a estudiar son los de 8va generación denominados adhesivos universales, que tienen dos técnicas de aplicación que serán seleccionadas por el profesional según considere siendo estos: *each and rinse* (E&R) o *self each* (SE), o el modo combinado que involucra el grabado selectivo E&R en esmalte y un grabado SE en dentina. Hoy en día, la unión a la dentina ha mostrado ser más desafiante lo que representa un campo grande de investigación que busca mejorar dicha adhesión. Sin embargo, la restauración adhesiva duradera puede considerarse hoy en día un hecho. También implica el desarrollo de materiales de restauración autoadhesivos que ya no necesitan la aplicación previa por separado de un ácido. Son el avance de los composites de cementación autoadhesivos, así como también para procedimientos de restauración que requieren un mayor nivel de auto adhesión. (Meerbeek et al., 2020).

Justificación

Al momento de realizar restauraciones indirectas, ya sean coronas, inlays, onlays y carillas entre otras, tener un protocolo de adhesión adecuado marca la diferencia. Diferentes avances en la materia, han permitido aumentar la fuerza y la resistencia adhesiva no solo a esmalte sino también a dentina. (Mandri et al., 2015) Esta mejora, no se basa solo en el tipo de adhesivo utilizado, sino también en el uso de técnicas como el uso de sellado dentinal inmediato.

Una posible solución para aumentar la fuerza de unión a la dentina de estos adhesivos simplificados es complementar el sellado dentinal inmediato con una capa de resina compuesta fluída para proteger y fortalecer la dentina, el enfoque denominado "IDS reforzado" (Van Meerbeek, 2020)

El uso de un sistema de unión asociado a una resina de baja viscosidad ha sido indicada para mejorar la fuerza de unión, sellado marginal y adaptación a la interfaz de los composites de restauración a la dentina. (Anchal Qanungo, 2016)

Debido a que no existe suficiente información en la literatura sobre la resistencia adhesiva de estas dos técnicas (sellado dentinal inmediato y *resin coating* de resina fluida) cuando se utilizan por separado vs cuando son utilizadas en simultáneo. Este estudio busca determinar la resistencia adhesiva *in vitro* de diferentes protocolos con la utilización del sellado dentinal inmediato y la combinación entre sellado dentinal inmediato y el *resin coating* con adhesivos de 4ta y 8va generación, colocando una restauración en resina indirecta posterior a la provisionalización y envejecimiento de las muestras manejadas con los diferentes protocolos de adhesión. Con esto buscamos determinar si la selección del adhesivo en conjunto con estos protocolos, es un factor determinante en la mejora de la resistencia adhesiva de restauraciones indirectas posterior a la provisionalización.(Magne. 2005)

Situación actual

Pashley en 1992 menciono que el Sellado Inmediato de Dentina (IDS) es una técnica que presumiblemente mejora la adhesión a la cerámica, de igual manera mejora la adaptación marginal a la dentina y produce menor sensibilidad postoperatoria en comparación con la cementación adhesiva convencional o también llamado Sellado de dentina retardado. El sellado dentinario inmediato, consiste en sellar los túbulos dentinales en el momento en que son expuestos debido a la preparación dental. Este protocolo ha demostrado una influencia positiva en la preservación de la estructura dental y en la supervivencia a largo plazo de las restauraciones indirectas. Pashley habla que la dentina es el sustrato ideal para la adhesión cuando se encuentra recién cortada, pues no se encuentra contaminada por saliva o bacterias provenientes de la cavidad oral. (Pashley, 1992)

Jayasooriya y colaboradores en el año 2003, en el estudio *"Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin"* buscan en primera instancia, determinar el efecto de una técnica de *resin coating* en la resistencia adhesiva a dentina con un cemento resinoso en restauraciones de resina con técnica indirecta y posterior a esto, comparar la resistencia adhesiva de restauraciones en resina con técnica directa e indirecta. Para este estudio se realizó un desgaste en la superficie oclusal de premolares humanos y se dividieron en 7 grupos. Para las restauraciones indirectas, se usó Clearfil SE Bond, Kuraray y Single Bond, 3M y para cada una se realizó un grupo con una capa de resina fluida (*resin coating*). Posteriormente se temporalizaron por un día y luego se realizó la cementación con cemento resinoso Panavia F. Para el grupo control, se colocó la provisional sin realizar tratamiento previo a la dentina y posteriormente se colocó la resina indirecta. En el grupo de restauraciones directas, se aplicó Clearfil SE Bond y Single Bond en dentina y se colocó la resina directa. Los resultados se midieron 24 horas después habiendo almacenado la muestra en agua durante ese tiempo. Luego de obtener los resultados se determinó que la fuerza adhesiva original del cemento resinoso Panavia F, mejoró significativamente al adicionar una técnica de *resin coating* en resinas indirectas siendo el adhesivo que mejores resultados mostró el single bond utilizado junto con un *resin coating*. En cuanto a las resinas con técnica directa, se evidenció que el uso de clearfil SE Bond y Single Bong, presentaron la mayor fuerza

adhesiva. El estudio concluyó que aun cuando los valores adhesivos mejoraron con el uso de un sistema adhesivo y un *resin coating* para el cemento resinoso en resinas indirectas, esto no sucedió en restauraciones indirectas y por el contrario disminuyó los valores de adhesión. (Jayasooriya et al., 2003)

Pascal Magne en el año 2005 en el estudio *"Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations"* revisó los principios basados en la evidencia científica que podrían ayudar a optimizar la dentina. Se recomienda aplicar un agente adhesivo a la dentina recién cortada antes de tomar la impresión. Este sellado dentinal inmediato (IDS) como nuevo procedimiento de aplicación, parece lograr una mejor fuerza de unión, menos formaciones de espacios, disminución de la fuga bacteriana y reducción de la sensibilidad de la dentina. Concluyó que el uso de resinas adhesivas rellenas un *liner* de bajo módulo elástico facilita la evaluación clínica y técnica de aspectos del sellado dentinal inmediato por lo que Pascal recomendó el uso del optibond FL de Kerr.

