



**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN
ADHESIVA A LA DENTINA INTRACAMERAL LUEGO DE LA
APLICACIÓN DE 2 PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN**

**Trabajo de investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista**

Integrantes: Daniela Brito Molina.
Bruno Durán Castro.
Angel Navarrete Flores.
Juan Carlos Vidal Nilo.

Docente Guía: Prof. Dr. Carlos Marchant Pizarro.
Cátedra de Endodoncia.

Valparaíso – Chile

2017



**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN
ADHESIVA A LA DENTINA INTRACAMERAL LUEGO DE LA
APLICACIÓN DE 2 PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN**

**Trabajo de investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista**

Integrantes: Daniela Brito Molina.
Bruno Durán Castro.
Angel Navarrete Flores.
Juan Carlos Vidal Nilo.

Docente Guía: Prof. Dr. Carlos Marchant Pizarro.
Cátedra de Endodoncia.

Valparaíso – Chile

2017

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y pareja por el apoyo incondicional durante todos estos años de carrera, a nuestro docente guía Dr. Carlos Marchant por el empuje y perseverancia otorgado durante este proceso, a Dr. Miguel Muñoz por todo su apoyo, guía y ayuda en la etapa experimental y a Hector que colaboró en el análisis estadístico haciendo posible nuestro trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
1. DENTINA	3
1.1. HISTOLOGÍA DE LA DENTINA	3
1.2. DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE	6
2. ADHESIÓN	8
2.1. DEFINICIÓN	8
2.2. CLASIFICACIÓN	8
2.3. FUERZAS DE ADHESIÓN	9
2.4. FRACASOS EN ADHESIÓN	10
3. IRRIGANTES	14
3.1. HIPOCLORITO DE SODIO	15
3.2. ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO (EDTA)	16
3.3. IRRIGACIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO – EDTA	18
4. RESTAURACIÓN EN DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE	19
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES TRATADOS ENDODÓNTICAMENTE	19
4.2. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO	20
4.3. REQUERIMIENTO FUNCIONAL	20
4.4. ESTRUCTURA REMANENTE DEL DIENTE	20
5. MICROINFILTRACIÓN	21
5.1. ETIOLOGÍA	22
5.2. INFILTRACIÓN A NIVEL MICROMÉTRICO (INFILTRACIÓN BACTERIANA) Y A NIVEL SUBMICROMÉTRICO (NANOINFILTRACIÓN)	23
5.3. CAUSAS DE LA MICROINFILTRACIÓN	24
5.4. EFECTO DE LOS IRRIGANTES EN LA MICROINFILTRACIÓN	24
6. MICROTENSIL	26
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	28
1. OBJETIVO GENERAL	28
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3. HIPÓTESIS	28
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	28
MATERIALES Y MÉTODO	28
5. DISEÑO DEL ESTUDIO	28
6. MUESTRA/UNIVERSO/UNIDAD DE ESTUDIO	29
7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN	30
8. VALOR SOCIAL Y CIENTÍFICO	30

9. VARIABLES	31
10. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE MUESTRAS	32
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
12. CALIBRACIÓN	35
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIÓN	45
SUGERENCIAS	46
RESUMEN	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXO	51

INTRODUCCIÓN

La limpieza y conformación eficaz del sistema de conductos radiculares, así como la creación de un sellado apical y coronal apropiado son unos de los objetivos principales para lograr un tratamiento de endodoncia exitoso ⁽¹⁾. Sin embargo, se ha demostrado mediante estudios in vitro que las obturaciones del conducto radicular expuestas a la saliva se pueden contaminar independiente del material y la técnica de obturación empleada, donde la filtración coronal es una causa importante de fracaso de los tratamientos de conducto radicular, siendo un factor negativo para el pronóstico de estos tratamientos ^(2,3). Se ha encontrado que la tasa de fracasos es casi dos veces mayor en los casos donde no se presenta una restauración adecuada en comparación con los casos que se restaura correctamente ⁽¹⁾. Por lo tanto, a pesar de que la filtración apical sigue siendo considerada un factor importante en las fallas en endodoncia, en los últimos años la atención se ha centrado en los procedimientos realizados para lograr un sellado coronal efectivo después de la finalización de la terapia endodóntica ^(2,3).

La restauración de los dientes tratados endodónticamente ha estado sujeta a mucha controversia. Actualmente los conceptos restaurativos han cambiado a una mentalidad más conservadora, utilizando tecnología adhesiva como mejor opción, es decir, el uso de los sistemas adhesivos. Cuando se utilizan estos materiales como material restaurador, los dientes no requieren un tallado especial, lo cual brinda la ventaja de lograr una mayor preservación de tejido dentario. Lo anterior nos permite lograr adhesión a dentina y esmalte, aumentar la resistencia a la fractura de la estructura remanente, optimizar la retención de la restauración y la reducción de la microfiltración; todas estas ventajas se han llevado a cabo por el uso de sistemas adhesivos que se unen micromecánicamente con la dentina previamente acondicionado.

Aunque, se ha avanzado enormemente en las restauraciones, la carencia de sellado y adhesión entre la restauración final y la estructura dental es un problema no menor que aún está presente en el tratamiento restaurador. ^(2,3,4) El sellado inmediato de los dientes tratados endodónticamente mediante materiales de restauración es una poderosa herramienta en la prevención de la filtración coronal temprana contribuyendo positivamente en el pronóstico de los tratamientos endodónticos ⁽⁴⁾. Entre los materiales de restauración no temporal, encontramos a los adhesivos y resinas compuestas unidos a la dentina, los cuales se han recomendado para su uso intracameral en un intento de ser una barrera duradera contra la microfiltración, evitando o dificultando la microfiltración coronal y apical. Sin embargo, la adhesión a la dentina y, por ende, la presencia de sellado puede verse afectada por muchos factores, entre ellos encontramos el efecto que producen los irrigantes químicos sobre la superficie dentaria, cuyo uso es necesario durante la limpieza y preparación

del conducto radicular durante el tratamiento endodóntico, los cuales pueden alterar la composición química de la superficie de la dentina intracameral y radicular, afectando su interacción con los materiales utilizados para el sellado coronal ⁽²⁾.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es un solvente orgánico eficiente que tiene un largo historial de uso exitoso en endodoncia, debido a su efecto antimicrobiano y su capacidad de solubilizar los tejidos. Sin embargo, el NaOCl causa degeneración de la dentina por disolución colágena, quiebre de enlaces carbónicos y desorganización de la estructura proteica. Se describe una disminución en la fuerza enlazante entre la dentina y los sistemas adhesivos, lo cual podría explicarse por la remoción de fibrillas de colágeno de la superficie dentinaria. Por su parte, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) tiene un efecto quelante reaccionando con el calcio, y se ha reportado que es capaz de descalcificar a la dentina en una profundidad de 20 a 30 micras. Su capacidad descalcificante es autolimitante y su acción es inhibida a pH bajo. En endodoncia se utiliza principalmente en una irrigación final para permeabilizar conductos y eliminar el barro dentinario una vez concluida la preparación biomecánica y luego de abundante irrigación con hipoclorito ^(5,6).

Teniendo en cuenta que las sustancias utilizadas durante la preparación biomecánica en el tratamiento endodóntico tienen un efecto sobre la superficie de la dentina intracameral y radicular, es válido pensar que distintos protocolos de irrigación en el tratamiento endodóntico tendrán un efecto distinto en dicha superficie dentaria y, por lo tanto, un efecto en la resistencia adhesiva dentina-sistema adhesivo, teniendo como relevancia el establecimiento de un protocolo estándar que permita una adhesión apropiada para un sellado óptimo contra la microinfiltración.

Habiendo establecido en los párrafos precedentes que la importancia de un correcto sellado coronal posterior al procedimiento endodóntico permite optimizar el pronóstico del tratamiento. Cabe preguntarse sí, ¿los protocolos de irrigación endodóntico modifican la resistencia de unión adhesiva (MPa) en comparación a la dentina con irrigación con suero (grupo control)? En este estudio in vitro, se tiene como finalidad comparar la resistencia de adhesión entre un sistema adhesivo con las paredes de dentina intracameral irrigada previamente con diferentes protocolos de irrigación.

MARCO TEÓRICO

1. DENTINA

1.1. Histología de la dentina

1.1.1. Generalidades

La dentina, es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta por el esmalte, mientras que en la región radicular está tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina delimita a la cavidad pulpar ⁽⁶⁾.

En la estructura de la dentina podemos distinguir dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor y que alojan a los procesos odontoblásticos. Dichos procesos odontoblásticos son largas prolongaciones citoplasmáticas de las células especializadas llamadas odontoblastos, cuyos cuerpos se ubican en la región más periférica de la pulpa. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y también participan en el proceso de calcificación de la misma ⁽⁷⁾.

Los cuerpos celulares de los odontoblastos están separados de la dentina mineralizada por una zona de matriz orgánica no mineralizada denominada predentina.

De lo expuesto se desprende que la dentina y la pulpa: conforman una unidad estructural dado que las prolongaciones de los odontoblastos están incluidas en la dentina; conforman una unidad funcional, ya que la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina, y la dentina protege a la pulpa y comparten un origen embrionario común, pues ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario. Por esas razones se considera la dentina y a la pulpa en su conjunto como una sola estructura integrada, denominada complejo dentino-pulpar ⁽⁶⁾.

Dentro de las propiedades físicas, la elasticidad propia de la dentina tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios. La elasticidad varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y al agua que contiene. Los valores medios del módulo elástico de Young (capacidad elástica de un material o deformación que sufre al incidir sobre él una fuerza) para la dentina oscilan entre 17,6-22,9 Gpa ⁽⁷⁾.

A su vez, la dentina posee una mayor permeabilidad que el esmalte debido a la presencia de los túbulos dentinarios, que permiten el paso de distintos elementos (colorantes, medicamentos, microorganismos, etc.), que la atraviesan con relativa facilidad. Se ha descrito dos mecanismos de transporte a través de los túbulos: por difusión o por presión de los fluidos intersticiales de la pulpa.

En este último influye el diámetro y la longitud del túbulo. La permeabilidad dentinaria es una de las propiedades de mayor importancia en la práctica clínica por el sistema de adhesión de los biomateriales ⁽⁶⁾.

1.1.2. Histología de la dentina coronal ^(7, 8).

La dentina es un sustrato biológico que actúa como adherente. Es un tejido vivo complejo y variable que, debido a sus peculiaridades histológicas y morfológicas, condiciona la aplicación de los sistemas adhesivos.

La dentina es un tejido conjuntivo mineralizado y avascular. Está compuesto, en peso, por un 70% de materia inorgánica, un 18% de materia orgánica y un 12 % de agua ⁽⁷⁾.

La porción inorgánica de la dentina consiste básicamente en cristales de hidroxiapatita que responde a la fórmula $3\text{Ca}_3(\text{PO})_4\text{-Ca}(\text{OH})_2$. Junto a estos cristales se pueden encontrar fosfatos cálcicos amorfos. Los cristales están formados por varios miles de unidades celulares y tienen forma laminar que de perfil adaptan el aspecto de agujas. Por su tamaño se diferencian de los grandes cristales del esmalte ya que los cristales de la dentina son pequeños y delgados, más parecidos a los que se encuentran en el tejido óseo. Las dimensiones de los cristales son 36 nm de longitud, 25 nm de anchura y 10 nm de altura. Los cristales se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria, disponiéndose entre las fibras y también dentro de las mismas, ya que ocupan los espacios entre las moléculas de colágeno que la forman. Existen también otras sales inorgánicas como carbonatos, fosfatos cálcicos diferentes de la hidroxiapatita, sulfatos, y ciertos oligoelementos como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc ⁽⁶⁾.

La porción orgánica está compuesta principalmente por fibras de colágena tipo I, en aproximadamente un 17% del total del tejido, es decir, alrededor del 93% de todo el material orgánico. Dicha matriz contiene además tres proteínas que se localizan únicamente en la dentina: la fosforina dentinaria (DPP) que tras el colágeno es el componente más abundante de la dentina, la proteína de la matriz dentinaria I (DMPI) y la sialoproteína dentinaria (DSP). También, se pueden encontrar fracciones de lípidos, glucosaminoglicanos, entre otros ^(7,8).

1.1.3. Unidades estructurales básicas ⁽⁷⁾

1.1.4. Túbulos dentinarios

Los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o cementodentinaria. Se asume que su longitud promedio oscila entre 1,5 μm y 2 μm . La pared del túbulo está formada por dentina peritubular que está constituida por una matriz mineralizada que ofrece una estructura y una composición química

característica. Los túbulos alojan en su interior la prolongación odontoblástica principal o proceso odontoblástico. Entre el proceso odontoblástico y la pared del túbulo hay un espacio denominado espacio periprocesal, ocupado por el fluido dentinal (que proviene de la sustancia intercelular de la pulpa dental). El proceso odontoblástico y el fluido dentinal son los responsables de la vitalidad de la dentina⁽⁶⁾.

En la zona de dentina próxima a la pulpa existe un mayor número de túbulos dentinarios por unidad de superficie, aproximadamente 45.000 a 65.000 por mm² mientras que en las regiones más extremas de la dentina su número es de 15.000 a 20.000 por mm². El porcentaje de área tubular varía en general desde un 22% en la proximidad de la pulpa hasta un 1% en la dentina próxima a la conexión amelodentinaria (CAD). El diámetro de los túbulos, en general, también varía siendo más anchos en la proximidad de la pulpa alcanzando hasta 5 µm de diámetro y más estrechos en la zona periférica (diámetro promedio 1,7 µm). Cerca del 80% del volumen total de la dentina próxima a la pulpa está compuesta por las luces de los túbulos, mientras que éstas constituyen tan sólo cerca de un 4% del volumen de la dentina periférica.

Los túbulos están rodeados por un anillo o pared denominado dentina peritubular, (< 1 µm), altamente mineralizada. Se ha demostrado que en una dentina joven, el espesor de la dentina peritubular es de 400 nm en la proximidad pulpar, mientras que en la vecindad de la CAD es de 750 nm. Por ello el diámetro interno de los túbulos es superior a 2,5 µm en la parte profunda de la dentina, comparado con el diámetro de 0,9 µm que exhiben en la zona superficial. Por lo tanto, el área de la dentina intertubular también varía según la profundidad de la dentina que es aproximadamente un 12% en la predentina, y de un 96% a nivel de la CAD. Estas características histológicas determinan el índice de permeabilidad dentinaria, el cual es mayor cerca de la pulpa y de los cuernos pulpares⁽⁷⁾.

