



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS EN
ODONTOLOGÍA "DR KEISABURO MIYATA"**

**"RESISTENCIA AL RECEMENTADO DE BRACKETS METÁLICOS
UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS ADHESIVOS Y
ACONDICIONAMIENTO. ESTUDIO *IN-VITRO*"**

PROYECTO TERMINAL

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA
EN:**

ORTODONCIA

PRESENTA:

C.D. CAROLINA HERNÁNDEZ CORTÉS

DIRECTOR

DR. en O. ROGELIO J. SCOUGALL VILCHIS

ASESOR

**M. en C.O.E.O CLAUDIA CENTENO PEDRAZA
M.en C.O.O SARAÍ LÓPEZ GONZÁLEZ**

TOLUCA, MÉXICO, MARZO 2016.



RESUMEN

“Resistencia al recementado de brackets metálicos utilizando diferentes sistemas adhesivos y acondicionamiento. Estudio *In-Vitro*”.

C.D. Carolina Hernández-Cortés* c.cortes22@hotmail.com, Dr. en O. Rogelio J. Scougall-Vilchis rogelio_scougall@hotmail.com, M.C.O.E.O. Claudia Centeno-Pedraza centenocla@yahoo.com.mx, M.C.O.O. Sarafí López-González, sarailogo@hotmail.com. Toluca, México.

Introducción: El descementado de brackets es un problema frecuente durante el tratamiento ortodóncico. El porcentaje varía de 3.5%-23%, por lo tanto, es importante entender las características de los diferentes sistemas adhesivos utilizados en brackets adheridos más de una vez.

Objetivo: Evaluar la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando adhesivos autograbables y adhesivos convencionales.

Material y Métodos: Estudio experimental, transversal, comparativo, diseño *in-vitro*. Realizado en el C.I.E.A.O. de la UAEMex. Muestra: 90 premolares íntegros extraídos por razones ortodóncicas, sin caries, fracturas o lesiones, divididos aleatoriamente en tres grupos(n=30). Grupo I: se utilizó adhesivo autograbante y brackets metálicos nuevos; Grupo II: brackets descementados arenados/ácido fosfórico 37%; Grupo III: brackets descementados arenados/ácido fosfórico 37%/adhesivo en la malla del bracket y diente. Se utilizó una máquina de ensayos universales para medir la resistencia al recementado, la prueba estadística utilizada fue: ANOVA-un factor $p < 0.05$, la carga se midió en MPa y se registró la cantidad de adhesivo remanente (ARI).

Resultados: La resistencia al descementado mostró que el valor medio del grupo III (19.4 ± 4.7 MPa) presentó diferencias significativas en comparación con los grupos I ($p= 0.0001$, 9.5 ± 4.3 MPa) y II ($p= 0.0001$, 14.4 ± 4.7 MPa). Asimismo el

grupo II ($p=0.0001$, 14.4 ± 4.7 MPa) presentó diferencias significativas con el grupo III ($p= 0.0001$, 19.4 ± 4.74 MPa). Los resultados del ARI mediante la prueba X^2 (21.61) revelaron que los grupos son significativamente diferentes ($p=0.001$).

Conclusiones: Los brackets metálicos recementados pueden ser adheridos exitosamente con cualquiera de estos sistemas. El prerrevestimiento con adhesivo sobre la malla del bracket previamente arenado, incrementa la resistencia al descementado.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. ANTECEDENTES | 3 |
| 1.1 Adhesión en Ortodoncia | 3 |
| 1.1.1 Generalidades | 3 |
| 1.1.2 Desarrollo histórico de los adhesivos | 3 |
| 1.1.3 Teorías para explicar el fenómeno de adhesión | 6 |
| 1.1.4 Características de un adhesivo ideal | 7 |
| 1.1.5 Composición general de los adhesivos | 7 |
| 2.1 Clasificación de los adhesivos | 8 |
| 2.1.1 Clasificación por el acondicionamiento ácido | 8 |
| 2.1.2 Clasificación de los adhesivos por su técnica de utilización | 9 |
| 2.1.3 Clasificación de adhesivos de acuerdo su generación | 9 |
| 2.1.4 Clasificación de adhesivos autograbadores de acuerdo a su capacidad de penetración en el smear layer y profundidad de desmineralización | 12 |
| 3.1 Resinas compuestas | 15 |
| 3.1.1 Resinas de Microrrelleno | 16 |
| 3.1.2 Resinas Híbridas | 17 |
| 3.1.3 Resinas Empacables | 17 |
| 4.1 Características químicas de los sistemas adhesivos | 18 |
| 4.1.1 Monómeros en sistemas de autograbado | 18 |
| 4.1.2 Componentes de sistemas iniciadores y solventes de adhesivos autograbantes | 20 |
| 4.2 Sistemas de autograbado | 22 |
| 5.1 Fallas en el fenómeno de la adhesión | 23 |
| 5.1.1 Efectos del grosor del adhesivo sobre la fuerza de adhesión | 23 |
| 5.1.2 El barrillo dentinario o “smear layer” | 23 |

| | |
|---|----|
| 6.1 Tipos de Adhesivos | 25 |
| 6.1.1 Adhesivos fotocurables | 25 |
| 6.1.2 Adhesivos autograbables | 26 |
| 6.2 Factores que afectan las técnicas de grabado del esmalte: | 27 |
| 6.2.1 Grabado del esmalte | 27 |
| 6.2.2 Acondicionamiento ácido | 28 |
| 7.1 Adhesión de brackets ortodóncicos | 29 |
| 7.2 Recementado de brackets | 32 |
| 7.2.1 Métodos de remoción de brackets y adhesivo remanente | 32 |
| 8.1 Arenado (Sandblasting) | 34 |
| 9.1 Resistencia al descementado de brackets | 35 |
| 10.1 Índice de adhesivo remanente (ARI) | 38 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 40 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 41 |
| 4. HIPÓTESIS | 42 |
| 4.1 Hipótesis nula (H_0) | 42 |
| 4.2 Hipótesis alterna (H_a) | 42 |
| 5. OBJETIVOS | 43 |
| 5.1 General | 43 |
| 5.2 Específicos | 43 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS | 44 |
| 6.1 Tipo de estudio | 44 |
| 6.2 Variables | 44 |
| 6.3 Límites de espacio y tiempo | 45 |
| 6.4 Muestra | 45 |
| 6.5 Material | 46 |
| 6.6 Método | 47 |
| 6.6.1 Lavado y Limpieza | 47 |
| 6.6.2 Brackets | 47 |
| 6.6.3 Procedimiento adhesivo | 48 |
| 6.6.4 Material adicional y almacenamiento | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 6.6.5 Prueba de resistencia al descementado | 52 |
| 6.6.6 Índice de adhesivo remanente (ARI) | 53 |
| 7. RESULTADOS | 54 |
| 7.1 Resistencia al recementado de brackets descementados | 54 |
| 7.2 Índice de Adhesivo remanente | 55 |
| 7.3 Tablas y figuras | 56 |
| 8. DISCUSIÓN | 58 |
| 8.1 Resistencia al recementado | 58 |
| 8.2 Adhesivos autograbantes (SEP's) | 60 |
| 8.3 Índice de adhesivo remanente | 61 |
| 9. CONCLUSIÓN | 62 |
| 10. REFERENCIAS | 64 |
| 11. ANEXOS | 67 |
| 11.1 Presentación en Foros: Ponencia | 67 |
| 11.2 Premios obtenidos | 69 |
| 11.3 Cartel | 70 |
| 11.4 Oficios | 71 |

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia se está acercando ahora a los 45 años de adhesión exitosa confiable en los consultorios de todo el mundo. El porcentaje de fallo de adhesión en los Estados Unidos es actualmente del 5% aprox durante los primeros meses de tratamiento ortodóncico. Alcanzar un porcentaje bajo de fracaso debe ser un objetivo de alta prioridad, ya que recementar los brackets descementados consume tiempo y costos.¹

Consecuentemente, la búsqueda de altos niveles de adhesión, mejores adhesivos, procedimientos más simples y materiales que se adhieran en presencia de saliva continúa. Sin embargo, la mayoría de los fracasos en adhesión se deben a inconsistencias en la técnica de adhesión y no solo a las resinas, a la inadecuada fuerza de adhesión o calidad de brackets utilizados. Nuevos sistemas adhesivos y métodos alternativos para adherir al esmalte pueden dar la falsa impresión que no se necesita ser tan cuidadoso con los procedimientos de adhesión como en el pasado.¹

Un problema frecuentemente indeseable durante el tratamiento ortodóncico es el descementado de los brackets. El porcentaje de descementado de brackets va desde 3.5% a 23%. Esto se debe a la aplicación de exceso de fuerza accidental o a una técnica pobre de adhesión. Asimismo, es importante entender lo que debemos esperar una vez que el bracket es adherido más de una vez en el diente, ya que la literatura provee hallazgos contradictorios con respecto a la resistencia al descementado. La fuerza de adhesión de los aditamentos debe ser funcional, tanto, que le permita al operador descementar el bracket sin causar daño al esmalte, lo que podría ocurrir si la fuerza de adhesión excede los 14 MPa.²

Desde que Buonocore (1955) introdujo el ácido grabador en la técnica de adhesión, el concepto de adhesión al esmalte de diversas resinas ha desarrollado aplicaciones en todos los campos de la Odontología, incluyendo la adhesión de brackets ortodóncicos. Este enfoque trajo algunas ventajas como la facilidad de remoción de placa en el paciente, minimización de irritación de tejidos blandos

(gingivitis hiperplásica), eliminación de los espacios residuales de las bandas, facilitación de la colocación de aditamentos en dientes parcialmente erupcionados, disminución de la descalcificación por el descementado de bandas, fácil detección y tratamiento de caries y mayor estética para el paciente.¹

A principios de los 70's un número considerable de reportes preliminares fue publicado sobre sistemas de adhesión directa e indirecta. La primera evaluación postratamiento detallada de adhesión directa después de un periodo completo de tratamiento ortodóncico fue publicado en 1977. Desde entonces, el desarrollo de productos en términos de adhesión, brackets y técnicas de adhesión se han producido a un ritmo acelerado. De hecho, el progreso en adhesión ha creado dificultades entre los ortodoncistas para mantenerse adecuadamente orientados.¹

Diversos estudios han sugerido que la fuerza de adhesión clínica adecuada varía entre 6–10 MPa. No existe un protocolo confiable que describa el sistema de adhesión *in-vivo* que provea una adecuada fuerza de adhesión. La resistencia al descementado observada en estudios *in-vitro* puede ser mayor que la atestiguada clínicamente. Sin embargo, estudios *in-vitro* proveen una guía en la selección del bracket/adhesivo.²

1. ANTECEDENTES

1.1 Adhesión en Ortodoncia

1.1.1 Generalidades

- La palabra adhesión vienen del latín *adhaerere*, formada por: *ad* (para) y *haerere* (pegarse).³
- Según la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1983), es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas. ⁴
- Según Van Meerbek y Others (2002), el fenómeno de adhesión es esencialmente un proceso de remoción de minerales, principalmente calcio y fosfato e infiltración de monómeros resinosos *in situ* con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental. En ortodoncia, es el medio de unión entre la superficie del esmalte y la base del bracket. ⁵
- El tiempo que perdura esta unión se denomina *durabilidad*. La mayoría de los adhesivos dentales actuales emplean iniciadores con un pH bajo que impregna y disuelve la capa de lodo dentinario, pero no la retira.⁶

1.1.2 Desarrollo histórico de los adhesivos

1955 – M. Buonocuore introduce el concepto del grabado del esmalte con ácido fosfórico al 85%, primer paso de la Odontología adhesiva (Fig. 1).

1962 - Rafael Bowen introduce la resina Bis-GMA (producto de la reacción entre un bisfenol y el metacrilato de glicidilo) primer agente de unión al esmalte.



Figura 1. Enlaces iónicos y covalentes

Fuente: Henostroza G. et al. Adhesión en odontología restauradora. Editorial Mario. 2003. p.p 14

1966 - Newman y Sharpe eliminan el relleno cerámico de la resina Bis-GMA, a fin de producir una resina de muy baja viscosidad, así nace el primer adhesivo dental.

1971 - Se dan a conocer por Wilson y Kent los primeros ionómeros de vidrio.

1980 - Takao Fusayama desarrolla el grabado total (Total-etch), tanto del esmalte como de la dentina, para así eliminar el barrillo dentinario y permitir el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios, quedando trabado mecánicamente dentro de ellos luego de su polimerización.

1982 - Nobuo Nakabayahi describe la denominada capa híbrida, uno de los mecanismos de la adhesión actual, de los cuales surgen los adhesivos de cuarta generación.

1983 - Horn desarrolla el grabado de la porcelana con la aplicación del ácido fluorhídrico.

1984 - MacLaghlin usó los silanos desarrollando el concepto de “fusión dental”.

1986 - Gasspoole y Erickson demostraron que el grabado del esmalte solo necesitaba 15 segundos.

1987 - El Scotchbond-2 (3M Unitek, Ca EUA) adhesivo de tercera generación, cuya novedad consistía en la adición de monómeros hidrófilos, principalmente el HEMA (2-hidroxietil metacrilato), lo cual permitió alcanzar niveles de adhesión de cerca de 10 MPa.

1990 - Aparecieron los primeros adhesivos de cuarta generación: All Bond (Bisco), Opti Bond FL (Kerr), Pro Bond (Dentsply), Scotch Bond Multipropósito Plus (3M), Syntac (Vivadent) y Bond It (Jeneric), incorporando un tercer compuesto denominado *primer*.

1993 - Van Meerbeek describe las tres zonas en la capa híbrida.

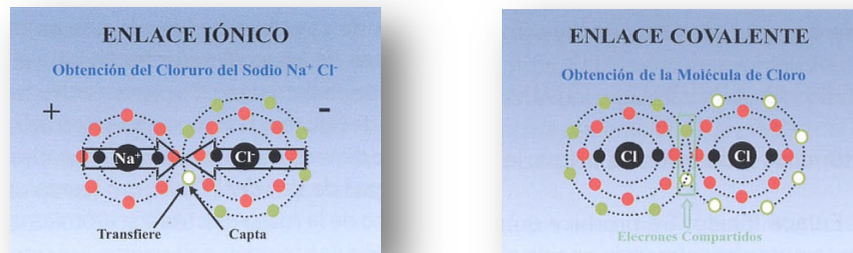
1995 - Nacen los sistemas adhesivos de quinta generación que se diferencian de los de cuarta generación únicamente porque en lugar de tres compuestos constan solo de dos: acondicionador y primer-adhesivo.