Miguel Ángel Muñoz y colaboradores en el año 2014 en la investigación "*Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives"* evaluaron el efecto de la resistencia de unión entre una capa de *resin coating* y dentina, evaluando nanofiltración y grado de conversión con tres adhesivos universales. Utilizaron 56 terceros molares extraídos sin caries los cuales se dividieron en 12 grupos según la combinación de los factores adhesivos (All-Bond Universal; G-Bond Plus y Scotchbond Universal), con estrategia adhesiva grabado y lavado y autograbador. Después de hacer las restauraciones, las muestras se almacenaron en agua por 24 horas y seccionadas en haces de resina-dentina para ensayar bajo tensión. Los datos de cada adhesivo se analizaron con ANOVA de dos vías y la prueba de Tukey. Como resultados se obtuvo que All-bond Universal y G-Bond Plus resultaron en mayor fuerza de unión en el modo grabado y lavado. Lograron concluir que el uso de un recubrimiento de resina fluida adicional mejoró el rendimiento del adhesivo en términos de la fuerza de unión entre la resina y la dentina de los nuevos adhesivos universales cuando se usa con la estrategia autograbador.

Carvalho y colaboradores en el 2021 en su investigación "*Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems*" buscaron determinar la fuerza adhesiva de 5 agentes adhesivos: Optibond FL, Scotchbond MP, Single Bond Plus, Clearfil SE Bond, and Scotchbond Universal. Estos adhesivos se utilizaron de manera convencional (en el momento de la restauración), con el uso de sellado dentinal inmediato y con el uso de sellado dentinal inmediato con *resin coating* de resina fluida. Para el estudio se evaluaron 75 dientes humanos que fueron restaurados y se dividieron en 15 grupos al combinar el tipo de adhesivo con los tres tipos de protocolo de adhesión: protocolo convencional, sellado dentinal inmediato y sellado dentinal inmediato con *resin coating* de resina fluida. Los resultados mostraron que el uso de sellado dentinal inmediato mejoró significativamente los valores adhesivos de todos los adhesivos. Adicionalmente, el sellado dentinal inmediato con *resin coating*, aumentó la fuerza adhesiva de los adhesivos que no contenían carga o tenían una carga leve entre un 233% y un 560% más según el adhesivo. Para el estándar de oro, Optibond Fl, los valores adhesivos se mantuvieron siendo en sellado dentinal inmediato con *resin coating* de 52.51 MPa y sellado dentinal inmediato sin *resin coating* de 54.75 MPa. Se sugiere utilizar este protocolo de sellado dentinal inmediato con *resin coating* de resina fluida para incrementar los valores adhesivos de los sistemas adhesivos de baja o poca carga. (Carvalho, 2021)

Objetivos

Objetivo general

Comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de 2 protocolos adhesivos: sellado dentinal inmediato y sellado dentinal inmediato reforzado con *resin coating*

Objetivos específicos

- Determinar la resistencia adhesiva de 2 adhesivos de 4ta y 8ta generación utilizando protocolo de adhesión de sellado dentinal inmediato.
- Determinar la resistencia adhesiva de 2 adhesivos de 4ta y 8va generación utilizando protocolo de adhesión de sellado dentinal inmediato con *resin coating* de resina fluida.
- Determinar el tipo de falla en resistencia adhesiva de 2 adhesivos de 4ta y 8ta generación utilizando protocolo de adhesión de sellado dentinal inmediato.
- Determinar el tipo de falla en resistencia adhesiva de 2 adhesivos de 4ta y 8va generación utilizando protocolo de adhesión de sellado dentinal inmediato con *resin coating* de resina fluida.
- Comparar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de 2 adhesivos de 4ta y 8va generación con la utilización de protocolo de sellado dentinal inmediato y protocolo de sellado dentinal inmediato más *resin coating*

Metodología del Proyecto

Tipo de estudio

Experimental *ex vivo*

Población y muestra

Para determinar la población del estudio propuesto, se tomaron como referencia los datos obtenidos en el estudio de Carvalho 2021 a partir del cual se utilizó el software STATA versión 14. Dentro de las variables evaluadas en este estudio, se incluyeron adhesivos de 4ta generación como el Optibond FL (OBFL) que será también analizado en este estudio y de 8va generación como el Scotchbond Universal (SBU). Se usó la fórmula del test para comparar dos medias independientes con un nivel de confianza del 95% y una potencia del 80% para encontrar una diferencia de al menos 6.87 MPa, asumiendo un promedio para el grupo (OBFL) con este protocolo de 52.51 con una desviación estándar de 5.85 MPa y un promedio correspondiente al grupo.

Según los datos obtenidos mediante el software STATA 14, para comprobar la hipótesis, este estudio utilizó una muestra de 14 ejemplares por grupo. Para el cálculo de la muestra se tomaron los valores con la menor diferencia.

Según esto, se obtuvo una muestra total de n=56 distribuida de la siguiente manera:

Adhesivo de 4ta generación - Optibond FL

- protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato (n=14)
- protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato + resin coating de resina fluida (n=14)

Adhesivo de 8va generación - Scotchbond Universal

- protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato(n=14)
- protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato + resin coating de resina fluida (n=14)

Como criterios de selección, serán usados 56 dientes bovinos inferiores recién extraídos para realizar la investigación.