La dentina peritubular se caracteriza porque carece prácticamente de colágeno. En consecuencia, la materia orgánica de la misma está formada, por sustancias no colágenas tales como glicoproteínas, proteoglicanos y lípidos. Se trata, además, de una dentina muy mineralizada cuyos cristales de hidroxiapatita son ricos en magnesio, carbonato y fosfato cálcico amorfo.

El interior de los túbulos está ocupado por la prolongación odontoblástica (proceso odontoblástico o fibrilla de Tomes), aunque entre dicha prolongación y la pared del túbulo existe un espacio estrecho (espacio periprocesal) ocupado por un líquido tisular (fluido dentinario) rico en sodio y pobre en potasio, teniendo una determinada presión. La presión hidrostática es un factor a tener en cuenta en el estudio de la adhesión, debido a que proporciona un flujo permanente y constante de líquido hacia el exterior. Los procesos odontoblásticos son las prolongaciones citoplasmáticas que dejan los odontoblastos a medida que forman la dentina; ellos

determinan la morfología de los túbulos. Estos procesos odontoblásticos son más anchos en su base (cerca del cuerpo del odontoblasto) y terminan prácticamente en punta afilada; sus ramas laterales y terminales ocupan las ramificaciones de los túbulos dentinarios ⁽⁶⁾.

La existencia de los túbulos dentinarios determina que la dentina sea muy permeable. En la dentina de dientes jóvenes que no han completado el ápice, los túbulos son más amplios y permeables, lo cual facilita aún más la filtración de bacterias o sus toxinas. Asimismo pueden permitir la penetración de distintos materiales odontológicos.

1.1.5. Matriz intertubular o dentina intertubular

La matriz intertubular se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar entre la cual y sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita semejantes a los existentes en la dentina peritubular ⁽⁶⁾.

Es muy importante destacar las diferencias existentes entre dentina peri e intertubular. La dentina peritubular tiene una estructura tubular. Los cristales de hidroxiapatita son más pequeños y están agrupados muy juntos. La dentina intertubular está menos calcificada y con mayor contenido orgánico. Se halla uniformemente mineralizada, a excepción de la situada en la zona con bajo contenido mineral cercana a la pulpa, donde el grado de mineralización es inferior al común. La mitad del volumen de la dentina intertubular está formada por matriz orgánica ⁽⁷⁾.

1.2. Dientes tratados endodóticamente

La pérdida de la pulpa dental priva al diente de algunas de sus propiedades mecanorreceptoras. Los dientes sin pulpa tienen un umbral más elevado y pueden soportar cargas hasta dos veces mayores que los dientes con pulpa vital antes de detectar su presencia.

El tratamiento endodóntico, consiste en la eliminación de la pulpa, dejando al diente con un tejido calcificado con menos humedad que los dientes vitales. Son escasos los estudios realizados in vivo o in vitro sobre la desecación y la consiguiente reducción de la elasticidad y aumento de la fragilidad. A la hora de valorar las necesidades de restauración tienen mayor importancia otras variables, como el remanente estructural, la morfología radicular, el soporte periodontal y la oclusión ⁽⁹⁾.

La estructura dental conservada tras el tratamiento endodóntico queda socavada y debilitada por el efecto de caries, fracturas, preparación dentaria y/o restauración.

La manipulación endodóntica elimina una cantidad aun mayor de dentina intrarradicular e intracoronal. El resultado final de estos cambios es una mayor susceptibilidad a la fractura ⁽⁹⁾.

1.2.1. Alteración de las características físicas

La estructura dental que se conserva tras el tratamiento endodóntico muestra también una alteración irreversible de sus propiedades físicas. La alteración de los enlaces cruzados de colágeno y la deshidratación de la dentina producen una reducción del 14% de la fuerza de resistencia.

El colágeno es una proteína estructural y las propiedades mecánicas de este material están estrechamente relacionadas con los mecanismos moleculares. El colágeno seco es quebradizo y tieso, con un módulo de elasticidad de alrededor de 6 GPa ⁽¹⁰⁾.

La deshidratación de la dentina puede afectar dramáticamente las propiedades físicas. La dentina humana deshidratada muestra menores valores de fuerza a la fractura. Los dientes tratados endodónticamente se comportaron diferente a los dientes vitales en relación al patrón de fractura, módulo de elasticidad, límite proporcional y deformación plástica. La deshidratación incrementa la dureza y disminuye la flexibilidad de la dentina. Los valores promedio de resistencia compresiva y traccional no mostraron diferencias significativas entre los dientes tratados endodónticamente y los dientes vitales ⁽¹⁰⁾.

Comparando las propiedades biomecánicas de la dentina, se concluye que las propiedades son 3.5% menores en la dentina de dientes tratados endodónticamente que en los dientes vitales. Se ha sustentado que ni el tratamiento endodóntico, ni la pérdida de humedad es lo que ocasiona la mayor incidencia de fracturas de dientes tratados endodónticamente sino que la pérdida de la integridad estructural y el acceso endodóntico, ya que aumentan la deflexión de las cúspides lo cual se vuelve más propenso a la fractura. Un diente despulpado sufre una pérdida de 9% de humedad por disminución de su composición orgánica a consecuencia de la extirpación pulpar, lo cual disminuye su capacidad elástica ⁽¹¹⁾.

Se ha reportado una insignificante diferencia en el grado de humedad entre los dientes tratados endodónticamente y dientes vitales. Existiendo un énfasis en la importancia de la conservación de la mayor parte de la dentina, para mantener la integridad estructural.

Se ha demostrado que los procedimientos de endodoncia reducen la rigidez del diente solo en un 5%, mientras que la preparación mesiooclusodistal (MOD) la reduce en un 60%. Cuando se produce una reducción significativa de la estructura dental, las fuerzas funcionales normales pueden fracturar cúspides socavadas o

fracturar el diente en el área de menor perímetro remanente. La disminución del volumen de la estructura dental, debido al efecto conjunto de los procedimientos odontológicos anteriores, incrementa las probabilidades de fractura de los dientes sometidos a la endodoncia. ⁽¹¹⁾

2. ADHESIÓN

Uno de los mayores problemas de la odontología restauradora, que pretende bajo su accionar reconstituir las partes perdidas de la estructura dentarias duras (esmalte, dentina y cemento) es fijarlas a ellas.

Cualquiera sea el método o técnica de fijación del biomaterial restaurador que se utilice, incluirá la adhesión de éste frente al diente ⁽¹²⁾.

2.1. Definición

Según la RAE podemos definir adhesión como “fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química”.

La Adhesión en Odontología restauradora significa unir a un sustrato sólido (estructuras dentales) el biomaterial a aplicar, manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente-restauración, vale decir entre sus superficies o caras en contacto, en las cuales se deben producir que las mantengan fijadas en forma permanente ⁽¹²⁾

En este estudio vamos a entender a la adhesión como “Estado o fenómeno por el cual dos superficies o materiales diferentes se mantienen unidos por fuerzas interfaciales, ya sea por uniones físicas (macromecánicas o micromecánicas), por uniones químicas (primarias secundarias) o por ambas ⁽¹³⁾”.

Se entenderá por adhesivo, a toda sustancia que interpuesta entre dos superficies, las mantiene unidas por trabarse mecánicamente, unirse químicamente a ellas o por la interacción de ambas ⁽¹³⁾.

2.2. Clasificación ⁽¹³⁾

- Física

Según Steenbecker, 2006 la adhesión se puede clasificar en:

- *Macromecánica*

Es la que requieren las restauraciones no adherentes a los tejidos dentarios. Ella se logra mediante diseños cavitarios, con el objeto de que logren una forma de retención o anclaje, dependiendo de si la restauración es plástica o rígida, respectivamente.

- Micromecánica

Es la adhesión física propiamente tal, se produce por dos mecanismos en los cuales están involucradas las superficies dentarias y los cambios dimensionales que, al endurecer, puedan tener los medios adherentes y/o el biomaterial restaurador.

- Química

Es la que se logra exclusivamente por la reacción química entre dos superficies en contacto. Ella no sólo es capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino que también puede sellar túbulos dentinarios e impedir, mientras se mantenga la microinfiltración y sus problemas derivados.

2.3. Fuerzas de adhesión

La adhesión es la propensión de partículas y / o superficies disímiles a adherirse o unirse entre sí y puede dividirse en tres tipos básicos. La adhesión específica se logra a través de interacciones moleculares entre el adhesivo y la superficie del sustrato. Las fuerzas intermoleculares producen adherencia específica, aunque esto puede dividirse en tres tipos diferentes: adhesión química, adhesión dispersiva y adhesión difusiva, a la que se añaden efectos mecánicos en la adhesión efectiva.

Sin embargo, debe hacerse una distinción entre interacciones intermoleculares débiles y enlaces químicos fuertes. Aunque los enlaces químicos pueden formar en algunas combinaciones de sustrato / adhesivo, por ejemplo, resina epoxi y aluminio, generalmente son poco frecuentes en odontología, excepto en los que se producen entre los agentes de cementación a base de carboxilato y el calcio dentro de los tejidos dentales duros. Cuando hay enlaces químicos dentro de las uniones adhesivas, pueden representar hasta el 50% de todas las interacciones, aunque la estabilidad a largo plazo de estos enlaces depende normalmente de su resistencia a la humedad (Figura 1) ⁽¹⁴⁾.

La fuerza de la adhesión entre dos materiales depende de las interacciones entre los dos materiales, y de la superficie sobre la cual los dos materiales están en contacto. Como resultado, una serie de factores entran en el sistema de adhesión total ⁽¹⁴⁾.

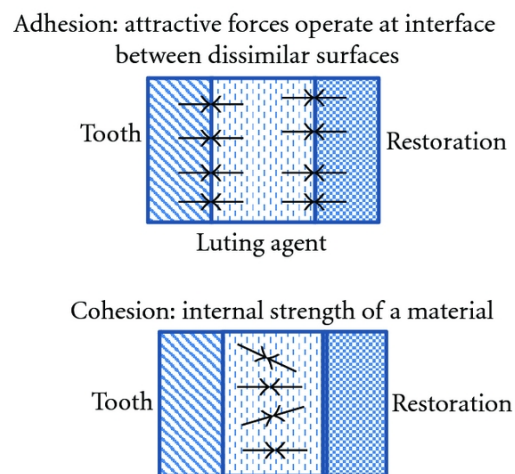


Figura 1

2.4. Fracazos en adhesión

Los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles de las distintas interfases. Puede haber: (1) fallos adhesivos entre esmalte y material adhesivo, dentina y material adhesivo, resina compuesta y material adhesivo; o (2) fallos cohesivos en esmalte, dentina, resina compuesta, material adhesivo. Se examinan las distintas razones que los provocan así como los factores que influyen en las interfases estudiadas ⁽¹⁵⁾.

En los últimos años han aparecido en el mercado sistemas adhesivos, cada vez más fáciles de manejar, con menor número de pasos con objeto de simplificar la técnica. Hemos de tener en cuenta que cuantos más pasos y más complejidad haya para realizar un trabajo, más fácil es que se cometa algún error en alguno de los pasos realizados.

Si sabemos dónde se producen los fallos y como evitarlos estaremos en el camino adecuado para que nuestras restauraciones adhesivas tengan éxito y podamos proporcionar a nuestros pacientes.

Los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles de las distintas interfases.

La localización de este fallo tiene importancia por dos motivos principalmente ⁽¹⁵⁾:

- Para la investigación, para saber la resistencia adhesiva a uno u otro nivel.
- Por su importancia biológica, pues el fallo adhesivo según al nivel que sea tendrá repercusiones clínicas como la microfiltración, caries marginal y sensibilidad postoperatoria.

2.4.1. Fallos Adhesivos

Un fallo adhesivo sería aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas. ⁽¹⁵⁾

Se producen entre:

- Esmalte y Material Adhesivo
- Dentina y Material Adhesivo
- Resina compuesta y Material Adhesivo

En este estudio se centrará en los fallos a nivel de dentina y material adhesivo y resina compuesta y material adhesivo.

- Fallos adhesivos entre dentina y material adhesivo ⁽¹⁵⁾

La dentina ha sido y sigue siendo un reto para la adhesión, como lo demuestran los constantes estudios que se siguen realizando para hacer de su estructura un buen substrato para la técnica adhesiva.

El aislamiento incorrecto nos impedirá una correcta adhesión por la contaminación de saliva y de sangre. Algunos adhesivos actuales que son fundamentalmente hidrofílicos parece que no son tan sensibles a la contaminación con saliva, pero no olvidemos que la saliva tiene proteínas y que estas nos van a alterar la energía superficial de la dentina. En cuanto a la contaminación con sangre puede resultar catastrófica. Destacaremos un estudio de Kaneshima y col. En el que estudia las repercusiones de la contaminación con sangre en la resistencia adhesiva y encuentra que en la etapa del grabado no existen repercusiones importantes pues podemos volver a lavar, pero después de colocar el primer la resistencia disminuyó de una manera importante. Cuando la contaminación se produce entre las distintas capas de composite las repercusiones pueden ser muy negativas por la eliminación de la capa inhibida y por las tinciones.

- Falta de grado óptimo de humedad

Para que las fibras de colágeno se muestren receptivas, sueltas para recibir al material adhesivo es necesario que la dentina permanezca suficientemente húmeda, de lo contrario el colágeno se encuentra colapsado en su superficie y no se forma la capa híbrida. El problema es saber el grado de humedad óptimo. Se aconseja secar con papel secante, con algodón con la jeringa de aire a distancia con mucho cuidado, pero verdaderamente es difícil. Si dejamos agua en exceso podemos estar abocados al fracaso en la adhesión.

Si dejamos agua en exceso se formaran vesículas acuosas entre el adhesivo y la dentina o entre el primer y la resina hidrofóbica y esto nos proporcionará fallos a este nivel. Estas vesículas se denominan zonas hibroides y aparecen como zonas no densas al MET.

Este exceso de humedad también puede alterar la polimerización por competir el agua con la resina. Si decidimos optar por la técnica seca tendremos quizás menos problemas porque es más fácil de controlar la desecación de la dentina, desde un punto de vista clínico, pero necesitaremos imprimadores o adhesivos vehiculizados en medios acuosos que descompacten el colágeno para que se pueda formar una capa híbrida correcta. Estos adhesivos parece que obtienen cifras de fuerza adhesiva menores que los otros pero suficientes.

