



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**COMPARACIÓN DE LA CONDUCTANCIA HIDRÁULICA TRANSDENTINARIA
EN DISCOS HIBRIDIZADOS CON SINGLE BOND 2[®] Y SINGLE BOND
UNIVERSAL[®] EVALUANDO LA VARIABLE MULTICAPA *IN VITRO*.**

Laura del Carmen Aranda Valenzuela

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

Adscrito a Proyecto de Investigación

PRI n° 0304/2012

TUTOR PRINCIPAL:
Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy.

TUTORES ASOCIADOS:
Dra. Gloria Xaus
Dra. Claudia Letelier

SANTIAGO - CHILE
2012



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**COMPARACIÓN DE LA CONDUCTANCIA HIDRÁULICA TRANSDENTINARIA
EN DISCOS HIBRIDIZADOS CON SINGLE BOND 2[®] Y SINGLE BOND
UNIVERSAL[®] EVALUANDO LA VARIABLE MULTICAPA *IN VITRO*.**

Laura del Carmen Aranda Valenzuela

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

Adscrito a Proyecto de Investigación
PRI n° 0304/2012

TUTOR PRINCIPAL:
Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy.

TUTORES ASOCIADOS:
Dra. Gloria Xaus
Dra. Claudia Letelier

SANTIAGO - CHILE
2012

ÍNDICE

Página

Introducción	1
Marco Teórico	2
Hipótesis	12
Objetivos	13
Materiales y Métodos	14
Resultados	24
Discusión	37
Conclusiones	40
Referencias Bibliográficas	41
Anexo	45

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina humana en los que ha sido aplicada una, dos o tres capas de adhesivo.

Se recolectaron, previa firma de un consentimiento informado, 84 terceros molares sanos, libres de caries, con indicación de exodoncia, de donantes adultos sanos de entre 18 y 30 años de edad. Estos se limpiaron, desinfectaron y fueron conservados, para posteriormente ser incluidos en bloques de resina epóxica. Cada bloque fue cortado transversalmente en la zona correspondiente a la corona de los dientes, para obtener un disco de resina con dentina expuesta en ambas caras de éste. Es así, como se obtuvieron 84 muestras, correspondientes a discos de dentina de 1 mm +/- 0,1 mm de grosor. Las muestras fueron divididas en 7 grupos de 12 discos cada uno. Uno de ellos, fue utilizado como control y no fue sometido a tratamiento adhesivo. A los siguientes tres grupos (A₁, A₂ y A₃), se les aplicó diferente número de capas de adhesivo 3M ESPE Adper™ Single Bond 2 (una, dos y tres capas respectivamente). Lo mismo se hizo con los últimos tres grupos (B₁, B₂ y B₃), en los que se utilizó el adhesivo 3M ESPE Single Bond Universal. Se realizó la medición de la tasa de flujo de las muestras, a través de una Cámara de Difusión y se determinó la conductancia hidráulica de cada una de ellas.

Los datos fueron tabulados y analizados estadísticamente mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Los resultados como medias para la conductancia hidráulica de cada grupo por separado fueron: Control (0,0363), A₁ (0,0206), A₂ (0,0070), A₃ (0,0061), B₁ (0,0161), B₂ (0,0062), B₃ (0,0056) expresados en $\mu\text{l}/\text{min}\cdot\text{cm}^2$.

Se pudo concluir que existe diferencia estadísticamente significativa de la conductancia hidráulica, entre el grupo control y aquellas muestras en que se aplicó una capa de adhesivo (significancia =0,000) y también entre la aplicación de una y dos capas de adhesivo (significancia =0,000). No existe diferencia estadísticamente significativa entre la aplicación de dos y tres capas de adhesivo (significancia = 0,284). No se observó diferencia entre los dos tipos de adhesivo (significancia=0,434).

INTRODUCCIÓN

La permeabilidad dentinaria se entiende como el paso de fluidos, iones, bacterias y/o partículas a través del tejido dentinario, bajo ciertas condiciones. Esto nos da a entender que entre la dentina y la pulpa existe un intercambio activo de sustancias, estableciéndose una estrecha relación entre estos dos tejidos, lo que se conoce como complejo dentino-pulpar ⁽¹⁾.

Este complejo dentino pulpar, cumple una importante función en la fisiopatología dentaria, relacionándose, por ejemplo, con fenómenos como la hipersensibilidad dentaria, que se define como un dolor agudo y de corta duración originado en una zona del diente con exposición dentinaria en respuesta a estímulos químicos, térmicos, táctiles u osmóticos y que no puede ser adscrita a ninguna otra forma de patología dental ⁽²⁾. Brannstrom explica este fenómeno a través de la Teoría Hidrodinámica de la Sensibilidad, en la que el movimiento de fluidos al interior de los túbulos dentinarios activaría los mecanorreceptores nerviosos de la pulpa dental, originando el dolor ⁽³⁾. Entonces, al ocluir los túbulos dentinarios, se estarían bloqueando los estímulos extrínsecos de manera mecánica, y con esto, la hipersensibilidad puede ser aliviada ⁽⁴⁾.

Con el uso de materiales adhesivos en dentina, se ha comprobado que existe una reducción significativa en el movimiento de fluidos a través de la dentina ⁽⁵⁾. Estos adhesivos pueden causar una oclusión tubular en la superficie dentinaria sensible ⁽⁴⁾.

Este estudio tiene por objetivo determinar si el número de capas de adhesivo utilizadas sobre la superficie dentinaria afecta significativamente la permeabilidad de este tejido.

MARCO TEÓRICO

Dentina

Es un tejido mineralizado del diente, que está compuesta en un 50% por una matriz inorgánica de hidroxapatita carbonatada, en un 30 % por una matriz orgánica que corresponde a colágeno tipo I principalmente, además de colágeno tipo V y proteoglicanos; y finalmente, por un 20% de agua ⁽⁶⁾. Cambios, tanto en la matriz orgánica como la inorgánica, pueden afectar las propiedades físicas, módulo de elasticidad y dureza de este tejido ⁽⁷⁾.

La dentina forma parte del complejo pulpo-dentinario, llamado así por la relación estrecha que existe entre la pulpa y la dentina mediante los odontoblastos, y que se considera como una unidad funcional ⁽⁸⁾. Esto, debido a que los procesos odontoblásticos (que surgen de los odontoblastos), se introducen en los túbulos dentinarios que van desde el límite amelodentinario hasta la pulpa ⁽⁹⁾.

Los túbulos dentinarios alojan en su interior líquido tisular, fibras nerviosas y colágeno. La presencia de fluido en este tejido es determinante en la mantención de la estructura de la dentina, especialmente de la red colágena y su elasticidad ⁽¹⁰⁾. Además, el movimiento de partículas dentro de este fluido, cumple un rol esencial en los procesos de salud y enfermedad del complejo pulpodentinario ⁽¹¹⁾.

En la actualidad, se acepta que los movimientos del fluido dentro de los túbulos dentinarios activan terminaciones nerviosas, lo que causaría dolor ⁽¹²⁾, por lo que el estudio de las variables que determinan estos movimientos, podría apuntar a controlarlas y manejar la sintomatología. Es aquí donde el concepto de permeabilidad dentinaria adquiere gran importancia.

Permeabilidad dentinaria

Se entiende por el estado o cualidad de la dentina de mantenerse abierta al paso, especialmente de fluidos, iones, bacterias, y pequeñas partículas bajo condiciones definidas. Esto pasa a constituir una conexión entre el medio bucal y el tejido pulpar, lo cual está involucrado en la aparición de sensibilidad post-operatoria, recidiva de caries, microfiltración en márgenes de restauraciones, entre otras implicancias clínicas⁽¹³⁾.

En este fenómeno de permeabilidad, hay involucrados procesos físicos que son necesarios de entender, ya que el comportamiento del flujo dentinario se ajusta a las ecuaciones de dinámica de fluidos. Es así como nace la ecuación de Poiseulle, que establece los factores físicos que determinan el movimiento del fluido de la dentina: Presión pulpar (P), viscosidad del fluido dentinario (η), y longitud (l) y radio(r) de los túbulos dentinarios⁽¹⁴⁾:

Ecuación de Poiseulle⁽¹⁴⁾:

$$F_d = \frac{P \times r^4}{8 \times \eta \times l}$$

F_d = Volumen de flujo que aparece

en la superficie de la dentina

Debido a lo complejidad que representa la medición de longitud y radio de los túbulos dentinarios, se puede utilizar una ecuación más sencilla para reflejar la permeabilidad, determinada en base al flujo del fluido a través de la dentina (F), área de la dentina a través de la cual se produce la filtración (A), presión hidrostática aplicada (P) y el tiempo en minutos (t)⁽¹⁴⁾:

Ecuación de Conductancia Hidráulica (Ch)⁽¹⁴⁾:

$$Ch = \frac{F}{A \times P \times t}$$

Factores que afectan la permeabilidad dentinaria

La permeabilidad de la dentina depende de una serie de variables que determinan su magnitud, tales como: grosor, área superficial, presencia de barro dentinario⁽¹⁵⁾, componente pulpar⁽¹⁶⁾, temperatura y tamaño de las partículas⁽¹⁷⁾.

Grosor

Una dentina de mayor grosor, genera una mayor resistencia al flujo y una mayor disipación de la concentración de fluido, por ende, disminuye la permeabilidad⁽¹⁸⁾. Es decir, a mayor grosor del disco de dentina, menor es la tasa de filtración a través de esta.

