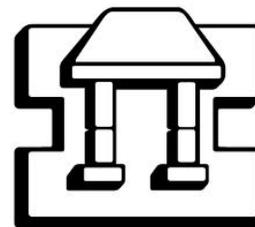




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**“EFECTO DE LA DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE SOBRE LA  
FUERZA DE ADHESIÓN EN ORTODONCIA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA

P R E S E N T A:

***DIAZ TREJO XOCHILT ERENDIRA***

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EDUARDO LLAMOSAS HERNÁNDEZ.

ASESORES:

CD. ROSSANA SENTÍES CASTELLA.

MTRA. JAQUELINE A. RODRIGUEZ CHÁVEZ.

MAYO 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Me parece sumamente importante agradecer a las personas y a las instituciones que facilitaron las cosas para que este trabajo llegara a su término, por lo que me es grato utilizar este espacio para ser justa y congratularme con los que participaron de manera activa durante la elaboración de este trabajo.

Por supuesto a la **Universidad Nacional Autónoma de México**, la cual me dió la oportunidad de formarme como especialista.

Un especial agradecimiento al **Doctor Federico Barceló**, por haberme instruido y facilitado los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

Mi más sincero agradecimiento a la **Maestra Jaqueline A. Rodríguez Chávez**, por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad, paciencia e instrucción, ya que su apoyo fue de gran ayuda durante mis estancias en el laboratorio de materiales dentales de la Facultad de Odontología de la UNAM.

Al **Maestro Jorge Guerrero Ibarra**, quien colaboró con nosotros activamente para realizar las pruebas de desprendimiento en el laboratorio. Gracias por compartir sus inquietudes con respecto a este trabajo.

Una mención especial al **Maestro Rafael Quintanar Zúñiga**, por su colaboración, paciencia, disponibilidad y valiosos aportes realizados durante las sesiones de microscopia electrónica, que llevamos a cabo para complementar los resultados de éste trabajo.

Al **Doctor Eduardo Llamosas Hernández**, por haber dirigido esta tesis de especialidad, por su aporte invaluable en el desarrollo de ésta; por su apoyo y

confianza en mi trabajo, y por su importante aporte a todo lo referente a estadística, y su constante motivación para la culminación del trabajo.

A mi asesora **E.O. Rossana Senties Castella** por su apoyo incondicional, por sus consejos en el ámbito profesional y personal, por también permitirme vivir una experiencia importante en mi formación como especialista.

## AGRADECIMIENTOS

Resultaría una verdadera egocentrista, si imaginara que este logro, lo debo a mi esfuerzo, evidentemente tengo que dar Gracias al que permite TODO en mi vida, Mi Dios.

One simplemente por ser coparticipe de la realización de mis sueños desde hacer una familia, hasta ir escalando estos pequeños logros que tenía en la mira, Gracias por tu actitud siempre tolerante, comprensiva y de incondicional apoyo sin importar lo cansado, hambriento, o estresado que estuvieras.

Mi madre sin duda ha sido ese personaje que desde que respiro ha impulsado cada paso, sin importar que sea un bebé, una adolescente o una adulta en busca de la madurez y realización, un simple Gracias resulta apenas ingrato

Pero hoy día a diferencia de hace diez años, no camino sola sino con el hermoso regalo que genera motivos en mis días y por quien seguiré en la marcha, a ti.... mi pequeña Raquelita dedico este trabajo en particular porque si alguien sacrifico horas para la realización de ésta especialidad y de ésta tesis fuiste Tú.

A Irina que acompañó en esos ratos de abandono a Raquel, gracias por formar parte de nuestra vida, y por facilitarme enormemente las cosas.

A mis tíos, tías, primos, primas, sobrinos, abuela Tina y abuelo Andrés, Montsita , Gracias por significar Motivación.

Indudablemente debo mi fascinación por el diente al contacto con aquellos a quien debo mi formación académica, porque la pasión es terriblemente contagiosa, no puedo hacer a un lado a mi esposo en este aspecto porque ha sido un ejemplo para mí, pero si alguien personifica el parteaguas en mi

ejercicio profesional y en la forma de ver la vida es Jaime Edelson, a quien manifiesto una vez más mi agradecimiento y mi cariño.

A mis amigos y compañeros de especialidad; en especial a ti Toño, por amenizar mis días y enseñarme tanto, por supuesto tengo que señalar el enorme apoyo que has sido mi querido Alfonso gracias por siempre estar dispuesto a compartir tus conocimientos y tu gran amistad enriqueciendo así mi vida.

Y a todos los que participaron de manera directa o indirecta para cerrar este ciclo de mi vida.

## RESUMEN

En el protocolo de cementación de los brackets, la preparación de la superficie del esmalte dental se realiza con el fin de conseguir *una adhesión* óptima, parte del objetivo es la eliminación de la película adquirida y los restos de placa dentobacteriana; tradicionalmente esta remoción se realiza con la profilaxis dental; Recientemente se han descrito mejoras importantes en la adhesión con la adición de una variante en el proceso de preparación del diente: *la desproteínización del esmalte* con hipoclorito de sodio (**NaOCl**) previo al acondicionamiento con ácido ortofosfórico. El propósito de éste estudio fue evaluar el efecto de la *desproteínización del esmalte*, sobre la fuerza de adhesión y su relación con el análisis de adhesivo remanente (ARI). Se utilizaron 50 muestras que se distribuyeron en dos grupos de 25 muestras cada uno. El grupo experimental al que se le realizó la desproteínización (con NaOCl al 5.25% durante 60 seg, omitiendo la profilaxis dental), previo al acondicionamiento con ácido ortofosfórico y el grupo control al que se le realizó profilaxis previa al grabado ácido, utilizando resina Transbond XT (3M Unitek). Las muestras fueron sometidas a fuerzas tangenciales con la máquina universal Instron con una velocidad de 1 mm/ min, determinando la fuerza requerida para el desprendimiento de los brackets. Después del análisis estadístico con t de Student  $P=0.5$ , con una media para el grupo experimental de (7.50MPa+/-3.3) y para el grupo control (6.17 MPa +/-3.2); los datos no muestran diferencias estadísticamente significativas, en la escala ARI obtuvimos un predominio de falla tipo cohesiva del totalidad de las muestras.

## ÍNDICE.

I.	INTRODUCCIÓN.....	9
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
	A. OBJETIVOS.....	13
	B. PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
	C. JUSTIFICACIÓN.....	14
III.	MARCO TEÓRICO.....	16
IV.	METODOLOGÍA.....	36
	Tipo de Investigación.....	36
	Población.....	36
	Muestra.....	36
	Variables.....	38
V.	MATERIALES Y EQUIPO.....	39
	Obtención y almacenamiento.....	39
	Adhesión .....	41
	Montaje de las muestras.....	43
	Prueba de desprendimiento.....	45
	Escala ARI.....	46
VI.	RESULTADOS.....	49
VII.	DISCUSIÓN.....	54
VIII.	CONCLUSIONES.....	61
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .Fuerza de adhesión de los 50 brackets utilizados en la prueba.....	50
Tabla 2. Determinación de la media, promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación.(La prueba estadística de T indica que no hay diferencia significativa entre los dos grupos. ).....	51
Tabla 3 .Correlación entre la calificación ARI modificada y Fuerza de adhesión, de la totalidad de la muestra.....	51
Tabla 4 . Distribución de frecuencias en porcentaje y número de las calificaciones del adhesivo remanente en los brackets utilizados en la prueba, en los dos grupos.....	52
Tabla 5. Valores de los componentes inorgánicos de la superficie del esmalte de diez dientes previos a cualquier manipulación utilizando la técnica de micro barrido con el microscopio electrónico.....	53
Tabla 6. Valores de componentes de la superficie del esmalte en diez dientes después del grabado ácido con técnica de micro barrido.....	54
Tabla 7. Relación de componentes de la superficie del esmalte después del decementado dientes sometidos a desproteinización del esmalte.....	54
Tabla 8. Relación de componentes encontrados en el microbarrido de la superficie del esmalte después del decementado en dientes del grupo control.....	54