1999 - Surge la tendencia denominada autoacondicionamiento, denominados de sexta generación, entre ellos Prompt L Pop (3M Espe EUA), Clear Fill Liner Bond 2 (Kuraray), SE Bond (Coltène), Xeno III (Dentsply), que se identifican por la unión de acondicionador, primer y adhesivo, su unión se presenta en el momento de aplicación ya que se presentan en “blisters” de dos cámaras o en dos frascos.

2002 - Fue dado a conocer “i Bond” (Kulzer), que se anuncia como de séptima generación; es semejante a los de sexta generación solo que se presenta en un solo frasco y prescinde de toda mezcla.⁴⁻⁶

1.1.3 Teorías para explicar el fenómeno de adhesión

Química. En esta unión actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos (implica transferencia de electrones), covalentes (comparten electrones) (Fig.2 a y b), metálicos y fuerzas de Van Der Walls, entre otras.



a)

b)

Figura 2. Enlaces iónicos y covalentes

Fuente: Henostroza G. et al. Adhesión en odontología restauradora. Editorial Mario. 2003. p.p 32

Mecánica. Es aquella donde intervienen factores físicos, como poros y rugosidades, que hacen interconexión y los materiales se traban entre sí.

Física. En esta unión se forman enlaces entre átomos en la interfase del adhesivo y del adherente.

Híbrida. Es una unión de dos o más de las anteriores.

En Odontología se utiliza con frecuencia el término adhesión para referirnos a uniones de tipo mecánico, donde la unión se puede dar solamente por medio de microretenciones, con o sin interacción química entre los sustratos. Esta es, por ejemplo, la unión que se configura entre el esmalte grabado y la resina fluida.^{6,7}

1.1.4 Características de un adhesivo ideal⁷

- Brindar una unión química real.
- Tener ángulo de contacto pequeño.
- Poseer suficiente energía superficial.
- Ser biocompatible.
- Producir mínimo daño.
- Ser estético.
- Económico.

1.1.5 Composición general de los adhesivos

- *Un vehículo*, el cual es el medio de transporte de los diferentes químicos (agua, acetona, etanol).
- *Moléculas biofuncionales* en los adhesivos multifrascos.
- *Moléculas poliméricas adhesivas* (BisGMA, UDMA).
- *Grupos químicos* para la polimerización, que pueden ser diquetonas, canforoquinonas e iniciadores químicos.
- *Cargas inorgánicas*, en donde algunos adhesivos incorporan vidrios en su composición con el fin de disminuir la concentración de la polimerización.⁸

2.1 Clasificación de los adhesivos

Los adhesivos actuales presentan valores semejantes en cuanto a magnitud de adhesión, existen diferencias como: los que tienen relleno, los que tienen flúor, los que son fotopolimerizables, los de polimerización dual, los que obvian la utilización previa del acondicionamiento ácido etc.⁷

2.1.1 Clasificación por el acondicionamiento ácido

Se clasifican en dos grandes grupos:

- Los que emplean un acondicionamiento ácido previo
- Los autoacondicionadores

Este tipo de adhesivos tienen básicamente tres componentes: el ácido, el *primer* y el *bond*. La mayoría de los adhesivos actuales pertenecen al grupo de los que emplean un acondicionamiento ácido previo, y sus resultados son homogéneos y previsibles. En general, el ácido es un gel de ácido fosfórico en concentraciones entre 30 y 37%, que se aplican al esmalte y dentina durante 15 segundos. El único inconveniente reside en que el ácido y el adhesivo se aplican en etapas diferentes, lo cual puede producir una desmineralización cuya profundidad puede llegar más allá de la zona de difusión e impregnación del adhesivo.⁴

Los adhesivos autoacondicionadores tratan de eliminar este inconveniente, basándose en sustancias que no se lavan y son capaces de actuar simultáneamente como acondicionadores del esmalte y la dentina y además como *primers*, evitando así la posibilidad de una capa desmineralizada que no ha sido penetrada por el adhesivo, ya que la desmineralización de la dentina y su infiltración por parte del adhesivo se dan al mismo tiempo. Como no hay una fase de lavado, tanto el barrillo dentinario como la hidroxiapatita disuelta por la acción del adhesivo autoacondicionador quedan incorporadas en el mismo y se eliminan cuatro pasos; el dispensado del ácido, su aplicación, el lavado, y la eliminación de agua excedente.⁴

2.1.2 Clasificación de los adhesivos por su técnica de utilización

- *Adhesivos fotoactivados que usan acondicionamiento ácido*

Se indican para restauraciones directas, y pueden ser de 3 etapas (ácido, *primer* y *bond* aplicados separadamente) o bien de 2 etapas (el ácido independiente del *primer* y el *bond* juntos en un frasco único).

- *Adhesivos fotoactivados que son autoacondicionadores*

Requieren para polimerizarse longitudes de onda entre 300 y 430 nanómetros, lo cual impide utilizar unidades fotopolimerizadoras del tipo LED. Frecuentemente los fabricantes de adhesivos autoacondicionadores suaves e intermedios recomiendan el uso de acondicionamiento ácido previo solo del esmalte, principalmente en aquellos casos que el esmalte no este biselado.

- *Adhesivos de activación dual que usan el acondicionamiento ácido*

Son los más versátiles, considerados adhesivos de tipo multipropósito, aquí encontramos el Scotchbond Multipropósito Plus (3M, Unitek Ca, E.U.A.)

- *Adhesivos de activación dual que son autoacondicionadores*

Son ideales para la cementación de postes radiculares. En el caso de un conducto radicular, el uso de un adhesivo autoacondicionador tiene dos ventajas: la primera es evitar la dificultad de retirar el gel del ácido fosfórico; y la segunda es obviar el riesgo de que el ácido penetre por los conductos accesorios hasta llegar al ligamento periodontal, con el peligro de ocasionar una reabsorción radicular.⁶

En ortodoncia se prefiere la adhesión mecánica. Dado que no se busca una unión permanente, sino que se pueda romper, de manera fácil, al finalizar el tratamiento.⁴

2.1.3 Clasificación de adhesivos de acuerdo su generación

Primera generación

- Actúan por quelación del calcio (componente de la dentina) y son resistentes al agua. Están compuestos de ácido dimetacrilato glicero fosfórico y tienen una fuerza de 2 a 3 MPa.

- Su adhesión al esmalte era alta pero baja en la dentina.

Segunda generación

- Intentaban usar la capa residual (smear layer) como sustrato para la adhesión.
- Fuerzas débiles de adhesión entre 5 y 6 MPa a la dentina, que hacía necesaria la retención en la preparación de cavidades.
- Sistema por interacción iónica entre la carga negativa del fosfato y la positiva del calcio. Están compuestos de ésteres fosfóricos y derivados metacrilatos.
- Algunos ejemplos son: Clearfil Bond System F (Kuraray) introducido en 1978, Bondlite (Kerr/Sybron) y Scotchbond (3M, Ca, E.UA.)

Tercera generación

- Sistema de doble componente; iniciador (primer) y adhesivo.
- El incremento de la fuerza de adhesión fue de 8 a 15 MPa.
- Su función consiste en diluir el barrillo dentinario o "smear layer" y están compuestos de 10-Metacriloloxidecil dihidrógeno fosfato.
- Fue la primera generación que logró adhesión no solamente a las estructuras dentales sino, además a metales y cerámicas pero con corta duración.

Cuarta generación

- Empezó la adhesión con gran fuerza a la dentina entre 17 y 25 MPa.
- Disminución de la sensibilidad posoperatoria en restauraciones oclusales posteriores.
- Son adhesivos multipasos o sistemas adhesivos de pretratamiento dentinario con imprimadores.
- Son resinas de baja viscosidad.

Se caracteriza por el proceso de hibridación que es la combinación de la resina con las fibras de colágeno remanente lo que forman la capa híbrida, reemplazando la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinaria.

Quinta generación

- Estos se adhieren bien al esmalte, dentina, a la cerámica y metales.
- Se caracterizan por tener un sólo componente en un solo frasco.
- No hay mezclado.
- Hay disminución en el número de pasos, se logra la misma unión que con los de cuarta generación, pero con menos tiempo y en un solo envase.
- La fuerza de retención a la dentina está en el rango de 29 MPa.
- No son adecuados con resinas de autocurado.⁷⁻⁸

Sexta generación

La constante evolución de los sistemas adhesivos enfocada hacia la simplificación de los procedimientos clínicos, tiempos de trabajo y sensibilidad de la técnica operatoria favoreció el desarrollo a mediados de la década de 1990 de los sistemas adhesivos de sexta generación o sistemas autograbantes, estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando imprimadores autograbadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el *smear layer* que cubre la dentina.⁹

Este nuevo sistema se diferencia de los adhesivos de grabado y lavado en varios aspectos como su pH inicial, el tipo de monómeros acídicos, número de frascos, y pasos, concentración de agua y solventes e hidrofiliidad de la capa de unión.⁸

Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 26 MPa, para los autograbadores de dos pasos.⁶ Los adhesivos autograbadores están compuestos de mezclas acuosas de monómeros funcionales acídicos hidrofílicos, generalmente ésteres del ácido fosfórico, con un pH de 1,5 a 2,5, un poco más alto que los geles del ácido fosfórico.⁹

2.1.4 Clasificación de adhesivos autograbadores de acuerdo a su capacidad de penetración en el smear layer y profundidad de desmineralización

- Sistemas adhesivos autograbadores “ultra suaves” con pH > 2,5, que conforman la denominada capa de interacción manométrica. Pueden presentar mayor resistencia de unión a esmalte y dentina comparado con los de pH moderado o agresivo.¹⁰
- Los autograbadores ‘suaves’ con profundidades de aproximadamente 1 µm tienen pH 2.
- Los autograbadores ‘moderadamente fuertes’ que presentan profundidades de interacción entre 1 y 2 µm con pH entre 1 y 2.
- Los autograbadores ‘fuertes’ que tienen pH 1.

Watanabe y Nakabayashi (1982), desarrollaron los imprimadores autograbadores a partir de soluciones de 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) al 30%, posteriormente se incorporó trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y metacriloxidecil dihidrogenion fosfato (MDP). Las grandes ventajas de estos sistemas adhesivos autograbadores están en la simplificación del proceso adhesivo, tiempos de trabajo y disminución de la sensibilidad posoperatoria. Estos sistemas a su vez, pueden clasificarse de acuerdo con su técnica de aplicación como sexta generación tipo I, donde es aplicado inicialmente el primer autograbador, es secado, posteriormente se aplica el adhesivo, de nuevo se airea y se fotopolimeriza. Otra característica de este sistema es que generalmente es compatible con los cementos de resina de

autocurado, con este sistema se aplica inicialmente el imprimador en el diente, se airea y posteriormente se aplica y fotocura el adhesivo y finalmente se aplica el cemento de resina de autocurado para cementar la restauración.⁶

La sexta generación tipo II mezcla el imprimador y el adhesivo, previo a su aplicación en el diente, la primera capa es aireada por diez segundos y la segunda se fotocura. La acidez del agente adhesivo puede interferir en el fraguado de la resina compuesta. Esta incompatibilidad se produce debido a que la polimerización química de resinas se da mediante un sistema binario de curado dual o Redox que consiste en un peróxido y una amina terciaria aromática. Para los sistemas de fotocurado, su activación se da por la generación de radicales libres de la activación de un fotoiniciador (diquetonas como la canforoquinona) seguido por la reducción del fotoiniciador activado por una amina alifática, la cual permite la liberación de los radicales libres.⁹

Séptima Generación

Los sistemas adhesivos de séptima generación son adhesivos autograbadores de un frasco y un solo paso "All in one" (Fig. 3), en los cuales la técnica ha sido simplificada al máximo, permitiendo mantener en una solución los componentes de monómeros acídicos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema.

Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, disminuye su grado de conversión, lo cual favorece la degradación hidrolítica, afectando la capacidad de unión en la interfase adhesiva. Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa. Este sistema tampoco es compatible con los cementos de resina de autocurado. En contraste con las ventajas de la simplificación del procedimiento, disminución de la sensibilidad de la técnica, desmineralización e infiltración simultánea de la resina, disminución en el tiempo de trabajo y sensibilidad posoperatoria, los resultados en

cuanto a la resistencia de unión y nanofiltración ponen en duda la efectividad clínica de los sistemas adhesivos de séptima generación, debido a su inestabilidad en el tiempo.^{6, 9}



Figura 3. Sistema adhesivo de séptima generación “All in one” Transbond Plus SEP
Fuente:http://solutions.3m.com.mx/wps/myportal/3M/es_MX/orthodontics_LA/Unitek/?enIprun=false

3.1 Resinas compuestas

Las resinas compuestas son un material multifase que exhibe las propiedades de ambas fases, donde ambas se complementan, lo que resulta en un material con propiedades mejoradas. La primera fórmula de resina compuesta se introdujo alrededor de 1870, basada en silicato de flúor-aluminio y ácido fosfórico. Las restauraciones con este material requerían retención mecánica y tenían un corto periodo de permanencia.¹¹⁻¹²

La primera resina polimérica del color del diente usada en Odontología se desarrolló en los años 40's y se componía de polvo a base de polimetilmetacrilato, monómero de metilmetacrilato, peróxido benzoico y n,n-dimetil-paratoluidina. Este material presentaba numerosos problemas, poca estética inicial, pobre estabilidad de color, alta contracción durante la polimerización, falta de adhesión a la estructura dental y un alto coeficiente de expansión térmica.