Métodos y técnicas para la recolección de la información

Primera fase: Recolección y preparación de la muestra

Se recolecto una muestra de 56 dientes bovinos que fueron transportados en recipientes organizados en neveras térmicas para ser conservados a una temperatura adecuada mientras se realizó su limpieza, desinfección y almacenamiento. Previa comunicación con el centro de acopio de carnes ubicado en Ubaté, quienes informaron acerca de la cantidad de mandíbulas disponibles, se seleccionaron las mandíbulas frescas según el número de dietes con forma y tamaño adecuado para asegurar la obtención de la totalidad de la muestra. Posterior a su recolección en el centro de acopios y el mismo día, los dientes bovinos fueron extraídos por el mismo operador utilizando los elementos de bioseguridad, para evitar posibles accidentes durante su manipulación. Se realizó un lavado profuso con agua. Se eliminaron los remanentes de tejido blando radicular con curetas, teniendo cuidado de no alterar la estructura de la corona dental. Para la extracción del tejido pulpar se seccionó el ápice con discos de diamante y se retiró la pulpa dental con limas de endodoncia, seguido del taponamiento del ápice dentario con acrílico de autocurado para evitar la entrada de Timol al conducto.



Figura 1. *Dientes seccionados y taponados a nivel de ápice. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas*

A continuación, se descontaminaron sumergiéndose en solución de Timol al 1% a 6°C en recipientes de polietileno de alta densidad con selle hermético y debidamente marcados. En este medio, se mantuvieron durante ocho días para garantizar superficies adecuadas para su posterior almacenamiento. Una vez transcurrido este tiempo, las muestras fueron sumergidas y conservadas en agua destilada a 6°C, la cual se renovó cada ocho días. Cada

frasco fue rotulado con fecha de ingreso, número de muestras y tipo de tratamiento. El adecuado almacenamiento se realizó con el fin de conservar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los dientes y no alterar los resultados de investigación.

Para la preparación de la superficie, se utilizó un disco de carburo para exponer la superficie de dentina de manera que quedara plana. Una vez preparados los especímenes, se distribuyeron de manera aleatoria en 4 grupos (14 especímenes cada uno): protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato con adhesivo Optibond FL, protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato + *resin coating* de resina fluida con adhesivo Optibond FL, protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato con adhesivo Scotchbond Universal, protocolo de adhesión con sellado dentinal inmediato + *resin coating* de resina fluida con adhesivo Scotchbond Universal. Posterior a esto, se realizó el protocolo de adhesión según la casa comercial del adhesivo cuya secuencia exponemos en la siguiente tabla.

Para especímenes de los grupos de sellado dentinal inmediato, se realizó el sellado dentinal, posterior a esto el adhesivo se bloqueó con glicerina para ser nuevamente polimerizado por un tiempo de 10s.

Luego de esto, los dientes fueron fijados en cubos de yeso (Flow Stone; Whip-Mix Corp., KY) dejando la superficie de dentina expuesta para enjuagar y limpiar con piedra pómez y un cepillo profiláctico durante 5s. Posterior a esto, se cementó una provisional con cemento temporal (tempbond, Kerr) y provisional de autocurado (Veracil) Los especímenes se almacenaron en saliva artificial a 37°C por 1 semana.

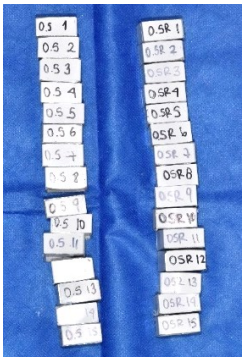


Figura 2. *Cubos rotulados. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas*

Para especímenes de los grupos de sellado dentinal inmediato + resin coating de resina fluida, se realizó el sellado dentinal, para posteriormente colocar una capa de resina fluida (Resina Filtek™ Supreme Flowable Restorative, 3M). Se realizó el bloqueo de la resina con glicerina para ser nuevamente polimerizada por un tiempo de 10s: posterior a esto, se realizó un lavado y limpieza con piedra pómez y un cepillo profiláctico durante 5s. El espécimen se aisló con petrolato (vaselina, Johnsons) para posteriormente provisionalizar con cemento temporal (tempbond, Kerr) y provisional de autocurado (Veracil) Los especímenes se almacenaron en saliva artificial a 37°C por 1 semana.



Figura 3. *Provisionales cementadas con cemento temp-bond. Foto tomada por Dra. Carolina Rojas*

Luego de 1 semana, se retiraró la provisional y se realizó un arenado de la superficie con óxido de aluminio de 50 µm a 2 Bar de presión por 10 segundos a una distancia de 10 mm para realizar la restauración final. Se ejecutó el protocolo adhesivo según el protocolo sugerido por la casa comercial para finalizar con la colocación de una resina compuesta con técnica indirecta (forma, ultradent) cementada con cemento a base de resina (Relyx ultimate clicker, 3M)

Las indicaciones de cada casa comercial se encuentran a continuación:

OPTIBOND FL -OB: Coloque ácido fosfórico al 37.5% sobre la dentina y el esmalte durante 15 segundos. Enjuague con agua hasta que el decapado haya sido removido – aproximadamente 15 segundos. Seque suavemente con aire durante unos segundos con cuidado de no desecar la dentina. Aplique OptiBond FL Prime (Botella #1) en el pozo de

mezclado desechable. Aplique el material sobre las superficies del esmalte y la dentina frotando durante 15 segundos. Seque ligeramente con aire durante aproximadamente 5 segundos. En este punto la superficie de la dentina debe tener una apariencia ligeramente brillante. No permita la contaminación por saliva. Aplique el OptiBond FL Adhesive (Botella #2) sobre el esmalte y la dentina de manera uniforme para crear una delgada capa. Sople para marginar o para adelgazar si es necesario utilizando una ligera aplicación de aire. Realice fotocurado y continuar con el material restaurador de elección