Área superficial

La permeabilidad dentinaria es directamente proporcional al área superficial de los túbulos dentinarios, y varía en diferentes sectores de un mismo diente, debido a factores que no son constantes, como el diámetro, densidad y bifurcaciones de los túbulos dentinarios⁽¹⁵⁾. Es así como en un disco de dentina de grosor constante, a mayor área de dentina expuesta al paso de fluido, mayor es la tasa de filtración⁽¹⁹⁾.

Presencia de barro dentinario

El barro dentinario cubre las preparaciones de cavidades. Deriva de un proceso mecánico en que se desgasta el tejido dentario con algún tipo de instrumento rotatorio, y que va desprendiendo partículas residuales que, combinadas con saliva o cualquier líquido presente, son forzadas a depositarse sobre o incluso dentro de los túbulos dentinarios. Esto, sobre la superficie de las preparaciones, oblitera y reduce la permeabilidad dentinaria a valores mínimos, cercanos a cero.

Es por eso que se hace necesario el grabado ácido con ácido ortofosfórico de las superficies de dentina en los discos, previo al estudio de permeabilidad, para aumentar el grado de filtración ⁽¹³⁾.

Componente pulpar

Al perderse la vitalidad pulpar, se destruyen los odontoblastos y con esto, su prolongación que va dentro de los túbulos dentinarios. Esta prolongación, es la que cierra el orificio tubular, generando resistencia intratubular para el paso de fluidos, por lo que al ser destruido, se vería afectada la permeabilidad ⁽¹⁶⁾.

También, es posible encontrar otro tipo de células al interior de los túbulos que generan resistencia, como leucocitos polimorfonucleares, glóbulos rojos e incluso plaquetas ⁽²⁰⁾.

Temperatura

Estudios han determinado que el aumento de la temperatura, aumenta la permeabilidad de la dentina. Esto, debido a que ocurre un aumento en el diámetro de los túbulos dentinarios, además de afectar la viscosidad del líquido que fluye a través de la dentina ⁽²¹⁾.

Tamaño de las partículas

El tamaño de la partícula penetrante tiene gran implicancia en la permeabilidad dentinaria, así como también cualquier interacción de ésta con la dentina. Es así como se establece que a menor tamaño de las partículas, mayor es su paso a través de los túbulos dentinarios; además, es menor la probabilidad de obliterarlos ⁽¹³⁾.

Adhesión a Dentina

El estudio de la permeabilidad dentinaria ha sido abarcado por varios investigadores, apuntando principalmente al concepto de hipersensibilidad y al estudio de nuevos materiales adhesivos⁽¹⁸⁾.

La exposición de los túbulos dentinarios es inevitable durante la preparación de cavidades. Una vez que los túbulos se exponen, actúan como canales que transmiten estímulos mecánicos, químicos y bacterianos hacia la pulpa. Lo que buscan los materiales adhesivos, es ocluir los túbulos dentinarios, bloqueando los estímulos extrínsecos de manera mecánica, y con esto, disminuir la hipersensibilidad⁽²²⁾.

La permeabilidad de la dentina a agentes adhesivos es crucial para obtener un sellado dentinario. La infiltración del adhesivo sólo es posible removiendo la fase mineral de la dentina mediante un tratamiento ácido. Al remover el barro dentinario, se hace posible la penetración del adhesivo en la dentina intra e intertubular⁽²³⁾. La entrada del adhesivo en esta fase colágena se establece como unos Tags de resina, y la consecuente polimerización de éstos, forma una capa entrelazante conocida comúnmente como “capa híbrida” (Figura 1). Esta penetración en los túbulos dentinarios, permite sellarlos efectivamente⁽²⁴⁾.

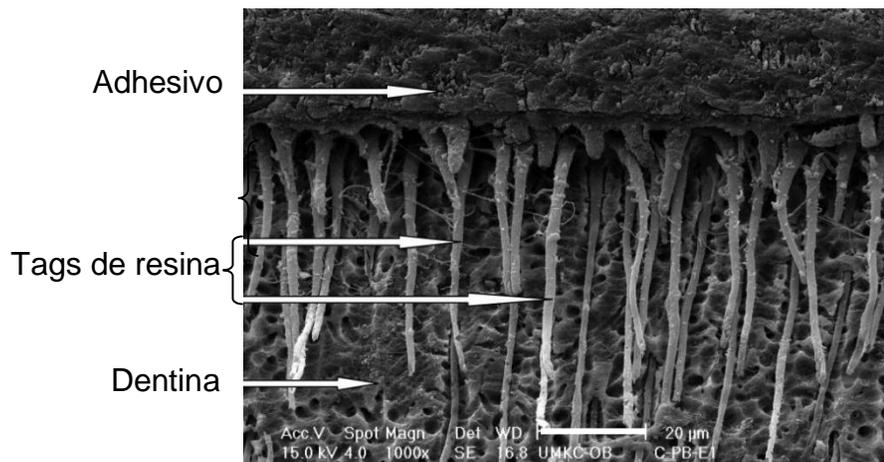


Figura 1 :

Microfotografía electrónica de barrido de la unión entre el adhesivo y la dentina, denominada Capa Híbrida (Tomada de “Effect of mucoprotein on the Bond Strength of Resin Composite to Human Dentin” Odontology 2003 Sep⁽²⁵⁾)

Estudios han demostrado que el uso de sistemas adhesivos en base a resina debiese reducir la permeabilidad de la dentina expuesta, a través de la formación de Tags de resina que van dentro del recubrimiento tubular y ramificaciones laterales que van formando anastomosis. El uso de adhesivos parece proveer un nivel satisfactorio de sellado, según lo demostrado bajo condiciones de laboratorio y clínicas. Se concluyó que ningún sistema adhesivo testeado era capaz de bloquear en su totalidad la permeabilidad de la dentina, sin embargo, para todos ellos los valores de ésta disminuyeron luego de su aplicación. Se ha demostrado también, que la sensibilidad al aire disminuye significativamente con el uso de adhesivos en restauraciones, al comparar las etapas pre y postoperatorias⁽²²⁾.

Otros estudios han demostrado que la fuerza y la calidad de adhesión a dentina se incrementan al ir aumentando el número de capas de adhesivo aplicadas⁽²⁶⁾.

En el presente estudio, se utilizaron dos adhesivos de reconocida marca, con el fin de determinar si el aumento del número de capas aplicadas, afecta la permeabilidad dentinaria.

3M ESPE Adper Single Bond 2 Adhesive®

Es un agente adhesivo dental de grabado total, activado por luz visible, que está indicado para restauraciones directas de materiales fotopolimerizables y para el tratamiento de sensibilidad cervical⁽²⁷⁾ (Figura 2).

Su composición consta de: Nanorelleno de partículas de sílice, BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, agua, un sistema fotoiniciador y un copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido politacónico⁽²⁷⁾.

Su mecanismo de adhesión, es de tipo micromecánica sobre la superficie grabada de dentina (ligeramente humedecida). Esto involucra la penetración de monómeros polimerizables dentro de la red colágena, la cual ha sido expuesta después de la desmineralización de la dentina mediante el grabado ácido⁽²⁷⁾.



Figura 2:

3M ESPE Adper Single Bond 2®

En un estudio in vitro realizado por Sahin y colaboradores, se comparó este adhesivo con otras 5 marcas, aplicados según indicaciones del fabricante. Se concluyó que las muestras tratadas con Single Bond 2® presentaban una permeabilidad mayor que aquellas en las que el barro dentinario no había sido removido⁽²²⁾.

Duarte y colaboradores mediante un estudio in vitro compararon Single Bond 2® con otra marca (Adper Prompt L-Pop®) para determinar la efectividad del sellado dentinario inmediato. En éste, se obtuvo que los valores de fuerza de adhesión más altos se lograron con Single Bond 2®. Sin embargo, ninguno de los grupos de estudio demostró una eliminación completa de la microfiltración marginal⁽²⁸⁾.

Rusin y colaboradores mediante un estudio realizado in vitro, relacionaron la permeabilidad dentinaria y el uso de adhesivos. En él se demostró que el uso de este adhesivo reduce significativamente el flujo de líquido a través de la dentina y otorga un buen sellado de ésta, pudiendo ofrecer buenos resultados para el tratamiento de la sensibilidad dental⁽²⁹⁾.

3M ESPE Single Bond Universal Adhesive®

Es un adhesivo dental que puede ser utilizado como grabado total, autograbado o grabado selectivo, tanto en restauraciones directas como indirectas ⁽³⁰⁾ (Figura 3).

Su composición consta de: MDP (Metacriloxidecildihidrogenofosfato), dimetracrilatos, HEMA, copolímero Vitrebond™, relleno, etanol, agua, iniciador y silano ⁽³⁰⁾.

Según el perfil técnico del producto, Single Bond Universal® es capaz de proveer una alta adhesión para el sellado de la dentina, al ser usado tanto en modo autograbante como grabado total. Con esto, bloquea túbulos dentinarios abiertos, protege de una potencial hipersensibilidad e incluso otorga alivio a pacientes sintomáticos ⁽³⁰⁾.



Figura 3:

3M ESPE Single Bond Universal®

Guimaraes y colaboradores demostraron en un estudio *in vitro* que comparó este adhesivo con Single Bond 2[®], que ambos presentaban similares valores de adhesión a la dentina⁽³¹⁾.