## I. INTRODUCCIÓN

La adhesión de los aditamentos ortodónticos se lleva a cabo, gracias a la topografía obtenida en la superficie del esmalte por la aplicación de un ácido grabador, el cual disuelve los minerales generando microretenciones que no suelen ser uniformes. Se ha observado que la fuerza de adhesión está relacionada directamente con la profundidad de éstos *tags(microretenciones)*<sup>1</sup>. Las resinas compuestas son actualmente el material más utilizado en Ortodoncia, siguiendo el protocolo tradicional de acondicionamiento del esmalte con ácido ortofosfórico, seguido por el “primer”(o adhesivo) y finalmente el cementado con resina. Se han utilizado (también con éxito) ionómeros modificados, acondicionando el esmalte con ácido poliacrílico, los cuales han demostrado una fuerza de adhesión similar a la resina. En la literatura odontológica encontramos gran cantidad de estudios enfocados a analizar la fuerza de adhesión de resinas, de adhesivos (los cuales han evolucionado de 1ª a 6ª generación, con los adhesivos de un solo paso), la calidad de la superficie de grabado, la resistencia al cizallamiento, etc. En el afán de mejorar los sistemas de adhesión, se suscitaron nuevos temas de investigación. Algunos autores comenzaron a estudiar la aplicación de hipoclorito de sodio (NaOCl) con la intención de lograr un mejor acondicionamiento de la dentina para incrementar la adhesión a través de la desintegración de fibras de colágena, mejorando de ésta manera la calidad, la longevidad de las restauraciones estéticas, y la salud del estrato dental donde se colocan. Tomando como antecedente estos estudios, Espinosa <sup>2</sup> realizó un trabajo en donde valora los cambios en el patrón de grabado desproteinizado con la aplicación de

hipoclorito de sodio al 5.25%, observando mejoras considerables en dicho patrón. En el área ortodóncica, la investigación actual se ha enfocado en la evaluación de distintos materiales para el cementado de brackets, contemplando distintas variables independientes, evaluando la superficie del esmalte antes y después del cementado, la fuerza de adhesión de materiales en función de la marca, el tipo de curado, el tiempo de grabado del esmalte y el comparativo de ionómeros contra resinas; sin embargo se abre un nuevo horizonte ante el cual se comienzan a inclinar algunos autores, que han comenzado a enfocar su investigación en variantes del acondicionamiento del esmalte previo al grabado, utilizando el hipoclorito de sodio y manteniendo el protocolo de cementado (ya sea con resina o con ionómero vidrio) <sup>3</sup>, utilizando adhesivos convencionales o de un solo paso, con el objetivo de evaluar la fuerza de adhesión y la relación que existe entre este preacondicionamiento y el índice de adhesivo remanente (ARI).

Al ver las propiedades del hipoclorito, resulta interesante, (si pudiera considerársele como una opción), no sólo para la desproteinización del esmalte, sino como una opción para la limpieza de la superficie del diente sin necesidad de la realización de la profilaxis, y con ello observar si es que hay un efecto positivo en la fuerza de adhesión requerida para aparatos ortodóncicos y en el decementado de aparatos logrando una mayor preservación del esmalte; o bien, si obteniendo ese patrón de adhesión, se daña más la superficie del esmalte al retirar los aparatos.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización de sistemas de adhesión en ortodoncia, revolucionó la práctica clínica para los especialistas brindando mejoras significativas, tales como el simplificado en el tiempo de trabajo, la comodidad para el paciente, la disminución de lesiones cariosas; ha permitido la preservación de la salud periodontal y la reducción de las desmineralizaciones producidas por el uso de bandas<sup>1</sup>; sin embargo, desde el comienzo de su utilización en los años 50's, han sido realizadas un sin número de investigaciones acerca de la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de éstos materiales en aras de perfeccionar estas cualidades, encontrándose mejoras con el paso del tiempo. Quizás la variable más estudiada -por su importancia clínica- ha sido la fuerza de adhesión, cuya finalidad parece ser la de encontrar con la evolución de estos sistemas el material idóneo para la adhesión y el retiro de los aparatos en ortodoncia, ya que otra de las características que también ha sido estudiada por su relevancia clínica es la condición y apariencia del esmalte, antes y después del decementado en virtud de contrarrestar el daño producido en el esmalte en ésta etapa final del tratamiento. En este procedimiento, se ha hecho mención de la importancia de la eliminación de la capa de resina remanente en el esmalte después del decementado, puesto que los *tags* de resina que penetran en el esmalte son susceptibles de decoloración,<sup>2</sup> así como de absorción de fluidos orales que generan problemas estéticos que inconforman a los pacientes.

Es por ello, que encontrar mejoras, ya sea en el material o en las técnicas de adhesión, nos permitiría obtener una fuerza de adhesión suficiente para poder

manipular los aparatos durante el tratamiento, minimizando uno de los grandes problemas para el clínico como es el desprendimiento de los aparatos, y al mismo tiempo permitiría, que en el momento del decementado, el material de adhesión permanezca en el bracket y no en la superficie del diente disminuyendo así, el daño en el esmalte y evitando que queden *tags* de resina.

De este modo, las nuevas resinas ya mejoradas, las técnicas de adhesión propuestas actualmente y los nuevos sistemas de curado, invitan al clínico a ir cambiando materiales y hacer modificaciones en el protocolo de adhesión que prometen mejoría, como es la innovación de preacondicionar el esmalte con hipoclorito de sodio antes del grabado. También es importante seguir evaluando las propiedades físicas y mecánicas de éstos materiales así como las ventajas clínicas que promete, para valorar los efectos de éstas variantes en la técnica convencional, sobre la fuerza de adhesión y la valoración de la superficie del esmalte después del decementado, con el fin de dilucidar si las nuevas propuestas en el protocolo de adhesión brindan una fuerza de adhesión óptima para el tratamiento y que además permitan que el daño en la superficie del esmalte cada vez sea menor, a fin de preservar esta estructura que para el clínico tendrá un impacto en la salud bucal y, para el paciente, un acierto más en la estética (que generalmente es la principal razón por la que solicita un tratamiento ortodóncico).

## A) OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto que tiene la desprotección del esmalte *per se* (sin la realización de la profilaxis), en la fuerza de adhesión con resina compuesta como material cementante, y su relación con el índice ARI modificado después del decementado.

### 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar si la desprotección del esmalte es un acondicionamiento suficiente de la superficie del diente, para brindar la fuerza de adhesión mínima para el tratamiento de ortodoncia.
- b. Determinar la fuerza de adhesión de la resina compuesta utilizando previo al acondicionamiento con ácido ortofosfórico-la desprotección con hipoclorito de sodio al 5.25 % sin profilaxis, y su relación con la cantidad de adhesivo remanente después del decementado.
- c. Determinar la fuerza de adhesión de la resina compuesta haciendo la profilaxis convencional antes del acondicionamiento con ácido ortofosfórico, y su relación con la cantidad de adhesivo remanente después del decementado.

- d. Comparar la fuerza de adhesión de esmalte desproteínizado sin profilaxis, con la fuerza de adhesión de esmalte acondicionado con protocolo común de cementado de aparatos ortodóncicos.

## B) PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN:

1. ¿Cuál es la influencia de la desproteínización en la fuerza de adhesión y en el índice ARI?
2. ¿Habrá diferencias significativas en la fuerza de adhesión y el índice ARI, entre el protocolo tradicional de cementado y el protocolo con desproteínización del esmalte sin la realización de profilaxis?

## C) JUSTIFICACIÓN.

Desde que Buonocore introdujo los conceptos de adhesión en 1955, la evolución de los materiales de adhesión ha sido constante a fin de mejorar las propiedades de estos materiales para obtener una mejor adhesión, lo cual se ve reflejado en los materiales de cementado utilizados en ortodoncia.