- Ausencia o formación inadecuada de los tag de resina

La eficacia de los tag de resina en la adhesión está discutida, pero los distintos autores sí parecen estar de acuerdo en que es más importante el número que la profundidad, por lo que son más importantes en la dentina profunda que en la superficial, ya que esta tiene mayor número de túbulos pero por el contrario tiene menos dentina intertubular y por tanto la capa híbrida será menor. En la dentina superficial el número de túbulos es menor por lo que los tags de resina tendrán menor repercusión pero al existir más dentina intertubular la capa híbrida adquiere mayor importancia. También los tag de resina podrían ser un mecanismo de protección pulpar pues al tapar la entrada de los túbulos evitarían la invasión bacteriana y evitarían el dolor postoperatorio, al evitar el movimiento del fluido dentinario.

Las consecuencias de los fallos a este nivel van a ser la microfiltración y por tanto la caries recurrente y el fracaso final de nuestras restauraciones adhesivas.

- Fallos adhesivos entre resina compuesta y adhesivo ⁽¹⁵⁾

Básicamente a este nivel para evitar los fallos hemos de evitar la contaminación con saliva y con sangre por todo lo que hemos contado anteriormente.

Conviene que nuestros adhesivos lleven en su composición resinas hidrofóbicas pues mejoran la unión al composite que es un material hidrófobo. Es necesaria la correcta polimerización del adhesivo.

Puede ocurrir la desadaptación de ambas superficies sobre todo con composites viscosos, en este caso quizás convendría colocar antes una capa de un composite fluido para mejorar esta adaptación y amortiguar tensiones.

La contracción de polimerización del composite puede ser un factor muy importante para la desadaptación entre los dos materiales. Hemos de intentar que el composite se deforme antes de que traccione del adhesivo, para ello tendremos que tener un factor de conversión lo más favorable posible. Si esto no es posible lo hemos de solventar con la técnica incremental, en lo que respecta a la manipulación del composite.

2.4.2. Fallos Cohesivos ⁽¹⁶⁾

Un fallo cohesivo sería aquel que ocurre en el interior de la estructura del material.

- Fallo cohesivo en dentina

Las causas suelen ser por desmineralización excesiva causada fundamentalmente por exceso de tiempo de grabado ácido o por utilizar ácidos muy fuertes o de concentración elevada.

Esta desmineralización también puede ser debida al propio proceso cariogénico, ya que no hemos de olvidar que tratamos dientes que sufren caries. Otra causa de fallo cohesivo se debe a la tracción excesiva del composite cuando polimeriza y, por último, otra causa de fallo cohesivo son los traumatismos.

Este tipo de fallo no será tomado en consideración en este estudio debido a que se utilizarán dientes sanos y no se realizará grabado ácido.

- Fallo cohesivo en resina compuesta

Las causas más frecuentes para este tipo de fallos van a ser:

- Contaminación de saliva y de sangre entre las distintas capas de composite cuyas implicaciones van a ser la pérdida de la capa inhibida y la pigmentación.
- La técnica incorrecta sobre todo por polimerizar capas demasiado gruesas, implicará el fallo cohesivo.
- Por eliminación de la capa inhibida.
- Por último los traumatismos también podrían ser causa de un fallo cohesivo.

- Fallo cohesivo en el material adhesivo

Aquí a veces es difícil discernir entre un fallo cohesivo y un fallo adhesivo.

Parece que las zonas donde más frecuente es el fallo son la capa superficial de la capa híbrida y la zona profunda de la misma.

Las causas no son bien conocidas, pues hemos de tener en cuenta que se trata de una zona de aproximadamente 0,5 y 1 mm. Debido a este pequeño tamaño es difícil su estudio, incluso son difíciles de interpretar las imágenes de microscopía electrónica.

Por ende, este tipo de fallo no van a ser abordados en este estudio.

3. IRRIGANTES

La irrigación en endodoncia, se define como el lavado y aspiración de todos los restos contenidos en la cámara pulpar y conductos radiculares, este acto consiste en irrigar las paredes dentinarias con una solución química, que al mismo tiempo, al ser sometida a la aspiración, promoverá la limpieza del espacio endodóntico⁽¹⁷⁾.

La irrigación es uno de los aspectos más importantes dentro de la preparación del conducto, ayudaran a limpiar las áreas que no son limadas directamente por los instrumentos, siempre que sean sustancias antimicrobianas y capaces de disolver el detritus orgánico.

Dentro de sus principales objetivos encontramos:

- Eliminar por remoción, disolución o ambos, los detritos presentes en el interior del SCR (sistema de conductos radiculares), sean preexistentes (restos pulpares, material del medio bucal) o creados al momento de la instrumentación (virutas de dentina), ayudan a prevenir bloqueos por la compactación de detritus acumulados.⁽¹⁶⁾
- Reducir la cantidad de bacterias existentes en los conductos radiculares, sea por su acción mecánica de lavado o por la acción antibacteriana de la sustancia utilizada.⁽¹⁶⁾
- Facilitar la acción del instrumental mecánico, al mantener las paredes dentinarias hidratadas y actuar como agente lubricante.⁽¹⁷⁾

Existe una gran variedad de soluciones irrigantes, su utilización dependerá del caso clínico que se trabaje y las propiedades propias del producto. De esta forma, en los casos de pulpa vital, usaremos sustancias sin poder antiséptico, favoreciendo la reparación, por el contrario, en casos en que la pulpa se encuentra desvital, se privilegiarán sustancias con acción antiséptica, poder disolvente de la materia orgánica y capacidad para neutralizar toxinas presentes, sin ser agresivas.

La acción química de los irrigantes es posible solo cuando humedecen en grado suficiente el sustrato, sin embargo, ninguno de los irrigantes disponibles tiene una tensión superficial suficientemente baja como para permitir humedecer todo el sistema de conductos radiculares sin ayuda. Las soluciones deben ser colocadas en el lugar adecuado utilizando una aguja y jeringa. La colocación profunda de la aguja en lugares profundos, previo a la preparación, solo es posible en conductos anchos, pero en la mayoría de los conductos es necesaria cierta preparación coronal previa para facilitar el acceso.

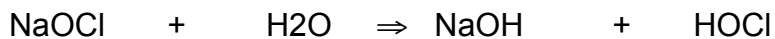
Es importante irrigar con frecuencia y abundancia para introducir la solución nueva y potenciar su circulación en todos los aspectos del conducto radicular.

Se ha demostrado que la alternancia entre tipos específicos de soluciones, o su uso en combinación, mejoran la eficacia limpiadora.

3.1. Hipoclorito de sodio (NaOCl) ⁽¹⁷⁾

Es un compuesto halogenado, definido por la asociación americana de endodontistas, como un líquido claro, pálido, verde amarillento, extremadamente alcalino (pH 11,8) y con fuerte olor clorino. Presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, además es un potente agente antimicrobiano.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es una sal formada por la unión de 2 compuestos químicos: el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio. Dentro de sus características ambos presentan la propiedad de ser oxidante. Su fórmula química es ⁽¹⁸⁾:



(Hipoclorito de Sodio) (Hidróxido de Sodio) (Ácido Hipocloroso)

En el momento en que el hipoclorito entra en contacto con la materia orgánica, se suceden una serie de reacciones, estas reacciones entre hipoclorito entre tejidos orgánicos vivos o necróticos promueven la disolución de estos tejidos. El hidróxido de sodio es un potente disolvente orgánico y de grasas (saponificador), es el responsable de la elevada alcalinidad del hipoclorito de sodio. El ácido hipocloroso es un potente antimicrobiano que actúa a través de la liberación de cloro y oxígeno.

El hipoclorito de sodio es un irrigante poderoso y barato que ha demostrado ser capaz de disolver con facilidad el tejido pulpar. Es posible encontrarlo en concentraciones desde 0,5% a 5,25%. En clínica se debe utilizar en alta concentración, entre 3% y el 5%, para aprovechar su capacidad de destruir todos los microorganismos por contacto directo, y su capacidad única de disolver tejido pulpar en todas las zonas del conducto radicular.

La eficacia de un irrigante aumenta al máximo cuando se usa caliente, se llenan los conductos remodelados y se deja transcurrir un tiempo suficiente para que la sustancia pueda actuar.

3.1.1. Propiedades ⁽¹⁷⁾

Entre sus propiedades, que lo convierten en una de las opciones más adecuadas para la irrigación de los conductos radiculares se encuentran:

- Buena capacidad de limpieza
- Acción lubricante

- Bactericida: pues libera cloro y oxígeno. El oxígeno hace posible cambiar a condición del ambiente anaerobio, por lo cual se convierte en bactericida. El cloro a su vez puede destruir al microorganismo, interrumpiendo el funcionamiento de la célula bacteriana
- Neutralizante de productos tóxicos, porque actúa sobre las proteínas
- Disolvente de tejido orgánico
- Detergente: produce una acción saponificante sobre los ácidos grasos, transformándolos en jabón de fácil eliminación
- Acción rápida y blanqueante
- Es un agente desodorizante por actuar sobre los productos de descomposición

Sus propiedades disminuyen a medida que la solución se diluye. Estas propiedades pueden potenciarse calentando la solución.

3.1.2. Desventajas ⁽¹⁸⁾

- Es muy cáustico
- Puede corroer el equipo
- Sabor desagradable
- Produce una reacción grave si sale por el perímetro en concentración o volumen elevados
- El pH alcalino disminuye su actividad
- Se desactiva en presencia de materia orgánica

3.2. Ácido etilendiaminotetracético (EDTA)

El EDTA es una sustancia blanca, soluble sin olor y cristalina, relativamente no tóxica y poco irritante en soluciones débiles. El EDTA es un quelante, de pH neutro (7,5), el cual se emplea en una concentración entre 10% a 17%, posee un pequeño efecto antibacterial sobre ciertas especies y tiene un alto efecto antimicótico. ⁽¹⁸⁾

Los quelantes presentan en la extremidad de sus moléculas, radicales libres que se unen a los iones metálicos. Estas sustancias “roban” los iones metálicos del complejo molecular en que se encuentran entrelazados, fijándolos por una unión coordinada, a la cual se le denomina quelación. Por lo tanto la quelación es un fenómeno físico químico, por el cual ciertos iones metálicos son “secuestrados” de

los complejos de los que participan, sin constituir una unión química con la sustancia quelante, sino que una combinación. Este proceso se repite hasta que se agota la acción quelante, y no se realiza por el mecanismo clásico de la disolución. ⁽¹⁸⁾

No todos los quelantes fijan cualquier ion metálico, hay cierta especificidad para determinados iones, el EDTA es un quelante específico para el ion calcio y por lo tanto para la dentina.

El EDTA actúa “quelando”, uniéndose y removiendo iones de calcio de tejidos duros, como la dentina, promoviendo la desmineralización, lo que produce que esta se ablande.

El EDTA facilita la preparación de conductos estrechos, actúa sobre las paredes dentinarias, las desmineraliza y las torna menos resistentes a la acción de los instrumentos endodónticos. Además de utilizarse como auxiliar en la conformación, se emplea para remover el barro dentinario (smear layer), creado durante la preparación quirúrgica del conducto radicular. Este barro corresponde a una mezcla de bacterias, dentina, predentina, residuos pulpares, procesos odontoblásticos y restos de irrigante. ⁽¹⁸⁾

La irrigación con EDTA está indicada durante y al finalizar la conformación de conductos radiculares, debido a que aumenta la permeabilidad dentinaria (por la eliminación del barro dentinario), lo que favorece la acción de la medicación intraconducto y contribuye a la adaptación íntima de los materiales de obturación. El uso de EDTA después de la instrumentación aumenta la posibilidad de obturación de conductos laterales.

El aconsejable irrigar el conducto con 5 mL de EDTA 17% al finalizar la conformación, se ha demostrado que la irrigación con EDTA durante 1 minuto elimina la película formada durante la preparación, abre los túbulos dentinarios y proporciona una superficie más limpia, sobre la que se adaptaran mejor la gutapercha y el sellador. Una vez transcurrido este tiempo el conducto podrá irrigarse con hipoclorito de sodio y secarse con papel absorbente. ⁽¹⁹⁾

3.2.1. Propiedades ⁽¹⁹⁾

- Autolimitante, alcanzando un equilibrio una vez cumplido su mecanismo de acción, esto ocurre a las 48 horas de ser usado. La duración de su acción va a depender de su concentración y volumen.
- Biocompatible (pH neutro de 7.5, biológicamente tolerable por los tejidos)
- Bactericida y bacteriostático: eliminando partículas inorgánicas disueltas, facilitando la adhesión

- Acción lubricante
- No presenta contraindicaciones

Por sus propiedades el EDTA es el quelante recomendado para uso endodóntico y se lo utiliza más comúnmente en forma de solución

3.2.2. Desventajas ⁽¹⁹⁾

- No puede disolver tejidos orgánicos
- Altera las paredes, limita la capacidad de los instrumentos para ser guiados
- Aumento de la permeabilidad dentinaria

Aunque a literatura médica se refiera con frecuencia al EDTA como un producto no agresivo, su comportamiento biológico depende de la forma en que contacta con el tejido. Solo presentaría efectos adversos si se introdujera de manera inadvertida en el seno del conjuntivo apico-periapical.

Los queladores se deben utilizar durante periodos breves, puesto que su empleo prolongado puede sobre ablandar la dentina y predisponer a percances iatrogénicos.

3.3. Irrigación con HIPOCLORITO DE SODIO – EDTA ⁽¹⁹⁾

El barro dentinario evita la penetración de irrigantes, medicamentos o materiales a través de los túbulos dentinarios. No hay irrigante que haya demostrado ser capaz de disolver tejido orgánico y a su vez desmineralizar el tejido calcificado. El barro dentinario comprende de un componente orgánico y otro inorgánico, para eliminar el barro dentinario, el EDTA no suele ser suficiente por sí solo, ya que éste solo elimina el componente inorgánico. Se le debe añadir un componente proteolítico como el hipoclorito de sodio, para eliminar el componente orgánico de la capa de barro dentinario, para lo cual se han desarrollado técnicas que consisten en alterar de manera secuencial los agentes de irrigación. Irrigar el conducto radicular con NaOCl al 5.25%, seguida de una irrigación final con EDTA entre 3% - 17%, nos permite obtener una efectiva acción quelante sobre la hidroxiapatita de los túbulos dentinarios, actuar sobre los microorganismos presentes y favorecer el contacto íntimo del cemento sellador. El EDTA disminuye la tensión superficial, y de esta forma el hipoclorito de sodio penetra más en los túbulos dentinarios.