Perdigao y colaboradores, mediante un ensayo clínico randomizado, compararon 4 sistemas adhesivos del mismo fabricante (3M). En ellos estaban: Adper Single Bond Universal[®], Adper Single Bond Plus[®], Adper Scotchbond SE[®], y Adper Easy Bond[®]. Se concluyó que las tasas de retención en un plazo de 18 meses para los cuatro adhesivos, no mostraron diferencias significativas en el tiempo⁽³²⁾.

Oliveira y colaboradores evaluaron el efecto de diferentes sistemas adhesivos en la conductancia hidráulica de la dentina. Se midió la permeabilidad dentinaria antes y después de aplicar los distintos sistemas adhesivos: Adper Single Bond Universal[®], G-Bond[®], Clearfil Tri-S Bond[®], Hybrid Coat[®], Bond Force[®], Adper Easy Bond[®], Silorane[®] y Clearfil SE Bond[®]. No se observaron diferencias significativas de la conductancia hidráulica entre las muestras tratadas con los diferentes adhesivos. También, se demostró que ninguno de ellos es capaz de lograr un sellado completo de la dentina⁽³³⁾.

HIPÓTESIS:

Hipótesis nula: No existe diferencia estadísticamente significativa en la conductancia hidráulica *in vitro* entre discos de dentina que han sido tratados con una, dos o tres capas de adhesivo.

Hipótesis alternativa: Existe diferencia estadísticamente significativa en la conductancia hidráulica *in vitro* entre discos de dentina que han sido tratados con una, dos o tres capas de adhesivo.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Comparar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina humana en los que ha sido aplicada una, dos o tres capas de adhesivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina inmediatamente luego de ser cortados.
- Determinar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina a los que se les ha aplicado una capa de adhesivo.
- Determinar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina a los que se les ha aplicado dos capas de adhesivo.
- Determinar la conductancia hidráulica *in vitro* en discos de dentina a los que se les ha aplicado tres capas de adhesivo.
- Comparar los valores de conductancia hidráulica *in vitro* entre los discos de dentina tratados con los diferentes números de capas de adhesivo.
- Comparar los valores de conductancia hidráulica *in vitro* de los discos de dentina tratados con Single Bond 2[®] y los discos de dentina tratados con Single Bond Universal[®].

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

- 84 terceros molares humanos (obtenidos bajo criterios de inclusión)
- Solución de Timol al 0,1%.
- Curetas Gracey 13-14, HuFriedy® USA.
- Solución de Hank HBSS (Sigma® Hank's Balanced Salt Solution)
- Moldes de silicona.
- Vaselina.
- Resina Epóxica (Bosh®, fabricada en Corea)
- Ácido Ortofosfórico al 37%(3M™ ESPE™ Scotchbond™ Etchant Gel, 9 ml)
- Cronómetro digital (HS-12 Nahita)
- Cianocrilato (Ceys® Super Ceys Pincel)
- Recortadora Isomet Buehler Ler Lakebuff IL, USA 1000.
- Papel abrasivo (Silicon Paper N° 600, SIA, Switzerland)
- Calibrador (Medimax International)
- Agua destilada.
- Adhesivo 3M ESPE Adper Single Bond® 2, 3 gr.
- Adhesivo 3M ESPE Single Bond Universal®, 5 ml.
- Micropinceles (COA® Multi-Brush)
- Lámpara de fotocurado 3M Espe Elipar 2500.
- Cámara de difusión (según modelo dispuesto por Pashley y cols.)
- Programa computacional ImageJ 1.45 y SPSS 15.0 para Windows.

MÉTODO

El presente estudio correspondió a un estudio de tipo observacional realizado *in vitro*.

Muestra:

La muestra estuvo conformada por 84 terceros molares humanos superiores e inferiores, cuyos criterios de inclusión fueron: dientes sanos, libres de caries, con indicación de exodoncia, de pacientes adultos sanos ASA I de entre 18 y 30 años de edad. Cada uno de los participantes del estudio donó sus molares previa firma de un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (Anexo 1).

Estos dientes fueron desinfectados durante 24 horas en solución de Timol al 0,1%. Se limpiaron, procurando remover todos los restos de ligamento periodontal usando curetas (Gracey 13-14 HuFriedy® USA) para posteriormente ser conservados en solución de Hank HBSS (Sigma® Hank's Balanced Salt Solution)⁽³⁴⁾ por no más de dos semanas a temperatura ambiente.

Cada molar fue retirado del medio de conservación para ser incluido en un bloque de resina epóxica (Bosh®, fabricada en Corea) de 25 mm de diámetro (Figura 4). Previo a esto, y para asegurar el sellado hermético e íntimo contacto entre las superficies del molar y la resina, se procedió a realizar un grabado del esmalte coronal de los especímenes con ácido ortofosfórico al 37% (3M™ ESPE™ Scotchbond™ Etchant Gel) por 30 segundos, para luego ser lavados, secados y pincelados con cianocrilato (Ceys® Super Ceys Pincel).



Figura 4: Tercer molar limpio y desinfectado, previo a ser incluido en bloque de resina.

Los molares fueron ubicados al interior de un molde de silicona envaselinado de 25 mm de diámetro, apoyados en el centro sobre en su cara oclusal y haciendo coincidir su eje principal con el eje del cilindro. Inmediatamente, cada molde fue vaciado con resina epóxica, y se esperó 48 horas para que se completara su correcta polimerización, según las indicaciones del fabricante. Los bloques de resina epóxica fueron retirados de los moldes, obteniéndose cilindros de 25 mm de diámetro, en cuyo interior se encontraba un molar incluido (Figura 5).

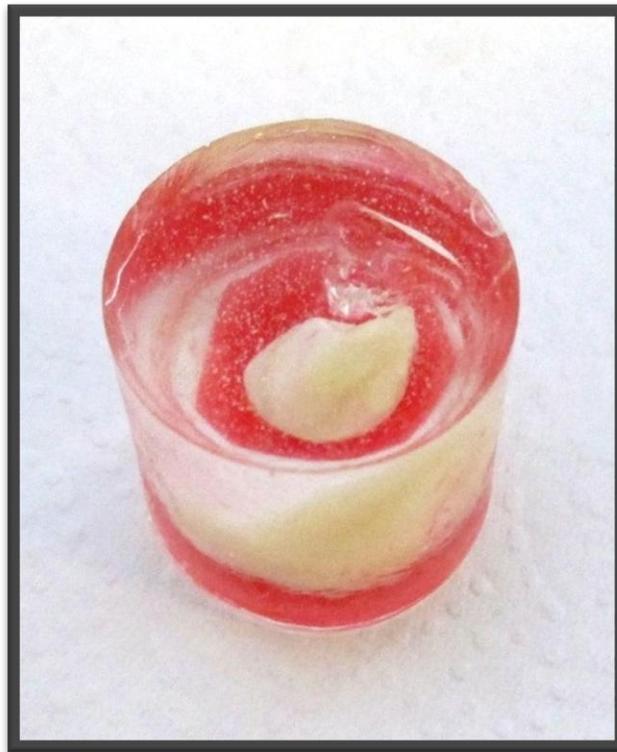


Figura 5:

Bloque de Resina Epóxica, con tercer molar incluido.

Se realizaron cortes perpendiculares al eje mayor de los bloques a nivel de las coronas de los dientes, procurando eliminar la última capa de esmalte y así obtener discos de dentina de 1 mm +/- 0,1 mm de grosor. Para esto, se utilizó la recortadora Isomet Buehler Ler Lakebuff IL, USA 1000 a 700 rpm, con 500 grs de presión y bajo abundante refrigeración (Figura 6, Figura 7).



Figura 6:

**Recortadora Isomet Buehler Ler
Lakebuff IL, USA 1000.**

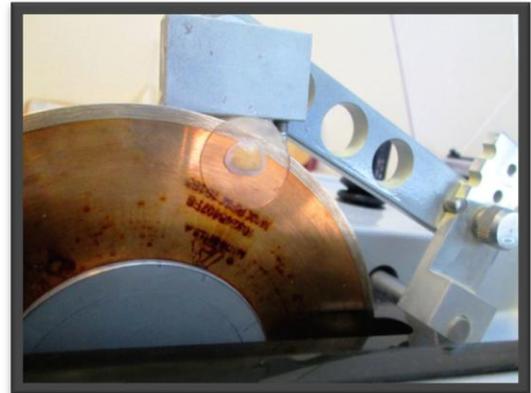


Figura 7:

**Corte de disco de dentina
en recortadora.**

Se procedió a regularizar las caras oclusales y pulpares de los discos con papel abrasivo (Silicon Paper N° 600, SIA, Switzerland) bajo agua circulante para estandarizar los grosores y obtener un alisado superficial. Posteriormente, se realizó un grabado ácido con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos por ambas caras de los discos, con el fin de eliminar el barro dentinario, y se lavaron con agua durante 30 segundos. Se midió el grosor de cada uno de los discos con un calibrador.

Se obtuvo un total de 84 discos de dentina de un grosor de 1 mm +/- 0,1 mm (Figura 8), los cuales fueron enumerados correlativamente y divididos en 7 grupos de 12 muestras cada uno. El primer grupo fue utilizado como **control** (12 muestras enumeradas de la 1 a la 12) sin aplicación alguna de adhesivo. Los siguientes grupos fueron distribuidos y tratados de la siguiente manera:

- **3M ESPE Adper™ Single Bond 2®**

Grupo A₁: 12 muestras, enumeradas de la 13 a la 24, a las que se les aplicó una capa de este adhesivo.

Grupo A₂: 12 muestras, enumeradas de la 25 a la 36, a las que se les aplicó dos capas de este adhesivo.