SCOTCHBOND UNIVERSAL-SU: Aplicar el adhesivo con el aplicador desechable cubriendo la superficie sobre la sustancia del diente y friccionando durante 20 segundos. Evitar que el adhesivo entre en contacto con la mucosa bucal. En caso necesario, humedecer de nuevo el aplicador desechable en el transcurso del tratamiento. Seguidamente soplar el líquido durante aprox. 5 segundos con una suave corriente de aire, hasta que ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado por completo. Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con un fotopolimerizador de los habituales en el comercio. A continuación, seguir trabajando según la indicación con el material deseado de acuerdo con las correspondientes instrucciones

Los especímenes se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas previo a analizar la fuerza adhesiva.

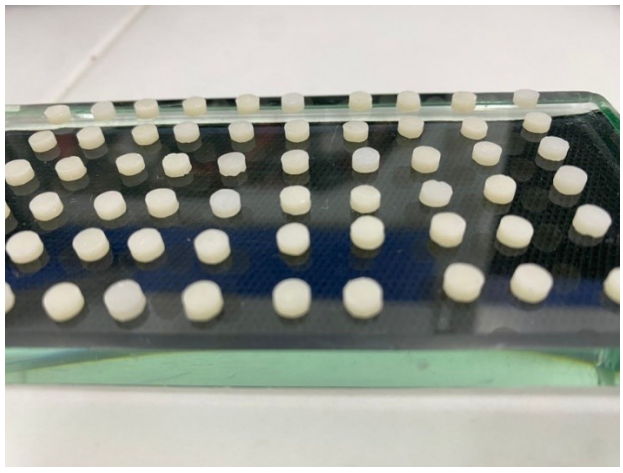


Figura 4. *Discos de resina compuesta (forma, ultradent) para cementación de técnica indirecta. Foto tomada por Dra. Mariana Vidaurre*

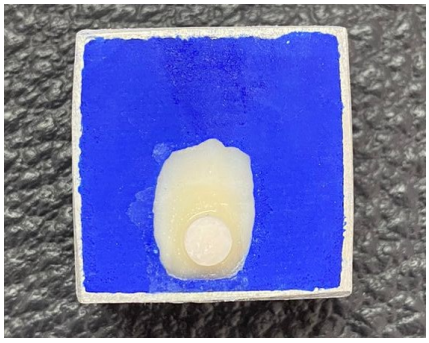


Figura 5. *Especímen con disco de resina compuesta cementado con cemento Relyx Ultimate clicker,3M. Foto tomada por Dra. Mariana Vidaurre.*

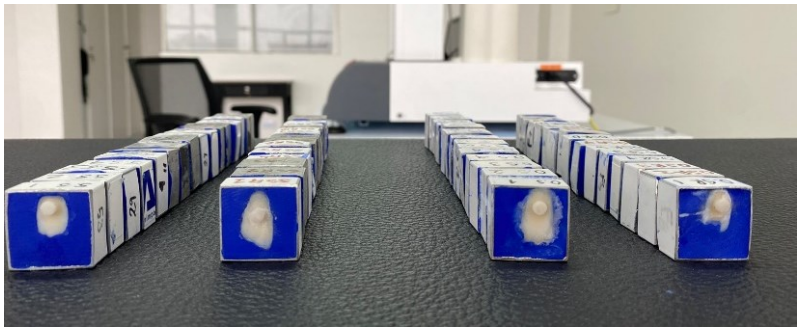


Figura 6. *Especímenes listos para realizar pruebas mecánicas. Foto realizada por Dra. Carolina Rojas*

Segunda fase: Pruebas mecánicas y recolección de datos

Para el análisis de las pruebas mecánicas, los dientes se montaron en una máquina universal de pruebas (Universal testing machine, AG-IS5KN Shimadzu) en el laboratorio de ensayos mecánicos de la fundación universitaria CIEO donde fueron sometidos a fuerzas de tensión. La carga fue aplicada hasta que se generó una falla en la adhesión. Como unidad de medida se tomaron los Newtons que posteriormente fueron traducidos a Megapascales (MPa).

Para evaluar el sitio de la falla, se realizó una estereomicroscopía (Stemi® 2000C, Carl Zeiss, Alemania) en el laboratorio de ensayos mecánicos de la fundación universitaria CIEO donde se determinó si la falla para las muestras fue de tipo cohesivas o adhesivas. Las muestras se ubicaron en la platina y se desplazaron hacia el cuerpo de la lupa por la columna hasta que los objetivos se ubicaron a unos 6 cm del objeto a X 1000. Una vez nítida la muestra se

observó el sitio de falla pudiendo ser en la interfaz de capa híbrida, la interfaz del adhesivo o en la interfaz del *resin coating.*

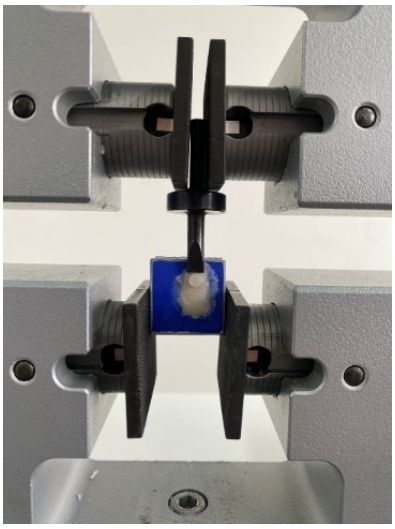


Figura 7. *INSTRON modelo 3366. Foto realizada por Dra. Mariana Vidaurre.*



Figura 8. *Estereomicroscopio(Stemi® 2000C, Carl Zeiss, Alemania). Foto tomada por Dra. Carolina Rojas.*