3.3.1. Irrigantes y su rol en la tecnica adhesiva

El EDTA al eliminar partículas inorgánicas disueltas, actúa como agente bactericida y bacteriostático, facilitando a adhesión, a la vez actúa removiendo el barro dentinario junto al hipoclorito de sodio, este último además elimina las fibras

colágenas en las zonas descalcificadas, lo cual no ejerce efectos sobre las fuerzas de adhesión.

El hipoclorito de sodio produce una desproteización que genera una superficie mineralizada y una mayor amplitud de los túbulos dentinarios. Dicha amplitud produce interfaces adhesivas con valores similares de unión a los obtenidos en el esmalte, con mejores características para la adhesión.

Después de la desproteización de dentina condicionada, no se forma la capa híbrida porque el colágeno es afectado, pero existe adhesión gracias a la formación de tags de resina más largos, y tags laterales de resina que ejercen retención.

El hipoclorito de sodio, además de remover las fibras colágenas expuestas en la dentina condicionada, también torna soluble las fibras existentes en la matriz mineralizada subyacente, creando porosidades submicrométricas en la fase mineral. La acción de los agentes adhesivos sobre esas superficies produce la formación de una capa híbrida reversa favorable para la adhesión dentinaria.

4. Restauración en dientes tratados endodóticamente

La restauración de los dientes tratados endodóticamente es uno de los temas más estudiados y controvertidos en odontología. Existen variadas preguntas y opiniones contradictorias acerca de los procedimientos clínicos y los materiales que se utilizan para restaurar estos dientes.

4.1. Características de los dientes tratados endodóticamente

Las fracturas son más comunes en los dientes despulpados que los dientes con pulpas vitales. En vista de lo antes mencionado, se realizaron investigaciones para probar las razones de fracturas en dientes tratados endodóticamente. En 1972, Helfer et al. argumentó que la pérdida de agua (10%) en los dientes despulpados podría afectar sus propiedades. Sin embargo, los estudios que compararon propiedades, como la microdureza, el módulo de elasticidad y las resistencias a la tracción/compresión, entre dientes con pulpa vital y los dientes despulpados mostraron que estas propiedades se modificaron escasamente para afectar la resistencia a la fractura, aunque se notaron algunos cambios en la humectabilidad del diente. En el pasado, los dientes tratados endodóticamente se consideraron más frágiles, debido al cambio estructural en la dentina y del colágeno después del tratamiento endodóptico, actualmente se menciona que la pérdida de integridad estructural asociada con los resultados de la preparación del acceso son más relevante en el aumento de la deflexión cúspidea durante la función, lo que conduce a una mayor incidencia de fracturas. Teniendo en cuenta que en la mayoría de los dientes tratados endodóticamente tienen falta de estructura dental causada por

caries o restauraciones existentes, es difícil establecer si la mayor ocurrencia de fracturas depende del cambio estructural en la dentina. Además, otra cuestión relacionada con los dientes tratados endodónticamente es la microinfiltración coronal y la contaminación bacteriana que ocurre cuando no se restauran inmediatamente, causando fallo endodóntico, necesitando un retratamiento ⁽²⁰⁾.

4.2. Planificación del tratamiento

Aunque los dientes tratados endodónticamente han sido ampliamente estudiados, la planificación del tratamiento y los materiales para restaurarlos son todavía controvertidos. Por lo tanto, la pregunta sobre la mejor manera de restaurar estos dientes permanece en duda: restauraciones directas o indirectas, utilizando o no postes, etc. Se deben considerar algunos criterios para seleccionar el material y la técnica a utilizar para restaurar los dientes con tratamiento endodóntico. El remanente de la estructura coronal del diente y el requisito funcional son factores importantes a observar para decidir la planificación del tratamiento ⁽²¹⁾.

4.3. Requerimiento funcional

La ubicación de los dientes en la arcada es un aspecto a considerar cuando se seleccionan materiales y técnicas para restaurar los dientes debido a que la fuerza es diferente en las regiones anterior y posterior.

Algunos autores afirman que la incidencia de fracturas es más de dos veces mayor en los primeros molares inferiores que en los primeros molares superiores, primeros premolares superiores, segundos premolares superiores y segundos molares inferiores y se atribuye este hecho a la fuerza masticatoria mayor y raíces planas en esta región. Tamse et al. Observaron que las fracturas longitudinales de la raíz son más comunes en los dientes o raíces cuya dimensión mesiodistal es estrecha, como los premolares superiores. Según Chan et al., Los caninos eran los menos susceptibles a la fractura y los incisivos eran susceptibles después de someterse a tratamiento endodóntico. La incidencia de la fuerza en los dientes anteriores y posteriores es diferente debido a que los dientes posteriores están sujetos a fuerzas verticales, mientras que el anterior debe resistir a los tipos de fuerzas laterales y de cizallamiento ⁽²⁰⁾.

4.4. Estructura remanente del diente

Existe una relación directa entre la estructura dental y la resistencia a la fractura, una mayor estructura dental significa una mayor longevidad de los dientes. Un ejemplo es que los molares con una estructura dental que permanece después del tratamiento endodóntico tienen una tasa de supervivencia de 78% a los 5 años de evaluación. Costa et al, relaciona las fracturas de cúspide de los premolares tratados

endodónticamente con el ancho de la preparación de los dientes. Un mayor ancho de la preparación MOD disminuye la resistencia a la fractura de estos dientes, pero una preparación de onlay con cobertura de cúspide aumenta la resistencia. En un estudio donde se observa la resistencia a la fractura de los premolares tratados endodónticamente con diferentes diseños de preparación y materiales restauradores se concluyó que los dientes con solo el acceso endodóntico eran más resistentes a la fractura que los preparados con una conformación MOD ⁽²⁰⁾.

La restauración de los dientes tratados endodónticamente implica diferentes materiales y principios. El enfoque conservador se restringe sólo a la preparación de acceso endodóntico, pudiéndose restaurar utilizando compuestos asociados a los agentes adhesivos para evitar la microinfiltración. Sin embargo, algunos dientes posteriores cuya estructura se pierde, necesitan protección cuspeada para dirigir las fuerzas a largo eje dentario, evitando fracturas longitudinales mientras que los dientes anteriores a menudo requieren postes debido a fuerzas oblicuas ⁽²¹⁾.

En resumen, los dientes tratados endodónticamente son más frágiles debido a la pérdida de integridad estructural asociada con la preparación del acceso y/o la caries. Debido a la fragilidad de estos elementos, la planificación se asociará con la estructura dental restante y las demandas funcionales, de la posición del diente en el arco, la oclusión y la planificación de la rehabilitación.

5. Microinfiltración

Las innovaciones en materiales, equipos y técnicas continúan sofisticando los procedimientos endodónticos mejorando la incidencia del éxito clínico. Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten las deficiencias clínicas.

Las bacterias orales y sus subproductos juegan un papel importante en la producción de enfermedades pulpares y perirradiculares. Mantener el espacio pulpar libre de estos microorganismos es una tarea difícil ya que estos microorganismos tienen la capacidad de penetrar a través de espacios reducidos. ⁽²²⁾

Un desbridamiento completo y la conformación del conducto radicular junto con una obturación "hermética" puede prevenir la penetración bacteriana y asegurar un resultado endodóntico favorable. Durante años, el objetivo de los odontólogos ha estado en el tercio apical del conducto radicular. Sin duda, es un hecho conocido que la infiltración apical conduce a la contaminación, causando así las fallas endodónticas. Entonces, ¿por qué encontramos una tasa de fracaso del 20-30% en dientes bien sellados? El tercio apical del conducto radicular tiene una anatomía variable, no se puede ver a simple vista y es difícil de sellar. La parte coronal del conducto, por otro lado, tiene una anatomía más predecible, se puede visualizar y por lo tanto es fácil de sellar. Por lo tanto, el sello coronal se dio por sentado. Sin

embargo, en los últimos años, ha existido un enfoque significativo en el sello coronal del conducto radicular. La penetración de los microorganismos a través del extremo coronal del conducto radicular, causando recontaminación y fracaso posterior es un hecho probado. Dicha microinfiltración coronal puede afectar el resultado del tratamiento endodóntico. ⁽²³⁾

5.1. Etiología ⁽²²⁾

Microinfiltración se define como la "difusión de las bacterias, fluidos orales, iones y moléculas en el diente y la interfaz de material de relleno" o también como "el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material restaurador". Muchos estudios enfatizan que los materiales restauradores de los dientes no tienen márgenes estables, inertes e impenetrables sino que son dinámicos, que contienen tráfico de bacterias, iones y moléculas. Esta infiltración puede ser clínicamente indetectable, pero es un factor importante que influye en el éxito a largo plazo de la terapia endodóntica, ya que provoca muchos efectos biológicos que conducen a la recurrencia de la patología y el fracaso del tratamiento endodóntico.

La microfiltración salival con penetración bacteriana puede considerarse una causa importante de pérdida del sello coronal. Una cámara pulpar contaminada actúa como un medio para la infiltración de dos maneras. En primer lugar, pueden difundirse a lo largo de la interfaz entre el material de obturación y la pared del conducto radicular. Por lo tanto, penetran en sentido corono-apical afectan el sello apical, y causan la reinfección. En segundo lugar, también pueden penetrar a través de los canales accesorios en el piso de la cámara pulpar de los dientes multirradiculados, afectando la zona de la furca.

La microinfiltración coronal puede ocurrir en los siguientes casos ⁽²³⁾:

- Retraso en la restauración definitiva tras el tratamiento del conducto radicular.
- Restauración temporal inadecuado
- Fracturas dentarias
- Desajuste de la restauración final
- Alteración recurrente en los márgenes de la restauración.
- No asegurar la eliminación completa de caries o restauraciones defectuosas
- No examinar cuidadosamente el diente en busca de grietas o fracturas.
- No Establecer márgenes sanos de los dientes sobre los tejidos gingivales
- No lograr el aislamiento con goma dique, paso necesario para reducir la contaminación microbiana.

Cualquier tratamiento endodóntico se debe comenzar teniendo en cuenta el fin. No es aconsejable comenzar el tratamiento endodóntico de un diente que no puede ser restaurado. Si la restauración post-endodónica falla, la microinfiltración coronal puede conducir al fracaso endodóntico.

Una limpieza minuciosa y una irrigación abundante son obligatorios para evitar microinfiltraciones. El smear layer (barro dentinario) es un obstáculo importante para un sellado adecuado. El smear layer es una capa microcristalina de residuos dentinarios, que cubre las paredes del conducto radicular después de la limpieza y conformación. Si no se elimina, puede actuar como vía para la microinfiltración bacteriana.⁽²¹⁾ También obstruye los túbulos dentinarios, evitando la penetración del sellador. El smear layer comprende una parte orgánica, que puede ser eliminada por irrigantes tales como hipoclorito de sodio y una parte inorgánica, que requiere agentes quelantes tales como ácido etilendiaminotetraacético al 17% (EDTA) para su eliminación. El retiro de esta capa permeabiliza los túbulos dentinarios y mejora la adaptación del material obturador a las paredes del conducto. Alternando las soluciones de irrigación antes mencionadas junto con la instrumentación adecuada ayudará en su eliminación.⁽²³⁾

No importa lo bien que se pueda sellar el conducto radicular, si el extremo coronal no está adecuadamente sellado. Los selladores del conducto radicular son tan importantes como los materiales de obturación. Ayudan a sellar las discrepancias entre el material de obturación y las paredes del canal, sellan los canales laterales y accesorios y ayudan a una mejor adaptación. Ningún sellador o material de obturación es capaz de prevenir completamente la microinfiltración. Pero cuanto antes se restaure permanentemente el diente, menor será.

5.2. Infiltración a nivel micrométrico (infiltración bacteriana) y a nivel submicrométrico (nanoinfiltración)⁽²³⁾

Se puede deducir de la definición de microfiltración anterior que los espacios marginales alrededor de una restauración permiten a las bacterias pasar a la interfaz diente/restauración. Esto se considera microinfiltración bacteriana. Numerosos estudios han demostrado que una vez que las bacterias acceden a esta interfaz son capaces de proliferar con éxito a lo largo de esta área con el potencial de causar una respuesta adversa y caries recurrentes⁽²²⁾.

Sin embargo, todavía es cuestionable el tamaño de la brecha marginal alrededor de las restauraciones y la aparición de caries recurrentes. También se ha mencionado que la tasa de caries recurrentes aumenta significativamente con la extensión de la interfase. El origen de las bacterias que se encuentran en la interfase es todavía incierto, y su relación con el desarrollo de la infección recurrente aún no

se ha establecido. Se cree que las bacterias atrapadas dentro del smear layer pueden multiplicarse y provocar la recontaminación del sistema de conductos a través de la microfiltración.

También puede interpretarse que los materiales de relleno endodónticos o restauraciones con deficiente sellado marginal permiten que iones y moléculas tengan acceso y causar una microinfiltración a un nivel nano. Se ha informado que el paso del fluido a través de la dentina se ve afectado por la permeabilidad de la misma, la cual está marcadamente influenciado por distintos factores incluyendo el volumen de los túbulos dentinarios, la capa de smear layer, la calcificación de la dentina, etc.

5.3. Causas de la microinfiltración ⁽²²⁾

El fracaso del tratamiento del conducto radicular puede atribuirse a una serie de factores, pero la microinfiltración a través del sistema del conducto radicular es uno de los principales. Numerosos estudios han examinado este fenómeno, identificado muchas fuentes de posible contaminación y enfatizado el papel del clínico en la prevención de microinfiltración después de la terapia de conducto radicular. La progresión de la microfiltración se debe a la reacción bioquímica a largo plazo dentro del propio material y entre el material y el ambiente circundante.

5.4. Efecto de los irrigantes en la microinfiltración

Desafortunadamente, la acción mecánica de los instrumentos no puede alcanzar todas las áreas del sistema radicular debido a las complejidades anatómicas. Como resultado, las soluciones de irrigación tienen un papel importante en la preparación quimio-mecánica. El objetivo final de la instrumentación del conducto radicular y la irrigación es preparar un canal limpio, libre de bacterias y de residuos para la obturación ⁽²²⁾.