Grupo A₃: 12 muestras, enumeradas de la 37 a la 48, a las que se les aplicó tres capas de este adhesivo.

- **3M ESPE Single Bond Universal®**

Grupo B₁: 12 muestras, enumeradas de la 49 a la 60, a las que se les aplicó una capa de este adhesivo.

Grupo B₂: 12 muestras, enumeradas de la 61 a la 72, a las que se les aplicó dos capas de este adhesivo.

Grupo B₃: 12 muestras, enumeradas de la 73 a la 84, a las que se les aplicó tres capas de este adhesivo.

Las capas de adhesivo fueron aplicadas sobre la cara oclusal de los discos, y según las indicaciones del fabricante: cada capa se frotó sobre la dentina durante 20 segundos con un micropincel, soplando levemente durante 5 segundos al finalizar cada aplicación y fotocurando durante 10 segundos sólo sobre la última capa.

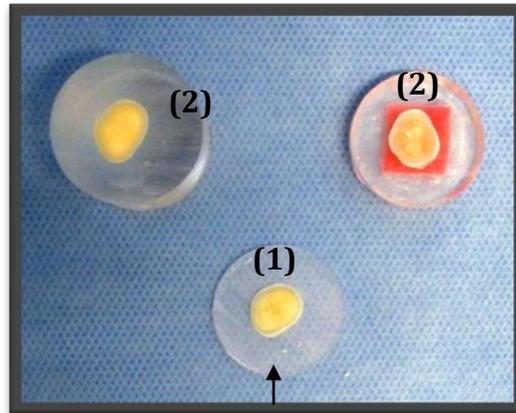


Figura 8:

Disco de dentina de 1mm +/- 0,1 mm de Grosor (1), obtenido del corte de un cilindro de resina (2).

A todos estos discos, se les realizó las mediciones de flujo durante 20 minutos para comparar los resultados.

El modelo experimental que se utilizó para medir el flujo (Cámara de difusión) es una modificación al dispuesto por Pashley y cols ⁽²¹⁾(Figura 9). Éste se confeccionó con un reservorio de agua destilada, en una columna vertical de agua de 200 mm, conectada a una llave de paso. Luego, por medio de un tubo de silicona, se conectó a un tubo capilar milimetrado en posición horizontal, al cual se le incorporó una burbuja de aire que funcionó como guía de visualización y posterior medición. El capilar se conectó distalmente a una cámara en donde se fijaron los especímenes en estudio (discos de dentina sellados por medio de anillos de silicona) a través de un tubo de silicona.

La tasa de flujo del fluido a través de los discos de dentina, fue medida registrando la posición inicial de la burbuja de aire dentro del capilar, para luego de transcurridos 20 minutos, consignar su posición final (Figura 10).

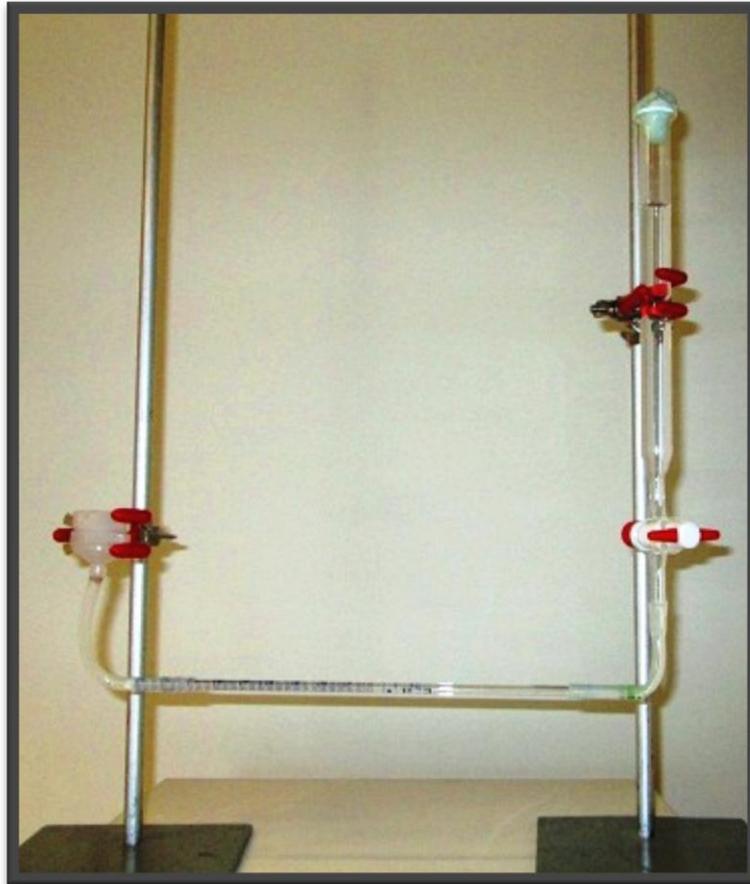


Figura 9:
Cámara de difusión.

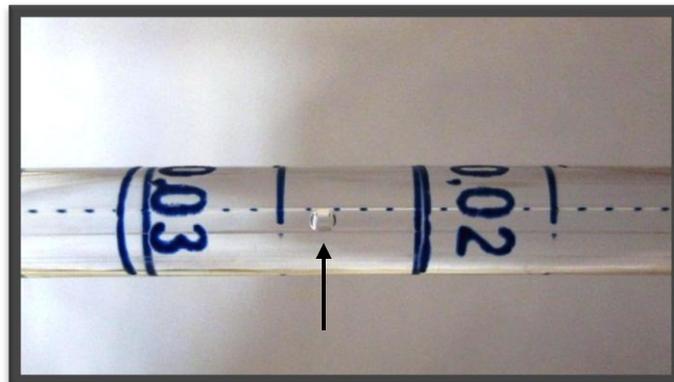


Figura 10:
Burbuja de aire dentro del capilar.

El área de dentina expuesta por disco, fue calculada por el programa computacional ImageJ, de amplio uso en medicina ⁽³⁵⁾. Este permite establecer manualmente, por medio del manejo computacional de la imagen, un área seleccionada; en este caso el área dentinaria expuesta de cada uno de los discos (Figura 11). Para esto, se fotografió cada una de las muestras junto a una regla milimetrada.

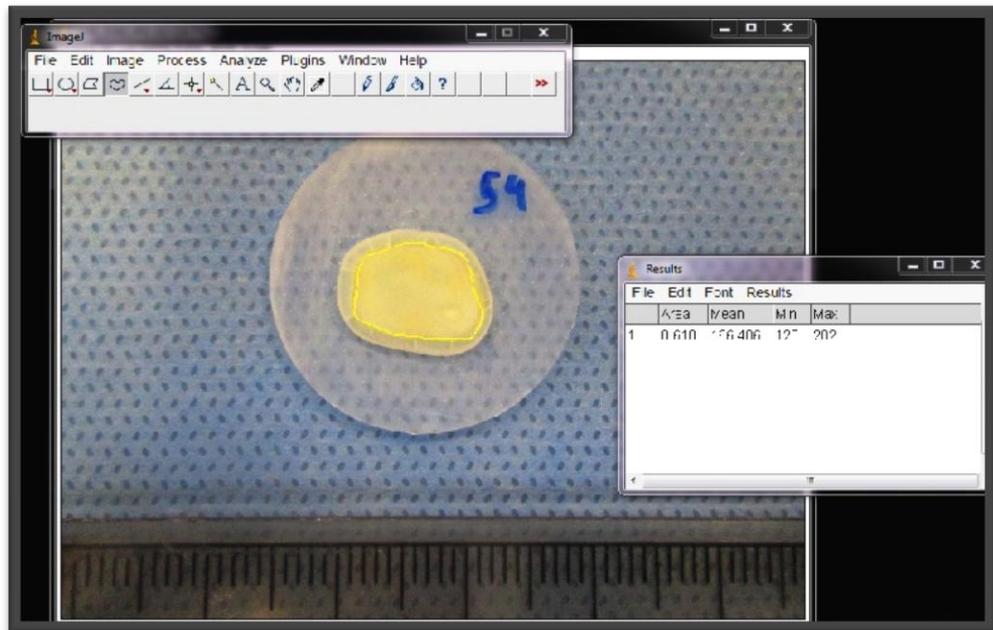


Figura 11:

Cálculo de área de dentina, utilizando el programa ImageJ.

Una vez obtenidas la tasa de flujo y el área de dentina de cada disco, se procedió a calcular la conductancia hidráulica mediante la siguiente fórmula ⁽³⁶⁾:

$$CH = \frac{F}{P (SA)}$$

Donde:

CH: Conductancia hidráulica de la dentina en $\mu\text{l}/\text{min. cm}^2$ (cm H₂O)

F: Tasa de flujo de cada grupo experimental en $\mu\text{l}/\text{min.}$

P: Diferencia de presión hidrostática a través de la dentina, que corresponde a la altura de la columna de agua destilada (20 cm).

SA: Área de superficie de dentina expuesta al fluido en cm^2 .

Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó por medio del programa computacional SPSS 15.0 para Windows y las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk , Kruskal-Wallis y Mann-Withney.

La prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para contrastar la normalidad de un grupo de datos. Los resultados no se distribuían de manera normal, por lo que se debió utilizar estadística no paramétrica.

La prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico utilizado para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Esta prueba no requiere un supuesto de normalidad y se emplea cuando se desea comparar tres o más poblaciones.