Hipótesis de estudio

- *Hipótesis estadísticas (alterna y nula)*

H0: No existen diferencias en cuanto a la resistencia adhesiva y el tipo de falla al comparar los protocolos adhesivos de sellado dentinal con y sin refuerzo de *resin coating*

H1: Existen diferencias en cuanto a la resistencia adhesiva y el tipo de falla al comparar diferentes protocolos adhesivos utilizando sellado dentinal con y sin refuerzo de *resin coating*

Plan de tabulación y analisis

- *Estadística descriptiva y analítica*

Con el fin de caracterizar las variables principales para el análisis estadístico, a continuación, se presenta la operacionalización de cada una de ellas.

variable	**tipo de variable**	**naturaleza de la variable**	**escala de medición**
Resistencia Adhesiva	Dependiente	Cuantitativa	Razón Continua
Tipo De Falla	Dependiente	Cualitativa	Nominal
Protocolo De Sellado	Independiente	Cualitativa	Nominal
Adhesivo	Independiente	Cualitativa	Nominal

Para cumplir los objetivos 1, 2 y 3 que están orientados hacia un análisis descriptivo, se utilizaron medidas de resumen dependiendo de la naturaleza de la variable. En el caso de variables cualitativas, el grupo de datos se resumió mediante frecuencias absolutas y frecuencias relativas mientras que las variables cuantitativas, fueron descritas mediante medidas de tendencia central (promedio) y medidas de dispersión (desviación estándar). El análisis de distribución de los datos mediante la prueba Shapiro-Wilk indicó una distribución normal para todos los grupos.

Posteriormente para cumplir el objetivo 4, que involucró la comparación de la resistencia adhesiva entre los 4 grupos de evaluación, se usó la prueba estadística paramétrica ANOVA de una vía con Post Hoc de Bonferroni

Por otro lado, para el análisis de tipo de falla comparado con los grupos de evaluación que son variables cualitativas categóricas, se evaluó mediante el test exacto de Fisher. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de confianza del 95%. Todas las estadísticas se realizaron a través del software STATA versión 14.

Consideraciones éticas

Sustento legal

De acuerdo con los principios establecidos en la Resolución 008430 de Octubre 4 de 1993, esta investigación se consideró como un estudio sin riesgo pues no se utilizarán dientes de humanos y tampoco será aplicado en seres vivos y en cumplimiento con los aspectos mencionados en el título V artículo 87 de la presente Resolución, este estudio se desarrollará conforme a los siguientes criterios: primer

-Las muestras tomadas serán de bovinos posterior a su sacrificio.

-El conocimiento que se pretende producir no puede obtenerse por otro medio idóneo como fórmulas matemáticas

-Las técnicas y métodos de investigación no incluyen ninguna intervención de variables biológicas, fisiológicas y psicológicas o sociales puesto que no se realizará en animales vivos.

Es importante destacar que la investigación se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética de la universidad El Bosque.

Resultados

Este estudio experimental ex vivo, se realizó para determinar la resistencia adhesiva y el tipo de falla de 2 protocolos adhesivos (sellado dentinal inmediato y sellado dentinal inmediato mas resin coating) aplicados en 2 agentes adhesivos (Optibond Fl y Scotchbond universal) evaluados en 4 grupos (n=14).

- OF CS: Optibonf Fl con sellado dentinal inmediato
- OF CS RC: Optibonf Fl con sellado dentinal inmediato más resin coating
- SC CS: Scotchbond universal con sellado dentinal inmediato
- SC CS RC: Scotchbond universal con sellado dentinal inmediato más resin coating

a) Resistencia adhesiva

La resistencia adhesiva de las diferentes muestras se describe en la Tabla 1 en unidades de N y MPa y en la Figura 1 en MPa. Los datos siguen una desviación normal por lo que se utilizó estadística paramétrica analizando media y desviación estándar. Para determinar si los datos fueron estadísticamente significativos entre ellos. La prueba ANOVA de una vía, determinó que la resistencia adhesiva estuvo influenciada por el agente adhesivo y no por el protocolo adhesivo. Al analizar el protocolo adhesivo, el grupo OF CS RC aumentó la resistencia adhesiva con respecto al grupo OF CS de 3.85 a 5.59 MPa (p=0.47) mientras que el grupo SU CS RC disminuyó la resistencia adhesiva con respecto al grupo SU CS de 8.38 a 7.50 (p=1.0). Para los protocolos adhesivos, se presentó una diferencia significativa en la resistencia adhesiva.

Tabla 1. Comparación de resistencia adhesiva de diferentes protocolos y agentes adhesivos. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

	OF CS		OF CS RC		SU CS		SU CS RC		Valor p
	Media	**DS**	**Media**	**DS**	**Media**	**DS**	**Media**	**DS**	
N	49.37^{cd}	16.08	69.86^{c}	20.09	104.75^{ab}	39.53	93.69^{a}	37.83	0,0001
MPa	3.95^{cd}	1.29	5.59^{c}	1.61	8.38^{ab}	3.16	7.50^{a}	3.03	0,0001

Realizado mediante prueba ANOVA de un factor. a) Diferencias estadísticamente significativas con OF CS, b) Diferencias estadísticamente significativas con OF CS RC; c) Diferencias estadísticamente significativas con SU CS; d) Diferencias estadísticamente significativas con SU CS RC.