Sin embargo, en la aplicación de las diferentes técnicas ortodóncicas, se requiere de un material que genere una fuerza de adhesión suficiente para soportar todos los movimientos que genera la biomecánica, pero que al mismo tiempo genere el mínimo daño al esmalte en el momento de decementado, una vez que los aparatos han cumplido su función.

Con la finalidad de poder seguir un protocolo de adhesión de los aditamentos ortodóncicos, que no sólo mejore la actividad clínica del especialista, sino que

provea los medios para minimizar daños en el esmalte post tratamiento, que puedan causar o favorecer la presencia de descalcificaciones, manchas blancas, pigmentaciones indeseables, se justifica la necesidad de seguir analizando los factores involucrados en esta área.

Con los hallazgos recientes del efecto del hipoclorito de sodio en el patrón y cantidad de grabado y en la fuerza de adhesión; se pretende continuar con ésta línea de investigación en este estudio con una variante a fin de obtener conclusiones más precisas en cuanto a lo anteriormente mencionado.

### III. MARCO TEÓRICO

#### ADHESIÓN.

Es la fuerza de unión en el contacto íntimo entre dos materiales o superficies.

La Asociación Americana de Materiales Dentales, la define como “la fuerza capaz de sostener materiales unidos por medio de enlaces de las superficies”<sup>4</sup>.

Según la definición de la ISO 11405, es: “el estado en el cual dos superficies son mantenidas en unión por fuerzas físicas, químicas o ambas con la ayuda de un adhesivo; siendo éste último el sustrato capaz de mantener dos materiales unidos”.<sup>5</sup>

La adhesión puede ser:

- a. Mecánica: Es aquella donde intervienen factores físicos como poros y rugosidades, que hacen interconexión donde los materiales se traban entre sí.
- b. Química: Mediante la atracción interatómica entre dos o más sustratos, en donde actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes y enlaces secundarios, como podrían ser las fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión.<sup>6</sup>
- c. Física: En esta unión se forman enlaces entre átomos en la interfase del adhesivo y el adherente.
- d. Híbrida: Aquella que se forma de la combinación de dos o más de las anteriores.

## ADHESIÓN EN ORTODONCIA.

Con la invención de los adhesivos de nueva generación en ortodoncia, desde 1970<sup>7</sup>, se eliminó en muchos casos la necesidad de poner bandas individuales en todos los dientes; el paso del tiempo y la evolución constante de estos materiales, han permitido que hoy contemos con diversos materiales adhesivos en ortodoncia para lograr la fijación de dispositivos ortodóncicos a estructuras dentarias y no dentarias.

La adhesión (directa e indirecta) en ortodoncia, tiene por objetivo obtener el adhesivo ideal de manera que pueda asegurar la óptima retención de los brackets y demás aditamentos durante el tiempo que dure el tratamiento, y al mismo tiempo deberá de ser lo suficientemente débil para que al finalizar el tratamiento puedan despegarse con facilidad sin producir tinciones ni lesiones en el esmalte. La adhesión debe de ser un proceso reversible que no deje huellas, manteniendo lo mejor posible la integridad del esmalte una vez finalizado el tratamiento.<sup>8,9</sup>

El esmalte puede prepararse para recibir a la resina de adhesión mediante el clásico grabado con ácido ortofosfórico o el crecimiento cristalino<sup>10</sup>. Los brackets pueden mostrar en su base tres tipos de retención: mecánica, (brackets metálicos), química y mixta (brackets cerámicos y de plástico).

## COMPUESTOS ADHESIVOS EN ORTODONCIA.

Un buen material adhesivo para uso ortodóncico, debe reunir las siguientes condiciones:

- a. Brindar una unión química real, y tener un ángulo de contacto pequeño.
- b. Tener suficiente resistencia interna, y ser resistente a la fractura.
- c. Ser lo suficientemente fluido para penetrar en las cavidades del esmalte grabado.
- d. Ser estable dimensionalmente para no sufrir contracción excesiva.
- e. Tener flexibilidad para compensar las deformaciones que se producen, cuando el sistema es sometido a cargas o cambios dimensionales térmicos.
- f. Ser de fácil manejo.
- g. Ser biocompatible, económico, estable en almacenamiento adecuado y estético.<sup>11</sup>

## MATERIALES ADHESIVOS EN ORTODONCIA

En los años 70's, aparecieron las primeras resinas empleadas de manera sistemática en la clínica de ortodoncia. Se trataba de resinas compuestas con relleno de tercera generación, que habían sido y aún lo son populares por sus excelentes cualidades físicas y su sencillo manejo, ya que la resina se aplica directamente sobre el bracket y el catalizador se coloca en el esmalte para la polimerización. Estas resinas son de gran utilidad para la técnica directa.

Debido a las nuevas propiedades de las resinas adhesivas de un sólo paso, como la Transbond Plus SEP, de 3M Unitek, se presentan como materiales interesantes y prometedores desde un punto de vista clínico. El uso de éstos puede ser

deseable, ya que reducen los pasos clínicos, ahorran tiempo silla, mejoran los procedimientos de adhesión, y reducen el riesgo de contaminación con la saliva. Por otra parte, hay autores que afirman que produce un patrón de grabado más conservador que el ácido ortofosfórico, lo que minimiza la pérdida de esmalte <sup>12, 13</sup>. Sin embargo, para recomendar el uso de este producto en gran escala, se necesitan más estudios, especialmente en los estudios in vivo y ensayos clínicos.

### TÉCNICAS DE ADHESIÓN DE LOS BRACKETS.

Son dos las técnicas utilizadas para la adhesión de los brackets:

- a. La técnica directa: en donde el operador pone directamente los brackets en los dientes del paciente. Es una técnica menos precisa, pero es la más usada por los ortodoncistas en el mundo por su facilidad y rapidez.
- b. La técnica indirecta: en donde el operador pone los brackets inicialmente en un modelo de yeso del paciente, y luego los trasfiere a los dientes por medio de cubetas de plástico.

### *TÉCNICA DE ADHESIÓN DIRECTA DE BRACKETS.*

El objetivo de ésta técnica es pegar los brackets a la superficie bucal de los dientes de manera precisa, procurando una adhesión rápida, efectiva y cómoda para el paciente y siendo capaz de soportar las fuerzas y tensiones generadas por la masticación y el tratamiento. La técnica clásica de adhesión se resume como sigue:

#### A. Limpieza de la superficie del esmalte.

*Objetivo.* Eliminar la placa bacteriana y los restos orgánicos que pudieran quedar en la superficie, que pudieran dificultar la acción descalcificadora

posterior de los ácidos. Todos los dientes que se van a grabar, deben tener la superficie muy limpia y libre de sangrado y exudados. Técnica: Se emplea un cepillo rotatorio de cerdas pequeñas y sintéticas, con pieza de mano a bajas revoluciones junto con una pasta ligeramente abrasiva de piedra pómez o bicarbonato de sodio, libres de glicerina para permitir una mejor adhesión. Se ha discutido si la aplicación de flúor en pasta o gel previa al grabado ácido del esmalte podría reducir la posterior adhesión de los brackets al dificultar la descalcificación de los prismas y la formación de cavidades retentivas. Damon, afirma que la limpieza superficial previa del esmalte con pastas fluoradas en distintas concentraciones, no afecta la posterior fuerza de adhesión bracket-resina-esmalte.

#### B. Acondicionamiento mediante grabado ácido del esmalte.

*Objetivo.* Consiste en descalcificar superficialmente el esmalte, eliminando - mediante la acción de un ácido- la película de material orgánico y creando microcavidades retentivas o poros superficiales al desmineralizar el esmalte. Con ello, aumenta la tensión superficial y mejora la retención del adhesivo y del bracket.