La prueba de Mann-Withney es también un método no paramétrico. Se aplica a dos variables independientes, y se utiliza para comprobar la heterogeneidad de dos muestras ordinales (variables cualitativas cuyas categorías, sin un significado numérico preciso, guardan una relación de orden).

RESULTADOS

Del total de 84 terceros molares recolectados para este estudio, se obtuvieron 84 discos de dentina de 1 mm +/- 0,1 mm de grosor. Estas muestras fueron divididas en 7 grupos de la siguiente manera:

1. **Grupo control:** Sin tratamiento adhesivo.
2. **Grupo A₁:** 12 discos que fueron tratados con una capa de adhesivo 3M ESPE Adper Single Bond 2[®].
3. **Grupo A₂:** 12 discos que fueron tratados con dos capas de adhesivo 3M ESPE Adper Single Bond 2[®].
4. **Grupo A₃:** 12 discos que fueron tratados con tres capas de adhesivo 3M ESPE Adper Single Bond 2[®].
5. **Grupo B₁:** 12 discos que fueron tratados con una capa de adhesivo 3M ESPE Single Bond Universal[®].
6. **Grupo B₂:** 12 discos que fueron tratados con dos capas de adhesivo 3M ESPE Single Bond Universal[®].
7. **Grupo B₃:** 12 discos que fueron tratados con tres capas de adhesivo 3M ESPE Single Bond Universal[®].

En la tabla 1, se muestran los valores obtenidos del área de dentina de cada disco, mediante el programa ImageJ.

Tabla 1. Área dentinaria de cada disco, expresada en cm².

Control		Grupo A ₁		Grupo A ₂		Grupo A ₃		Grupo B ₁		Grupo B ₂		Grupo B ₃	
Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)	Disco	Área (cm ²)
1	0,349	13	0,363	25	0,554	37	0,548	49	0,598	61	0,487	73	0,450
2	0,503	14	0,435	26	0,528	38	0,481	50	0,639	62	0,433	74	0,798
3	0,393	15	0,449	27	0,472	39	0,386	51	0,515	63	0,651	75	0,543
4	0,499	16	0,714	28	0,582	40	0,365	52	0,493	64	0,556	76	0,540
5	0,641	17	0,558	29	0,463	41	0,490	53	0,538	65	0,442	77	0,457
6	0,554	18	0,505	30	0,664	42	0,647	54	0,603	66	0,603	78	0,498
7	0,434	19	0,507	31	0,566	43	0,515	55	0,458	67	0,758	79	0,765
8	0,591	20	0,554	32	0,525	44	0,530	56	0,617	68	0,471	80	0,753
9	0,767	21	0,355	33	0,495	45	0,542	57	0,539	69	0,599	81	0,431
10	0,811	22	0,641	34	0,443	46	0,608	58	0,685	70	0,456	82	0,652
11	0,784	23	0,529	35	0,526	47	0,575	59	0,735	71	0,564	83	0,401
12	0,463	24	0,651	36	0,530	48	0,529	60	0,516	72	0,677	84	0,378
MEDIA:		0,522		0,529		0,518		0,578		0,558		0,556	

En la tabla 2, se exponen los valores calculados para la tasa de flujo de los discos de dentina de cada grupo, en $\mu\text{l}/\text{min}$.

Tabla 2. Tasa de flujo en $\mu\text{l}/\text{min}$ de cada disco de dentina.

Control		Grupo A ₁		Grupo A ₂		Grupo A ₃		Grupo B ₁		Grupo B ₂		Grupo B ₃	
Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo	Disco	Tasa de Flujo
1	0,175	13	0,150	25	0,035	37	0,025	49	0,075	61	0,040	73	0,035
2	0,245	14	0,285	26	0,075	38	0,102	50	0,090	62	0,025	74	0,055
3	0,405	15	0,110	27	0,060	39	0,115	51	0,175	63	0,035	75	0,065
4	0,365	16	0,475	28	0,105	40	0,030	52	0,405	64	0,095	76	0,020
5	0,450	17	0,140	29	0,125	41	0,060	53	0,095	65	0,105	77	0,035
6	0,600	18	0,145	30	0,155	42	0,040	54	0,125	66	0,110	78	0,065
7	0,185	19	0,215	31	0,065	43	0,050	55	0,190	67	0,048	79	0,070
8	0,250	20	0,095	32	0,080	44	0,055	56	0,240	68	0,075	80	0,048
9	0,575	21	0,310	33	0,055	45	0,026	57	0,125	69	0,050	81	0,095
10	0,945	22	0,255	34	0,040	46	0,065	58	0,195	70	0,040	82	0,025
11	0,320	23	0,250	35	0,035	47	0,110	59	0,325	71	0,065	83	0,090
12	0,460	24	0,055	36	0,062	48	0,045	60	0,145	72	0,125	84	0,075
MEDIA:		0,207		0,074		0,060		0,182		0,068		0,057	

En la tabla 3, se observan los valores de conductancia hidráulica para cada disco de dentina, calculada una vez obtenidos el área de dentina y tasa de flujo para cada muestra.

Tabla 3. Conductancia hidráulica (C.H.) de cada disco de dentina, expresada en $\mu\text{l}/\text{min}\cdot\text{cm}^2$.

Control		Grupo A ₁		Grupo A ₂		Grupo A ₃		Grupo B ₁		Grupo B ₂		Grupo B ₃	
Disco	C.H	Disco	C.H	Disco	C.H	Disco	C.H	Disco	C.H	Disco	C.H	Disco	C.H
1	0,0251	13	0,0207	25	0,0032	37	0,0023	49	0,0063	61	0,0041	73	0,0039
2	0,0244	14	0,0328	26	0,0071	38	0,0106	50	0,0070	62	0,0029	74	0,0034
3	0,0515	15	0,0122	27	0,0064	39	0,0149	51	0,0170	63	0,0027	75	0,0060
4	0,0366	16	0,0333	28	0,0099	40	0,0041	52	0,0411	64	0,0085	76	0,0019
5	0,0351	17	0,0125	29	0,0135	41	0,0061	53	0,0088	65	0,0119	77	0,0038
6	0,0542	18	0,0144	30	0,0117	42	0,0031	54	0,0104	66	0,0091	78	0,0065
7	0,0213	19	0,0212	31	0,0057	43	0,0049	55	0,0207	67	0,0032	79	0,0046
8	0,0212	20	0,0086	32	0,0076	44	0,0052	56	0,0194	68	0,0080	80	0,0032
9	0,0375	21	0,0437	33	0,0056	45	0,0024	57	0,0116	69	0,0042	81	0,0110
10	0,0583	22	0,0199	34	0,0045	46	0,0053	58	0,0142	70	0,0044	82	0,0019
11	0,0204	23	0,0236	35	0,0033	47	0,0096	59	0,0221	71	0,0058	83	0,0112
12	0,0497	24	0,0042	36	0,0058	48	0,0043	60	0,0141	72	0,0092	84	0,0099
MEDIA:		0,0206		0,0070		0,0061		0,0161		0,0062		0,0056	

Gráfico 1.

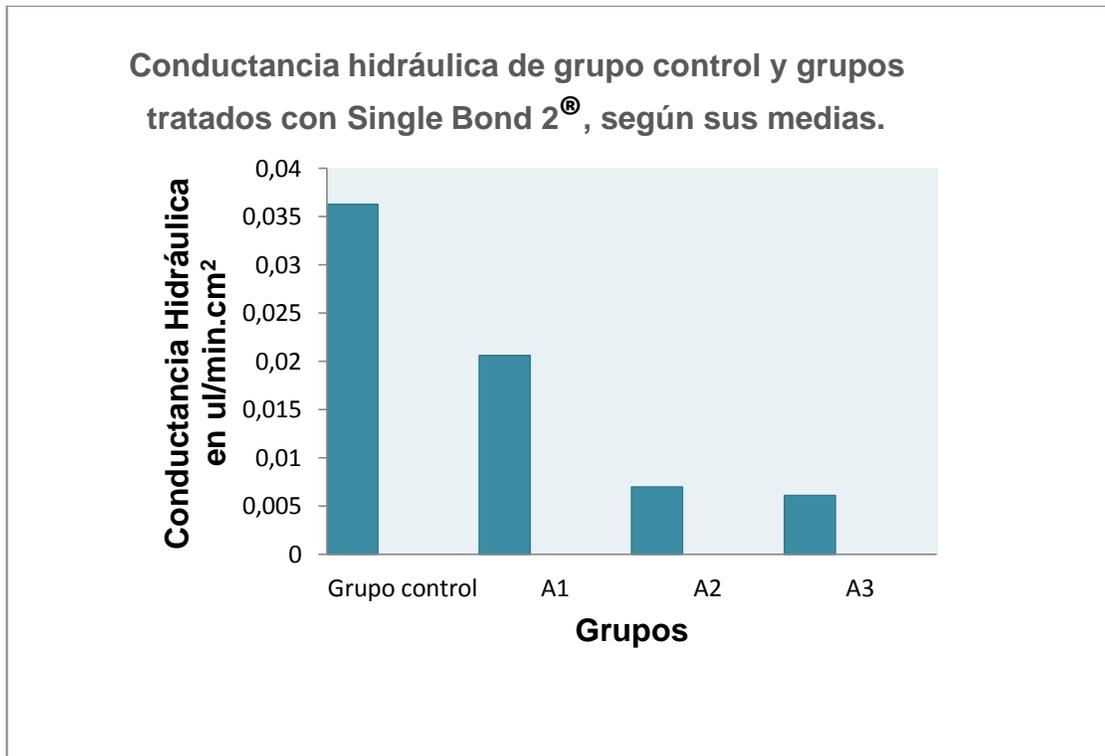


Gráfico 2.