McComb y Smith informaron de la formación de una capa de smear layer sobre las superficies de las paredes del conducto radicular instrumentadas. La eliminación de esta capa ha sido objeto de controversia durante varios años. Muchos autores han demostrado que las superficies del canal sin smear layer permiten la penetración de los materiales de relleno en los túbulos dentinarios, aumentando la superficie de contacto, mejorando la retención mecánica y reduciendo la posibilidad de microinfiltración a través del canal radicular independientemente de la técnica de obturación.

El smear layer es uno de los factores que pueden afectar negativamente a la microfiltración apical y coronal comprometiendo el éxito a largo plazo del tratamiento.

Estas capas no deseadas de materiales orgánicos e inorgánicos deben ser eliminadas antes de la obturación de la radicular.⁽²³⁾

Se ha sugerido que la eliminación del smear layer puede permitir que los medicamentos intraconductos penetren más fácilmente en los túbulos dentinarios de los canales radiculares infectados y, en consecuencia, provocan un mejor procedimiento de desinfección.

Un propósito de la irrigación es eliminar el smear layer de las paredes de los canales instrumentados. El riego con EDTA solo puede eliminar la porción inorgánica de la capa de frotis. Por lo tanto, para eliminar completamente este smear layer, se debe combinar con un disolvente orgánico tal como el hipoclorito de sodio (NaOCl)⁽²³⁾.

La irrigación con NaOCl al 1% combinado con EDTA al 17% tuvo la menor microinfiltración coronal después de la obturación. Diferentes protocolos de irrigación pueden alterar la composición química y estructural de la dentina, afectando así la adhesión de los materiales unidos a la superficie de la dentina.^(22, 23)

La eliminación del smer layer y la desmineralización de la dentina peritubular deja los túbulos dentinarios ampliamente abiertos causando la penetración y la retención mecánica del sellador en los túbulos dentinarios y aumentando la superficie de adhesión entre las paredes del canal y los materiales de relleno. Esto demuestra que el sellado apical se incrementa significativamente cuando se elimina el smear layer reduciendo así la microinfiltración. Se ha observado que las muestras con smear layer tenían más microinfiltración que las muestras que la habían eliminado con EDTA.⁽²³⁾

La microfiltración es una causa importante de fracaso del tratamiento. El seguimiento a largo plazo de todos los casos es imprescindible porque la microinfiltración coronal no se manifiesta inmediatamente. Se puede observar sólo después de un período. El diente afectado debe ser evaluado para los signos y síntomas, la integridad de la restauración permanente, la presencia de alteraciones marginales y las patologías apicales.

Un punto importante a destacar es que un diente tratado endodónticamente no tiene inervación sensorial. Por lo tanto, la microinfiltración de las restauraciones coronales puede pasar desapercibida durante meses ya que el paciente no siente dolor o sensibilidad inicialmente. Por lo tanto, la microinfiltración coronal avanza silenciosa y discretamente, pudiendo causar daños extensos.⁽²²⁾

La falta de sello coronal puede conducir a un fallo endodóntico. La microinfiltración coronal puede ocurrir en cualquier momento desde el inicio del

tratamiento endodóntico, hasta que se completa la restauración definitiva. Cuanto menor sea el tiempo entre la preparación de la cavidad de acceso y la restauración permanente, menor será la microinfiltración. Las precauciones básicas tomadas durante cada paso del tratamiento pueden prevenir esta complicación y asegurar el éxito endodóntico.

6. Microtensil ⁽²⁴⁾

Microtensil, es una herramienta desarrollada y fabricada por BISCO Inc, utilizada para testear la resistencia de adhesivos sometidos a una microtensión. Es una herramienta de investigación de bajo costo, segura y fácil de utilizar.

Para realizar la medición, se confeccionan pequeñas muestras de dientes, restauradas con resina y el adhesivo que se desee estudiar. Una vez confeccionadas las muestras, se insertan dentro de una platina, donde se ejercerán fuerzas de tensión, previamente establecidas a través de un panel digital.

Este aparato ejercerá una fuerza de micro tensión continua, hasta establecer el punto en que se produce la fractura del material en cuestión.

El microtensil está diseñado para testear muestras de 1x1 mm de sección transversal, aproximadamente.

Los ciclos de trabajo demoran menos de 1 minuto en realizarse. Las fuerzas se miden a través de un medidor de fuerzas con lectura digital y visualización de fuerza de falla. La fuerza máxima medible permitida por el sistema es de 50 kgN.

La tecnología en odontología es cada vez más requerida en estos días para probar y testear los materiales utilizados en ella. En este estudio, específicamente se utilizará el Micro-tensile OM100, para medir la fuerza de unión adhesiva de los sistemas adhesivos a la dentina cameral. Además esta máquina tiene varios usos en odontología, ya que puede utilizarse para medir la resistencia en cerámicas de implantes dentales, resinas acrílicas, adhesivos, biomateriales, cementos, composite, elastómeros, implantes endóseos, yesos, polimetilmetacrilatos, polímeros, porcelanas, postes de fibra de vidrio, amalgamas, brackets, prueba de resistencia de hilo dental, implantes, jigs, adhesión a las estructura dental de materiales y creep ⁽²⁵⁾.

6.1. Pascal

Según la “Real academia de la lengua española (RAE)”, un pascal se define como una unidad de presión y de tensión del sistema internacional, equivalente a la que ejercer una fuerza de 1 newton sobre una superficie plana de 1 m² , perpendicular a la misma (Símbolo: Pa)

$$\text{Pascal} = \text{Fuerza [N]} / \text{Area [m}^2\text{]}^{(26)}$$

Un megapascal, en el sistema internacional de unidades, es un prefijo que indica un millón, es decir, para transformar una medición de Pascal a Megapascal, se debe multiplicar por este factor.⁽²⁶⁾

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la resistencia de unión adhesiva (MPa) del sistema adhesivo a la dentina intracameral posterior a la aplicación de 2 secuencias de irrigación.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia de la unión adhesiva (MPa) de la interfase dentina-sistema adhesivo con la secuencia de irrigación (Suero 0,9%; Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9%, Hipoclorito 5% -EDTA 18% -Hipoclorito 5% -Suero 0,9%) con respecto a un grupo control de suero al 0.9%.
- Comparar la resistencia de unión adhesiva (MPa) en el complejo dentina-adhesivo-resina ante secuencias de irrigación diferentes y un grupo control.

3. HIPÓTESIS

- Existirá una diferencia en la resistencia de la unión adhesiva de la interfase sistema adhesivo-dentina con una secuencia de irrigación convencional (Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9%) en comparación con los dientes irrigados con la secuencia experimental (hipoclorito 5%-EDTA 18%-Hipoclorito 5%-Suero 0.9%.)
- Existirá una diferencia en la resistencia de la unión adhesiva de la interfase sistema adhesivo-dentina con una secuencia de irrigación (Suero 0,9%; Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9%, Hipoclorito 5% -EDTA 18% - Hipoclorito 5% -Suero 0,9%) y un grupo control irrigado con suero al 0,9%.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se verá afectada la fuerza de unión adhesiva entre el sistema adhesivo y la dentina intracameral ante los diferentes protocolos de irrigación endodóntica?

MATERIALES Y MÉTODO

5. DISEÑO DEL ESTUDIO

En esta investigación se realizará un diseño cruzado experimental in vitro, doble ciego para poder determinar la resistencia de la unión adhesiva (RU) posterior a la aplicación de 2 secuencias de irrigación y un grupo control. Donde tanto el operador (1° ciego), como el estadístico (2° ciego) no tendrán acceso a saber a que grupo pertenece cada muestra.

En el diseño cruzado sólo se seleccionan casos, no hay sujetos control, ya que los controles son los mismos sujetos casos pero en un momento diferente al del

evento. Así, en estos estudios se compara la exposición en el “momento caso” con la exposición en uno, o varios, “momentos control”. Así, las comparaciones se realizan intrasujeto. Este hecho presenta varias ventajas: a) sólo se necesita muestrear casos, por lo que los costes de los estudios son menores; b) no hay sesgos de selección al elegir a los sujetos control y c) las posibles variables de confusión que se mantienen estables en el tiempo quedan automáticamente controladas por diseño. Así, la confusión potencial debida a edad, sexo, raza, genética y otras características fijas (conocidas y desconocidas, medibles y no medibles) se elimina.

6. MUESTRA/UNIVERSO/UNIDAD DE ESTUDIO

El universo a estudiar serán los dientes extraídos en la comuna de Valparaíso, donde la muestra necesaria serán 23 dientes extraídos en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso en las clínicas de cirugía, donde la unidad de estudio será el tercio coronal de los dientes seleccionados. Aplicando la fórmula de contraste de hipótesis para dos medias, ocupando un nivel de significancia de 95%, una potencia de 90%, con una desviación esperada es de 1.27 MPa, con un diferencia mínima esperada de 0.315 MPa.

Los dientes seleccionados serán aquellos extraídos íntegramente en las clínicas de cirugía durante el año 2017 en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso que no presenten fracturas verticales, tratamiento endodóntico previo ni gran destrucción o fractura coronaria que comprometa el tercio cervical. Los criterios de inclusión para efectos de este trabajo la edad son completamente indiferentes, así como el género, estado de salud, etc.

Con respecto a los dientes: No es relevante el estado de salud del diente, el hecho de que necesiten tener indicación de exodoncia implica que se espera dientes con patologías insalvables y están considerados en el estudio. No es necesario saber el tipo de diente, es indistinto.

El proceso de reclutamiento será por autoconsulta o derivación interna dentro de las clínicas de odontología de la Universidad de Valparaíso, existiendo por normativa interna, un proceso de ingreso y derivación de pacientes. De esta forma encontramos pacientes que acuden por consulta espontánea a realizarse los tratamientos. Los investigadores se acercarán a los pacientes en el contexto de la clínica de cirugía, donde los pacientes acuden voluntariamente a realizarse extracciones donde se les invitará a participar. Cabe destacar que la totalidad de estos dientes tienen indicación quirúrgica de extracción por motivos de salud.

7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN

Los dientes seleccionados serán aquellos extraídos íntegramente en las clínicas de cirugía durante el año 2017 en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso que no presenten fracturas verticales, ni tratamiento endodóntico previo ni gran destrucción o fractura coronaria que comprometa el tercio cervical.

8. VALOR SOCIAL Y CIENTÍFICO

La irrigación del conducto es el lavado fisicoquímico del mismo, con el fin de promover el desbridamiento, lubricación, desinfección, disolución tisular, remoción de colágeno y deshidratación dentinaria. Para ello se utilizan agentes químicos activos, denominados agentes irrigantes⁽²⁷⁾ Uno de los factores a los que se puede atribuir el fracaso de tratamientos endodónticos es la incorrecta biomecánica en la irrigación, lo cual involucra el tipo de irrigante a utilizar, los medios con los cuales se libera, la forma, y el espacio del conducto que se está trabajando, lo cual se obtiene en la preparación biomecánica, viéndose mayormente alterado en dientes curvos y conductos estrechos⁽²⁸⁾.

Sin embargo, este mismo procedimiento, inevitable para lograr salvar el diente, puede causar alteraciones en la relación dentina/resina, lo que podría alterar la restauración postoperatoria del caso a tratar y amenazar la sobrevivencia del diente debido a la disminución del sellado coronario. Aunque se ha avanzado enormemente en las restauraciones, la carencia de sellado y adhesión entre la restauración final y la estructura dental es un problema no menor que aún está presente en el tratamiento restaurador^(2,3). El sellado inmediato de los dientes tratados endodónticamente mediante materiales de restauración es una poderosa herramienta en la prevención de la filtración coronal temprana contribuyendo positivamente en el pronóstico de los tratamientos endodónticos⁽³⁾. Entre los materiales de restauración no temporal, encontramos a los adhesivos y resinas compuestas unidos a la dentina, los cuales se han recomendado para su uso intracameral en un intento de ser una barrera duradera contra la microfiltración evitando o dificultando la microfiltración coronal y apical. Sin embargo, la adhesión a la dentina y, por ende, la presencia de sellado puede verse afectada por muchos factores, entre ellos encontramos el efecto que producen los irrigantes químicos sobre la superficie dentaria, cuyo uso es necesario durante la limpieza y preparación del conducto radicular durante el tratamiento endodóntico, los cuales pueden alterar la composición química de la superficie de la dentina intracameral y radicular, afectando su interacción con los materiales utilizados para el sellado coronal⁽²⁾.

En síntesis, la irrigación es un proceso ineludible dentro del tratamiento de endodoncia, sin embargo, el tratamiento mismo sin una adecuada restauración coronaria provocará una mayor probabilidad de fracaso^(1,21). La posibilidad de que la

secuencia de irrigación altere la estabilidad físico química de la unión dentina-resina, entonces, es un factor importante que ayude a predecir los éxitos y sobrevida de los tratamientos, es por esto que la importancia de este tipo de estudios se enfoca en la posibilidad de ayudar a definir qué tipo de tratamientos rehabilitadores es recomendable hacer en los dientes tratados endodónticamente. ^(22,23)

Este trabajo genera impacto en la comunidad atendida por la Escuela de Odontología en Endodoncia y Operatoria, ya que nos permite perfeccionar la técnica de irrigación con el fin de aplicarlas sumado a los protocolos de operatoria en nuestros pacientes, disminuyendo los riesgos que de por sí tiene el proceso educativo por el proceso de adquisición de competencias profesionales. Por lo tanto, la aplicación de los resultados de este trabajo se verán reflejados en la comunidad (pacientes), mediante la modificación y/o afirmación de los protocolos de irrigación existentes.

9. VARIABLES (tabla I)

Irrigantes: Cualitativa, nominal.

Definición conceptual: Irrigante es una sustancia química utilizado en los procedimientos endodónticos, el cual accede a las zonas del sistema de conductos a los cuales el clínico no puede acceder de forma mecánica ⁽¹⁶⁾. La cual es aplicada en secuencia.

Definición Operacional: Sustancias químicas, que serán aplicadas sobre cortes longitudinales, de dientes previamente extraídos con la siguiente secuencia de irrigación (A) Suero 0,9%; Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9% y (B) Hipoclorito 5% -EDTA 18% -Hipoclorito 5% -Suero 0,9%.

Falla Adhesiva: Cualitativa, nominal.