Hoy en día la utilización de los sistemas de adhesión con grabado ácido en ortodoncia es un procedimiento de rutina <sup>14</sup>. Los sistemas de adhesión se basan en este principio de retención micromecánica. El grado de disolución del esmalte es diferente en las distintas partes de su estructura, particularmente entre el esmalte prismático e interprismático, obteniéndose de una manera muy sutil una topografía irregular. Es importante que el material de adhesión alcance estas áreas de grabado y polimerice para dar retención; el material de adhesión debe de

ser capaz de humectar la superficie, ya sea que la superficie grabada tenga una mayor energía/tensión superficial que el material de adhesión, o que el material usado sea lo suficientemente soluble en los componentes de la superficie para penetrar en ella, formando las prolongaciones denominadas “tags”. Gracias a esta propiedad, el grabado ácido provee una superficie que casi “succiona” la resina dentro de la superficie rugosa. El principio de adhesión en el esmalte es mucho menos complicado que el de adhesión a la dentina por sus características histológicas y ya ha sido estudiado por diversos autores.<sup>15</sup> Se han utilizado diversas soluciones ácidas sobre la superficie del esmalte para lograr el grabado, como el ácido ortofosfórico, láctico, cítrico, maleíco y oxálico; pero sin duda el de más uso y más estudiado es el ácido ortofosfórico. Desde la introducción de la técnica de grabado ácido se han ido acortando progresivamente los tiempos de grabado. Inicialmente Gwinnett recomendaba el grabado con fosfórico al 50% durante 120 seg., y Buonocore al 85% por 30 seg. Un tiempo de grabado breve parece prevenir las descalcificaciones, por lo cual actualmente se consideran suficiente 15 seg. de ortofosfórico al 37% para la adhesión de brackets tanto metálicos como cerámicos<sup>8</sup>. Esta concentración ha mostrado tener las condiciones clínicas favorables en la superficie dental para recibir el material de adhesión, y en donde se ha encontrado menor pérdida de esmalte. Algunos autores como MacColl, propugnan el ácido maleico al 10% durante 15-30 seg., como alternativa al fosfórico.<sup>16</sup>

Otros estudios se han enfocado en los efectos secundarios que implica esta técnica sobre el esmalte. Ogaard y Bishara, encontraron que la pérdida de esmalte durante el grabado es de 5- 60  $\mu\text{m}$ (micras), dependiendo del tiempo de grabado y

las variaciones entre cada diente<sup>17</sup>. Aunado a esto la pérdida de esmalte que ocurre en el momento del decementado, puede ser dramática, oscilando desde 150- 160  $\mu\text{m}$  como reportó Diedrich, además de los otros daños irreversibles del esmalte como la retención de los tags de resina, fracturas, microgrietas y arañazos inducidos durante los procedimientos de remoción y limpieza, por lo que otro tópico de igual importancia es la seguridad de los procedimientos de decementado.<sup>18, 19</sup>

Varios autores también han descrito las variaciones en los patrones adamantinos que aparecen tras el pretratamiento del esmalte con ácido ortofosfórico, destacando su variabilidad y apuntando los factores de que dependen, entre los que destacan los siguientes: la concentración y tiempo de acción del ácido, el tipo de diente (temporal o permanente), su grado de erupción, la anatomía coronal y la disposición prismática de la zona grabada. Autores como Galil y Cartensen, han encontrado hasta cinco patrones de grabado. Otros investigadores se limitan a tres:

Tipo I. en donde hay descalcificación central o del corazón del prisma.

Tipo II. Interprismático de descalcificación periférica.

Tipo III. Mixto.

Los patrones, comúnmente obtenidos con la técnica de grabado convencional, son el 1 y el 2<sup>19</sup>.

Mucho se ha abordado el tema de la eficacia del sistema de grabado ácido convencional versus los sistemas de auto-grabado en términos de la fuerza de adhesión.<sup>18,19</sup> La mayoría de los estudios previos han demostrado que la

resistencia al cizallamiento de sistemas de autograbado fue significativamente menor que la del sistema convencional con ácido grabador<sup>20</sup>, aunque en algunos estudios se ha indicado que no hubo diferencias significativas en la fuerza de adhesión entre la resina de auto-grabado y el grabado al ácido.<sup>21</sup>

Horiuchi, en su estudio, afirma que los sistemas de auto-grabado fueron significativamente más bajos que los sistemas de grabado ácido en cuanto a fuerza de adhesión. Sin embargo, estos valores son superiores a la media sugerida como óptima para el uso clínico. Así también encontró que la menor fuerza de adhesión de los sistemas de un solo paso, tuvieron una mayor acción conservadora en la superficie del esmalte en comparación con los sistemas de grabado ácido, al observar ésta en el SEM(Scanning Electron Microscope- Microscopia Electrónica de Barrido); por lo tanto, los sistemas adhesivos de autograbado podrían llegar a sustituir a la técnica convencional de grabado ácido tan socorrida en la práctica ortodóncica de nuestro país.Técnica: Después de la limpieza y posterior secado de la superficie dentaria, se aplica el ácido ortofosfórico en concentración de 35-50% de 15-45 seg., en forma de solución o gel. La solución se aplica con un microbrush o cepillo, y el gel con la jeringa dispensadora. El gel permite aparte de la comodidad, el limitar la zona de grabado con mayor precisión por su color y densidad. En ningún caso debe frotarse o presionarse con exceso la superficie del diente durante el grabado, pues podría inducir al fracaso de la adhesión al destruir mecánicamente los prismas del esmalte expuestos tras la acción del ácido.

### C. Sellado.

Después de que los dientes están completamente secos y adquieren la apariencia de un blanco glacial, se pinta una delgada capa de sellador con un cepillito, con un movimiento gingivoincisor en cada diente. La capa de sellador tiene que ser delgada y uniforme, pues, cuando polimeriza, el exceso de sellador puede inducir a un desplazamiento del bracket y a que la capa superficial del sellador no polimerice. Mucha de la literatura se ha avocado a determinar la función exacta de la resina intermedia en el proceso de cementado y mientras algunos concluyeron que es necesaria para la correcta resistencia en la unión, otros indican que es necesario mejorar la resistencia a la microfiltración, otros afirman que ambas situaciones son reales y otros más han concluido que es prescindible; aunque pudiera ser innecesario el sellador, tampoco es perjudicial colocarlo. Gwinnett, por ejemplo, encontró que los selladores fotopolimerizables protegen al esmalte adyacente a los brackets de las lesiones subsuperficiales, también pueden permitir una remoción más sencilla del bracket, con un desprendimiento mínimo del esmalte.

### D. Adhesión.

Inmediatamente después de la aplicación del sellador, se procede a la transferencia del bracket ubicándolo en la posición correcta con la ayuda de un posicionador de bordes paralelos, y ajustándolo finalmente con la uña raspadora ejerciendo presión contra la superficie del diente, logrando un íntimo ajuste y permitiendo así una adecuada fuerza de adhesión.

#### E. Remoción de excesos.

Se hace la remoción de excesos de resina, para evitar o minimizar la irritación gingival y posterior hiperplasia gingival, y el acumulamiento de placa en torno a la periferia de la base de adhesión, evitando así el daño al periodonto y la posterior descalcificación.<sup>22</sup>