Los rellenos de silica se introdujeron en los 50's, mejorando así sus propiedades mecánicas y estéticas, pero aún existía contracción considerable durante la polimerización y pobre adhesión al esmalte y dentina, por lo tanto no tenían suficiente resistencia. Enseguida, agentes de unión como; silano de g-metacriloxpropil-trimetoxy o silano-trietoxy de vinil se añadieron para mejorar sus propiedades mecánicas, pero la contracción durante la polimerización y la falta de adhesión a las estructuras del diente aún no era resuelta.¹²

En 1962, Bowen introdujo una nueva fórmula llamada Bis-GMA o resina de Bowen, que se caracterizaba por su alta viscosidad, contenía solo una pequeña cantidad de partículas de relleno, se incorporó dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) como diluyente para reducir su viscosidad. Durante los años siguientes, se han experimentado nuevas fórmulas de resinas compuestas, utilizando diferentes diluyentes como; metilmetacrilato (MMA), etilenglicol-dimetacrilato y moléculas de monómero de alto peso molecular (uretano de dimetacrilato, UDMA).^{10, 11}

Todos estos monómeros contenían dos dobles enlaces reactivos que eran capaces de formar enlaces covalentes con las cadenas poliméricas (enlaces cruzados), los cuales a su vez mejoraban las propiedades de la fase matriz, así la resina mejoraba sus propiedades físicas y mecánicas. Las resinas se pueden clasificar de acuerdo a diversos parámetros, pero uno de los sistemas más utilizados se basa en: el tamaño de las partículas de relleno, el cual ha cambiado numerosas veces. Hoy en día, la clasificación utilizada es la siguiente: (Fig. 4)

- Microrrelleno
- Híbridas
- Empacables

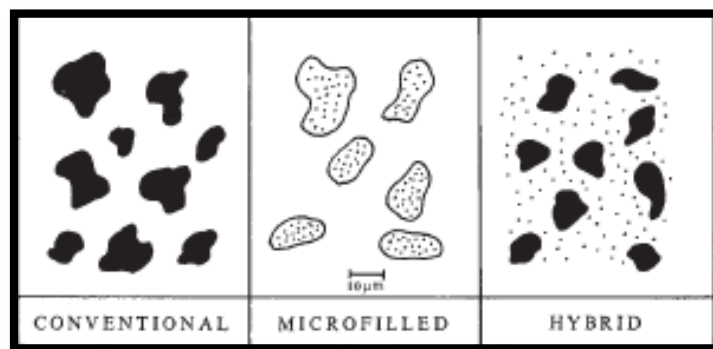


Figura 4. Diagrama representativo del tamaño de partículas usadas en los principales grupos de resinas.

Fuente: McCabe J, Walls A. Applied Dental Materials. 9th Edition. Blackwell. 2008. Singapore. p.p 201

3.1.1 Resinas de Microrrelleno

Fueron desarrolladas para proveer un material odontológico de un pulido y estética excepcionales, con partículas que varían entre 0.04- 0.4 μm . Más estudios condujeron a otra manera de incrementar el volumen de partículas pequeñas, utilizando partículas pre-polimerizadas que permitieron maximizar el contenido de relleno, así la contracción debido a la polimerización fue minimizada.¹²

3.1.2 Resinas Híbridas

Las resinas híbridas contienen partículas submicrométricas de relleno (0.04 mm) y partículas pequeñas (1-4 mm). La combinación de varios tamaños de partículas mejora sus propiedades físicas y permite niveles aceptables de pulido. La versión más reciente de partículas híbridas de microrrelleno usa nano tecnología de relleno, contiene partículas de entre 0.004 – 0.01 micras.

Las resinas nanohíbridas, pueden ser clasificadas como las primeras resinas universales con propiedades de manipulación y de pulido de un material de microrrelleno, y con la fuerza y la resistencia al desgaste de un híbrido tradicional.¹⁰⁻

¹²

3.1.3 Resinas Empacables

Se desarrollaron con el fin de ser utilizadas por dentistas que utilizaban amalgamas; se redujo su viscosidad a medida que la resina se equilibraba con la temperatura de la cavidad oral. No poseen mejores propiedades que las resinas híbridas, en consecuencia su uso como restauraciones dentales directas es limitado.¹¹

4.1 Características químicas de los sistemas adhesivos

El concepto de adhesivos autograbables está basado en el uso de monómeros de ácido polimerizables que simultáneamente acondicionan esmalte y dentina. Por lo tanto, eliminan el paso de enjuague del ácido grabador. Los requisitos son; la remoción del barrillo dentinario y la creación de un patrón de grabado adecuado en un tiempo considerable (15-30 seg).

Hoy en día el uso de adhesivos autograbables de un solo componente se ha incrementado en el mercado y se componen principalmente de metacrilato, con un pH de 1.5-2.5. Clínicamente, se ha demostrado que los sistemas de autograbado presentan baja sensibilidad posoperatoria y esto se debe a que la penetración del ácido y de sus co-monomeros ocurre a la misma profundidad.¹²

4.1.1 Monómeros en sistemas de autograbado

Aspectos Generales

Los monómeros contenidos en los sistemas autograbantes pueden ser divididos en tres grupos de acuerdo a su función; a) monómeros adhesivos autograbantes, b) monómeros de enlaces cruzados y c) monómeros monofuncionales adicionales. Todos estos tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- Tasa alta de radicales libres homopolimerizables con otros monómeros en el adhesivo.
- Solubilidad óptima de los componentes del adhesivo, principalmente acetona y etanol, que son utilizados como solventes.
- Suficiente estabilidad del monómero y polímero formado.
- Mínima reabsorción de agua del polímero formado.
- Baja contracción al polimerizar.
- Baja toxicidad oral y citotoxicidad del monómero.

Los monómeros de los sistemas adhesivos autograbantes deben de cumplir adicionalmente con los siguientes aspectos:

- Capacidad autograbante en la superficie del esmalte en un corto periodo de tiempo.
- Óptima humectación y de penetración en los túbulos dentinarios.
- Rápida interacción iónica o covalente con los tejidos del diente (esmalte, dentina).

En general, estos monómeros de adhesivos autograbantes, son moléculas bifuncionales que contienen al menos: un grupo polimerizable P, que puede reaccionar con los monómeros del adhesivo y el material de restauración mediante copolimerización, un grupo de adhesivo ácido AD, capaz de grabar e interactuar con la sustancia dental, y finalmente, con un grupo espaciador R, diseñado para influenciar la solubilidad y humectación del monómero adhesivo⁵ (Fig. 5.).

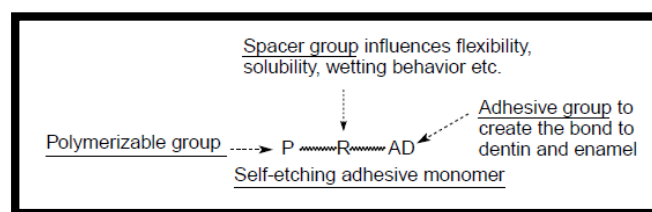


Figura 5: Estructura general de un monómero adhesivo autograbante.

Fuente: Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review.

4.1.2 Componentes de sistemas iniciadores y solventes de adhesivos autograbantes

Iniciadores

Un problema intrínseco de los adhesivos autograbantes es la reacción ácido-base de los monómeros ácidos con las aminas utilizadas frecuentemente como sistemas iniciadores, como las aminas camforquinonas para sistemas de fotopolimerización o peróxido de aminas para sistemas de autopolimerización. En ambos casos, el radical formado es el responsable del inicio de la polimerización. La reacción ácido-base resulta de un equilibrio de las formas protonizadas y no-protonizadas de las aminas y ácidos, por lo tanto, la concentración de aminas necesita ser ajustada exactamente a la concentración del ácido en sistemas autograbantes.

Solventes

La descalcificación del esmalte y dentina, y la remoción del barrillo dentinario son procesos iónicos. Los iones de calcio son quelados por los monómeros ácidos y las fibras de colágeno se solubilizan, para llevar a cabo este proceso iónico se requiere agua, es por esto que los adhesivos autograbantes son generalmente a base de agua. Sin embargo, un exceso de agua puede disminuir el contenido monomérico del adhesivo en el interior de la red de colágeno y probablemente interferir con su polimerización, lo cual podría traducirse en una baja densidad en la capa híbrida de enlaces cruzados. Una deshidratación excesiva de la dentina, puede afectar negativamente sus propiedades mecánicas.

Rellenos

Existe un amplio rango de diferentes materiales de relleno como; rellenos esféricos de vidrio, silicatos, rellenos de vidrio lixiviables y silica nanométrica. De acuerdo a numerosas investigaciones, los sistemas adhesivos con un contenido de relleno entre 10-40% probaron tener mayor fuerza de adhesión, sin embargo, la influencia

de los materiales de relleno en el adhesivo para la amortiguación de estrés aun es impredecible y no ha sido confirmada mediante pruebas clínicas.

En contraste a esto, los adhesivos autograbantes más recientes contienen pequeñas cantidades de partículas de relleno. También existen otro tipo de materiales de relleno con propiedades específicas como: capacidad de liberar iones de flúor, proveer radiopacidad o proporcionar efectos antibacteriales.¹⁰⁻¹²

4.2 Sistemas de autograbado

Los monómeros de resina son los componentes clave de la fórmula de los adhesivos, incluyen enlaces cruzados y monómeros funcionales. Son tres las partes que caracterizan la estructura de los monómeros: 1) uno o más grupos polimerizables que están ligados 2) espaciador y 3) grupos funcionales.

Los grupos polimerizables son los metacrilatos y acrilatos, que presentan un comportamiento hidrofóbico. La función principal del monómero espaciador es mantener separados los grupos polimerizables y los funcionales. El diseño y el tamaño del espaciador resultan en hidrofilicidad del polímero resultante.

Los grupos funcionales más comúnmente utilizados son: fosfato, ácido carboxílico y grupos alcohol. El rango de agresividad del grabado está basado en la acidez de estos grupos. Ocasionalmente, grupos funcionales particulares se agregan al monómero para mejorar su capacidad de desmineralización, para permitir sus efectos antibacterianos y desensibilizantes.¹¹

5.1 Fallas en el fenómeno de la adhesión

- Se producen contracciones de tensión del material de adhesión.
- Fallas inherentes a la composición de la dentina y el esmalte.
- Se reduce el humedecimiento por la contaminación superficial.
- Por la capa de agua que está siempre presente en el esmalte y en la dentina.

No obstante, si comparamos los adhesivos autoacondicionantes con los que usan el grabado previo, constataremos que las magnitudes de su unión a la dentina se mantienen semejantes, y esto es obvio, puesto que la resistencia a la tracción de las fibras colágenas no depende de su espesor.⁸

Otra posibilidad de que se presente una falla en la unión a la dentina, sin que se produzca fractura de las fibras colágenas, es cuando se rompe el adhesivo mismo en la interfaz adhesivo/dentina, debido a que en ella la resistencia del adhesivo se encuentra disminuida. Este tipo de falla es la excesiva remoción de agua en la dentina acondicionada, unida al uso de un adhesivo que contiene agua.^{1, 7}

5.1.1 Efectos del grosor del adhesivo sobre la fuerza de adhesión

Los adhesivos de un solo paso funcionan bien en capas delgadas y los de fotopolimerización tienen fuerzas de adhesión poco satisfactorias, cuando se aplican capas mayores a dos milímetros.⁸ En algunos estudios se hace énfasis en que depende más del tipo de adhesivo que del grosor de éste.⁴

5.1.2 El barrillo dentinario o “smear layer”

Es una capa de sedimento que queda en las superficies de los dientes cuando estos se desgastan con una fresa (Fig.6).

El grabado ácido del esmalte como preparación a la adhesión de los brackets, puede o no remover este barrillo dentinario, todo depende de los requerimientos del material de adhesión. Los ionómeros lo quieren mantener y las resinas lo quieren remover, pues lo que buscan es rellenar los túbulos dentinarios expuestos para disminuir la sensibilidad. En forma general cuando se graba el esmalte con ácido se remueve el barrillo y cuando se acondiciona se mantiene.^{1, 11,13}

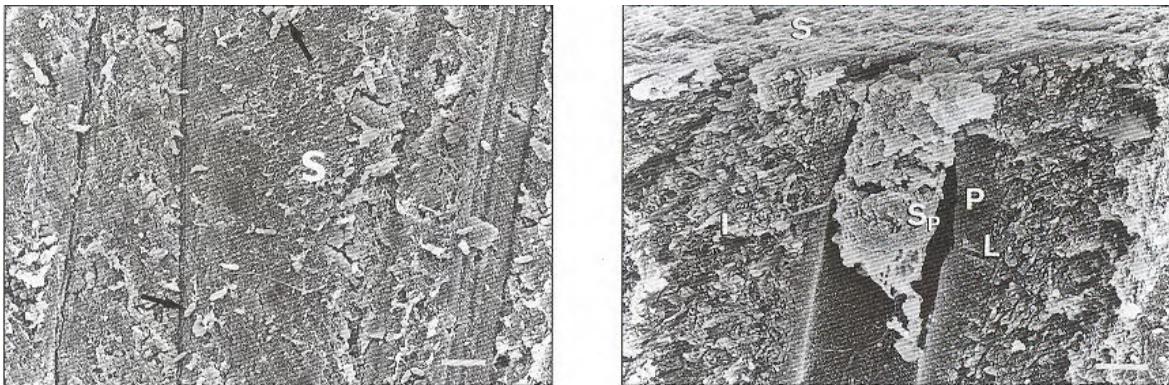


Figura 6: a) Presencia de bacterias (flechas), b) Barrillo dentinario dentro de túbulo dentinario (Sp)

Fuente: Summit J, Robbins J, Schwartz R. Fundamentals of operative dentistry a contemporary approach. Second edition. Quintessence. Singapore. 2001. p.p 203.

6.1 Tipos de Adhesivos

Existen dos tipos de resinas dentales que pueden ser usadas para la adhesión de brackets ortodóncicos. Ambos son polímeros y se clasifican en resinas acrílicas o diacrílicas, las primeras están basadas en acrílicos autocurables y se componen de monómero de metilmetacrilato y polvo ultrafino.^{6, 10}

La mayoría de las resinas diacrílicas se basan en modificaciones del acrílico de resinas epoxy: bisfenol Metil-Metacrilato (bis-GMA o resina de Bowen). Una diferencia fundamental es que la resina del primer tipo está compuesta solo de polímeros lineales, mientras que las segundas van a polimerizar por el entrecruzamiento de una red tridimensional. Este entrecruzamiento contribuye a dar mayor fuerza de adhesión, menor absorción de agua y menos contracción durante la polimerización.⁷

Un gran número de investigaciones indican que las resinas de diacrilato de tipo bis-GMA tienen las mejores propiedades y son los adhesivos de mayor fuerza para los brackets metálicos.⁴

6.1.1 Adhesivos fotocurables

El uso de adhesivos fotocurables en la práctica ortodóncica ha incrementado. Estas resinas tienen la ventaja de aumentar el tiempo de trabajo, lo que le da la oportunidad a los asistentes y ortodoncistas de colocar los brackets en su posición final.