Definición conceptual: Un fallo adhesivo sería aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas. ⁽¹⁵⁾

Se producen entre:

- Esmalte y Material Adhesivo
- Dentina y Material Adhesivo
- Resina compuesta y Material Adhesivo

Definición operacional: Será evaluado como “sí” y “no” existe falla adhesiva entre dentina y material adhesivo o resina compuesta y material adhesivo.

Resistencia de unión adhesiva: Cuantitativa, continua

Definición operacional: La adhesión es la propensión de partículas y/o superficies disímiles a adherirse o unirse entre sí y puede dividirse en tres tipos básicos. La adhesión específica se logra a través de interacciones moleculares entre el adhesivo y la superficie del sustrato. ⁽¹⁴⁾

Definición operacional: Será la fuerza necesaria para generar una falla adhesiva entre dos sustratos medido en un microtensil, expresado megapascales (MPa), la cual será consignada en una tabla.

Variable	Clasificación	Categoría/Unidad medida
Irrigante	Cualitativa, nominal	Grupo 1: Suero fisiológico 0.9%. Grupo 2: Hipoclorito de sodio 5% + EDTA 18% + suero fisiológico 0.9%. Grupo 3: Hipoclorito de sodio 5% + EDTA 18% + hipoclorito de sodio 5% + suero fisiológico 15%
Falla Adhesiva	Cualitativa, nominal	1: SI 2: NO
Fuerza adhesiva	Cuantitativa, continua	MPa

Tabla I: Descripción de variables

10. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE MUESTRAS

Todos los procedimientos serán realizado por los integrantes del equipo de investigación de este estudio en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Muestra.

Para el presente estudio experimental (in vitro) se utilizarán 23 dientes extraídos en la clínica de cirugía de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso bajo consentimiento informado y extraídos por indicación terapéutica, almacenados en agua destilada y extraídos en un plazo no mayor de 6 meses. Se utilizará un diseño cruzado donde los dientes serán cortados en sentido corono-apical obteniendo tres

cortes y se dividirán en 3 grupos (cada grupo conformado por 23 cortes, 1 corte de cada diente en cada grupo) según el protocolo de irrigación a emplear (un grupo control y dos protocolos distintos) y cada grupo será sometido a restauración mediante adhesivo y resina compuesta.

Técnica de corte dentario.

Cada diente se cortará en tercios en sentido mesiodistal y corono apical (verticalmente); tomando como referencia el tercio medio de cada pieza, para exponer el techo de la cámara pulpar y piso de la cámara pulpar. Se realizarán dos cortes adicionales; el primero, 0.5 mm apical al techo de la cámara pulpar en sentido mesio distal y horizontalmente; el segundo, 0.5 mm coronal al piso pulpar. El corte será realizado con una sierra de disco de diamante de baja velocidad para dejar expuesta las paredes de la cámara pulpar (figura 2).

Con la cavidad pulpar expuesta, se eliminará cuidadosamente los restos de pulpa dental utilizando un instrumento manual de extremo cortante, tratando de no dañar las paredes de la dentina. Todos estos cortes serán realizados por un integrante del grupo de tesis en laboratorio de investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Este estudio será realizado con recursos entregados por dicha entidad.

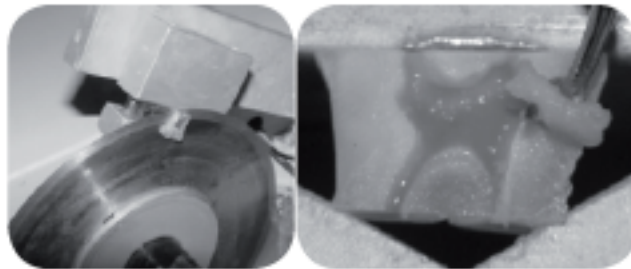


Figura 2

Técnica de irrigación.

Luego de limpiar la cámara pulpar de cada diente, se sumergirá en 10 mL suero fisiológico (NaCl concentrado al 0.9%), 10 mL de hipoclorito de sodio (NaOCL Hertz ® concentrado al 5%) y 10 mL de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA Ultradent® concentrado al 18%), de acuerdo al grupo al que pertenecerán, como se detalla a continuación:

- Grupo 1 (n=23) Suero fisiológico 0.9% por 5 minutos

- Grupo 2 (n=23); Hipoclorito de sodio 5% por 5 minutos + EDTA 18% por 1 minuto + suero fisiológico 0.9% por 5 minutos.
- Grupo 3 (n=23); Hipoclorito de sodio 5% por 5 minutos + EDTA 18% por 1 minutos + hipoclorito de sodio 5% por 5 minutos + suero fisiológico 15% por 5 minutos.

Después del procedimiento anteriormente detallado, las paredes de la cámara pulpar se lavarán con 10 mL de agua destilada a temperatura ambiente y se secaron secarán con aire por 5 segundos. El lavado servirá para remover restos de la sustancia utilizada y/o detritus desprendido por efecto del irrigante.

Aplicación del sistema adhesivo y resina compuesta.

Se irrigará con agua por 30 segundos y secará pasando gasas estériles sobre la superficie. Se aplicará el Adhesivo Single Bond Universal de 3M ESPE, un sistema adhesivo con solvente a base de etanol y agua, aplicándose enérgicamente 1 capa con un Micro Brush y se adelgazará cada capa con un chorro de aire, luego se fotopolimerizará por 20 segundos cada capa con una lámpara de fotocurado LED Ivoclar Vivadent modelo Bluephase NMC con una intensidad de luz 800 MW/cm² calibrada entre 430-490 nm. La inserción de la resina compuesta, Filtek Z350 (3M) se realizará con un instrumento manual (Hu-Friedy) para resina, colocando capas de 2 mm de grosor para sellar la cámara pulpar y cada capa se fotopolimerizará por 40 segundos con la misma lámpara de fotocurado anterior.

Fabricación de la Muestra

Después de agregar resina compuesta sobre la cámara pulpar, se procederá a cortar con una sierra diamantada de baja velocidad con abundante irrigación, trozos de 1mm por 1mm de área a nivel de las paredes de la cámara pulpar. El corte se realizará en sentido vestíbulo lingual (horizontal), abarcando dentina y resina compuesta (Figura 3).

Las dimensiones exactas serán calibradas cuidadosamente usando un micrómetro digital.

Cada espécimen será rotulado según el grupo de irrigantes endodónticos; posteriormente, se realizó la prueba adhesiva (microtensil). La obtención de las muestras se realizará en un ambiente con temperatura y humedad controladas.

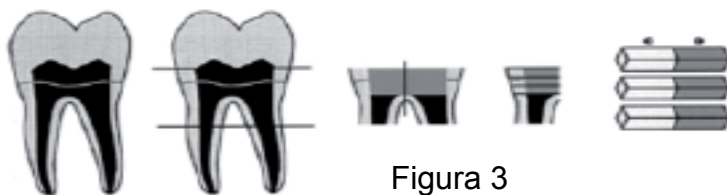


Figura 3

Representación esquemática para la obtención de la muestra.

- Corte sentido mesio-distal de los dientes
- Corte de cámara pulpar
- Colocación de resina intracameral
- Corte de los especímenes
- Muestra terminada 1 mm * 1mm de área .

Prueba adhesiva

Los especímenes serán fijados cuidadosamente en sus extremos a un dispositivo de prueba, utilizando para esto cianoacrilato. Luego de fijar los especímenes al dispositivo de prueba, cada uno de estos se fijará en los aditamentos de la máquina de prueba universal; se realizará la tensión y se calculará la falla adhesiva hasta que el espécimen se rompa. Cada falla será expresada en megapascales (MPa).

Luego de la investigación los dientes serán destruidos según protocolo de bioseguridad.

11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Instrumento de Medición

Los datos se registrarán en una base de datos bajo el formato Excel donde se registrará grupo a la cual pertenece la muestra, el número de la muestra, área de la misma, fuerza ejercida por microtracción y la resistencia obtenida. Se tendrán la muestras donde se conocerá el área a ejercer la fuerza, posteriormente se utilizará la máquina microtensiómetro micro-tensil OM 100, que nos entregará la fuerza en Newton (N) necesaria para producir la falla. Mediante la formula $\text{Resistencia} = \text{Fuerza (N)} / \text{Área (m}^2\text{)}$, obteniéndose (en MPa) la presión necesaria para producir la falla de la muestra, pudiendo evaluar la resistencia de unión adhesiva. La falla adhesiva será expresada en la base de datos como “SI” – “NO”.

- Análisis Estadístico

Se calcularán los promedios y las desviaciones estándar de la resistencia de unión adhesiva a la microtracción, debemos determinar si los resultados son homogéneos o no homogéneos, y para lo cual debemos realizar la prueba de Bartlett y posteriormente para el análisis de normalidad utilizaremos la prueba de Shapiro-Wilks. En el caso que las pruebas nos arrojen que los resultados son paramétricos, utilizaremos ANOVA.

En el caso que las pruebas nos arrojen resultados no paramétricos, utilizaremos el test U de Mann-Whitney.

Para los análisis estadísticos, utilizaremos el software Stata 13.0

12. CALIBRACIÓN

Se realizará una reunión para calibrar a los evaluadores respecto a lo que se debe considerar falla adhesiva, según las definiciones operacionales. Serán dos los encargados de registrar el fallo, por ende, se realizará la prueba de concordancia de Kappa, donde se considerará un valor de Kappa mínimo de 0,81 aceptable para

continuar con la investigación. Tendremos un tipo de concordancia en consistencia ya que ninguno de los investigadores es un Gold Estándar. En relación a la variable de resistencia de unión adhesiva, no será necesario realizar una calibración de los investigadores, ya que es el instrumento de medición el que dará el resultado.

Resultados

Resistencia de unión adhesiva

Estadística descriptiva

GRUPO	N	MÍN.	MEDIA	MÁX.	D.E.
CONTROL	66	1,62	6,31	17,08	3,58
CONVENCIONAL A	67	1,92	8,22	19,95	4,25
EXPERIMENTAL B	69	3,23	8,55	24,38	3,46

Tabla II: Media y desviación estandar de los grupos

En la tabla II, es posible observar que el grupo control presenta un promedio por debajo de los grupos A y B. El grupo A resulta ser más heterogéneo que el resto y el grupo B presenta mayor mínimo y máximo en relación a los demás grupos.

Normalidad

GRUPO	CONTROL	CONVENCIONAL (A)	EXPERIMENTAL (B)
valor-p	0,00	0,00	0,00

Tabla III: Resultados prueba de normalidad

En la tabla III, se realiza un test de normalidad para saber si será posible utilizar la prueba paramétrica ANOVA. Debido a que no todos los grupos cumplen la normalidad se debe utilizar la prueba no paramétrica Test de Igualdad de Medianas para k muestras.

Igualdad de Medianas

TEST DE IGUALDAD DE MEDIANAS

valor-p	0,003
----------------	-------

Tabla IV: Resultados prueba no paramétrica Test de igualda de Medianas

En la tabla IV, al realizar un Test de Igualdad de Medianas se concluye que existe diferencia significativa en al menos un par de los grupos del estudio.

Al observar la tabla de estadística descriptiva, se puede concluir que la mayor diferencia existe entre el grupo Control y el grupo B, seguida de la diferencia entre el

grupo Control y el grupo A. Entre los grupos A y B no se ha observado gran diferencia.

Tipo de falla

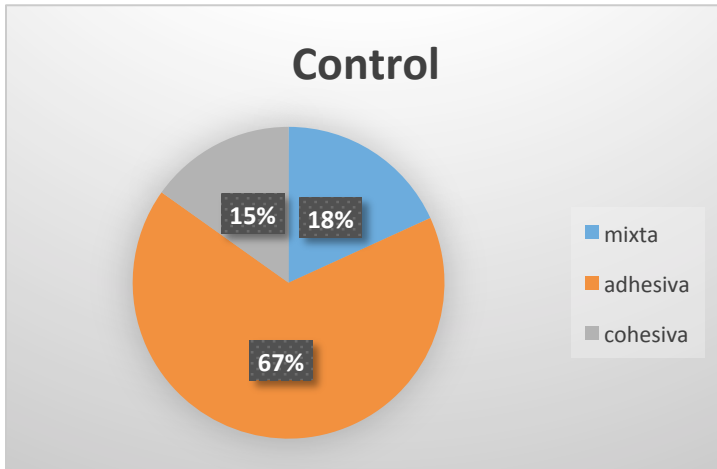


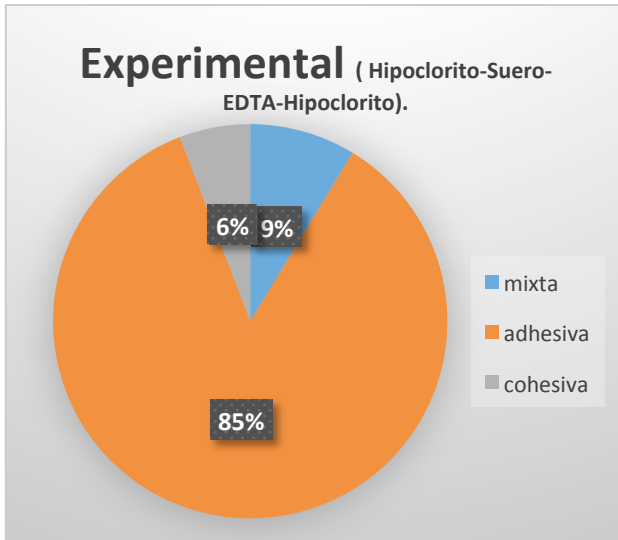
Figura 4

Al analizar la distribución del tipo de fallas que se observan en el grupo solo irrigado con suero, presenta una mayor cantidad de fallas de tipo adhesiva (67%) (Figura 4).



Figura 5

En este grupo donde se aplicó el protocolo de irrigación convencional de la universidad de Valparaíso, de igual manera existe un predominio (76%) de fallas de tipo adhesiva (figura 5).



En este grupo, el cual es un protocolo de irrigación experimental se obtuvo de la misma manera un predominio en fallas de tipo adhesivas (85%) (Figura 6).