La comparación entre grupos e intergrupos se describe en la tabla 2 donde se determinó que para la comparación intergrupos, tanto OF CS - OF CS RC y SU CS - SU CS RC no presentaron diferencias significativas, sin embargo, la comparación entre grupos mostró que entre OF CS y SU CS (p=0.0001) si hubo diferencia significativa presentando mayor resistencia el grupo SU CS mientras que para los grupos OF CS RC con SU CS RC no hubo diferencia significativa.

Tabla 2. Comparaciones múltiples de la resistencia adhesiva. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

Media	*OF CS*	*OF SC RC*	*SU CS*
OF CS RC	1.63929 0.473		
SU CS	4.43143 0.000	2.79214 0.021	
SU CS RC	3.545 0.002	1.90571 0.252	-.886429 1.000

Realizado mediante prueba Post-hoc de Bonferroni.

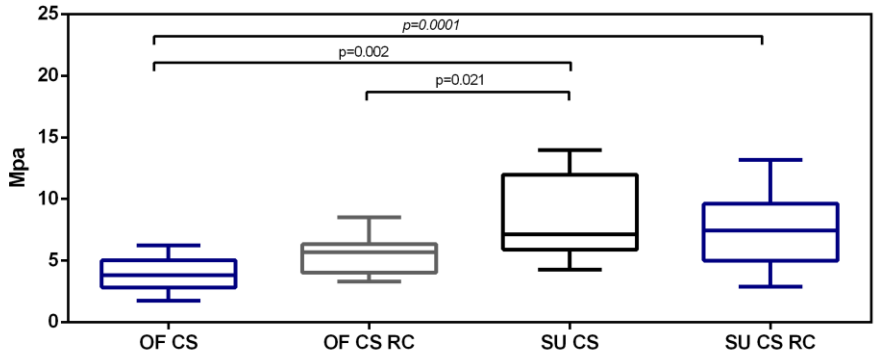


Figura 9. Representación gráfica de la comparación de resistencia adhesiva en MPa. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

b) Tipo de falla

Los tipos de falla se describen en la tabla 3. Figura 2 Se presentan también imágenes de microscopia tomadas con aumento 40 x. Los modos de falla se clasificaron de la siguiente manera:

- CC: Cohesiva en cementante
- CD: Cohesiva en Dentina

- AD: Adhesiva a Dentina
- AC: Adhesiva al cementante

El comportamiento con referencia al tipo de falla no mostró diferencias con respecto a los diferentes grupos (p=0.32) las fallas de tipo adhesivo en dentina se presentaron en mayor porcentaje en el grupo OF CS RC con un 31.6% seguidos del grupo SU CS RC con 26.3%, el grupo OF CS con un 23.7% y por último el grupo SU CS con un 18.4%. Para las fallas de tipo cohesivo, se presentan en mayor porcentaje en el grupo SU CS con un 38.9% seguidos del grupo OF CS con un 27,8%, el grupo SU CS RC con un 22.2% y por último el grupo OF CS RC.

Con esto, se evidencia que las fallas de tipo adhesivo en dentina se dieron en mayor medida en el protocolo adhesivo de sellado dentinal inmediato más resin coating independiente a el agente adhesivo y por el contrario, las fallas de tipo cohesivo en cemento, se presentaron en mayor medida en el protocolo adhesivo de sellado dentinal inmediato, sin embargo la prueba de Fisher determinó que la distribución del tipo de falla entre los grupos no es estadísticamente significativa (p=0.37)

Tabla 3. Comparación del tipo de falla según protocolo de adhesión. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

	OF CS		OF CS RC		SU CS		SU CS RC		Valor p
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	
AD	9	23.7%	12	31.6%	7	18.4%	10	26.3%	0.325
CC	5	27.8%	2	11.1%	7	38.9%	4	22.2%	

Realizado mediante test exacto de Fisher.

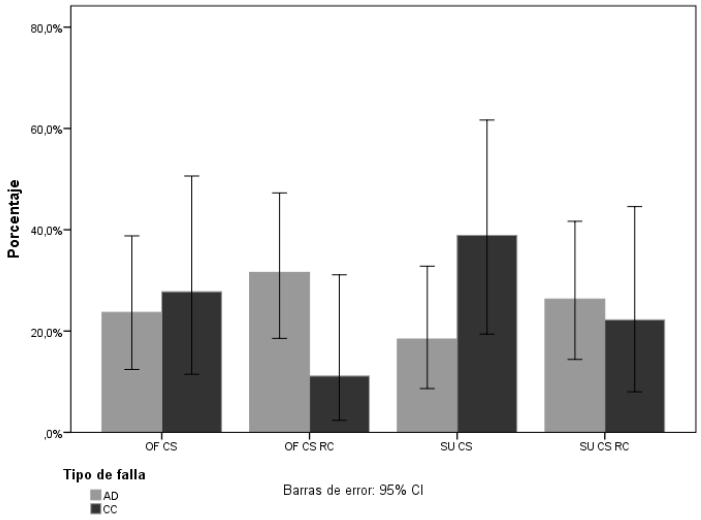


Figura 10. Representación gráfica de la comparación del tipo de falla. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