Las resinas fotocurables usadas en brackets metálicos son usualmente de polimerización dual, combinan foto-iniciadores y catalizadores químicos. La profundidad máxima de curado de resinas fotopolimerizables depende de la composición de la resina, de la luz de la lámpara polimerizadora y del tiempo de exposición.^{6, 7}

6.1.2 Adhesivos autograbables

La combinación de agentes grabantes y de adhesión en un paso resulta en la mejora del costo-tiempo-eficacia para clínicos y pacientes, los porcentajes de descementado no son significativamente más altos.

La característica principal de los sistemas de grabado/adhesión en un solo paso es que no se necesita colocar el ácido grabador en el esmalte, ni el lavado y secado subsecuente con agua y aire respectivamente. El ingrediente activo de los adhesivos autograbables (SEPs) es un éster ácido fosfórico de metacrilato que disuelve el calcio de la hidroxiapatita. En lugar de que el calcio removido sea retirado con el lavado, es incorporado en la red de polimerización del adhesivo. La penetración del monómero y el grabado en esmalte expuesto ocurren al mismo tiempo, por lo tanto la profundidad del grabado y penetración del adhesivo es la misma.

Tres mecanismos actúan para detener el proceso de grabado. Primero, los grupos ácidos incorporados en el monómero son neutralizados mediante la formación de un complejo con el calcio de la hidroxiapatita. Segundo, mientras el solvente es expulsado del adhesivo durante el contacto con el aire, la viscosidad aumenta, con lo que disminuye la velocidad de transporte de grupos ácidos a la interface del esmalte.^{1, 4}

Finalmente, el adhesivo es fotocurado y los monómeros del adhesivo son polimerizados, transportando los grupos ácidos a la interface que se ha detenido. El grabado mínimo que se obtiene con los SEPs indica que la mayoría de la adhesión está dada por la adhesión química con el calcio del esmalte que con la retención mecánica lograda con el ácido grabador convencional.^{5, 6}

6.2 Factores que afectan las técnicas de grabado del esmalte:⁹

1. Tipo de ácido.
2. Concentración del ácido.
3. Tiempo de grabado.
4. Presentación física del ácido (gel, semigel o solución acuosa).
5. Tiempo de enjuague y lavado.
6. Instrumentación previa al grabado.

6.2.1 Grabado del esmalte

Su principal objetivo es texturizar la superficie del esmalte para que la resina fluya en las aberturas microscópicas, creando una retención mecánica y con ello asegurar un mejor enlace.

La longitud de estos microporos depende de factores como la duración del ácido grabador en la superficie del esmalte, propiedades del adhesivo y su viscosidad. El diámetro ideal es de 8 a 11 micrones con una profundidad de 25 a 50 micrones.⁴

El grabado del esmalte es esencial para brindar una buena adhesión en el cemento de los brackets. En la actualidad, en piezas anteriores se recomienda 15 segundos con ácido ortofosfórico en forma de gel a una concentración de 30%-35%.^{8,9}

Existe también el grabado con láser Neodymium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Nd-Yag), pero estudios recientes demuestran que la profundidad del grabado es menor que la del ácido grabador. El grabado del esmalte con láser produce una conversión de energía ligera a energía termal para reajustar los tejidos, ya que este grabado es producido por las microexplosiones de la vaporización del agua atrapada en la matriz de hidroxiapatita. El grabado con láser ahorra tiempo clínicamente, pero no llega a ser justificada la inversión.¹

Actualmente contamos con adhesivos de autograbado, de los cuales podemos mencionar el metacrilato de ácido ortofosfórico al 35%, como el Transbond Plus y

el Prompt-L Pop (3M, Unitek California, EUA).^{1, 6} Con estos materiales se comienza a grabar el esmalte tan pronto se aplica y cambia a adhesivo una vez que el hidróxido se convierte y el hidrógeno se libera. Con este intercambio iónico no queda remanentes de grabador en el esmalte y no es necesario lavar el diente.

El mecanismo de estos adhesivos está basado en la presencia de metacrilato de ácido fosfórico con un pH bajo y que asegura un grabado tan completo como el de ácido fosfórico en gel al 35%, pero elimina los pasos de enjuague y secado después de aplicarlo, acortando y simplificando el proceso de adhesión. El patrón de grabado del ácido fosfórico en gel y este es esencialmente el mismo.¹²

Además de la unión mecánica, ocurre una unión química entre el hidróxido de calcio (apatita) y el fósforo restante del material, lo cual permite una unión iónica covalente entre el éster y los iones de calcio de apatita, formando una unión microretentiva con la superficie tratada del esmalte. La profundidad de penetración del monómero y el grabado es la misma, esto es posible por la completa capa híbrida creada por el adhesivo autograbable.^{5, 7} La fuerza de unión puede ser obtenida bajo humedad, ya que el adhesivo está hecho con material hidrofílico que polimeriza tanto en ambiente húmedo como seco.⁷

6.2.2 Acondicionamiento ácido

Fusayama (1980), propuso el grabado ácido en dentina, pero tuvieron que pasar 10 años para que se empleara su técnica. La finalidad del grabado ácido es remover totalmente el barro dentinario y disolver parcialmente la hidroxiapatita. En la dentina intertubular se exponen las fibras colágenas, los túbulos dentinarios quedan abiertos porque sus paredes que tienen hidroxiapatita, son disueltas. Utilizó un sistema adhesivo constituido por Bis-GMA y Fenil-metacriloxietil-fenil-hidroxifosfato, lanzado al mercado mundial como Clearfil Bond System F (Kuraray). Siguiendo esta línea, publica los resultados de la acción del ácido fosfórico al 40% simultáneamente sobre esmalte y dentina, idea que difundió como *acondicionamiento ácido total*, basado en la formación de tags resinosos que penetraban dentro de los túbulos dentinarios.^{6- 8}

7.1 Adhesión de brackets ortodóncicos

1. Preparación del esmalte

a) Profilaxis o limpieza del esmalte

Este proceso, bien hecho, disminuye la energía superficial, limpia residuos alimenticios y contaminantes del esmalte. Se debe hacer con pastas de pulido, como la piedra pómez o el bicarbonato, libres de glicerina para permitir una mejor adhesión.

b) Acondicionamiento con ácido ortofosfórico al 37%.

El ácido ortofosfórico produce una limpieza perfecta del esmalte y retira toda la película de material orgánico presente en él, e incrementa el número de poros superficiales en el esmalte, lo cual aumenta la tensión superficial y mejora la retención del adhesivo y del bracket.

Ácidos y tiempos utilizados en esta fase:

Ácido ortofosfórico al 37% durante quince segundos.

c) Lavado intenso con agua.

Los ácidos que se utilizan para producir la desmineralización del esmalte se deben retirar, en forma completa, con agua a presión. Esta fase debe durar de treinta a sesenta segundos por diente.

d) Secar con aire no contaminado.

Se deben secar todas las superficies de esmalte desmineralizado para que reciban, sin contaminación, el agente de enlace. La inspección visual del esmalte dental debe mostrar superficies completamente secas y una apariencia blanca similar a la “tiza” (Fig. 7).⁸



Figura 7: Grabado ácido antes de la colocación del bracket. Aspecto de “tiza”.

Fuente: Graber T.M., Vanarsdall R.L. Ortodoncia. Principios generales y técnicas. Editorial Panamericana, 2ª. Ed. Madrid, 1997. p.p 582

2. *Agente de enlace*

El agente de enlace es una capa delgada de monómero, de consistencia viscosa, que se aplica con el pincel sobre las superficies del esmalte, ya acondicionado y muy seco. Puede ser de fotopolimerización o autopolimerización y produce una unión física, ya que fluye dentro de los poros del esmalte grabado y origina un incremento en la tensión superficial y mejora considerablemente la retención.⁶

3. *Aplicación de la resina sobre mallas de los brackets.*

El adhesivo final o resina que es un material casi sólido, tiene como función adherir en forma fuerte los brackets al esmalte dental por medio de las mallas que los retienen y en esta etapa se producen los siguientes eventos:^{7,8}

- Unión física entre el agente de enlace con el esmalte grabado.
- Unión química entre el agente de enlace y la resina final.
- Unión física entre la resina final y las mallas de retención de los brackets.

4. *Sistemas para endurecer los adhesivos*

En el mercado odontológico hay un sinnúmero de adhesivos de diferentes precios y calidad que tienen también, sistemas diferentes de endurecimiento o fraguado, los más utilizados son:

a) Sistemas de autopolimerización

Son los adhesivos más utilizados en ortodoncia por su eficacia y su bajo costo. El tiempo de polimerizado permite al operador entre treinta y cuarenta y cinco segundos para posicionar cada bracket; se deben de seguir de manera perfecta, el protocolo de adhesión y las recomendaciones del fabricante, sobre todo, en cuanto al tiempo de polimerizado y a la forma de utilizar el agente de enlace para producir las fallas. Se recomienda utilizar un adhesivo de mucha viscosidad, para que los brackets no se deslicen sobre el esmalte después de ser posicionados.^{1, 4}

b) Sistemas de fotopolimerización

Los sistemas de fotopolimerización con lámparas de luz son modernos, eficientes y rápidos para la adhesión de brackets en ortodoncia, ya que permiten al operador más tiempo para ubicar los brackets y tener mayor precisión. Los adhesivos más utilizados son los de consistencia casi sólida que adhieren los brackets al esmalte y previenen su desplazamiento después de estar ubicados y así, la técnica permite poner varios brackets antes de la aplicación de la luz en forma definitiva. Se deben usar exactamente en la forma y con los tiempos recomendados por el fabricante. Se recomienda utilizar una lámpara de buena calidad para reducir los fracasos y unas gafas de protección contra la longitud de onda de rayos UV y controlar la intensidad de la luz.^{4, 7}

7.2 Recementado de brackets

Un problema serio que afecta el tiempo y la eficacia de un tratamiento de ortodoncia, en cualquiera de sus etapas, es la caída de los brackets. Se recomienda en todos los casos reemplazar con brackets nuevos para evitar nuevos fracasos. Cuando hay necesidad de hacerlo se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- El bracket caído queda con un remanente de resina que cubre la malla de retención y se disminuye la fuerza mecánica de adhesión en forma sustancial.
- Es recomendable usar un arenador que bombea partículas de sílice de diferente grosor con gran presión y remueve, casi en forma total, la resina remanente de la malla de los brackets antes de proceder a recolocarlos.
- Se debe poner agente de enlace sobre el esmalte y sobre la malla de los brackets caídos y fotopolimerizarlos veinte segundos más del tiempo recomendado.^{1,8,13}

El adhesivo remanente en la malla del bracket puede ser removido mediante los siguientes procedimientos: láser, arenado, uso de piedra verde, química y térmicamente. Si la resistencia al descementado (SBS) de los brackets descementados no es suficiente para soportar las fuerzas oclusales, ocurrirá un fallo en la adhesión. Múltiples visitas al consultorio para recementar brackets descementados consumen tiempo y material. La principal ventaja de utilizar brackets descementados es que es más económico.¹⁴

7.2.1 Métodos de remoción de brackets y adhesivo remanente

Uno de los objetivos de la remoción de brackets es, quitar el adhesivo y la resina del diente, pero también se necesita restaurar la superficie del diente y dejarla en la medida posible como lucía antes de la colocación de los brackets sin producir daño iatrogénico. Para obtener estos objetivos, es necesaria una técnica adecuada.¹

Se han propuesto diferentes procedimientos de remoción de resina remanente del esmalte y del bracket, podemos realizar la remoción con: pinzas quita-resina, fresas de carburo de alta velocidad, discos flexibles, fresas de diamante, scalers, etc. Los brackets se deforman fácilmente cuando se utilizan pinzas para retirarlos del diente, por lo que debe de utilizarse una fuerza de desprendimiento menor, de lo contrario la ruptura del material ocurre en la interfase del bracket y el adhesivo, lo que propicia remanentes en el esmalte.

Debido a la similitud de color entre el adhesivo y el esmalte, la remoción completa del adhesivo remanente no se logra fácilmente. La remoción con pinzas es el método más rápido y de mayor éxito en dientes con grandes curvaturas (caninos, premolares) pero de mayor riesgo en dientes anteriores dado el riesgo de fractura dental.

La alternativa preferente es una fresa de carburo (#1171 o #1172) a una velocidad recomendada de 30,000 rpm sin riesgo de daño del esmalte. Velocidades más altas son ineficientes e incómodas para el paciente.

Janiszewska-Olszowska et al. (2014), concluyen que el tratamiento ortodóncico causa daño irreversible al esmalte dental y que, piedras de Arkansas, piedras verdes, fresas de diamante y fresas de acero no deben ser utilizadas como métodos de remoción de adhesivo y resina. Sugieren el uso de fresas de carburo y complementar la limpieza con discos flexibles y piedra pómez, este último es el método más confiable de pulido.^{1, 15}

8.1 Arenado (Sandblasting)

Crea una superficie retentiva que aumenta la adhesión hasta en un 300%. El sistema consiste en una pieza de mano que funciona con aire a presión, del compresor odontológico, con un sistema incorporado para almacenar partículas de óxido de aluminio de diferentes tamaños (Fig. 8). Las más utilizadas son las de cincuenta micrones con un bombardeo de tres segundos para producir una presión de 7 kg/cm^2 .^{11,16}

Tavares (2006), evaluó la resistencia al recementado de brackets descementados utilizando partículas de óxido de aluminio de $90\mu\text{m}$ como método de limpieza del bracket y lo comparó con la resistencia al descementado de brackets nuevos y encontró que la utilización de óxido de aluminio fue suficiente como método de limpieza del bracket.¹⁷

Bourke y Rock (1999), reportaron una fuerza de adhesión de 1.47 MPa usando microarenado con óxido de aluminio sin usar otra técnica de acondicionamiento.¹⁸

Se sugiere que la adhesión óptima a una superficie metálica y dental debe permitir el tratamiento de ortodoncia sin falla en la adhesión y sin dañar su integridad después de la remoción de los brackets.^{19, 20}

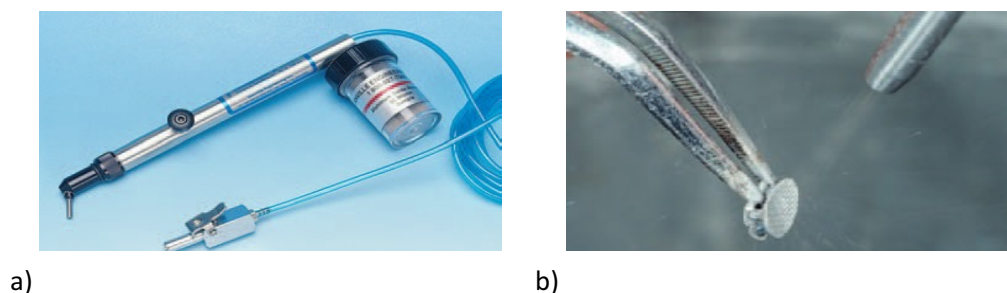


Figura 8: a) Arenador con contenedor de partículas de óxido de aluminio b) Arenado
Fuente: McCabe J, Walls A. Applied Dental Materials. 9th Edition. Blackwell. 2008. Singapore. P.p. 195-198, 225-244.