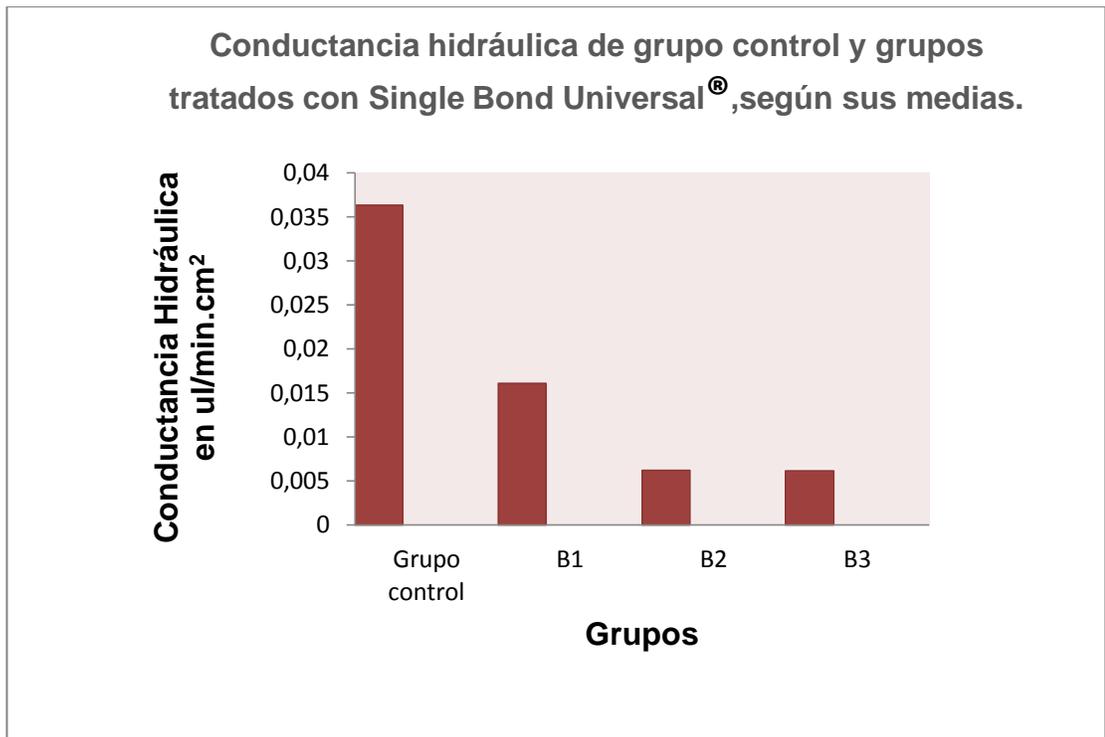


Tabla 4. Análisis descriptivo de las mediciones de Conductancia Hidráulica

Grupo		N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Conductancia	A ₁	12	,0206	,01145	,00	,04
	A ₂	12	,0070	,00320	,00	,01
	A ₃	12	,0061	,00378	,00	,01
	B ₁	12	,0161	,00947	,01	,04
	B ₂	12	,0062	,00305	,00	,01
	B ₃	12	,0056	,00337	,00	,01

Para determinar si los datos presentan una distribución normal, fueron sometidos a la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de normalidad

Grupo		Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Conductancia	A ₁	,954	12	,701
	A ₂	,915	12	,245
	A ₃	,851	12	,038
	B ₁	,841	12	,028
	B ₂	,902	12	,167
	B ₃	,866	12	,058

La prueba de Shapiro-Wilk indica que la variable conductancia no tiene distribución normal. Por lo tanto, se procedió a analizar los datos mediante pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y Mann-Whitney). Primero se consideró el número de capas como única variable de agrupación. Luego, se procedió a realizar las mismas pruebas, pero considerando el tipo de adhesivo, además del número de capas. Valores de p (Sig. asintót.) menores a 0,05 reflejan significancia estadística.

Variable de agrupación: **capas** (Tablas 6, 7, 8 y 9).

Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis (entre 1, 2 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio
conductancia	1	24	56,02
	2	24	29,10
	3	24	24,38
	Total	72	

Estadísticos de contraste ^{a,b}

	conductancia
Chi-cuadrado	31,938
Gl	2
Sig. asintót.	,000

a: Prueba de Kruskal-Wallis

b: Variable de agrupación: capas

Tabla 7. Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 2 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
Conductancia	1	24	34,06	817,50
	2	24	14,94	358,50
	Total	48		

Estadísticos de contraste ^a

	Conductancia
U de Mann-Whitney	58,500
W de Wilcoxon	358,500
Z	-4,733
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a: Variable de agrupación: capas

Tabla 8. Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 3 capas)

Rangos:

capas		N	Rango promedio	Suma de rangos
Conductancia	1	24	34,46	827,00
	3	24	14,54	349,00
	Total	48		

Estadísticos de contraste ^a

	Conductancia
U de Mann-Whitney	49,000
W de Wilcoxon	349,000
Z	-4,928
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a:Variable de agrupación: capas

Tabla 9. Prueba de Mann-Whitney (entre 2 y 3 capas)

Rangos:

capas		N	Rango promedio	Suma de rangos
Conductancia	2	24	26,67	640,00
	3	24	22,33	536,00
	Total	48		

Estadísticos de contraste ^a

	Conductancia
U de Mann-Whitney	236,000
W de Wilcoxon	536,000
Z	-1,072
Sig. asintót. (bilateral)	,284

a:Variable de agrupación: capas

Variable de agrupación: **adhesivo**.

Tabla 10. Prueba de Mann-Whitney

Rangos:

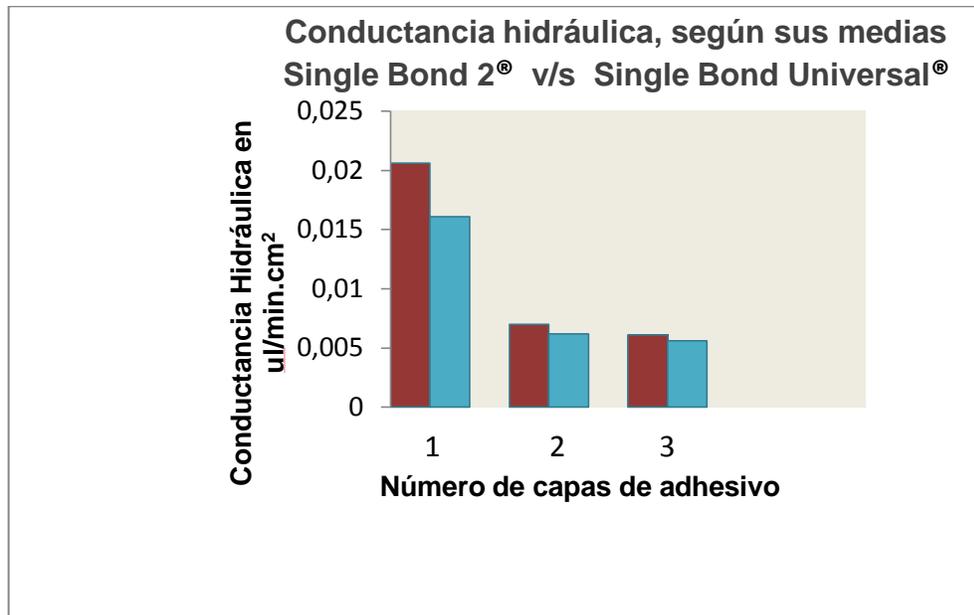
	Adhesivo	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	Single Bond 2®	36	38,43	1383,50
	Single Bond Universal®	36	34,57	1244,50
	Total	72		

Estadísticos de contraste ^a

	Conductancia
U de Mann-Whitney	578,500
W de Wilcoxon	1244,500
Z	-,783
Sig. asintót. (bilateral)	,434

a: Variable de agrupación: adhesivo

Gráfico 3.



Single Bond 2®

Single Bond Universal®

Variable de agrupación: **capas, según tipo de adhesivo.**

SINGLE BOND 2 (Tablas 11, 12, 13 y 14).

Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis (entre 1, 2 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio
conductancia	1	12	28,08
	2	12	15,58
	3	12	11,83
	Total	36	

Estadísticos de contraste^{a,b,c}

	conductancia
Chi-cuadrado	15,653
Gl	2
Sig. asintót.	,000

- a Prueba de Kruskal-Wallis
 b Variable de agrupación: capas
 c Adhesivo = Single Bond 2[®]

Tabla 12. Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 2 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
Conductancia	1	12	17,25	207,00
	2	12	7,75	93,00
	Total	24		

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Conductancia
U de Mann-Whitney	15,000
W de Wilcoxon	93,000
Z	-3,291
Sig. asintót. (bilateral)	,001
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000(a)

- b Variable de agrupación: capas
 c Adhesivo = Single Bond 2[®]

Tabla 13. Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	1	12	17,33	208,00
	3	12	7,67	92,00
	Total	24		

Estadísticos de contraste^{b,c}

	conductancia
U de Mann-Whitney	14,000
W de Wilcoxon	92,000
Z	-3,349
Sig. asintót. (bilateral)	,001
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000(a)

b Variable de agrupación: capas

c Adhesivo = Single Bond 2[®]

Tabla 14. Prueba de Mann-Whitney (entre 2 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	2	12	14,33	172,00
	3	12	10,67	128,00
	Total	24		

Estadísticos de contraste^{b,c}

	conductancia
U de Mann-Whitney	50,000
W de Wilcoxon	128,000
Z	-1,270
Sig. asintót. (bilateral)	,204
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,219(a)

b Variable de agrupación: capas

c Adhesivo = Single Bond 2[®]

SINGLE BOND UNIVERSAL (Tablas 15, 16, 17 y 18).**Tabla 15. Prueba de Kruskal-Wallis (entre 1, 2 y 3 capas)**

Rangos:

	capas	N	Rango promedio
conductancia	1	12	28,25
	2	12	14,38
	3	12	12,88
	Total	36	

Estadísticos de contraste ^{a,b,c}

	Conductancia
Chi-cuadrado	15,541
gl	2
Sig. asintót.	,000

a: Prueba de Kruskal-Wallis

b: Variable de agrupación: capas

c: Adhesivo = Single Bond Universal[®]**Tabla 16. Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 2 capas)**

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	1	12	17,25	207,00
	2	12	7,75	93,00
	Total	24		

Estadísticos de contraste ^{b,c}

	conductancia
U de Mann-Whitney	15,000
W de Wilcoxon	93,000
Z	-3,291
Sig. asintót. (bilateral)	,001
Sig. exacta [2*(Sig. unilaterial)]	,000(a)

b Variable de agrupación: capas

c Adhesivo = Single Bond Universal[®]

Tabla 17.

Prueba de Mann-Whitney (entre 1 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	1	12	17,50	210,00
	3	12	7,50	90,00
	Total	24		

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Conductancia
U de Mann-Whitney	12,000
W de Wilcoxon	90,000
Z	-3,465
Sig. asintót. (bilateral)	,001
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000(a)

b Variable de agrupación: capas

c Adhesivo = Single Bond Universal[®]

Tabla 18.

Prueba de Mann-Whitney (entre 2 y 3 capas)

Rangos:

	capas	N	Rango promedio	Suma de rangos
conductancia	2	12	13,13	157,50
	3	12	11,88	142,50
	Total	24		

Estadísticos de contraste^{b,c}

	conductancia
U de Mann-Whitney	64,500
W de Wilcoxon	142,500
Z	-,433
Sig. asintót. (bilateral)	,665
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,671(a)

b Variable de agrupación: capas

c Adhesivo = Single Bond Universal[®]

DISCUSIÓN

El conocimiento detallado de la dentina y su potencial de reacción es fundamental para entender el concepto de permeabilidad. Hay múltiples factores que afectan este proceso, y además de las características propias de la dentina, encontramos las condiciones clínicas como un importante factor. Dentro de ellas, destaca el uso de adhesivos dentales ⁽¹⁾.

La teoría hidrodinámica de la sensibilidad dental establece que el movimiento del fluido al interior de los túbulos dentinarios, en cualquier dirección, causa sensibilidad dental. Es por esto mismo, que cualquier agente que pueda disminuir el movimiento de este líquido, podría disminuir la sensibilidad dentinaria. Con el tiempo, se han ido desarrollando varios enfoques terapéuticos para la oclusión tubular, en busca de prometedores resultados como agentes desensibilizantes para la dentina, y el uso de agentes adhesivos ha adquirido gran importancia ⁽³⁷⁾.

Todos estos estudios se basan en la acción de los sistemas adhesivos, que consiste en la penetración de monómeros de resina en la dentina, a través de los túbulos dentinarios y sus ramificaciones, impregnándose en la matriz de colágeno desmineralizada expuesta como resultado del grabado ácido ⁽¹³⁾.

En su mayoría, los estudios sobre adhesivos en base a resina han demostrado que su uso reduce la permeabilidad de la dentina expuesta. El uso de adhesivos parece proveer un nivel satisfactorio de sellado, según lo demostrado bajo condiciones de laboratorio y clínicas. Sin embargo, todos coinciden en que ningún sistema adhesivo es capaz de obtener un sellado completo de la dentina ⁽²²⁾.

Para este estudio, se decidió comparar dos marcas de adhesivo y contrastar sus resultados. Se optó por Single Bond 2[®], que es un adhesivo de gran uso en la práctica clínica, y Single Bond Universal[®], que es de aparición más reciente en el mercado.

Single Bond 2[®] cuenta con respaldo científico en cuanto a su efectividad en la fuerza de adhesión y sellado de la dentina ^(22, 28, 29). Single Bond Universal[®], también aparece en estudios que avalan estas mismas propiedades ^(31- 33).

El modelo experimental utilizado para realizar las mediciones de flujo (Cámara de Difusión) es una modificación al dispuesto por Pashley y cols ^(21, 38). Este resulta ser un instrumento fácil de montar y que permite medir la conductancia hidráulica de la dentina. Se ha determinado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre diferentes mediciones de un mismo disco de dentina mediante este instrumento ⁽³⁹⁾, por lo que bastó con realizar una medición de flujo para cada muestra en este estudio.

El tamaño de la muestra fue de 12 molares por cada grupo, que para las características de esta investigación, resulta ser una muestra representativa. Sin embargo, se debe tener en consideración la gran cantidad de grupos analizados, lo que habría aumentado considerablemente el número de especímenes necesarios de recolectar, de haber decidido establecer un “n”.

Para determinar el correcto funcionamiento del modelo experimental, antes de comenzar a realizar las mediciones, se instaló un disco sólido de resina epóxica como control negativo, cuya tasa de flujo fue de 0. Además, se dejó la cámara de difusión sin interponer ninguna muestra como control positivo, para lo cual la tasa de flujo fue de 6227,5 µl/min. Con estos valores, contrastados con estudios previos ⁽³⁹⁾, se determinó que no había filtraciones u obstrucciones en los componentes de la cámara.

Para el tratamiento de los discos de dentina, fue necesario eliminar la capa de barro dentinario por ambas caras de la muestra, formada durante los cortes en la recortadora. Esto, ya que la presencia de este barro disminuye considerablemente la permeabilidad de la dentina ⁽²³⁾, y para el objetivo de este estudio, se necesitaba una dentina permeable. Con este fin, se procedió a realizar un grabado ácido, lavado y secado de las muestras. Este último, se realizó con motas de algodón, ya que la dentina no debía ser secada excesivamente para evitar el colapso de las fibras de colágeno y así obtener mejores valores de adhesión ⁽²⁴⁾. La aplicación del

adhesivo se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante y en instantes previos a la medición en la cámara de difusión. Se procuró aplicar en capas finas, evitando los excesos, para no formar irregularidades en la superficie del disco, que impidieran el correcto sellado de la cámara.

Al realizar la prueba de Shapiro-Wilk, se determinó que la conductancia hidráulica de las muestras no tiene distribución normal (Tabla 5), por lo que se utilizó estadística no paramétrica. Con la prueba de Kruskal-Wallis, se estableció que si existían diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de una, dos o tres capas. Con la prueba de Mann-Whitney, se buscó establecer dónde estaban las diferencias, al comparar dos grupos entre sí: una y dos capas, una y tres capas, dos y tres capas. Todo esto se realizó considerando las muestras según el número de capas aplicadas (Tablas 6, 7, 8 y 9); y luego separadas según el tipo de adhesivo aplicado, además del número de capas (Tablas 11, 12, 13, 14, 15, 16 17 y 18).

En ambos casos, los resultados mostraron que existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y la aplicación de una capa de adhesivo $p=0,000$. También, existe diferencia entre la aplicación de una y dos capas $p=0,000$. No existe diferencia entre la aplicación de dos y tres capas $p=0,284$. Entre ambos tipos de adhesivo, Single Bond Universal[®] muestra menores valores de conductancia, sin embargo estas diferencias tampoco son estadísticamente significativas $p=0,434$.

De acuerdo a los valores obtenidos, la utilización de los adhesivos Single Bond 2[®] y Single Bond Universal[®] como oclusores de los túbulos dentinarios es efectiva. Para la práctica clínica, esto adquiere gran importancia, en especial al tratar la problemática de la sensibilidad dental. A la luz de estos resultados, se debiera preferir la aplicación de dos capas de adhesivo, por sobre una. La aplicación de una tercera capa, estaría condicionada por la habilidad del operador y las características del caso clínico.

CONCLUSIONES

- Existen diferencias estadísticamente significativas de la conductancia hidráulica *in vitro* entre los discos de dentina sin aplicación de adhesivo y los discos con una capa de adhesivo aplicada.
- Existen diferencias estadísticamente significativas de la conductancia hidráulica *in vitro* entre los discos de dentina con una capa de adhesivo y los discos con dos capas de adhesivo aplicadas.
- No existen diferencias estadísticamente significativas de la conductancia hidráulica *in vitro* entre los discos de dentina con dos capas de adhesivo y los discos con tres capas de adhesivo aplicadas.
- No existen diferencias estadísticamente significativas de la conductancia hidráulica *in vitro* entre los discos de dentina tratados con Single Bond 2[®] y los discos tratados con Single Bond Universal[®].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Mjör I. Dentin Permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J.* 2009; 20(1):3-4.
- (2) Letelier et al. Efecto del Ácido Oxálico bajo restauraciones cervicales adhesivas de Metacrilato y Silorano en dientes sensibles. Tesis para optar al Título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2009.
- (3) Brannstrom. The hydrodynamic theory of dentinal pain: Sensation in preparations, caries and the dentinal crack syndrome. *J Endod.* 1986;12(10):453-7.
- (4) Fu B, Shen Y, Wang H, Hannig M. Sealing ability of Dentin Adhesives/Desensitizer. *Ope Dent.* 2007; 32(5): 496.
- (5) Ajcharanukul O, Oranratmanee K, Thitikunakorn K, Thitikunakorn S. Effect of different osmotic stimuli on fluid before and after self-etching adhesive application. *J Adhes Dent.* 2010; 12:105.
- (6) Oyarzún A, Cordero A, Whittle M. Inmunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *J Endod.* 2002; 28(3): 152-6.
- (7) Katz JL. Hard tissue as a composite materials, bounds on the elastic behavior. *J Biomech.* 1971; 4:455-473.
- (8) Golberg M, Lasfargues J. Dentin-pulpal complex revisited. *J Dent.* 1995; 23:15.
- (9) Maroli S, Khera SC, Krell KV. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent.* 1992; 17:93-100.
- (10) Fawzy AS. Variation in collagen fibrils network structure and surface dehydration of acid demineralized intertubular dentin: effect of dentin depth and air-exposure time. *Dent Mater.* 2010; 26:35-43.