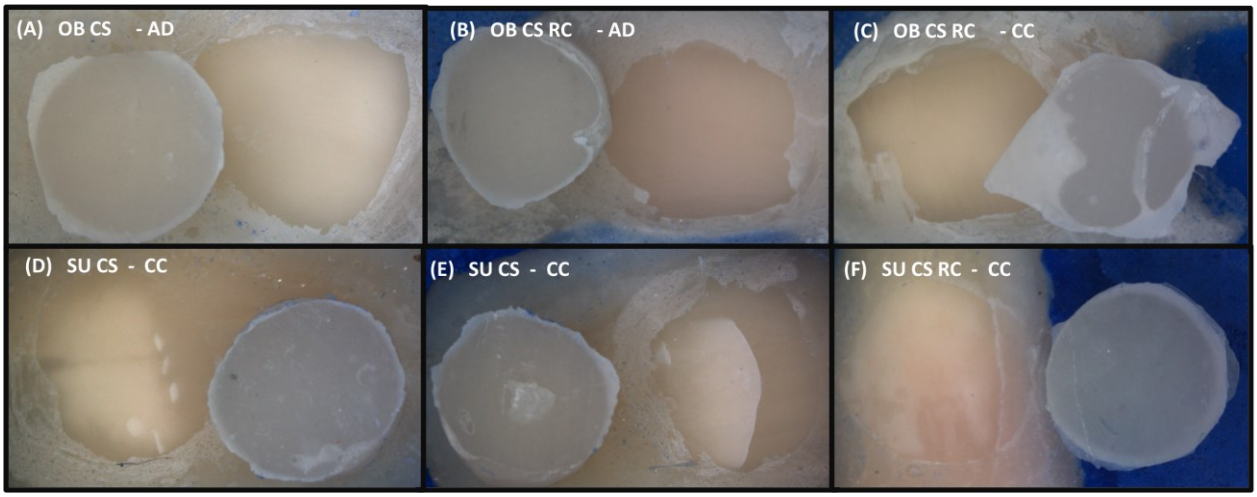


Figura 11. Estereomicroscopía de los diferentes tipos de falla x40

microscopias con aumento 40 x de sellado dentinal inmediato y sellado dentinal inmediato mas resin coating con adhesivos Optibond FL y Scotchbond universal. (A) OB CS falla adhesiva en dentina (B) OB CS RC falla adhesiva en dentina (C) OB CS RC falla cohesiva en agente cementante (D) SU CS falla cohesiva en agente cementante (E) SU CS falla cohesiva en agente cementante (F) SU CS RC falla cohesiva en agente cementante

Discusión

Este estudio examinó diferentes protocolos adhesivos de sellado dentinal inmediato con y sin refuerzo de resin coating variando el agente adhesivo utilizado. Los resultados revelan que, al evaluar la fuerza adhesiva, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados siendo estos el grupo Optibond FL con sellado dentinario inmediato y recubrimiento de resina y Optibond FL con sellado dentinario inmediato, y los grupos de Scotchbond universal con sellado dentinal inmediato y recubrimiento de resina y Scotchbond universal con sellado dentinal inmediato. Teniendo esto en cuenta, la hipótesis nula propuesta en este estudio fue acertada debido a que no existen diferencias en cuanto a la resistencia adhesiva al comparar los protocolos adhesivos de sellado dentinal con y sin refuerzo de *resin coating* para los grupos evaluados.

Las pruebas de micro tensión son las pruebas más utilizadas para medir la resistencia adhesiva debido a que como indica la literatura, son las que generan resultados de manera más rápida y sencilla generando a su vez menos variación en los resultados. Esto debido que, al comparar esta prueba con otras, el uso de muestras de menor tamaño genera una distribución más homogénea de las fuerzas en la superficie (Cardoso, 1998). En el presente estudio, las muestras utilizadas fueron de 2 mm de diámetro ayudando a asegurar que la carga se aplique directamente en el sitio de adhesión

Los hallazgos del presente estudio muestran que, al aplicar fuerzas de tensión, no hay diferencia al usar o no un recubrimiento de resina fluida por lo que este paso adicional puede ser eliminado del protocolo, sin embargo, al evaluar estudios de naturaleza similar, se evidencia que sus resultados demuestran lo contrario a lo obtenido en este estudio. Por tanto, es necesario que se realicen nuevos estudios para llegar a un consenso.

Con respecto a la comparación entre grupos, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos que evaluaron sellado dentinal inmediato sin resin coating, sin embargo, los grupos que evaluaron sellado dentinal inmediato con resin coating, no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Por tanto, el sistema adhesivo influye en la fuerza de adhesión cuando se utiliza el sellado dentinal inmediato, pero no influye en la

fuerza de adhesión cuando se utiliza el resin coating. Entre los adhesivos evaluados, se evidenció una mejor resistencia adhesiva para el agente adhesivo Scotch Bond Universal que puede verse influenciada por el hecho de que al ser un adhesivo de 8va generación, incluye en sus componentes monómeros de fosfato y/o carboxilatos funcionales que pueden desencadenar enlaces químicos con el calcio en la hidroxiapatita del diente. La molécula de MDP incluye un extremo polimerizable de metacrilato, que es hidrofóbico y un componente de fosfato hidrofílico corto que es capaz de ionizarse e interactuar con la hidroxiapatita asegurando de esta manera un aumento en los valores de adhesión. (Yoshihara, 2015)
Con esto, se puede decir que, al evaluar los dos agentes adhesivos, el Scotchbond universal es mas recomendable no solo porque genera una mejora adhesión, sino también porque al no requerir el uso de un ácido desmineralizante en dentina, previene la sensibilidad postoperatoria que es uno de los objetivos principales en el uso del sellado dentinal inmediato.

Con respecto al tipo de falla, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa cuando se compararon todos los grupos lo que aceptaría la hipótesis nula de este estudio. Sin embargo, el fallo más frecuente observado fue el del adhesivo a la dentina (38 especímenes), seguido del cohesivo al agente de cementación (18 especímenes).

Conclusiones

En la actualidad, los avances de la odontología restauradora se han enfocado en mejorar no solo los materiales y sus componentes sino también los protocolos de aplicación de estos buscando que sean más eficaces en cuanto a valores adhesivos y adaptación entre otros.