9.1 Resistencia al descementado de brackets

Los ortodoncistas deberían estar al tanto de las pruebas clínicas y de laboratorio cuando se introducen nuevos productos en su práctica diaria. Consecuentemente, el número de estudios dedicados a evaluar su desempeño también se ha multiplicado, es por eso que hoy en día existe abundancia de estudios probando diferentes materiales adhesivos *In-vivo* e *In-vitro* en un intento para evaluar sus características.²

Evaluaciones *In-vivo* de la fuerza de adhesión están influenciadas por numerosos factores incluyendo el ácido grabador, adhesivos así como el ambiente bucal (saliva, sangre). Bishara et al. (2002) encontraron que las pruebas más comúnmente usadas para evaluar la fuerza de tensión y adhesión son realizadas *in vitro*.¹

Ambas pruebas tienen objetivos diferentes y por lo tanto proporcionan resultados completamente diferentes. Independientemente del modo de prueba, los resultados pueden ser influenciados por una variedad de factores, incluyendo el tiempo transcurrido entre la adhesión y el desprendimiento, si las muestras fueron sometidas a tensiones térmicas, si se produce contaminación durante el procedimiento de adhesión, el tipo de luz de curado utilizada e intensidad, composición del adhesivo, concentración del ácido grabador, tiempo de grabado, así como si la superficie de unión y el tipo de bracket.^{1, 21}

Pickett et al. (2001), señalan que la fuerza de adhesión debería ser suficiente para soportar las fuerzas de masticación, el estrés ejercido por los arcos, así como para permitir el control del diente en los tres planos del espacio. Al mismo tiempo, la fuerza de adhesión debería permitir hasta cierto punto el descementado del bracket sin causar ningún daño a la superficie del esmalte. Algunos estudios han sugerido que la fuerza de adhesión debería situarse entre 2.8- 10 MPa como adecuada.¹⁹

Se han descrito muchos factores que predisponen a fallo de la adhesión. El estrés oclusal durante la función es una causa importante de descementado. En los

pacientes con sobremordida vertical excesiva los brackets anteriores inferiores son especialmente susceptibles a un aumento de las fuerzas oclusales y al fracaso.

Cualquiera que sea el caso, el ortodoncista puede reusar el mismo bracket, colocar un bracket nuevo, o menos frecuentemente, colocar una banda. El descementado de brackets en los dientes posteriores se ha relacionado con la falta de acceso durante la colocación y a la contaminación por humedad, dando lugar a una preparación inadecuada de esmalte. El aumento de espesor de la resina se asocia a un contorno bucal inusual, especialmente a la morfología de dientes posteriores. La fuerza de unión *In-vitro* de los dientes anteriores es mayor que la de los dientes posteriores.¹⁹

Durante la polimerización, pueden producirse alteraciones de la malla del bracket que pueden conducir a un fallo de cohesión de la resina. Combinaciones entre el tamaño de la base del bracket y el diseño producirán diferentes fuerzas de adhesión. En el transcurso del tratamiento, los procesos de degradación en la cavidad oral también podrían conducir a un fallo de la adhesión.²¹

Por otra parte, las fallas más repetidas se producen dentro de 14 semanas. Egan et al. (1996), encontraron que para los aditamentos que fueron recolocados el porcentaje de fallo fue de un 14% y para los aditamentos que requirieron la colocación por tercera vez, el porcentaje de fracaso fue del 25%, por lo tanto sugiere que la causa de los fracasos repetidos podría ser la alteración del esmalte que sigue a los procedimientos de adhesión anteriores.^{22, 23}

Por razones económicas, los brackets descementados son frecuentemente recementados, sin importar el método de limpieza de los brackets, estos procedimientos dejan sin embargo cantidades variables de adhesivo sobre la base del bracket, lo que podría reducir la fuerza de la nueva unión y conducir a la pérdida repetida del bracket.²¹

Además, la fuerza de adhesión es probable que sea menor debido a que el proceso de grabado químico penetra en el diente a una profundidad de 28 μm haciendo que la eliminación completa del adhesivo sea poco probable tanto con instrumentos manuales y/o mecánicos.⁴

10.1 Índice de adhesivo remanente (ARI)

Artun y Bergland (1984) utilizan un índice Remanente Adhesivo Sistema (ARI) para evaluar la cantidad de adhesivo remanente en el diente después del descementado del bracket. Este índice fue desarrollado sobre un estudio piloto de 20 dientes extraídos y los criterios fueron los siguientes (Fig. 9):

0 = ausencia de adhesivo residual en el diente.

1 = menos del 50% de adhesivo residual en el diente.

2 = más del 50% de adhesivo residual en el diente.

3 = todo el adhesivo residual en el diente, con la impresión de la malla del bracket.

Con los años, ARI ha sido uno de los sistemas evaluadores utilizados con mayor frecuencia en estudios sobre los adhesivos de ortodoncia. Debido a que el índice de adhesivo remanente es cualitativo y subjetivo, se han hecho muchos intentos para modificar el sistema original, o para desarrollar nuevos métodos cuantitativos que puedan ser utilizados con mucha más precisión para evaluar el adhesivo remanente.⁶

Para obtener mayor precisión al evaluar el adhesivo remanente cualitativamente, muchos estudios ampliaron el sistema ARI desarrollado por Artun y Bergland (1984), como la de O'Brien et al. (1988) destinado a introducir una técnica más precisa para describir el remanente de adhesivo; en ese estudio utilizó un método cuantitativo utilizando una imagen ampliada del esmalte que es digitalizada y la cantidad de resina restante se expresa como un porcentaje del área de la malla del bracket.²³

Una evaluación precisa del remanente de adhesivo, es necesaria en el proceso final de limpieza del esmalte después del descementado para la eliminación satisfactoria y la restauración de la superficie del esmalte lo más cercano posible a la condición pretratamiento.⁴

La mayoría de los estudios de laboratorio sobre la resistencia al descementado de brackets han sido examinados (dientes y brackets) bajo una magnificación de 10x para evaluar y anotar el adhesivo remanente, aunque estudios de laboratorio diseñados para la evaluación de la superficie del esmalte después de la descementación y limpieza de la superficie, han utilizado métodos más sofisticados tales como microscopio electrónico de barrido, análisis de elementos finitos, y profilometría tridimensional. Clínicamente, la evaluación del adhesivo remanente, la superficie del esmalte y del bracket después del descementado y la limpieza del esmalte generalmente se hace por inspección visual bajo una luz utilizada para trabajar en el consultorio dental.⁶

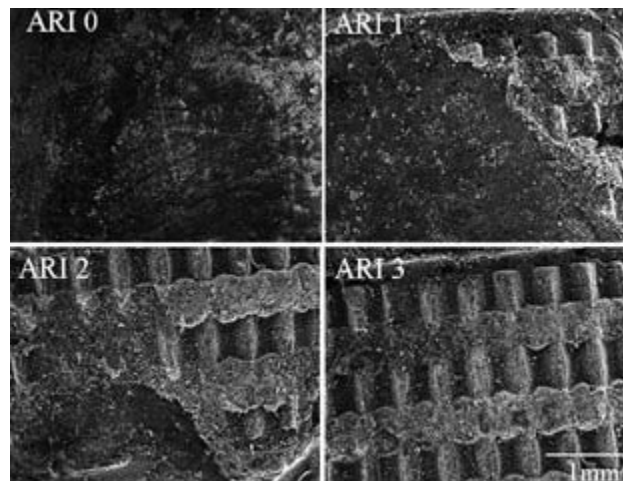


Figura 9: Imágenes de SEM del índice de adhesivo remanente (ARI). 0 = ausencia de adhesivo residual en el diente; 1 = menos del 50% de adhesivo residual en el diente; 2 = más del 50% de adhesivo residual en el diente; 3 = todo el adhesivo residual en el diente, con la impresión de la base de la bracket. Magnificación original $\times 30$.

Fuente: Cortesía Dr. en O. Rogelio Scougall Vilchis. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los brackets ortodóncicos. Rev Esp Ortod. 2008; 38: 207-12.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el tratamiento ortodóncico es de vital importancia que los brackets no se descementen, ya que esto atrae diversas consecuencias como el retraso en el tratamiento, mayor tiempo de consulta, así como incremento en el costo total.

Son múltiples las causas que propician el descementado de un bracket ortodóncico (fuerzas oclusales, dieta, materiales utilizados durante la adhesión, aislamiento/contaminación etc.) y son aún más conocidos los diferentes métodos de limpieza tanto del diente (fresas de tungsteno, piedra verde, pinza quita-resina), así como de la base del bracket (arenador, láser, ácidos grabadores etc.) antes de recementarlo nuevamente en el paciente.¹

Es por ello que en Ortodoncia es imprescindible adherir adecuadamente los brackets descementados para evitar desecharlos y poder así optimizar tiempo, costos y recursos materiales. De esta forma surge la siguiente interrogante:

¿Existe diferencia en la resistencia al recementado entre un adhesivo autograbable y utilizando técnica de grabado y adhesión convencional aplicado a la malla del bracket así como al diente?

3. JUSTIFICACIÓN

En el posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UAEMex se realizan tratamientos de Ortodoncia a pacientes provenientes de diversas localidades del Estado de México, por lo que una adecuada adhesión de un bracket nuevo o recementado representa la continuación del tratamiento así como un ahorro en el costo del mismo, ya que de lo contrario los recursos materiales, humanos y de tiempo aumentarían.

En el presente estudio se pretende analizar la resistencia al descementado de brackets metálicos, ya que son los más utilizados en el posgrado y se utilizarán premolares extraídos por razones ortodónticas ya que es el diente que presenta mayor porcentaje de descementado (4 y 6%) durante el tratamiento ortodóntico.²¹

El éxito del tratamiento de Ortodoncia no solo depende de la adhesión, pero si representa una parte fundamental para asegurar un avance en la terapéutica para la corrección de la maloclusión. Es por este motivo que factores como: el acondicionamiento del esmalte, el adhesivo utilizado, así como la técnica de limpieza del diente y del bracket, son de gran importancia para evitar el descementado.

Es indispensable continuar con la búsqueda de materiales adecuados para la recementación de brackets metálicos, al igual que un sistema de limpieza eficaz de dientes y brackets. En este estudio se evaluará la resistencia al descementado de brackets metálicos recementados con adhesivos autograbables aplicados al diente, así como adhesivos convencionales aplicados a la base del bracket y a la cara vestibular de premolares extraídos.

El beneficio de este estudio será conocer el material y la técnica de remoción y limpieza del diente y del bracket más efectiva; reflejado en una mayor resistencia al recementado de brackets metálicos descementados.

4. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis nula (H_0)

La resistencia al recementado de brackets metálicos recementados es igual utilizando adhesivo autograbable que con adhesivos y grabado convencional y adhesivo aplicado en la base del bracket.

4.2 Hipótesis alterna (H_a)

La resistencia al recementado de brackets metálicos recementados es diferente utilizando adhesivo autograbable que con adhesivos y grabado convencional y adhesivo aplicado en la base del bracket.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Evaluar la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando adhesivo autograbable y adhesivo y grabado convencional en premolares extraídos; establecer similitudes o diferencias entre los diferentes sistemas de acondicionamiento de brackets descementados y dientes, para así sugerir un protocolo de limpieza y utilización de adhesivos.

5.2 Específicos

- Conocer la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando un adhesivo autograbable.
- Determinar la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados arenados previamente, utilizando grabado y adhesivo convencional en las superficies diente.
- Comparar la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando adhesivo convencional en el diente, diente-bracket, para establecer si hubo o no diferencias significativas.
- Analizar la cantidad de adhesivo remanente después de retirar los brackets descementados.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo de estudio

Esta investigación es un estudio de tipo experimental, transversal, comparativo y su diseño es *In-vitro*.

Se evaluó la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando un adhesivo autograbable y aplicando adhesivo a la cara vestibular de premolares extraídos y a la malla del bracket.

6.2 Variables

Dependientes:

Acondicionador de esmalte

Resistencia al descementado

Adhesivo remanente

| VARIABLE | DEFINICION | TIPO | INDICADOR |
|-----------------------------------|---|--------------------------|---|
| Acondicionador de esmalte | Es la preparación simultánea de las superficies del esmalte mediante agentes químicos (ácidos). | Cualitativo | Acido grabador Adhesivo autograbable |
| Resistencia al recementado | Fuerza de adherencia cuantificable a la compresión de las muestras por segunda vez. | Cuantitativa Continua | MPa |
| Adhesivo remanente | Cantidad de adhesivo residual en el diente luego del retiro de brackets. | Cualitativa Ordinal | ÍNDICE ARI 0 1 2 3 |

Independientes:

Brackets descementados

| VARIABLE | DEFINICIÓN | TIPO | INDICADOR |
|------------------------|--|--------------------------|-----------|
| Brackets descementados | Elementos ortodónticos metálicos adheridos previamente al diente, que fueron retirados intencionalmente y que sirven para soportar el elemento ortodóntico activo: el arco de alambre. | Cuantitativo Continua | MPa |

6.3 Límites de espacio y tiempo

Espacio: Centro de Investigación de Estudios Avanzados en Odontología de la UAEMex.

Tiempo: 2014 – 2015.