#### HISTOLOGÍA DEL ESMALTE.

El esmalte es el tejido biológico más duro del organismo, es un tejido avascular, de alta mineralización y dureza extrema, que reacciona ante un estímulo nocivo o injuria química, física o biológica, con pérdida de sustancia estructural y cuya magnitud está relacionada directamente con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no pueda regenerarse, aunque sí es capaz de remineralizarse. El esmalte está constituido principalmente por material inorgánico en forma de hidroxiapatita, cuyo contenido varía del 86% en el esmalte inmaduro y hasta el 98% en el esmalte maduro, y está concentrada en los cristales del prisma del esmalte. El contenido orgánico es realmente bajo: de 0.4 a 0.8% ;<sup>23</sup>, la cantidad de agua es de 3.2-4%. El componente orgánico del esmalte es la proteína enamalina, que se encuentra distribuida entre y en los cristales, y ayuda con la permeabilidad. El espesor del esmalte varía desde un borde afilado en la porción cervical, hasta 2.5 $\mu$  de espesor máximo en su borde incisal. El esmalte es extremadamente heterogéneo desde el punto de vista químico, y se ha demostrado que contiene un gran número de impurezas en particular en las zonas susceptibles a la caries. Los prismas son depositados en forma de ojo de la

cerradura por los ameloblastos, que irradian de la unión dentina- esmalte hacia la superficie externa. En el área interprismática, los cristales están orientados al azar; en consecuencia, esta área contiene más agua y materia orgánica que el área dentro de los prismas. En el microscopio electrónico de barrido la superficie del esmalte presenta gran variación, probablemente debido a la edad y a la ubicación en la superficie de la cavidad oral (Fig 1.); macroscópicamente y con SEM la superficie del esmalte de los dientes recién erupcionados, muestra las denominadas líneas periquimata o líneas de imbricación, que son líneas de crecimiento que se ven más aparentes en la superficie del esmalte en forma de crestas; los prismas se aposicionan a un ritmo diario de 4  $\mu\text{m}$ . Estos incrementos son visibles como los anillos de una sección transversal de un tronco de árbol, y se perciben como líneas oscuras o estrías de Retzius. Los procedimientos de adhesión y decementación, asociados con el tratamiento de ortodoncia contribuyen, a la pérdida de la periquimatas. Hay estudios en donde utilizaron bandas de ortodoncia en dientes que serían extraídos para el tratamiento ortodóncico, los cuales fueron expuestos a placa dentobacteriana demostrando que el proceso de la caries inicia alrededor de las periquimatas mediante la exposición de las terminaciones de los prismas y luego avanza a lo largo de las áreas interprismáticas. Las áreas donde se superponen la periquimatas, tienen la habilidad para actuar como un reservorio para el fluoruro después de un tratamiento tópico.<sup>24</sup>



Fig. 10-16 Esmalte dentario de un molar humano. 1 Prisma del esmalte; ► esmalte interprismático; ⚡ superficie del esmalte. Obsérvese que la capa de más arriba no está estructurada en forma de prismas sino que es homogénea. 1.850 x.

FIG. 1 Estructura del esmalte humano

### HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl )

Las soluciones de hipoclorito de sodio son utilizadas como desinfectante desde el siglo XVIII. Su uso en Odontología tuvo inicio en la segunda década del siglo XX, con BARRETT, que preconizaba la irrigación de los canales radiculares con líquido de Dakin (NaOCl al 0.5%). Actualmente, las soluciones de hipoclorito de sodio son las más utilizadas por dentistas de todo el mundo en los tratamientos endodónticos, debido a sus propiedades deseables como bactericida, desodorizante y solvente tisular. El efecto del hipoclorito sobre la estructura dental en el tratamiento endodóntico es variable ya que promueve el desbridamiento, la lubricación, la desinfección, la disolución de los tejidos, eliminación de la capa de colágeno y la deshidratación de la dentina<sup>25</sup>. El hipoclorito ha sido estudiado por diversos autores, quienes concluyeron que el hipoclorito de sodio promueve un aumento de la permeabilidad dentinaria. El uso del hipoclorito de sodio como desinfectante cavitario ha sido polémico. Varios autores mencionan que su efecto antimicrobiano en concentración de 5.25%, está acompañado de la eliminación de la capa de colágeno. Turkun y col., encontraron que el NaOCl al 5.25% puede ser

un antibacteriano eficaz en la exposición inicial; sin embargo, no se observó su actividad sustantiva.<sup>26</sup>

Algunos de los principales inconvenientes de NaOCl, son el sabor, la tolerancia de los pacientes (sobre todo los niños), y reacciones sobre tejidos suaves, ya que un punto importante es su toxicidad. Navarro-Escobar et al.<sup>27</sup>, demostraron la toxicidad del NaOCl al 2,5% en la celda 3T3L1 en cultivos de fibroblastos, lo cual demuestra que en tiempos prolongados es citotóxico para las células del ligamento periodontal. Otro gran inconveniente es su alta tensión superficial, lo que limitaría la penetración en pequeñas irregularidades de la superficie dental. Para minimizar este inconveniente, Mohammadi sugiere la adición de un surfactante (que es una sustancia que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases).<sup>28</sup> Aunque el hipoclorito del sodio es la solución de irrigación más usada en la clínica, hay controversia sobre su concentración óptima. Stojcic et al., probaron diferentes concentraciones de hipoclorito concluyendo que el aumento de concentración, la agitación, aumento de temperatura, y adición de un surfactante, mejora las propiedades del hipoclorito sobre la superficie dental, y mencionan también que la solución ideal es la que combina el efecto antimicrobiano máximo con toxicidad mínima<sup>29</sup>. Herzog, muestra que el hipoclorito de sodio no daña los tejidos o estructura dental sana. Este mecanismo de acción lo describe en el siguiente diagrama:

- pH similar al hidróxido de calcio (CaOH<sub>2</sub>).
- NaOCl + HO<sup>+</sup> Na OH (hidróxido de sodio) + HClO (ácido hipocloroso). Na OH actúa sobre los ácidos grasos, formando jabón, (saponificación) que reduce la superficie de tensión. El ácido Hipocloroso (HClO) graba y neutraliza los

aminoácidos.

- El cloro (Cl) actúa sobre el metabolismo celular inhibiendo su acción enzimática.
- Los iones hidroxilo se unen a los iones Ca desnaturaliza la formación de las proteínas (CaOH<sub>2</sub>).<sup>2</sup>.

Con todas las ventajas del NaOCl, un aspecto no estudiado hasta la fecha, es el que implica el efecto de la desproteización de la superficie del esmalte antes del grabado con ácido ortofosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). El uso de hipoclorito de sodio al 5,25% como agente deproteizante, puede ser una estrategia posible para optimizar la adhesión mediante la eliminación de elementos orgánicos, de la estructura del esmalte (*como la película adquirida*), previo al grabado ácido.

#### DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE DENTAL.

Las proteínas pueden formar soluciones estables debido a las cargas de hidratación de las moléculas de proteína y a las cargas eléctricas que ellas poseen. Las proteínas ligan agua por formación de enlace de hidrógeno con sus diferentes grupos polares -OH, - OOH, NH<sub>2</sub>, NH, NO. La solubilidad de las proteínas es la resultante de dos fuerzas que se oponen. La atracción de moléculas de solvente por las moléculas de proteínas, promueve que se mantenga en solución, es decir las proteínas tienden a ser solubles cuando tienen una carga neta (a valores de pH por encima o por debajo de sus puntos isoeléctricos). El estudio de los factores que afectan la solubilidad de las proteínas, ha permitido idear gran cantidad de métodos para precipitar estas sustancias de sus soluciones. Estos métodos tienen su principal aplicación en la desproteización

de los diversos fluidos biológicos (sangre, orina, líquido cefalorraquídeo, etc.). Las proteínas son precipitadas de sus soluciones por ciertos ácidos.

En Odontología se han utilizado soluciones basadas en hipoclorito de sodio para varios procedimientos odontológicos, teniendo por base su acción desproteinizante no específica. La disolución de las fibras colágenas, ocurre por el hecho de que el NaOCl es un agente proteolítico no específico que efectivamente remueve componentes orgánicos en temperatura ambiente. La aplicación de Hipoclorito de sodio para la precipitación y consecuente eliminación de proteínas como método de acondicionamiento previo a las técnicas adhesivas convencionales, se ha estado estudiando con el fin de probar su efectividad en la mejoría de la adhesión.