Al encontrar una amplia variedad de materiales, es importante entender los protocolos que deben aplicarse para cada uno según su composición para de esta manera sacar el máximo provecho de estos y potenciar sus valores adhesivos. En el caso de los adhesivos de distintas generaciones, es importante entender, como cada uno tiene aditivos que varían su desempeño en esmalte y dentina. Al evaluar los adhesivos de 4ta y 8va generación en el presente estudio y a su vez al evaluar distintos protocolos adhesivos como el sellado dentinal inmediato con y sin *resin coating,* en el presente estudio, fue posible determinar que:

- El uso del recubrimiento de resina (*resin coating*) no influye en la fuerza de adhesión
- El sistema adhesivo influye en la fuerza de adhesión cuando se utiliza el sellado dentinal inmediato, pero no influye en la fuerza de adhesión cuando se utiliza el *resin coating*
- La resistencia de la adhesión estaba más influenciada por el agente adhesivo y no por el protocolo de adhesión.
- El modo de fallo más frecuente observado fue el del adhesivo a la dentina (38 especímenes), seguido del cohesivo al agente de cementación (18 especímenes).
- Entre los adhesivos trabajados, el Scotchbond Universal mostro mejores resultados que el Optibond FL
- Es necesario realizar nuevos estudios que profundicen en la materia para poder determinar un consenso en cuanto a cuál es el mejor material y protocolo adhesivo para implementar en la practica clínica teniendo en cuenta que el área de investigación es limitada y otros estudios muestran resultados diferentes.

Referencias

1. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. 12a ed. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR, editores. Saunders; 2014; 33-35

2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955;34(6):849–53.

3. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. Dent Mater. 1998;14(6):394–8.

4. Carrillo SC. Michel G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte. Revista ADM 2019; 75: 135-142

5. Carrillo SC, editor. Capa Hibrida. Vol. LXII. Revista ADM 2005 Vol. LXII, No. 5, 181-184.

6. Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. J Esthet Restor Dent. 2021;33(1):88–98.

7. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al.. A Critical Review of the Durability of Adhesion to Tooth Tissue: Methods and Results. Journal of Dental Research 2005; 84:118–32

8. Duarte S, de Freitas CRB, Saad JRC, Sadan A. The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. J Prosthet Dent. 2009;102(1):1–9.

9. Fonseca RB, Martins LRM, Quagliatto PS, Soares CJ. Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. J Adhes Dent. otoño de 2005;7(3):225–30

10. Henostroza, G. (2003). Adhesión en odontología restauradora. Libro. Primera Edición. Brasil: Editora Maio.

11. Jayasooriya PR, Pereira PNR, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. J Esthet Restor Dent. 2003;15(2):105–13; discussion 113.

12. Magne P, Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. J Esthet Restor Dent. 2005;144–55

13. Magne P. IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. J Adhes Dent [Internet]. 2014;16(6):594.

14. Malkoç MA, Demİr N, Şengün A, Bozkurt ŞB, Hakki SS. Cytotoxicity of temporary cements on bovine dental pulp-derived cells (bDPCs) using realtime cell analysis. J Adv Prosthodont. 2015;7(1):21–6.

15. Mandri M, Aguirre G A, Zamudio M. Adhesive Systems in Restorative Dentistry. Odontoestomatologia. 2015;17(26):50–6.

16. Manuja N, Nagpal R, Pandit IK. Dental Adhesion Mechanism, Techniques and Durability. J Clin Pediatr Dent. 2012;36(3):223–34.

17. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J Dent. 1997;25(6):441–58.

18. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res. 1982;16(3):265–73.

19. Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. Dent Mater J. 2018;37(2):192–6.

20. Freedman GA. Contemporary Esthetic Dentistry. Elsevier Health Sciences; 2011

21. Páez A, Cano OC, de Fátima L. Adhesión dental: sustrato biológico e implicaciones clínicas. 1992; 3.(02): 29-30

22. Pashley EL, Comer RW, Simpson MD, Horner JA, Pashley DH, Caughman WF. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. Oper Dent. 1992;17(1):13–20.

23. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. J Esthet Restor Dent. 2021;33(1):51–68.

24. Perdigao J, Muñoz MA, Sezinando A. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. Oper Dent. 2014;39(5):489–99.

25. Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Mysore A, Amin B, Daswani SR. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. J Prosthodont Res. 2016;60(4):240–9.

26. Resolución, N. 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993).

27. Sancakli HS, Yildiz E, Bayrak I, Ozel S. Effect of different adhesive strategies on the post-operative sensitivity of class I composite restorations. Eur J Dent. 2014;8(1):15–22.

28. Sebold M, André CB, Sahadi BO, Breschi L, Giannini M. Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development: a narrative review. J Adhes Sci Technol. 2021;35(18):1941–67.

29. Takeda M, Takamizawa T, Imai A, Suzuki T, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Immediate enamel bond strength of universal adhesives to unground and ground surfaces in different etching modes: Enamel bonding of universal adhesives. Eur J Oral Sci. 2019;127(4):351–60.

30. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SCN, Yiu CKY, et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. J Dent Res. 2003;82(7):537–41.

31. Ungvarsky J. Enamel (anatomy). Salem Press Encyclopedia of Health. 2020 [cited 2022 Mar 11];

32.Van den Breemer CR, Özcan M, Pols MR, Postema AR, Cune MS, Gresnigt MM. Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. Int J Esthet Dent. 2019;14(1):52–63.

33. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. J Adhes Dent. 2020;22(1):7-34.

34. Yoshihara K, Nagaoka N, Okihara T, Kuroboshi M, Hayakawa S, Maruo Y, et al. Functional monomer impurity affects adhesive performance. Dent Mater. 2015;31(12):1493–501.