6.4 Muestra

Se obtuvieron 90 premolares humanos extraídos por razones ortodónticas en la clínica del posgrado de Ortodoncia de la UAEMex (Fig.10). Dicha selección se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios:



Figura 10: Premolares extraídos almacenados en Timol al 0.2 %(wt/vol)

Inclusión:

Premolares humanos con estructura coronaria completa, sin lesiones (fracturas, caries), sin restauraciones, sin blanqueamiento dental o cualquier daño causado al esmalte durante el procedimiento de extracción. Además se verificó que la dimensión coronaria fuera apropiada para la cementación de la bracket.

Exclusión:

Premolares humanos con caries, fracturas de esmalte, blanqueamiento dental, restauraciones, estructura coronaria insuficiente o deteriorada.

6.5 Material

Los materiales requeridos para esta investigación, fueron:

- Bata de laboratorio
- Guantes
- Cubrebocas
- Lentes
- Campos de trabajo
- Acrílico y monómero rápido
- Aire comprimido libre de aceite
- Brackets metálicos Alexander de premolares superiores (Signature 0.018',Ormco. Ca, E.U.A)
- Pinza Portabacket
- Explorador
- Premolares humanos extraídos
- Copas de hule
- Pasta profiláctica libre de flúor (Pressage, Shofu, Kyoto, Japón)
- Ácido fosfórico 37% (3M Unitek, California EUA)
- Adhesivo Transbond XT (3M Unitek, California EUA)

- Resina Transbond Plus Color Change (3M Unitek, California EUA).
- Transbond Plus SEP (3M Unitek, California EUA)
- Microbrush
- Lámpara de fotopolimerización Ortholux (3M Unitek, California EUA).
- Pinza quita resina
- Fresa de carburo de alta velocidad (C375R, Jota, Suiza)
- Arenador
- Partículas de Óxido de Aluminio (90 μm)
- Alambre acero inoxidable 0.017 x 0.025'
- Elásticos
- Máquina de ensayos universal (EZ Graph, Shimadzu, Kioto, Japón)

6.6 Método

6.6.1 Lavado y Limpieza

Los dientes extraídos fueron lavados con agua corriente para eliminar restos de sangre y con una hoja de bisturí No. 15 se eliminaron los restos de encía y fibras de tejido periodontal de la raíz de los premolares, posteriormente se sumergieron una solución de timol al 0.2 %(wt/vol) con la finalidad de impedir cualquier proliferación bacteriana. Posteriormente, se almacenaron en un recipiente con agua potable a una temperatura constante de 37° C.

6.6.2 Brackets

Se utilizaron un total de 30 brackets metálicos nuevos Alexander (Signature,Ormco. Ca, E.U.A.) y 60 brackets descementados Alexander (Signature,Ormco. Ca, E.U.A) (Fig.11) para premolares previamente arenados con partículas de óxido de aluminio de 90 μm para remover los residuos de resina en la malla del bracket.



Figura 11. Brackets Alexander Signature

6.6.3 Procedimiento adhesivo

Los 90 premolares se dividieron aleatoriamente en tres grupos ($n= 30$). En el primer grupo (grupo control) los premolares fueron limpiados y pulidos previamente con una copa de goma y una pasta de pulido sin flúor. A cada diente se le cementó un bracket metálico Alexander (Signature, Ormco. Ca, E.U.A.) con resina Transbond Plus Color Change (3M Unitek, California E.U.A.) (Fig. 12) en la superficie vestibular siguiendo las instrucciones del fabricante de cada producto.



Figura 12. Resina Transbond Plus Color Change

Fuente:http://solutions.3m.com.mx/wps/myportal/3M/es_MX/orthodontics_LA/Unitek/?enlp run=false

Grupo I: La superficie vestibular fue acondicionada con adhesivo autograbable Transbond Plus SEP (3M, Ca, E.U.A.) (Fig. 13) durante 5 segundos. Se aplicó aire comprimido para que la capa de adhesivo fuera de grosor uniforme.



Figura 13. Primer Transbond Plus SEP

Fuente:http://solutions.3m.com.mx/wps/myportal/3M/es_MX/orthodontics_LA/Unitek/?enlp run=false

En los grupos, I, II y III; los brackets fueron cementados con resina (Transbond Plus Color Change, 3M Unitek, Ca, E.U.A). En el grupo I se utilizaron brackets nuevos colocados en superficies vestibulares intactas, mientras que en los grupos II y III se utilizaron brackets descementados previamente arenados para remover los residuos de resina, y se cementaron sobre superficies vestibulares que fueron previamente limpiadas con pinza quita-resina y fresa de carburo de alta velocidad.

En todos los grupos, el exceso de adhesivo alrededor de la base del bracket se eliminó con un explorador (Fig. 14) y los brackets fueron fotopolimerizados con una lámpara (Ortholux, 3M Unitek), durante 12 segundos.



Figura 14. Retiro de exceso de resina

Grupo II: El acondicionador en gel de ácido fosfórico al 37% (3M Unitek, California, EUA) (Fig. 15, a) fue aplicado por quince segundos en la superficie vestibular del premolar, frotándolo continuamente en la superficie del esmalte, se lavó y secó con aire comprimido. Se colocó el adhesivo Transbond XT (3M, Ca, E.U.A.) (Fig. 15, b) en la cara vestibular del premolar por tres segundos y se fotopolimerizó por 3 segundos. Posteriormente, los brackets fueron cementados con Transbond Color Change (3M Unitek, California, EUA), y fueron fotopolimerizados por doce segundos con una lámpara (Ortholux, 3M Unitek, California USA).



Figura 15. a) Ácido fosfórico al 37% b) Adhesivo Transbond XT

Fuente:http://solutions.3m.com.mx/wps/myportal/3M/es_MX/orthodontics_LA/Unitek/?enlp run=false

Grupo III: El esmalte fue acondicionado con un agente de ácido fosfórico al 37 % en gel (3M Unitek, California, EUA) (Fig. 16, a). aplicado por quince segundos en la superficie vestibular del premolar, frotándolo continuamente en la superficie del esmalte, se lavó y secó con aire comprimido (Fig. 16, b). Se colocará el adhesivo Transbond XT (3M, Ca, E.U.A.) (Fig. 16, c). en la malla del bracket y en la superficie vestibular del diente, fotopolimerizando este último por 3 segundos. Posteriormente, los brackets fueron cementados con Transbond Color Change (3M Unitek, California, USA), y fotopolimerizados por doce segundos con una lámpara (Ortholux, 3M Unitek).

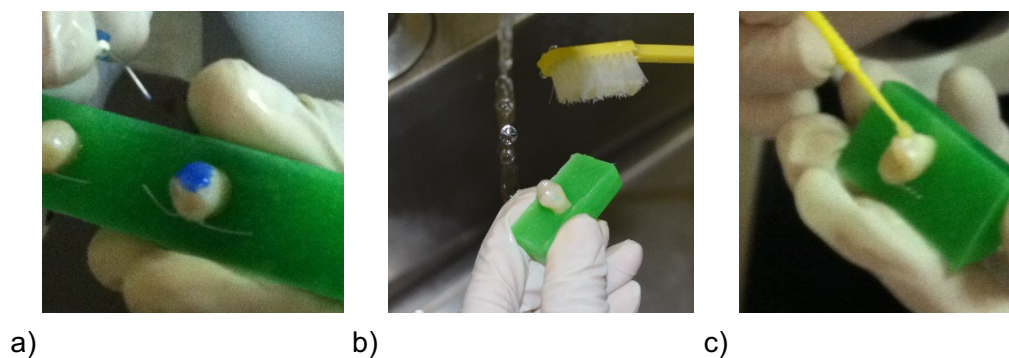


Figura 16. a) Grabado con ácido fosfórico al 37%, b) Lavado, c) Colocación de primer

6.6.4 Material adicional y almacenamiento

Un alambre de acero inoxidable (0.017x0.025-in) (Fig. 17) fue ligado a la ranura de cada bracket para reducir cualquier deformación durante el proceso de descementado. Los dientes se fijaron en resina acrílica utilizando una plantilla para alinear la superficie bucal del diente de manera que ésta fuera paralela a la fuerza aplicada durante la prueba de resistencia al descementado. Posteriormente los dientes se almacenaron en agua destilada a 37°C.

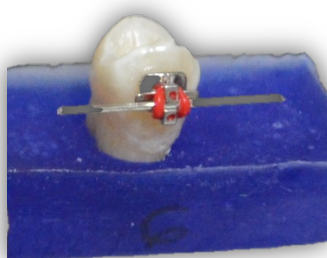
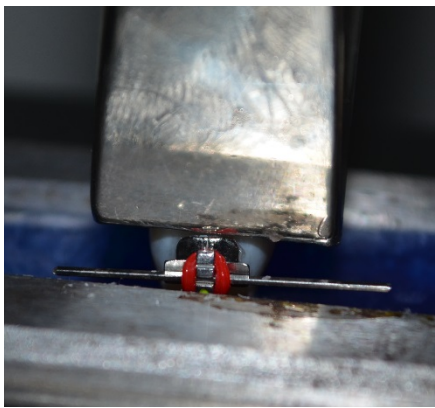


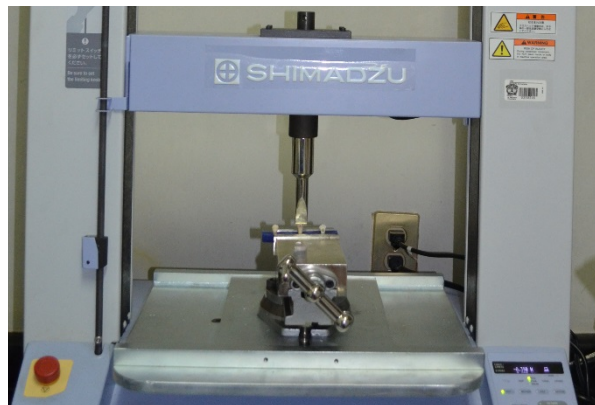
Figura 17: Colocación de alambre de acero inoxidable (0.017x0.025-in)

6.6.5 Prueba de resistencia al descementado

Una carga ocluso-gingival se aplicó a nivel de la interfase bracket-diente para producir una fuerza de desprendimiento, lo cual se realizó con el extremo aplanado de una barra de acero, unida a la máquina de ensayos universal (EZ Graph, Shimadzu, Kioto, Japón) (Fig. 18, *a* y *b*). Los valores de la resistencia al descementado fueron medidos a una velocidad de 0.5mm/min. La carga aplicada al desprendimiento se registró en Newtons y fue convertida en Megapascales (MPa). El análisis estadístico descriptivo se realizó para calcular la media, desviación estándar y valores máximos y mínimos, así como la estadística inferencial mediante el programa SPSS V.20.



a)



b)

Figura 18. a) Barra de acero que produce una fuerza de desprendimiento b) Máquina de ensayos universales.

6.6.6 Índice de adhesivo remanente (ARI)

Una vez que se realizó la prueba de resistencia al descementado, la cantidad de adhesivo residual en la superficie de los dientes fue evaluada de acuerdo a la puntuación original del ARI⁶ (Fig. 19). Utilizando la siguiente escala:

0 = ausencia de adhesivo residual en el diente.

1 = menos del 50% de adhesivo residual en el diente.

2 = más del 50% de adhesivo residual en el diente.

3 = todo el adhesivo residual en el diente, con la impresión de la base de la bracket.



Figura 19: Examinación clínica de adhesivo remanente

7. RESULTADOS

El recementado de brackets ortodóncicos es una opción viable en el consultorio dental, cuya principal ventaja es preservar el medio ambiente y el ahorro de materiales, ya que cada bracket puede ser adherido hasta cinco veces, aunque la mayoría de los brackets estén etiquetados para un solo uso.^{24, 31}

Existen diferentes métodos de limpieza de brackets descementados, sistemas de acondicionamiento de la superficie de esmalte, así como agentes adhesivos utilizados para incrementar los valores de resistencia al descementado.

El objetivo de este estudio fue el de comparar diferentes sistemas de acondicionamiento de esmalte utilizando dos protocolos de adhesión de brackets descementados arenados previamente y brackets nuevos; los brackets recementados obtuvieron valores de resistencia al descementado aceptables. Esto es de valor clínico ya que representa un ahorro de recursos materiales y de tiempo, si lo comparamos con métodos de limpieza industriales.²¹

7.1 Resistencia al recementado de brackets descementados

Los valores de resistencia al descementado de brackets metálicos recementados de este estudio y la estadística descriptiva se explican en la Tabla 1.

En los grupos III y II, la media de valores de resistencia al recementado fue más alta que de 6 a 8 MPa, demostrando que los sistemas adhesivos que se evaluaron en este estudio presentan valores de resistencia al descementado clínicamente aceptables.

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples (ANOVA de un factor $p < 0.05$) el valor medio del grupo III (19.47 ± 4.74 MPa) presentó diferencias significativas con los grupos II ($p= 0.0001$, 14.48 ± 4.74 MPa) y I ($p= 0.0001$, 9.59 ± 4.33 MPa).

Asimismo el grupo II ($p=0.0001$, 14.48 ± 4.74 MPa) presentó diferencias significativas con el grupo III ($p= 0.0001$, 19.47 ± 4.74 MPa) (Tabla 1). De tal manera que el grupo III presentó mayor resistencia al recementado en comparación al resto de los grupos (Figura 20).

Los resultados sugieren que el prerrevestimiento de la malla del bracket con adhesivo después de ser arenada incrementa significativamente la resistencia al descementado.

7.2 Índice de Adhesivo remanente

La puntuación del ARI está presentada en la Tabla 2. La comparación de los resultados mediante la prueba X^2 (21.61) reveló que los grupos son estadísticamente significativos ($p=0.001$).

En comparación con los demás grupos; el grupo I presentó una frecuencia mayor en el marcador ARI 0 y 1, el grupo II y grupo III en el marcador ARI 1. (Fig. 21). Además se observaron fracturas del esmalte en los grupos I y III.

Cabe mencionar que el uso de Transbond XT Color Change (3M Unitek, California EUA) permite retirar el excedente de resina con mayor facilidad, dado al color que contrasta completamente con el color del diente dejando superficies más limpias y resina de grosor homogéneo, favoreciendo así una mayor fuerza de adhesión.