Figura 6

Box Splot (figura 7)

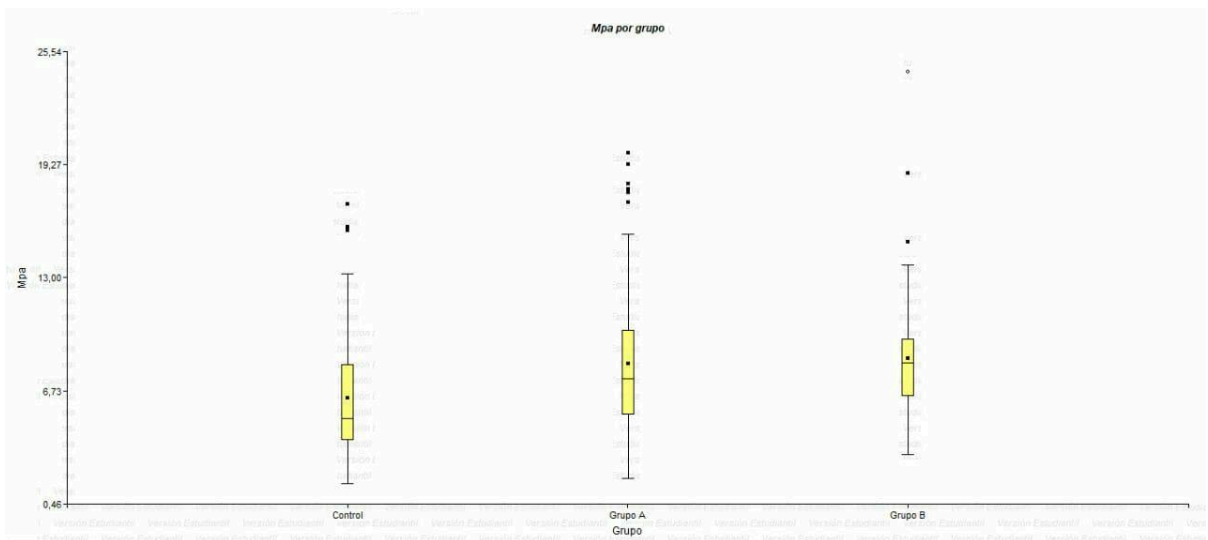


Figura 7

En este gráfico de box splot se puede observar una comparación entre los tres grupos de estudio, donde no se encuentran grandes diferencias, solo varía los puntos máximos y mínimos. Además de la cantidad de datos atípicos es mayor en el grupo A.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es evaluar la resistencia de unión adhesiva del sistema adhesivo a la dentina intracameral posterior a la aplicación de 2 secuencias de irrigación y un grupo control (Grupo 2: Hipoclorito- EDTA-Suero, Grupo 3: Hipoclorito-Suero-EDTA-Hipoclorito y Suero). Cabe destacar la importancia de obtener dicha información en este ámbito apuntando a mejorar protocolo de irrigación en Endodoncia existente en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Los resultados de este estudio mostraron que el grupo 1 (irrigación con suero fisiológico) en comparación con ambos protocolos de irrigación establecidos (grupo 2 y 3) mostró una resistencia de unión adhesiva significativamente menor. Mientras que los protocolos de irrigación entre sí no mostraron mayor diferencia en su efecto ante la resistencia de unión adhesiva, concordante con lo expresado en el estudio Nagpal en el 2014⁽²⁹⁾, donde la combinación EDTA-Hipoclorito mostró resistencia de unión adhesiva más alta que los controles con suero fisiológico en el uso de adhesivo autograbante, esto se puede deber al efecto sobre la capa híbrida formada en la superficie dentinaria, que ayudaría a mejorar la adhesión. Sin embargo, estos resultados son discordantes con el estudio realizado por Calvalho et al (2017), donde los sistemas de adhesivos no fueron influenciados por ningún protocolo de irrigación endodóntica. Sólo el factor "sistema adhesivo" fue estadísticamente significativo ($p < 0,024$ y $0,005$, respectivamente, para el esmalte y la dentina). Los protocolos de irrigación endodóntica (hipoclorito de sodio al 5% o solución al 2% de gel-solución de clorhexidina combinada con 17% de EDTA) no ponen en peligro la resistencia de los sistemas adhesivos al esmalte coronal y/o a la dentina⁽³⁰⁾. Comparado a los resultados del presente estudio, donde sí existe una diferencia entre grupos experimentales, no pudiéndose afirmar que los protocolos de irrigación endodóntica afecten la unión de fuerza adhesiva. Por ende, se observa que la variable secuencia de irrigación endodóntica no es un factor determinante a la hora de restaurar un diente, no así el tipo de protocolo de sistema adhesivo a utilizar, debido al distinto tratamiento que se realiza sobre la capa híbrida en la superficie de la dentina por lo cual se depende más de las características propias del sistema adhesivo que de la irrigación, es por esto que se sugiere realizar líneas de investigación comparando los sistemas de grabado total y autograbantes, determinando la resistencia de unión adhesiva en ambos casos, independiente de la secuencia de irrigación.

Las soluciones de irrigación endodóntica se aplican para disolver el tejido orgánico, actúan como antimicrobianos y ayudan a desbridar el sistema del conducto radicular⁽³¹⁾. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que estas sustancias pueden influir en la calidad y resistencia de adhesión a la dentina, particularmente cuando se usan irrigantes endodónticos en concentraciones más altas. De acuerdo al estudio de Barutcgil et al (2012), se observa una reducción significativa en la fuerza

de unión adhesiva a las paredes de la dentina cameral luego de la aplicación de EDTA a distintas concentraciones con ambos sistemas adhesivos⁽³²⁾. Se sabe que cualquier cambio en la relación del calcio (Ca^{+2}) puede causar un cambio en la proporción original de componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina, lo que resulta en un cambio en la microdureza, permeabilidad y características de solubilidad de la dentina. También puede influir en la capacidad de sellado y adherencia de la dentina del material dental. La adhesión a la dentina depende en realidad de la presencia de Ca^{+2} residual en el área de unión, como se evidencia por una reducción significativa en la resistencia de unión de algunos materiales adhesivos causada por el agotamiento parcial de Ca^{+2} superficial⁽³²⁾. Es por esto se espera que los valores de resistencia de unión adhesiva sean menores después de realizados los protocolos de irrigación endodóntica, aunque queda de manifiesto que dichos efectos pueden ser manejados por la concentración utilizada y tiempo de exposición del irrigante al que queda expuesta la superficie.

La aplicación de EDTA, que proporciona la eliminación del smear slayer y la creación de zonas dentinarias desmineralizadas, permite así una mayor interacción de los sistemas adhesivos con la dentina, aumentando la energía superficial de la dentina y permitiendo la retención micromecánica del adhesivo independiente del tipo. El rendimiento de la unión adhesiva depende en gran medida del acondicionador dentinario. La penetración, gracias al uso de un agente ácido suave, tal como EDTA 17%, mejora la resistencia de unión adhesiva. La unión de resistencia adhesiva se comporta mejor cuando se utiliza un primer autoadhesivo como acondicionador de la dentina, probablemente evitando la formación de una zona defectuosa en la base de la capa híbrida. Los resultados globales indican que se pueden lograr mayores fuerzas de adhesión al acondicionar la dentina con agentes de ataque más suaves, lo que sugiere que una desmineralización más profunda puede impedir la infiltración adecuada de la resina, comprometiendo así el enlace⁽³³⁾. Esto sugiere que los sistemas adhesivos de 5º y 6º generación, los cuales basan su sistema en la incorporación de la capa híbrida en la superficie adhesiva (denominada capa integrada), sean apropiados para su uso en la dentina debido a que el nivel de penetración del adhesivo es igual a la desmineralización de la superficie dentinaria. Por lo anterior, surge la necesidad de continuar investigando sobre el uso del EDTA en concentraciones más bajas como tratamiento de la superficie dentaria para la posterior adhesión, ya que esto favorecería unión existente entre dentina y material restaurador.

A su vez, en este último estudio, la aplicación del sistema adhesivo autoadhesivo promovió una resistencia de unión similar entre el grupo control (sin solución de irrigación) y el grupo irrigado con NaOCl al 1% seguido de EDTA al 17%, lo que

sugiere que la erosión en la superficie de la dentina causada por EDTA no afectó formación de enlaces dentina-resina⁽³⁴⁾.

Por su parte, Cecchin et al (2010) menciona que la adhesión de los materiales restauradores a la dentina de los dientes tratados endodónticamente puede ser alterada cuando se utilizan soluciones de irrigación como NaOCl y EDTA previo a la aplicación del sistema adhesivo, observando que se obtienen mayores valores de adhesión usando sistemas adhesivos en dentina no tratada previamente con las soluciones de irrigación. Los resultados de dicho estudio revelaron que la irrigación con NaOCl al 1% durante 1 h (reaplicado cada 5 min) disminuye su fuerza de unión adhesiva. Una probable explicación de este hecho es la morfología superficial de la dentina tratada con NaOCl, donde no se elimina el smear layer y, por ende, no se exponen los túbulos dentinarios, sumado a la formación de radicales libres y oxidación que produce el NaOCl en la superficie dentaria donde la presencia de oxígeno limita las propiedades y polimerización de los sistemas adhesivos.

Con los antecedentes anteriormente mencionados, se destaca que los sistemas adhesivos autoadhesivo como los autograbantes, los cuales han reemplazado el ácido fosfórico por un ácido orgánico débil (con una acidez inicial elevada) y que incorporan el smear layer en la capa híbrida, aumentan la resistencia de la unión adhesiva. Otro factor que podría justificar los mayores resultados de adhesión en comparación con los sistemas convencionales puede estar relacionado con la presencia residual de agua en la interfase adhesiva. Algunos estudios mostraron que el NaOCl afecta la resistencia de adhesión de los materiales adhesivos a la dentina, sin embargo, presentan diferentes metodologías de las utilizadas en este estudio, en cuanto a concentración, tiempo de inmersión y forma de presentación de los irrigantes, dificultando la comparación apropiada con los resultados obtenidos^(31,35,36). En el presente estudio, donde se utilizó un sistema adhesivo autoadhesivo, no se presenta el problema de la interferencia que produce el lavado con agua después de la aplicación del ácido fosfórico. Ante lo anterior, se observa que un punto relevante de este estudio fue obtener que la secuencia de irrigación no tiene una mayor trascendencia en los valores de resistencia de unión adhesiva por lo que el siguiente paso a determinar sería cual sistema adhesivo sería el más indicado para lograr el apropiado sellado del tercio coronario.

Los estudios que se han llevado a cabo para evaluar la interacción entre algunos sistemas adhesivos y la dentina de la cámara pulpar previamente sometida a tratamiento con NaOCl establecen que, independiente del sistema adhesivo y la concentración del NaOCl, la fuerza de adhesión tiende a disminuir, reportando una disminución de hasta 23 % de la resistencia de unión de adhesión⁽³⁴⁾. Los mejores resultados se obtienen cuando se utilizaban adhesivos autograbante, debido a que estos adhesivos poseen en su composición ácidos débiles, que provocan un cambio

menor en la estructura de la paredes de la dentina, que los ácidos fuertes de los adhesivos que utilizan grabado total. La pérdida de la fuerza de adhesión podría ser recuperada cuando la irrigación con NaOCl fue seguida por ácido ascórbico al 10% o ascórbico sódico al 10%, que se encarga de estabilizar los radicales libres y, por ende, no interferirían en la polimerización de los sistemas adhesivos. Sin embargo, una prueba mecánica de adhesión no puede evaluar los cambios causados por NaOCl en la estructura de la dentina^(34,36).

Cuando se realiza una metodología de diseño cruzado experimental in vitro, doble ciego, se tiene la ventaja que un mismo cuerpo de experimentación está sujeto a los 2 protocolos de irrigación que se utilizaron y un control, por ende, se evitan sesgos en la selección de sujetos. Es por esto que se sugiere que las líneas de investigaciones futuras que deriven de este estudio se realicen con el mismo tipo de diseño experimental para que a su vez los resultados conseguidos sean comparables. Toda experimentación in vitro tiene como objetivo brindar una información inicial al profesional, en este caso brindar la información sobre la adhesión en dentina intracameral tratada con diferentes protocolos de irrigación; pero los resultados distan de la realidad clínica, la dentina no posee las mismas características, el manejo de las variables ambientales se hacen más simple y controlables, sirviendo solo como un punto de partida para evaluar resultados, siendo el siguiente paso a seguir la evaluación in vivo de los conocimientos adquiridos, donde surgirán otras variables y antecedentes importantes de tomar en cuenta para obtener información fidedigna para su futura aplicación.

Es necesario mencionar que existen otros factores importantes como las distintas técnicas de obturación ya sea tanto en bloque como la estratificación oblicua de la resina compuesta, el manejo del estrés de contracción propio de la polimerización de la resina, la técnica de fotopolimerización y la lámpara de fotocurado utilizada, el volumen de cada incremento, el porcentaje de relleno de la resina, entre otros. Donde todos ellos pueden interferir en el éxito del resultado final del sellado de la obturación coronal. Es importante considerar estos puntos para futuras investigaciones.

Otro dato no menor es que al llevar a la vida real, hay muchos factores o variables que son difíciles de controlar y que se agregan a los mencionados, debido a las condiciones en el medio bucal, donde es realizado el procedimiento. Entre estas variables encontramos: el tiempo de trabajo clínico, aislamiento, el tipo de técnica de obturación y sellado de conducto, lo que involucra materiales como cemento de obturación y gutapercha, los cuales pueden quedar en forma de residuos en la cámara, afectando en la resistencia de unión adhesiva de los materiales restauradores.

Estas circunstancias pueden llevar al fracaso a cualquier tratamiento restaurativo, ya sea una restauración con resina, una incrustación, un poste y/o una corona. Por lo tanto este estudio brinda un punto de vista que podría ayudar a superar los problemas adhesivos que se pueden presentar en múltiples casos clínicos.

Se sugiere continuar investigando el tema presentado, debido a la importancia de la resistencia de unión adhesiva en las restauraciones de dientes tratados con endodoncia para asegurar la durabilidad de las restauraciones futuras. Es necesario ir mejorando los protocolos ya establecidos con la nueva evidencia disponible y ampliar futuras temáticas de investigación apuntando para obtener una base científica de peso que justifiquen el uso clínico de un sistema adhesivo autograbante o la utilización de ácido ortofosfórico para el sellado del tercio coronario de la raíz.

CONCLUSIÓN

Al evaluar la resistencia de unión adhesiva del sistema adhesivo en la dentina, se encuentra que se producen fallas, dentro de las ellas, la más común en todos los grupos que se observa es la falla adhesiva, seguida de la falla mixta (adhesiva y cohesiva) y finalmente la falla cohesiva.