- (11) Marshall GW, Marshall SJ, Kinney Jh, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent.* 1997; 25:441-458.
- (12) Brännström M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts. *J Am Dent Assoc.* 1963; 66:366-370.
- (13) Mjör I. Dentin Permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J.* 2009; 20(1):3-16.
- (14) Conejo B, Del Nero M, De la Macorra JC. Medida de la conductancia hidráulica en terceros molares humanos. Un estudio in vitro. *Arch Odontoestomatol.* 1995; 11:76-81.
- (15) Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentin. *Archs Oral Biol.* 1987; 32: 519-523.
- (16) Paupichartdumrong P, Ikeda H, Suda H. Influence of the pulpal components on human dentine permeability in vitro. *Int Endod J.* 2005; 38:152-159.
- (17) Pashley DH, Livingston MJ. Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentin. *Archs Oral Biol.* 1978; 23:391-395.
- (18) Pratti C. What is the clinical relevance of in vitro dentine permeability tests? *J Dent.* 1994; 22:83-88.
- (19) Reeder OW, Walton RE, Livingston MJ, Pashley DH. Dentin permeability: Determinants of hydraulic conductance. *J Dent Res.* 1978; 57:187-193.
- (20) Pashley DH, Nelson R, Williams EC. Dentin hydraulic conductance: Changes produced by red blood cells. *J Dent Res.* 1981; 69:1797-1802.
- (21) Pashley DH, Thompson SM, Stewart FP. Dentin permeability: Effects of temperature on hydraulic conductance. *J Dent Res.* 1983 Sep; 62(9): 956-9.
- (22) Sahin C, Cehreli ZC, Yenigul M, Dayangac B. In vitro permeability of etch-and-rinse and self-etch adhesives used for immediate dentin sealing. *Dental Materials Journal* 2012; 31(3): 401-408.

- (23) Pashley DH, Michelin V, Kehl T. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981 Nov; 46(5): 531-7.
- (24) Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesives agents. *Quintessence Int.* 1993 Sep; 24(9): 681-31.
- (25) Pinzon LM, Powers JM, O´Keele K, Dusevish V, Spencer P, Marshall GW. Effect of mucoprotein on the Bond Strength of Resin Composite to Human Dentin. *Odontology* 2003 Sep; 91(1):1-6.
- (26) Ito S y cols. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent.* 2005; 7:140.
- (27) 3M ESPE Adper™ Single Bond, Sistema Adhesivo Dental , Perfil Técnico del Producto 2012; 4-10.
- (28) Duarte S Jr, de Freitas CR, Saad JR, Sadan A. The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *J Prosthet Dent.* 2009 Jul; 102(1):1-9.
- (29) Rusin RP, Agee K, Suchko M, Pashley DH. Effect of a new desensitizing material on human dentin permeability. *Dent Mater.* 2010 Jun; 26(6):600-7.
- (30) Scotchbond™ Universal Adhesive Technical Product Profile 2012; 3-33.
Web:http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSufSevTsZxtUo8_Zo8_UevUqevTSevTSevTSeSSSSSS— (consultado el 25 octubre de 2012)
- (31) Guimaraes LA, Almeida JC, Wang L, D´Alpino PH, Garcia FC. Effectiveness of immediate bonding of etch-and-rinse adhesives to simplified ethanol-saturated dentin. *Braz Oral Res.* 2012 Apr; 26(2):177-82.
- (32) Perdigao J, Dutra-Correa M, Saraceni CHC, Ciaramicoli MT, Kiyari VH, Queiroz CS. Randomized Clinical Trial of four Adhesion Strategies: 18-Month Results. *Op Dent.* 2012; 31(1): 3-11.
- (33) Oliveira A, Tavares M, Nikaido T, Tagami J, Giannini M. Effect of adhesive system and application strategy on reduction of dentin permeability. *Braz Oral Res.* 2012 Sep; 26(5): 397-403.

- (34) Habelitz S, Marshall GW Jr, Balooch M, Marshall SJ. Nanoindentation and storage of the teeth. *J Biomech.* 2002 Jul; 35(7):995-8.
- (35) Collins TJ. ImageJ for microscopy. *Biotechniques* 2007 Jul; 43(1):25-30.
- (36) Pereira JC, Segala AD, Gillam DG. Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments - an in vitro study. *Dent Mater.* 2005 Feb; 21(2):129-38.
- (37) Pashley DH. Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *Journal of Endodontics* 1986; 12(10):456-474.
- (38) Outhwaite, W.C., Mc Kennzie D.M., Pashley D.H. A versatile split chamber device for studying dentine permeability. *J. Dent. Res.* 1974; 57:1503.
- (39) Hevia J. Un modelo experimental para estudiar la conductancia hidráulica de la dentina ex vivo. Tesis para optar al Título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.

ANEXOS

ANEXO 1:

Consentimiento Informado para Participar en el Estudio de Evaluación de Permeabilidad Dentinaria en Terceros Molares Extraídos

Titulo del Protocolo : Donación de dientes para el estudio de Materiales Odontológicos y Técnicas Restauradoras.

Investigador Principal : Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

Sede de Estudio : Facultad de Odontología, Universidad de Chile – Olivos 943 – Santiago.

Nombre del Paciente :

A Usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación odontológica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender los aspectos siguientes. Este proceso se conoce como consentimiento informado y siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este formulario.

Los aspectos de este formulario tratan los siguientes temas: Justificación del estudio, Objetivos del estudio, Beneficios del estudio, Riesgos asociados al Estudio y Aclaraciones.

Justificación del Estudio.

Algunos pacientes sufren molestias en sus dientes con posterioridad a los tratamientos de obturaciones odontológicas, se ha observado que este efecto puede relacionarse con algunos materiales dentales utilizados frecuentemente en dichos tratamientos y que puedan perturbar los tejidos al interior de los dientes.

Objetivo del Estudio

El objetivo del presente estudio es evaluar las posibles variaciones que presente la permeabilidad dentinaria de dientes tratados in vitro(en un laboratorio), luego de ser sometidos a diferentes procesos

Beneficios del Estudio

La permeabilidad dentinaria, se basa en la perfusión de diferentes materiales a través de la dentina, generando por tanto un canal de comunicación entre la pulpa dental y el medio externo. Es así, como dicha perfusión de materiales, generará diferentes tipos de reacciones en la pulpa, pudiendo tener desde una insignificancia en la generación de síntomas y signos, hasta incluso llegar a sensibilidad y compromiso del estado pulpar.

De esta manera, resulta importante conocer los diferentes factores implicados en la permeabilidad dentinaria, para lo cual es necesario su estudio tanto en modelos in vivo, como in vitro(que es el caso de este estudio)

Procedimientos del Estudio

En el caso que usted acepte participar en el estudio se le efectuarán preguntas sobre sus antecedentes sobre salud médica y dental y que los dientes que le serán extraídos por indicación ortodóncica u otra, serán utilizados en el presente estudio.

Riesgos Asociados con el Estudio

Los posibles efectos adversos del procedimiento de extracción y los medicamentos indicados son los mismos que ocurrirían si sus dientes extraídos no fueran entregados para el estudio.

Como no se efectuará ninguna maniobra adicional destinada solo al estudio, los efectos adversos predecibles o impredecibles son los mismos que si usted no donara sus dientes para el estudio.

En caso que presente algún efecto adverso secundario o requiera de otro tipo de atención por dicho motivo, esta se le entregará en los términos que siempre se le han brindado.

Aclaraciones

La participación en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.

Si usted decide participar puede retirarse cuando lo desee.

No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.

No recibirá pago por su participación.

Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.

La información obtenida del estudio respecto de la identificación de los pacientes, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores.

Si considera que no existen dudas ni preguntas acerca de su participación, puede si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa al documento.

Solo se utilizarán en el presente estudio dientes extraídos por indicación ortodóncica o de otra especialidad.

Carta de Consentimiento Informado

Yo..... he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Estoy de acuerdo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de este formulario de consentimiento.

Firma del participante – Padre o Tutor	CI	Fecha
--	----	-------

Testigo	CI	Fecha
---------	----	-------

Testigo	CI	Fecha
---------	----	-------

Sección a llenar por el Investigador o su representante:

He explicado al Sr(a)..... la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente para realizar investigación con seres humanos y declaro mi apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento

Firma del Investigador	CI	Fecha
------------------------	----	-------