7.3 Tablas y Figuras

Tabla 1. Estadística descriptiva de los valores de resistencia al descementado (SBS) de los 3 grupos.

| Grupo (acondicionador de esmalte) | <i>n</i> | Media (MPa) | <i>SD</i> | Rango | Scheffé* |
|---|----------|--------------------|-----------|-------------|-----------------|
| I (Transbond Plus SEP) | 30 | 9.5 | 4.33 | 3.90-20.47 | A |
| II (Ácido Fosfórico 37%) | 30 | 14.4 | 4.74 | 3.61-23.06 | B |
| III (Ácido Fosfórico 37% / Primer base del bracket) | 30 | 19.4 | 4.74 | 10.94-32.12 | C |

*Scheffé comparación múltiple post-hoc (ANOVA de 1 factor): $p < 0.05$ Grupos con letras diferentes son significativamente diferentes entre cada uno.

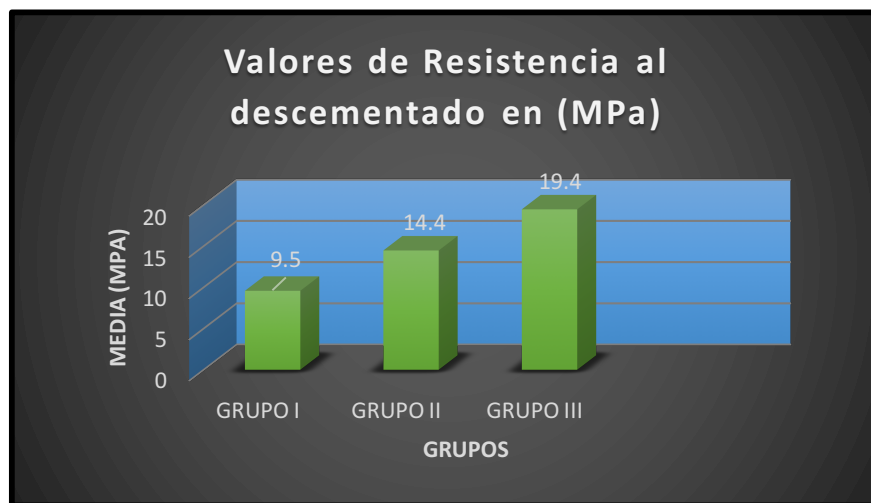


Fig. 20 Valores de resistencia al descementado (SBS) en MPa: grupo I, Transbond Plus SEP; grupo II, arenado/ Ácido Fosfórico 37%; grupo III, arenado / Ácido fosfórico 37%/ primer base del bracket.

Tabla 2. Frecuencia de distribución (y porcentajes) de los valores de ARI

| Grupo (acondicionador de esmalte) | 0 | 1 | 2 | 3 | <i>n</i> |
|--|--------------|--------------|------------|-----------|----------|
| I (Transbond Plus SEP) | 14 (46.6) | 11 (36.6) | 2 (6.6) | 3 (10) | 30 |
| II (Ácido Fosfórico 37%) | 3 (10) | 23 (76.6) | 1 (3.3) | 3 (10) | 30 |
| III (Ácido Fosfórico 37% + Primer base del bracket). | 4 (13.3) | 14 (46.6) | 6 (20) | 6 (20) | 30 |

$\chi^2=21.61$, $gl = 6$, $p= 0.001$

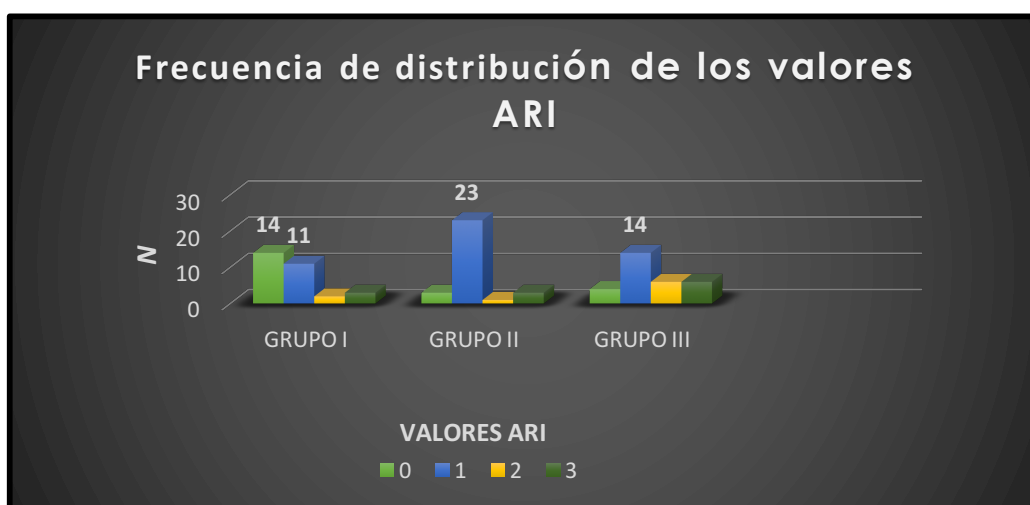


Fig. 21 Frecuencia de distribución de los valores ARI: grupo I, Transbond Plus SEP; grupo II, arenado/ Ácido Fosfórico 37%; grupo III, arenado / Ácido fosfórico 37%/ Primer base del bracket.

8. DISCUSIÓN

Cuando se recementan los brackets descementados, la eficiencia del tratamiento ortodóntico se ve afectada cuando existen alteraciones en la base del bracket y el tamaño de la ranura del bracket. Por lo tanto, el procedimiento que se utilice como método de limpieza del bracket deberá remover completamente el material adhesivo sin distorsionar el bracket, ni comprometer los valores de resistencia al recementado.^{25, 26, 31}

Existen diferentes sistemas de reacondicionamiento del bracket descementado en el consultorio, los cuales incluyen métodos mecánicos (fresas de carburo de alta velocidad, arenado). Basudan et al, concluyen que el arenado del bracket es un medio de acondicionamiento viable, confiable y simple que no altera la estructura de la base del bracket.²¹

8. 1 Resistencia al descementado

Chung et al, encontraron que los brackets arenados presentan valores de resistencia al recementado comparables a brackets nuevos, lo cual concuerda con los hallazgos encontrados en este estudio, donde los brackets recementados que fueron arenados, presentaron valores de resistencia al descementado comparables o mayores a los que presentaron los brackets nuevos.

Sin embargo, Montero et al y Quick et al, arenaron la base del bracket como método de remoción del material adhesivo y no encontraron diferencias significativas en la resistencia al descementado comparado con brackets nuevos.^{25, 26} Wendl et al, concluyeron que los brackets recementados presentaron valores menores de resistencia al descementado comparados también con brackets nuevos pero que pueden ser utilizados de manera efectiva con un sistema de fotocurado.

Además de los factores mencionados anteriormente que afectan los valores de resistencia al recementado, la fuerza de adhesión de brackets recementados a la superficie del esmalte depende de otros factores como: el tipo de sistema adhesivo, tipo de bracket utilizado, sistema de acondicionamiento de la superficie del esmalte, uso de brackets nuevos o recementados.^{20, 22,}

Egan²³, Mui²⁷, Montasser²⁸ y colegas, no hallaron diferencias significativas entre la adhesión inicial y el recementado de brackets, aunque los materiales y métodos utilizados fueron diferentes.

Montasser et al, demostró que después de cementar los brackets tres veces, los valores de resistencia al recementado de la resina Transbond XT no cambiaron.²⁹

Bishara y colaboradores, explican que la diferencia de valores menores en la resistencia al descementado de brackets nuevos y recementados se debe a los remanentes de cianoacrilato del adhesivo aun cuando se realiza la limpieza de la superficie de esmalte con fresa de carburo.^{21,30} Hallazgo que se contrapone con lo encontrado en este estudio, ya que los brackets descementados recementados obtuvieron valores mayores de resistencia al descementado (14-19 MPa) que los brackets nuevos del grupo I (9 MPa).

En nuestro estudio encontramos diferencias significativas en los valores de resistencia al descementado entre los sistemas adhesivos descritos previamente, estos resultados fueron consistentes a los encontrados por Faust et al³¹, quien reportó diferencias en la resistencia al descementado en adhesión inicial y recementado de brackets, los valores de resistencia al descementado al igual que en su estudio alcanzaron los 6 MPa, la cual es la fuerza mínima requerida para proporcionar un uso clínico adecuado.

8. 2 Adhesivos Autograbantes (SEP's)

El concepto de adhesión húmeda fue introducido y alcanzado por sistemas de adhesión de quinta generación con el propósito de mejorar las propiedades hidrofílicas de adhesivos tradicionales; la disminución de pasos en la adhesión se obtuvo en sistemas de sexta generación, debido principalmente a la composición de los adhesivos autograbantes (SEP's); ácido fosfórico metacrilado y la presencia de agua, este último necesario para activar el SEP y obtener un adecuado pH el cual comienza con 0.4 y aumenta poco dentro de los primeros 10 minutos (0.4 -0.5 pH).^{27,32,33}

Se ha demostrado que los valores de resistencia al descementado de brackets nuevos o recementados con SEPs no son significativamente diferentes comparados con sistemas de grabado convencional (Acido grabador 35-40%).³

Si la fuerza de adhesión es la preocupación principal del clínico, la utilización de SEP's debería utilizarse rutinariamente como acondicionador de esmalte, ya que simplifica la técnica de acondicionamiento, además el microbrush desechable incluido previene contaminación cruzada entre pacientes, esto puede ser benéfico para el recementado de brackets descementados.^{3, 34}

Aunque los adhesivos autograbantes producen menos desmineralización del esmalte que los ácidos grabadores de ácido fosfórico, existen numerosas investigaciones que concluyen que los sistemas adhesivos autograbantes ofrecen mayores valores de resistencia al descementado dado a sus partículas de nanorelleno; por el contrario otros autores concluyen que los SEP's ofrecen menores valores de resistencia al descementado, esto puede ser explicado en base a las diferencias de pH entre otros sistemas adhesivos.^{20,33} Montasser et al, afirman que el uso de sistemas de autograbado resulta en menos adhesivo remanente en el esmalte.²⁹

8. 3 Índice de adhesivo remanente

El índice ARI es una herramienta valiosa en los estudios de sistemas adhesivos ortodónticos. Es un método fácil y rápido que no demanda de equipo especial. Sin embargo su confiabilidad necesita más investigación. En este estudio preferimos utilizar el sistema cualitativo, ya que no requiere de equipo sofisticado, implica menos tiempo para su evaluación y es más sencillo de utilizar clínicamente.

Los resultados de los grupos evaluados con respecto al índice de adhesivo remanente en este estudio arrojaron diferencias estadísticamente significativas. En contraste al estudio realizado por Guzmán et al³⁵ el cual difiere en la obtención de valores menores del marcador ARI cuando los brackets fueron prerrevestidos con primer. En este estudio, observamos mayor cantidad de adhesivo remanente en el grupo III, lo cual representa mayor dificultad durante la limpieza y aumento del riesgo de daño de la superficie del esmalte.

La obtención de marcadores menores en este estudio se observaron en el grupo I donde utilizamos adhesivo autograbable, lo cual sugiere métodos de limpieza menos agresivos. Los marcadores ARI con mayor número de frecuencias en los tres grupos fueron los marcadores I y II.

9. CONCLUSIONES

En este estudio *in-vitro*, se concluyó lo siguiente:

- La resistencia al descementado de todos los grupos demuestra que los sistemas adhesivos y de acondicionamiento evaluados presentan valores clínicos aceptables y que los brackets metálicos descementados recementados pueden ser adheridos exitosamente con cualquiera de estos sistemas.
- Se recomienda al ortodoncista ser cuidadoso al momento del debondeo de los brackets recementados y nuevos ya que pueden presentarse fracturas de esmalte.
- El prerrevestimiento con primer sobre la base del bracket luego de haberla arenado, incrementa significativamente la resistencia al descementado de brackets metálicos recementados ya que la remoción completa de remanentes de cianoacrilato del adhesivo no se lleva a cabo en su totalidad.
- Los grupos en los que los brackets recementados fueron colocados sobre superficies del esmalte previamente acondicionadas con Ácido Fosfórico al 37% ofrecen valores medios de resistencia al descementado superiores en comparación con el grupo control en el que se utilizó Transbond Plus SEP (3M, Unitek, EUA); lo cual representa mayor durabilidad.
- Existieron diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de adhesivo remanente; el uso de adhesivos autograbantes reduce la cantidad de adhesivo remanente, por lo que se requieren procedimientos de limpieza del esmalte menos agresivos.
- El uso de resinas de color contrastante al órgano dentario presentan ventajas durante la remoción de material excedente antes de la polimerización de la

misma, ayuda a la obtención de una capa homogénea propiciando así una fuerza adecuada de adhesión del bracket recementado.

- El uso de los sistemas adhesivos del grupo I y III utilizados en este estudio propiciaron fracturas y desprendimiento de esmalte por lo que no relacionamos este fenómeno directamente a los sistemas de acondicionamiento y/o adhesión, ya que solo los valores medios de adhesión del grupo III fueron mayores a 14 MPa.

10. REFERENCIAS

1. Graber T.M., Vanarsdall R.L. Ortodoncia. Principios generales y técnicas. Editorial Panamericana, 2ª. Ed. Madrid, 1997.
2. Wendl B, Muchitsch P, Pichelmayer M, Droschl H, Kern W. Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy. *Eur J Orthod.* 2011; 33(3):288–4.
3. Scougall-Vilchis R.J. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los brackets ortodóncicos. *Rev Esp Ortod.* 2008; 38: 207-12.
4. Henostroza G. et al. Adhesión en odontología restauradora. Editorial Mario. 2003.
5. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21: 895 – 10
6. Van Meerbek B et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Oper Dent,* 2003; 28(3): 215-20.
7. Summit J, Robbins J, Schwartz R. Fundamentals of operative dentistry a contemporary approach. Second edition. Quintessence. Singapore. 2001. p.p 178- 227.
8. Restrepo G. A. Ortodoncia Teoría y clínica. Primera edición. Colombia. 2004. p.p.209- 220.
9. Barrancos M. Operatoria dental Integración clínica. Editorial Panamericana. 4ta. Edición. Buenos Aires Argentina. p.p.777-779.
10. Parra M, Garzón H. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2012; 24(1): 133-17.
11. McCabe J, Walls A. Applied Dental Materials. 9th Edition. Blackwell. 2008. Singapore. P.p. 195-198, 225-244.
12. Milia E, Cumbo E, Cardoso J, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des.* 2012; 18: 5542 – 10.