Son diversos los estudios que han probado el efecto del hipoclorito sobre la adhesión en la dentina, demostrando resultados controversiales. Algunos autores afirman que el NaOCl afecta positivamente la resistencia de la unión de materiales adhesivos para dentina, mientras otros pocos lo contradicen. Sin embargo, presentan diferentes metodologías respecto a la concentración, tiempo de inmersión y la forma de presentación de las soluciones de irrigación.<sup>30,31,32,33,34,35.</sup>

Es Espinosa quien, al ver las ventajas que ofrece el hipoclorito de sodio, se percata de que no ha sido estudiado un aspecto: la desproteinización del esmalte previa al grabado con ácido ortofosfórico, lo cual puede ser una estrategia posible para optimizar la adhesión al remover los elementos orgánicos tanto de la estructura del esmalte como de la película adquirida previa al grabado ácido. Si bien se ha demostrado que el grabado del esmalte adecuado depende del tipo y

concentración del ácido, del tiempo de grabado, y de la composición de la superficie del esmalte, aún quedan muchos huecos, ya que por encima de los grandes avances en los materiales adhesivos nos seguimos enfrentando a fallas en la adhesión.

Los dos factores clave encontrados en las fallas en la adhesión son: la calidad del patrón de grabado y la cantidad de superficie grabada.

La adhesión del esmalte depende directamente de obtener la máxima capacidad de retención por la aplicación del ácido. Ésta morfología de retención debe ser homogénea en toda la superficie tratada. Desafortunadamente, esta topografía no se logra homogéneamente en toda la superficie tratada con ácido.

El pulido de la superficie del esmalte, se hace con la intención de eliminar los componentes orgánicos que impiden el grabado eficaz del esmalte; sin embargo, existe la posibilidad de que la capa orgánica no se elimine en su totalidad, aunando a esta circunstancia la permanencia de proteínas inmersas en los cristales que forman el esmalte.

Es importante darse cuenta de que la acción del ácido ortofosfórico, tiene acción directamente sobre los tejidos mineralizados (materia inorgánica). Prueba de ello, son los estudios que muestran que, después del grabado dentinario con ácido ortofosfórico, queda como residuo una red de colágeno remanente después de la desmineralización de la dentina. En el esmalte grabado los cambios morfológicos generados varían de diente a diente, con una prevalencia de un patrón de grabado tipo 3, lo que disminuye significativamente la capacidad de los materiales para adherirse efectivamente al esmalte.

Bajo estos fundamentos, es que Espinosa aplica la desproteínización con

hipoclorito, pero ahora en esmalte, demostrando que la aplicación de NaOCl al 5.25% durante 60 segundos antes del grabado logra una mayor superficie de grabado I y II. Además duplicó la superficie grabada de 48.8% a 94.47%. Éste hallazgo, clínicamente supone el aumento significativo de la retención de materiales de adhesión, por lo que Espinosa en un segundo estudio comprueba que aplicando este tratamiento, la calidad y la cantidad de penetración de los tags de resina aumentaron significativamente, y con ello la retención.<sup>2, 36.</sup>

#### ÍNDICE DE ADHESIVO REMANENTE. (ARI)

Con el objetivo de probar la eficacia del ácido sulfúrico como acondicionamiento del esmalte para promover el “cristal growth” (sobre la técnica con ácido fosfórico), es que Artun y Bergland aplican dos métodos diferentes de desprendimiento de brackets, y determinan los porcentajes de falla encontrados con relación al número de brackets perdidos, por lo que dieron gran relevancia a la interfase de desprendimiento. También observaron que la mejor técnica para la remoción de los brackets sería la que aplican en forma de corte, en donde la fuerza es transmitida directamente a la unión de la base del bracket con el esmalte. Gracias a estos hallazgos se vieron en la necesidad de implementar un método para evaluar la cantidad de adhesivo remanente sobre el diente después de desprender los brackets, y así determinar el sitio donde había fallado la adhesión<sup>37</sup> utilizando el extremo izquierdo del diente para evaluar la cantidad de adhesivo después de decementado. Este sistema de índice fue desarrollado sobre la base de un estudio piloto de 20 dientes extraídos, y los criterios fueron los siguientes:

ARI	DESCRIPCION
0	Ningún remanente adhesivo
1	Menos del 50% de adhesivo remanente sobre el esmalte bondeado
2	Mas del 50% de adhesivo remanente sobre el esmalte bondeado
3	Todo el adhesivo sobre el esmalte con impresión de la malla del bracket.

La escala ARI es un método rápido y simple que no necesita equipo especial. Los propios autores están de acuerdo en que es un método subjetivo que con sus respectivas limitaciones, sí tiene aplicación clínica por no requerir de herramientas sofisticadas. Con los años, las puntuaciones del ARI han sido uno de los aspectos más frecuentemente evaluados en los estudios sobre los adhesivos de ortodoncia. Debido a que el sistema de puntuación adhesivo remanente es cualitativo y subjetivo, muchos intentos se han hecho para modificar el sistema original y para desarrollar nuevos métodos cuantitativos que se puedan utilizar para evaluar con precisión el adhesivo remanente. Estudios como el de O'Brien <sup>38</sup>, han sido hechos con el objetivo de dilucidar si la cantidad de adhesivo remanente tiene relación con la fuerza de adhesión. Por otro lado otros autores han estudiado la fiabilidad de este método <sup>39</sup>, sugiriendo que (si bien éste no refleja fielmente la medición cuantitativa de la zona de adhesivo remanente, y que es preferible afinarlo para tener un método cuantitativo), la evaluación de los restos adhesivos con un método cuantitativo resultaría más sofisticada, requeriría de equipo especial y de

más tiempo que la evaluación cualitativa, y que sería especialmente difícil de aplicar clínicamente.

Quick, modifica la escala ARI original en el estudio donde evalúa el reacondicionamiento de brackets metálicos en el consultorio. Al observar sus brackets después de la remoción en el microscopio estereoscópico, hace la siguiente modificación:<sup>40</sup>.

Puntuación:	Descripción:
1	No hay adhesivo sobre el bracket.
2 <sup>a</sup>	Menos del 10 % de la base del bracket cubierta con adhesivo.
2b	Menos del 25 % de la base del bracket cubierta con adhesivo.
3	25-50% de la base del bracket cubierta con adhesivo.
4	50-75% de la base del bracket cubierta con adhesivo.
5	75-100% de la base del bracket cubierta con adhesivo.

Son muchos los estudios que utilizan actualmente la escala ARI para valorar la cantidad de adhesivo remanente en la adhesión en Ortodoncia.

## **MÁQUINA INSTRON.**

Los tests mecánicos de laboratorios utilizados para la evaluación de la unión de sistemas adhesivos a la estructura dentaria, generalmente se fundamentan en la aplicación de fuerzas de dislocamiento sobre la unión, en el intento de simular los mismos esfuerzos sufridos por la restauración durante su función en el medio bucal. Evaluar el comportamiento fisicomecánico de las interfases establecidas por los sistemas adhesivos en el sustrato dentinario constituye un recurso importante, que sumado a otros experimentos in vitro e in vivo, contribuyen con la elaboración de un pronóstico restaurador, aceptable o no. Las fuerzas y tensiones ejercidas sobre los dientes y restauraciones clínicas son de naturaleza compleja, por tanto, ninguna prueba simula adecuadamente las fuerzas bucales. Las pruebas de tracción y cizallamiento están entre las más utilizados, por ser menos complejas.

“**Instron,**” es un fabricante de equipos de pruebas diseñadas para evaluar las propiedades mecánicas de materiales y componentes. En 1946, Harold Hindman Burr y George, que trabajaron juntos en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), se unieron para determinar las propiedades de nuevos materiales que se utilizarían en paracaídas. Juntos, diseñaron una máquina de ensayo de materiales y sistemas de servo-control. La máquina Instron, está diseñada para evaluar pruebas de remoción mecánica y calcular la resistencia al desprendimiento de un espécimen dado. A través de la aplicación de cargas verticales, situación por la que es necesario colocar los especímenes para experimentación de acuerdo a métodos preestablecidos, aplicando la fuerza con una velocidad que va de los 0.5 mm/min, a 1 mm/min, hasta lograr el

desprendimiento. La unidad de medición estándar recomendada es el sistema internacional (MPa-megapascales-), por lo que es necesario conocer el área de la base del bracket.