A su vez, a través de los resultados obtenidos de los procedimientos realizado con respecto a los valores de resistencia de unión adhesiva de la interfase sistema adhesivo-dentina en una secuencia de irrigación convencional (Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9%) en comparación con los dientes irrigados con la secuencia experimental (hipoclorito 5%-EDTA 18%-Hipoclorito 5%-Suero 0.9%), se obtuvo que en la primera secuencia resultó una media de 8.22 MPa con respecto al valor de 8.55 MPa que entregó la resistencia de la secuencia de irrigación experimental, donde no se encontraron diferencias significativas entre los valores obtenidos, rechazándose la hipótesis inicial sobre que existiría una diferencia entre ambas secuencias de irrigación.

Además, comparando ambas secuencias de irrigación con un grupo control se encontró que existieron diferencias significativas en el valor de resistencia de unión adhesiva, comprobando la segunda hipótesis planteada.

SUGERENCIAS

Se sugiere que para futuras investigación en esta área, se aplique un mayor tiempo de evaluación de las muestras, se estandarice una forma de aplicación de la resina, con una técnica de fotopolimerización establecida para eliminar variables que pueden influenciar los resultados obtenidos.

A su vez, se considera importante extender este estudio a la aplicación de diferentes sistemas adhesivos (grabado total, autograbante, autoadhesivo), utilizando un solo protocolo de irrigación con el objetivo de sumar esta nueva información a la anterior y posteriormente aplicarla in vivo, analizando los nuevos factores que surgirán dando finalmente la aplicación clínica real.

RESUMEN

Background: Parte importante del éxito del tratamiento de endodoncia es el sellado coronal. Los protocolos de irrigación, necesarios en la preparación del conducto en el tratamiento endodóntico, pueden afectar la composición química superficial de la estructura dentaria, así como a la posterior adhesión del material restaurador.

Objetivo: Evaluar la resistencia de unión adhesiva (MPa) del sistema adhesivo a la dentina intracameral posterior a la aplicación de 2 secuencias de irrigación. (Suero 0,9%; Hipoclorito 5%-EDTA 18%-Suero 0.9%, Hipoclorito 5% -EDTA 18% - Hipoclorito 5% -Suero 0,9%) con respecto a un grupo control de suero al 0.9%.

Materiales y método: Se utilizó un diseño cruzado experimental in vitro, doble ciego. Se recolectaron 23 molares. Cada diente se cortó en tercios, en sentido mesio-distal y corono-apical (verticalmente), exponiendo el techo y piso de la cámara pulpar, se realizaron 2 cortes adicionales, el primero 0,5 mm sobre el techo de la cámara y el segundo 0,5 mm bajo el piso de la cámara pulpar (horizontalmente). Luego, se separaron las muestras en 3 grupos, a cada uno de ellos se aplicó un protocolo de irrigación diferente, para posteriormente secar, aplicar adhesivo Single Bond Universal de 3M ESPE y finalmente resina Filtek Z350, fotopolimerizando 20 segundos por capa. Posteriormente, se cortaron trozos de 1mm por 1mm de área a nivel de las paredes de la cámara pulpar. El corte se realizó, abarcando dentina y resina compuesta. La prueba adhesiva fue realizada en microtensil hasta que la muestra se rompió. Cada falla fue expresada en megapascales (MPa).

Resultados: Se encontraron diferencias significativas de los valores de las medias del grupo control y ambos protocolos de irrigación, siendo estos últimos mayores. Sin embargo, entre ellos no hubo diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la descripción del tipo de falla, se determinó que la de mayor frecuencia fue la falla adhesiva, seguida de la falla mixta y luego la falla cohesiva en todos los grupos.

Discusión: Se observa que no es posible afirmar que los protocolos de irrigación endodóntica afecten la unión de fuerza adhesiva. Por ende, no es un factor determinante a la hora de restaurar un diente, no así el tipo de sistema adhesivo a utilizar, debido al distinto tratamiento que se realiza sobre la capa híbrida en la superficie de la dentina por lo cual se depende más de las características propias del sistema adhesivo que del protocolo irrigación.

Conclusión: Se presentaron diferencias significativas al comparar los protocolos de irrigación con el grupo control. Sin embargo al comparar los valores obtenidos entre ambos protocolos no se hallaron diferencias estadísticamente significativas, rechazándose la hipótesis inicial sobre que existiría una diferencia entre ambas secuencias de irrigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bronzato J, Cecchin D, Miyagaki DC, Affonso de Almeida JF, Randi Ferraz CC. Effect of cleaning methods on bond strength of self-etching adhesive to dentin. *J Conserv Dent*. 2016; 19(1): 26–30.
2. Ayar MK. Bond durability of contemporary adhesive systems to pulp chamber dentin. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2015; 1(2-4): 76–80.
3. Moghaddas MJ, Moosavi H, Ghavamnasiri M. Microleakage evaluation of adhesive systems following pulp chamber irrigation with sodium hypochlorite. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014; 8 (1): 21–26.
4. Galafassi D, Colucci V, Cecchin D, Scatena C, Nascimento TN et al. Effect of Endodontic Irrigants on Microtensile Bond Strength to Dentin After Thermocycling and Long-Term Water Storage. *J. Dentistry, Tehran University of Medical Sciences*. 2013; 10 (5): 426-435.
5. Kandaswamy D, et al. Root Canal Irrigants. *J Conserv Dent*. 2010; 13(4): 256-64.
6. Cohen, S. *Vías de la Pulpa* (Novena edición ed.). San Francisco, California, Estados Unidos: Elsevier Mosby. 2008.
7. Gomez de Ferraris. *Histología y embriología bucodental* (Tercera edición) Editorial America Panamericana; 2009. Capítulo 9: Complejo dentino-pulpar II: Dentina; p. 235-270.
8. Ivancik J, Arola D. The importance of microstructural variations on the fracture toughness of human dentin. *Biomaterials*. 2013; 34(4): 864–874.
9. Larson TD. Part One: The Restoration of Non-Vital Teeth: Structural, Biological, and Micromechanical Issues in Maintaining Tooth Longevity. *Journal of the Minnesota Dental Association*. 2006; 85 (5): 29-35.
10. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of literature Part 1. Composition and micro and macrostructure alterations. *Quintessence Int* 2007; 38: 733-743.
11. Nagasiri R, Chitmong Kolsuk S. Long term survival of endodontically treated molars without crown coverage: retrospective cohort study. *J. Prosthet Dent* 2005; 93:164-70.
12. Henostroza G. *Adhesión en Odontología Restaurador* (Primera edición). Editora Maio. 2003; Capítulo 2: Fundamentos de la adhesión dental: 27-28.
13. Oscar Steembecker. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. 2006; Capítulo 8: Principios sobre adhesión: 283.
14. Adhesion and Cohesion, J. Anthony von Fraunhofer, *Int J Dent*. 2012; 2012: 951324.
15. Esteban Herrera I. Fracaso en la adhesión. *Av. Odontoestomatol*, 2005; 21-2: 63-69.

16. Kaneshima T, et al. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and adhesive resin cement. *Open Dent.* 2000 May; 25 (3): 195-201
17. Soares, Goldberg. Procedimientos químicos auxiliares de la preparación quirúrgica. *Endodoncia técnica y fundamentos.* Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2003. 127-132.
18. Bitter K, Polster L, Askar H, von Stein-Lausnitz M, Sterzenbach G. Effect of final irrigation protocol and etching Mode on bond strength of a multimode adhesive in the root canal. *J Adhes Dent.* 2017; 19 (3): 245-252
19. Clifford J. Ruddle. Limpieza y remodelado del sistema de conductos radiculares. *Vías de la pulpa.* Octava edición. Madrid, España: Elsevier; 2004.
20. Lapria Faria A, Silveira Rodrigues R, Pereira de Almeida R, Chiarello de Mattos M, Faria Ribeiro R. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. *Journal of Prosthodontic Research.* 2011; 55: 69–74
21. Polesel A. Restoration of the endodontically treated posterior tooth. *Giornale Italiano di Endodonzia.* 2014; 28: 2-16.
22. Mandke L. Importance of coronal seal: Preventing coronal leakage in endodontics. *Journal of Restorative Dentistry.* 2016 September; 4(3): 71-75.
23. Muliyar S, Shameem K, Thankachan R, Francis P, Jayapalan C et al. Microleakage in Endodontics. *Journal of International Oral Health.* 2014; 6(6): 99-104
24. www.bisco.com. Micro Tensile Tester. USA: bisco.com; 2016 [acceso el 25 de noviembre de 2016]. <http://www.bisco.com/micro-tensile-tester/>
25. Test Machines, Grips and Fixtures. (2017). *Dentistry Applications of Material Test Equipment.* 31 de julio 2017, de Test Resource Sitio web: <http://www.testresources.net/applications/industry/biomedical/dental/dentistry-applications-of-material-test-equipment/>
26. Douglas Giancoli. *Flúidos. Física: principios con aplicaciones.* Sexta Edición. Mexico: Pearson; 2007. 257
27. Teixeira C, Felipe M, Felipe W. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J.* 2005; 38(5): 285- 290.
28. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, Rowell J. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Australian Dental Journal.* 2006: 245-251.
29. Nagpal R, Manuja N, Pandit I. Adhesive bonding to pulp chamber dentin after different irrigation regimens. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry* (2014); 5: 1–7.

30. Carvalho M, Carvalho V, Sunsin A, Oliveira R et al. Endodontic Irrigation Protocols: Effects on Bonding of Adhesive Systems to Coronal Enamel and Dentin 2017; 12(5): 1-7
31. Mohammadi Z, Yaripour S, Shalavi S, Palazzi F et al. Root Canal Irrigants and Dentin Bonding: An Update. Iranian Endodontic Journal 2017;12(2): 131-136.
32. Barutçigil Ç, Arslan H, Özcan E, Harorlı OT. Microtensile bond strength of adhesives to pulp chamber dentin after irrigation with Ethylenediaminetetraacetic acid. J Conserv Dent. 2012; 15(3): 242–245.
33. GarciaGodoy F, Loushine RJ, Itthagarun A, Weller RN et al. Application of biologically oriented dentin bonding principles to the use of endodontic irrigants. Am J Dent. 2005;18:281–90.
34. Galafassi D, Colucci V, Cecchin D, Scatena C et al. Effect of Endodontic Irrigants on Microtensile Bond Strength to Dentin After Thermocycling and Long-Term Water Storage. Jdt.tums. 2013; 10 (5): 426-435.
35. Trindade T, Batista Moura L, Raucci Neto W, Furtado Messias D et al. Bonding Effectiveness of Universal Adhesive to Intracoronary Bleached Dentin Treated with Sodium Ascorbate. Brazilian Dental Journal. 2016; 27(3): 303-308
36. Cecchin D, Farina A, Galafassi D, Baroni J et al. Influence of sodium hypochlorite and edta on the microtensile bond strength of a self-etching adhesive system. J Appl Oral Sci. 2010;18(4): 385-389.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE DIENTES EXTRAÍDOS EN LA INVESTIGACIÓN TITULADA "EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE LA ADHESIÓN DE LA RESINA A LA DENTINA INTRACAMERAL LUEGO DE LA APLICACIÓN DE 2 PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN"

Este formulario consta de dos partes:

- La hoja informativa
- El certificado de consentimiento (para registrar su autorización)

Usted recibirá una copia de este formulario completo

Parte 1: Hoja informativa

El estudio dirigido por el Dr. Carlos Marchant Pizarro, docente de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso, es una investigación que tiene como objetivo estudiar el efecto de los irrigantes (líquidos) que se usan en un diente durante un tratamiento de Endodoncia (tratamiento de conducto) en cuanto a la adhesión (unión) con restauraciones posteriores que se harán en el diente.

Para esta investigación, es necesario utilizar dientes (o restos de éstos) con indicación de extracción, es decir, que no pueden ser mantenidos en boca debido al daño que presentan o debido a que las indicaciones del dentista que lo atiende hacen pertinente extraerlo. Estos dientes serán desinfectados y esterilizados. Luego serán sometidos a procedimientos de corte y adhesión de materiales de restauración, para después ser analizados en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

La donación del diente (o resto de éste) es anónima, por lo que su nombre y rut sólo quedarán registrados en este consentimiento. Su diente se mantendrá custodiado y bajo llave por el Dr. Carlos Marchant Pizarro. Terminada la investigación, que dura un año, su diente será eliminado.

Es importante destacar que la investigación realizada no tiene beneficios para usted. Asimismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes entregados para esta investigación. La donación es completamente voluntaria y si decide no donar su diente, no afectará sus tratamientos en la Escuela de Odontología de la Universidad De Valparaíso.

Esta investigación cuenta con la aprobación del Comité Ético- Científico de la Universidad de Valparaíso (CEC-UV), 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 investigación. El CEC-UV es presidido por Dra. Eva Madrid. Si desea realizar alguna consulta puede comunicarse con la secretaria del CEC-UV Srta. Mariana Rodríguez al teléfono 32-2603136 o al email de contacto es cec.uv@uv.cl,

Si tiene alguna duda posterior a la firma de este documento puede hacerlo comunicándose con la Dr. Carlos Marchant Pizarro, Docente de la Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, ubicada en Subida Carvalo 211, Playa Ancha, Valparaíso. Teléfono: 32 2508520, email: carlos.marchant@uv.cl

Firma del investigador responsable:

Parte 2. Certificado de Consentimiento para diente extraído

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

NOMBRE DEL PACIENTE _____

FIRMA DEL PACIENTE _____

FECHA (DÍA/MES/AÑO) _____

Si es analfabeto:

He atestado la lectura precisa de este formulario de consentimiento informado al paciente, quien ha tenido la posibilidad de realizar preguntas. Confirmando que el individuo ha dado su consentimiento de manera libre.

NOMBRE DEL TESTIGO _____

FIRMA DEL TESTIGO _____

FECHA (DÍA/MES/AÑO) _____

HUELLA DIGITAL DEL PACIENTE



DECLARACIÓN DEL PROFESIONAL

He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y me he preocupado que el paciente comprenda lo siguiente:

- 1. Para qué se utilizará el diente a donar y la ficha
- 2. Que no se utilizarán datos personales de identificación en esta investigación
- 3. Que se resguardarán los dientes bajo llave y estos no serán identificables.

Confirmando que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca de los objetivos de la investigación y uso de su diente. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta. Confirmando que el individuo otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria.

Se entregó una copia de este consentimiento al paciente

Nombre del profesional que realiza el procedimiento de exodoncia