13. Finnema K, Özcan M, Post W, Ren Y, Dijkstra P. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137: 615-7.
14. Bishara, S. E, Ortho, D, Vonwald, L, Laffoon, J. F, & Warren, J. J. The Effect of Repeated Bonding on the Shear Bond Strength of a Composite Resin Orthodontic Adhesive. *Angle Orthod* 2000; 70:000–000 70(6).
15. Janiszewska-Olszowska J, Szatkiewicz T, Tandecka R, Grocholewicz K. Effect of orthodontic debonding and adhesive removal on the enamel- Current knowledge and future perspectives – a systematic review. *Med Sci Monit.* 2014; 20: 1991 – 10.
16. Bahnasi, F. I, Abd-Rahman, A. N, & Abu-Hassan, M. I. Effects of recycling and bonding agent application on bond strength of stainless steel orthodontic brackets. *J Clinic Exp Dent.* 2013; 5 (4):197-5.
17. Tavares SW, Beatriz M, Araújo B De, Roberto P, Nouer A, Martins LM. Shear Bond Strength of New and Recycled Brackets to Enamel. *Braz Dent J.* 2006; 17:44–8.
18. Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod.* 1999; 26: 285–90.
19. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod.* 2001; 1(2):141–8.
20. Chung C. H, Fadem B. W, Levitt H. L, & Mante, F. K. Effects of two adhesion boosters on the shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000; 118(3), 295–4.
21. Bishara S, Laffoon J, VonWald L, Warren J. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;121:521-5
22. Basudan, A. M, & Al-Emran, S. E. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. *J Orthod.* 2001; 28(3), 231–5.
23. Egan F, Alexander S, Cartwright G. Bond strength of rebonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 109:64-6.
24. Alhaija E. S. J. A, & Al-Wahadni, A. M. S. Evaluation of shear bond strength with different enamel. *Eur J Orthod.* 2004; 26(2), 179–5.

25. Quick AN, Harris AMP, Joseph VP. Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments. *Eur J Orthod.* 2005; 27(3):231–6.
26. Montero M, Vicente A, Alfonso-Hernández N, Jiménez-López M & Bravo-González, L. Comparison of shear bond strength of brackets recycled using micro sandblasting and industrial methods. *Angle Orthod*, (2014). ; 00:000–000.
27. Mui B, Rossouw P. E & Kulkarni G. V. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1999; 69(3), 276-5.
28. Montasser M, Drummond J, Roth J, Al-Turki L, Evanse C. Rebonding of Orthodontic Brackets Part II, an XPS and SEM Study. *Angle Orthod* 2008; 78(3): 537- 7.
29. Montasser M, Drummond JL. Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod.* 2009; 79(4):773–6.
30. Goswami A, Mitali B & Roy B. Shear bond strength comparison of moisture-insensitive primer and self-etching primer. *J Orthod Science.* 2014; 3(3), 89–93. doi:10.4103/2278-0203.137695.
31. Faust JB, Grego GN, Fan PL, Powers JM. Penetration coefficient, tensile strength, and bond strength of thirteen direct bonding orthodontic cements. *Am J Orthod.* 1978;73: 512–525
32. Sharma-Sayal S, Rossouw E, Kulkarni G V, Titley K. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:74-8.
33. Endo T, Ozoe R, Shinkai K, Aoyagi M, Kurokawa H, Katoh Y, Shimooka S. Shear Bond Strength of Brackets Rebonded with a Fluoride-Releasing and -Recharging Adhesive System. *Angle Orthod.* 2009; 79: 564– 6.
34. Scougall-Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136 (3): 425- 5
35. Guzman U, Jerrold L, Vig P, Abdelkarim A. Comparison of shear bond strength and adhesive remnant index between precoated and conventionally bonded orthodontic brackets. *Prog Orthod.* 2013; 14: 39. 1-5

11. ANEXOS

11.1 Presentación en Foros: Ponencia

- XXIX Congreso dental Mundial FDILA 1/Nov/2015

FEDERACIÓN DENTAL IBERO-LATINOAMERICANA, A.C.

XXIX CONGRESO DENTAL MUNDIAL FDILA

Otorga el presente
RECONOCIMIENTO

CAROLINA HERNÁNDEZ CORTÉS

A: _____

En virtud de haber participado en el concurso internacional de *investigación* modalidad *cartel* categoría *posgrado* dentro del programa de educación continua de CEUNI, en el marco del XXIX Congreso Dental Mundial celebrado en la Riviera Maya, Quintana Roo, México. Del 28 de octubre al 1 de noviembre del 2015.

| | | |
|---|---|---|
| Dr. en C. Adán Yañez Larios | Dr. José E. Rodríguez Corro | Mtro. Víctor Manuel Ramírez Anguiano |
|  |  |  |
| PRESIDENTE | RECTOR | PRESIDENTE |
| Federación Dental Ibero-latinoamericana A.C. | Sistema CEUNI | FEDERACIÓN DE ESCUELAS Y FACULTADES DE ODONTOLOGÍA A.C. |
|  |  |  |

"Por un Mismo Idioma; La Excelencia Profesional"



- **XXIII Encuentro Nacional y XIV Iberoamericano de Investigación en Odontología 11-13/ Nov/ 2015**



11.2 Premios Obtenidos

1^{er} Lugar en la categoría Investigación a nivel especialidad presentación cartel. México 2015



11.3 Cartel



“RESISTENCIA AL RECEMENTADO DE BRACKETS METÁLICOS UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS DE ADHESIÓN Y ACONDICIONAMIENTO. ESTUDIO *IN-VITRO*”




Carolina Hernández Cortés*, Rogelio J. Scougall-Vilchis, Claudia Centeno Pedraza, Sarai López González. Universidad Autónoma del Estado de México.

INTRODUCCIÓN

El descementado de los brackets es un problema indeseable durante el tratamiento Ortodóncico. El porcentaje varía desde 3.5% al 23%. Esto se debe a la aplicación de exceso de fuerza accidental o a una pobre técnica de adhesión. Es importante entender lo que debemos esperar una vez que el bracket es adherido más de una vez en el diente, ya que la literatura provee hallazgos contradictorios con respecto a la resistencia al descementado. La fuerza de adhesión de los aditamentos debe ser funcional, tanto, que le permita al operador descementar el bracket sin causar daño al esmalte, lo que podría ocurrir si la fuerza de adhesión excede los 14 MPa. ⁽²⁾

OBJETIVO

Evaluar la resistencia al recementado de brackets metálicos descementados utilizando adhesivo autograbable y grabado convencional en premolares extraídos para establecer similitudes o diferencias entre los diferentes sistemas de acondicionamiento de brackets descementados para así sugerir un protocolo de adhesión eficaz.

RESULTADOS

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples (ANOVA de un factor $p < 0.05$) el valor medio del grupo III (19.47 ± 4.7464 MPa) presentó diferencias estadísticamente significativas con los grupos II (14.4812 ± 4.74468 MPa) y I (9.5923 ± 4.33615 MPa). De tal manera que el grupo III presentó mayor resistencia al recementado en comparación al resto de los grupos (Figura 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de tipo experimental, transversal, comparativo y su diseño es *In-Vitro*. Se realizó en el Centro de Investigación de Estudios Avanzados en Odontología de la UAEMex. Ciclo escolar 2014 – 2015.

| Selección de la muestra | Grupos | Resistencia al descementado | Registros | Análisis estadístico |
|---|--|--|--|---|
|  - 90 Premolares extraídos por razones ortodóncicas - Premolares sin caries, restauraciones o fracturas. - Obtenidos de la Clínica de Ortodondia de UAEMex. | Grupo I: brackets nuevos Transbond Plus SEP. Grupo II: brackets arenados Acido Fosfórico 37% Grupo III: brackets arenados Acido Fosfórico 37%/ Primer malla del bracket y diente |  Se empleó una máquina de enyesos universales (EZ Graph, Stimadzu, Kioto, Japón) |  MPa | ANOVA (1 factor) Scheffé comparación múltiple Post-Hoc. |
| | | |  ARI | χ^2 |

Fig. 1

Valores de Resistencia al descementado en (MPa)

La comparación de los valores del ARI y sus resultados mediante la prueba χ^2 (21.613) reveló que los grupos son significativamente diferentes ($p = 0.001$). En comparación con los demás grupos; el grupo I presentó una frecuencia mayor en el marcador ARI 0 y 1, el grupo II y grupo III en el marcador ARI 1. Además se observaron fracturas del esmalte en los grupos I y III (Fig. 2).

Fig. 2

Frecuencia de distribución de los valores ARI

CONCLUSIONES

- Los brackets metálicos descementados recementados pueden ser adheridos exitosamente con cualquiera de estos sistemas.
- El prerrevestimiento de la malla del bracket con adhesivo luego de haberla arenado, así como la colocación del adhesivo en la superficie del esmalte, incrementa significativamente la resistencia al descementado de brackets metálicos recementados.
- Los grupos en los que los brackets recementados fueron colocados sobre superficies del esmalte previamente acondicionadas con Acido Fosfórico al 37% ofrecen valores medios de resistencia al descementado superiores en comparación con el grupo I en el que se utilizó Transbond Plus SEP (3M, Unitek, EUA); lo cual representa mayor durabilidad.
- No existieron diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de adhesivo remanente, sin embargo el uso de adhesivos autograbantes reduce la cantidad de adhesivo remanente, por lo que se requieren procedimientos de limpieza del esmalte menos agresivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wendt B, Muchitsch P, Pichelmayr M, Droschl H, Kern W. Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy. Eur J Orthod. 2011; 33(3):288-4.
2. Scougall-Vilchis R.J. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de los brackets ortodóncicos. Rev Esp Ortod. 2008; 38: 207-12.
3. Van Meerbeek B et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. Oper Dent, 2003; 28(3): 215-20.
4. Parra M, Garzón H. Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2012; 24(1): 133-17.
5. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. Dent Mater. 2005; 21: 895-10
6. Milia E, Cumbo E, Cardoso J, Gallina G. Current dental adhesives systems: A narrative review. Curr Pharm Des. 2012; 18: 5542-10.

11.4 Oficios

Oficio de voto aprobatorio de director de proyecto terminal



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Toluca, México a 01 de Diciembre de 2015

M. en C.S. SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA U.A.E.M.
P R E S E N T E

Anticipándole un cordial saludo, por este medio le informo que la **C.D. CAROLINA HERNÁNDEZ CORTÉS** alumna egresada del programa de la Especialidad en Ortodoncia, concluyó satisfactoriamente el Proyecto Terminal titulado "**Resistencia al recementado de brackets metálicos utilizando diferentes sistemas adhesivos y acondicionamiento. Estudio *In-Vitro***".

Asimismo, le hago saber que la alumna ha entregado todos los productos, constancias de participación en eventos y documentación relacionados con el Proyecto Terminal antes mencionado, para que pueda continuar con los trámites de obtención de su Diploma.

Sin otro particular por el momento, se despide de usted.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2015, Año del Bicentenario luctuoso de José María Morelos y Pavón"

Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis
Director del Proyecto Terminal



CIEAO
Centro de Investigación y Estudios Avanzados
en Odontología "Dr. Keisaburo Miyata"



Oficio de voto aprobatorio de asesor de proyecto terminal

Toluca, México a 01 de diciembre del 2015

M. EN C.S. SARA GABRIELA MARÍA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA U.A.E.M.
PRESENTE

Por medio de la presente informo a Usted, que la **C.D. Carolina Hernández Cortés**, alumna egresada de la Especialidad en Ortodoncia, concluyo su Proyecto terminal titulado **"Resistencia al recementado de brackets metálicos utilizando diferentes sistemas adhesivos y acondicionamiento. Estudio In-Vitro"**.

Sin otro particular se remite la presente para que la alumna pueda continuar con sus trámites de obtención del Diploma de Especialista.

Sin otro particular y esperando una respuesta favorable, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE



M. en COEO Claudia Centeno Pedraza.
Asesora del Proyecto Terminal



Oficio de voto aprobatorio de asesor de proyecto terminal



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Toluca, México, 17 de noviembre de 2015.


M. EN. C.S. SARA GABRIELA MARIA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. U.A.E.M.

Por medio de la presente y después de un cordial saludo, informo a usted que el proyecto terminal titulado: **"Resistencia al recementado de brackets metálicos utilizando diferentes sistemas adhesivos y acondicionamiento. Estudio *in vitro*"** presentado por la **C.D. Carolina Hernández Cortés**, ha concluido. Dicho proyecto fue revisado y aceptado por la que suscribe en carácter de Asesor del proyecto.

Por lo anterior, solicito a usted proceda con los trámites correspondientes para la obtención de su Diploma de la Especialidad en Ortodoncia.

Sin más por el momento, y agradeciendo la atención a la presente, queda de usted.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2015, Año del Bicentenario Luctuoso de José María Morelos y Pavón"


M. en C.O.D. Sarai López González
T.A. de Tiempo Completo
Facultad de Odontología, UAEM



c.c.p. archivo

CIEAO
Centro de Investigación y Estudios Avanzados
en Odontología "Dr. Keisaburo Miyata"



Solicitud de autorización de impresión de proyecto terminal

Toluca, México a 1 de Diciembre del 2015

M. en C.S. SARA GABRIELA MARÍA GABRIELA EUGENIA DEL REAL SÁNCHEZ
COORDINADORA DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.A.E.M.
P R E S E N T E

La que suscribe **C.D. CAROLINA HERNÁNDEZ CORTÉS**, alumna egresada del programa de la Especialidad en Ortodoncia, solicito a usted de la manera más atenta la autorización para llevar a cabo la impresión del Proyecto Terminal titulado **"Resistencia al recementado de brackets metálicos utilizando diferentes sistemas adhesivos y acondicionamiento. Estudio In-Vitro"**, proyecto que se realizó bajo la dirección del Dr. En O. Rogelio J. Scougall Vilchis y asesoría de la M.C.O.E.O. Claudia Centeno Pedraza, M.C.O.O. Sarahi González López; para así continuar con los trámites de obtención de Diploma.

Sin otro particular y esperando una respuesta favorable, le envié un cordial saludo.

ATENTAMENTE




C.D. Carolina Hernández Cortés