Quick menciona que en función de la fuerza aplicada en la máquina de pruebas, la que actúa como brazo de palanca genera un esfuerzo de tensión que tiende a despegar el bracket fuera del diente.<sup>40</sup>

#### **IV. METODOLOGÍA.**

##### TIPO DE INVESTIGACIÓN.

***Diseño del estudio: el presente estudio in Vitro es de tipo experimental, comparativo y transversal .***

##### POBLACIÓN Y MUESTRA.

###### **1. Población:**

- Dientes premolares extraídos por requerimiento del tratamiento de ortodoncia, de pacientes que asisten a la clínica de Ortodoncia de Naucalpan de la FESI(Facultad de Estudios Superiores Iztacala).
- Brackets nuevos.

###### **2. Muestra:**

- Premolares que estén íntegros en la corona clínica (que no presentan lesiones en la cara vestibular), y que no hayan sido lesionados durante la extracción, de pacientes entre 15 y 30 años.

- 50 brackets.

3. **Tamaño de la muestra:** El tamaño de la muestra fue de 50 dientes, distribuidos en dos grupos de 25 cada uno.

50 brackets para premolares “Gemini”, prescripción MBT, de la marca 3M.

4. **Tipo de muestra:** No probabilística.

5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

-Quedaron excluidos todos aquellos dientes indicados para extracción que no sean premolares.

-Quedaron excluidos dientes que hayan sido extraídos y que hayan recibido tratamiento previo de ortodoncia.

-Quedaron excluidos aquellos dientes que tengan caries extensas, restauraciones extensas (Clase II ó I), que presentaban fisuras , fracturas, defectos estructurales o algún daño sufrido en el esmalte durante la extracción.

-Quedaron excluidos aquellos brackets que se desprendieron durante la manipulación posterior al cementado y previa a la prueba de cizallamiento.

6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

-Se consideraron los premolares extraídos por requerimiento para el tratamiento de ortodoncia, de pacientes entre 15 y 30 años de ambos sexos.

-Se consideraron aquellos premolares libres de restauraciones, caries extensas y que no presenten alteraciones estructurales.

-Se consideraron todos los brackets nuevos de un mismo lote (FIG. 2), que en apariencia no presentaban ningún defecto en su estructura física.

### VARIABLES.

#### VARIABLES DEPENDIENTES.

**1.1 Fuerza de adhesión:** Es la fuerza de unión en el contacto íntimo entre dos materiales. Según la ASTM Asociación Americana de Materiales Dentales, es la fuerza capaz de sostener materiales unidos por medio de los enlaces de las superficies.

Indicador de medición Mpa(megapascales)= N(Newton)/mm<sup>2</sup>

Escala de medición: razón.

Operacionalización: Después de 24 hrs. del cementado de los brackets, se colocaron todos los especímenes en la Instron 5567, aplicando una velocidad de carga de 1.0 mm/ min.

Grupos comparados: 2 grupos fueron comparados: los cementados con el acondicionamiento del esmalte del protocolo convencional (grupo control), y los cementados utilizando el método de desproteinización del esmalte con hipoclorito.

#### VARIABLES INDEPENDIENTES

##### **1. Desproteinización del esmalte por medio del hipoclorito de sodio.**

Se define *desproteinización* como la eliminación de las sustancias orgánicas de la superficie del esmalte, previo al grabado.

## V. MATERIALES Y EQUIPO.

1. Premolares humanos extraídos básicamente por indicación de tratamiento de ortodoncia.
2. Brackets para premolares " Gemini," prescripción MBT, slot 0.022," con un área de la base de 10.61mm<sup>2</sup>.



Fig. 2 Brackets utilizados

3. El sistema adhesivo usado, fue la resina fotopolimerizable *Transbond XT* (3M UNITEK, Monrovia CA).
4. Acido fosfórico al 37%,"Eco Etch" de la marca *Ivoclar Vivadent*, *Liechtenstein Alemania*.
5. Hipoclorito de sodio al 5.25% (Solución preparada en el laboratorio de química de la FESC-Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán).
6. Agua natural de la marca *Bonafont*.
7. Pinceles.
8. Pasta profiláctica sin flúor, de la marca *Viarden*.
9. Cepillos de profilaxis.
10. Microbrush.

11. Pieza de mano de baja velocidad.
12. Posicionador *MBT*, de la marca *3M UNITEK*. (4-4.5mm).
13. Explorador dental.
14. Acrílico autopolimerizable de la marca *Nictone*.
15. Loseta de vidrio
16. Godete.
17. Espátula.
18. Vaselina.
19. Recipientes de plástico (para guardar las muestras en la estufa incubadora).

#### *EQUIPO.*

1. Pinzas para colocación de brackets, de la marca *ORMCO*.
2. Cronómetro (*Sper Scientific*).
3. Lámpara LED (Blue Phase C8, Ivoclar Vivadent a 600 nW.)
4. Radiómetro de curado (*Demetron, Kerr, USA.*)
5. Anillos de aluminio de 2.5 de diámetro interno.
6. Módulos elastoméricos, de la marca *GAC*.
7. Alambre 0.016 x 0.022 de acero inoxidable.
8. Pinzas Mathew. (*ORMCO*)
9. Estufa de temperatura, controlada a 37°C.
10. Máquina Instron 5567 Metrolab SA. De C.V. Canton MA: EE.UU.
11. Microscopio óptico 2348 (*Carl Zeis, Germany 2x*).
12. Cámara fotográfica(Cannon)

### 13. Tripié

#### METODOLOGÍA:

##### **ADHESIÓN.**

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de investigación de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.

Los 50 premolares fueron extraídos por requerimiento del tratamiento de ortodoncia en pacientes que acudieron a la clínica de Ortodoncia de Naucalpan, con edad de entre 15 y 30 años. Los criterios de selección fueron los enunciados en los criterios de inclusión (que estuvieran libres de caries o restauraciones extensas y que no presentaran fisuras importantes que pudieran intervenir con la adhesión).

Una vez extraídos fueron limpiados al chorro del agua por el operador y se removieron los restos de tejido con una gasa. Posteriormente se depositaron en un recipiente con agua en un lugar oscuro, a temperatura ambiente. Previo al experimento, el agua fue cambiada cada semana para evitar acúmulo de microorganismos y malos olores (Fig. 3). (no más de tres meses después de extraídos). Previo a la cementación, se les amputaron 1/3 de la superficie radicular a fin de poder manipular las muestras para su colocación en los anillos de aluminio. Se dividieron en dos grupos:

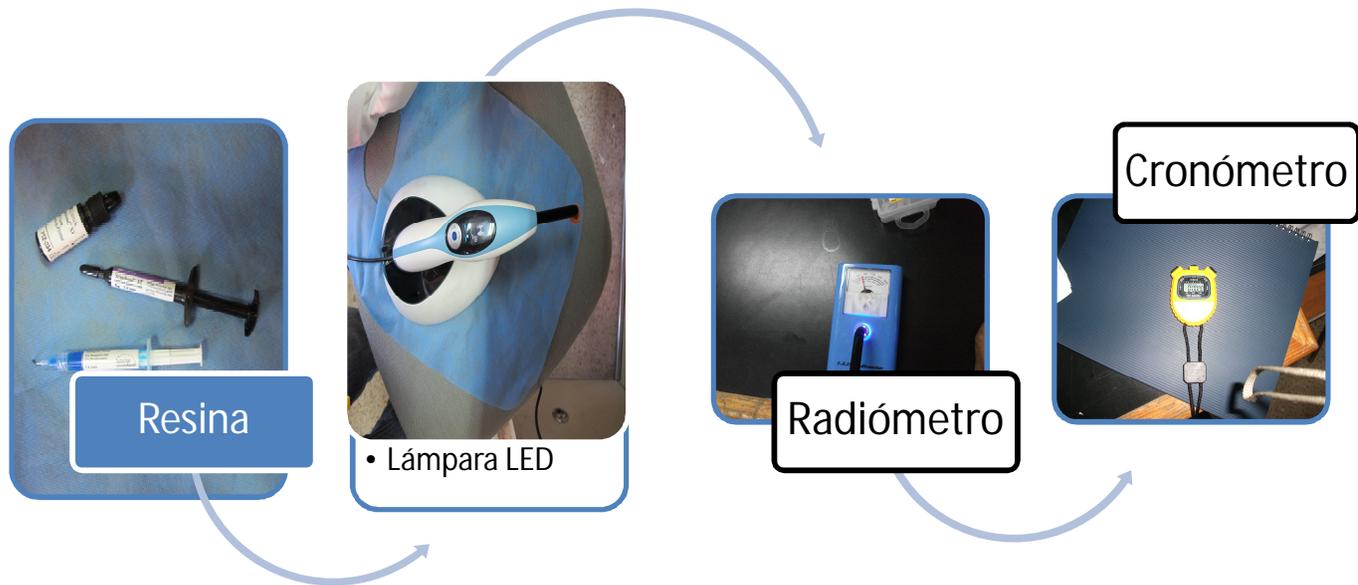


Fig. 3 Dientes almacenados

**Grupo A:** (*Grupo experimental*) 25 dientes. Fueron acondicionados utilizando hipoclorito de sodio al 5.25%, aplicándolo durante un minuto sobre la superficie bucal de los premolares. Posteriormente se lavó al chorro de agua durante 10 segundos y se secó durante 5seg., luego se siguió el protocolo de adhesión para resina, grabando con ácido ortofosfórico Eco-etch (de la marca Ivoclar Vivadent) durante 30 seg.(según indicaciones del fabricante); se lavó al chorro de agua por 15 seg. y se secó con la jeringa triple por 5 seg. Se aplicó la capa de imprimador, y se colocó una cantidad de resina suficiente en el bracket, y con una pinza específica para ubicarlo se llevó a su colocación en el centro de la corona, a 4mm del borde incisal de la cúspide del premolar con la ayuda del posicionador (MBT, Unitek), ejerciendo presión firme sobre el diente y eliminando el excedente con el explorador, después se procedió a la polimerización con la lámpara de fotocurado LED “Blue-Phase”( Ivoclar

Vivadent), con una intensidad de luz de  $600 \text{ nW/cm.}^2$  aplicando diez segundos por cada lado(mesial y distal) como indica el fabricante del adhesivo.(Fig. 4)

Fig 4. Material empleado para la adhesión.



**Grupo B:** (*Grupo control*) Se realizó el mismo procedimiento que en el grupo A, omitiendo la desproteinización mencionada en dicho grupo y sustituyéndola por la profilaxis con un cepillo en una pieza de baja velocidad, con una pasta libre de flúor.

### **MONTAJE DE LAS MUESTRAS**

Una vez realizado el cementado se procedió a colocar los premolares en los anillos de aluminio. Para poder colocar el diente, de manera que sólo quedase

descubierta la superficie bucal de la corona del diente donde se ubicó el bracket fue necesario colocar el alambre .016x .022 en forma de cruz, sobre la ranura del bracket, para que el diente quedara suspendido uniformemente y embebido por elacrílico que se colocó, sin permitir que elacrílico tocara la superficie del bracket cementado. (Cada grupo fue colocado enacrílico de un color en específico) fueron lavados con agua y secados con jeringa triple cada espécimen fue marcado con un número consecutivamente de acuerdo al orden en que se fue cementando y colocado en un recipiente de plástico con agua para su almacenamiento en la estufa de temperatura controlada a 37°C, durante 24 hrs. (Fig. 5)



*Fig. 5 Montaje de los especímenes*

## ***PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO***

Después de las 24 hrs., los especímenes fueron sometidos a las pruebas de desprendimiento en la máquina “Instron 5567,” Canton MA. USA, del laboratorio de materiales dentales de la Facultad de Odontología de la UNAM, con una velocidad de carga de 1 mm /min.<sup>3,41,42</sup>(Fig. 6).



*Fig. 6 Desprendimeinto del bracket*

Para ello, fue necesario fijar cada muestra en un soporte de aluminio, de modo tal que el bracket quedase paralelo a la dirección de la carga. De la parte superior de la máquina “Instron,” emerge una barra de acero que es la que aplicaba la carga produciendo una fuerza de corte en la interfase bracket –diente, hasta que ocurría el desprendimiento. El Software de la máquina Instron fue, programado de acuerdo con el área de los brackets a 10.61 mm.<sup>2 41,42</sup>

Los resultados de cada prueba fueron registrados por el equipo que estaba conectado electrónicamente a la máquina de pruebas calculando la máxima tensión aplicada la cual fue medida en Megapascales. (Fig 7).



*Fig. 7 Codificación de los resultados.*

## ESCALA ARI.

Posteriormente, se observó bajo microscopio óptico (Fig. 8) cada uno de los especímenes para valorar los patrones de fractura según el índice ARI modificado

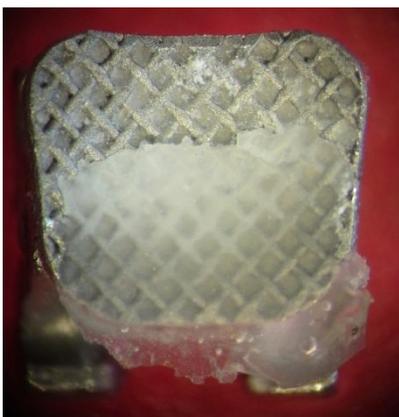
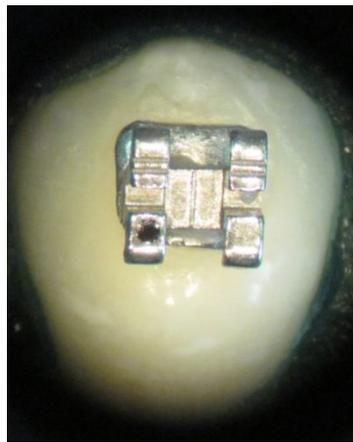
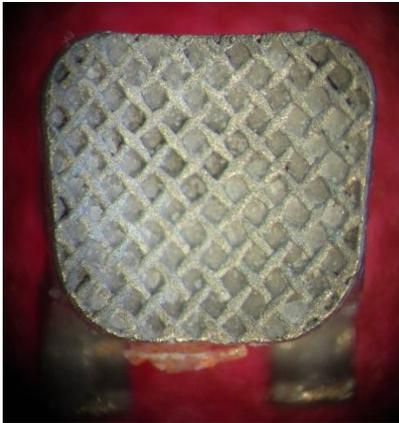
de Álvarez y Barceló, con la finalidad de observar la cantidad de adhesivo remanente en la base del bracket; tales patrones serian para ver el tipo de falla si bien fue en la interfase adhesivo-esmalte, adhesivo-bracket o adhesivo-adhesivo.

INTERFASE DE DESPRENDIMIENTO (FALLA):	REGISTRO:	DESCRIPCIÓN:
Falla adhesiva en el bracket(adhesión sobre el bracket).	0	NINGUN adhesivo dejado en la base del bracket.
FALLA cohesiva.	1	MENOS DE LA MITAD del adhesivo dejado en la base del bracket.
FALLA cohesiva.	2	MAS de la mitad del adhesivo dejado en la base del bracket.
FALLA adhesiva en el diente(adhesión sobre el diente).	3	TODO el adhesivo dejado en la base del bracket.

*Fig. 8 Montaje del tripié en el microscopio óptico para observación de las muestras*



*Fig. 9 Imagen obtenida del microscopio óptico.(ARI 0,1,2,3)*



## VI. RESULTADOS.

La tabla no. 1 muestra los valores obtenidos para ambos grupos de estudio. Con la prueba t de Student, se obtuvieron los siguientes datos: promedio y la desviación estándar.

**Tabla 1 .Fuerza de adhesión de los 50 brackets utilizados en la prueba.**

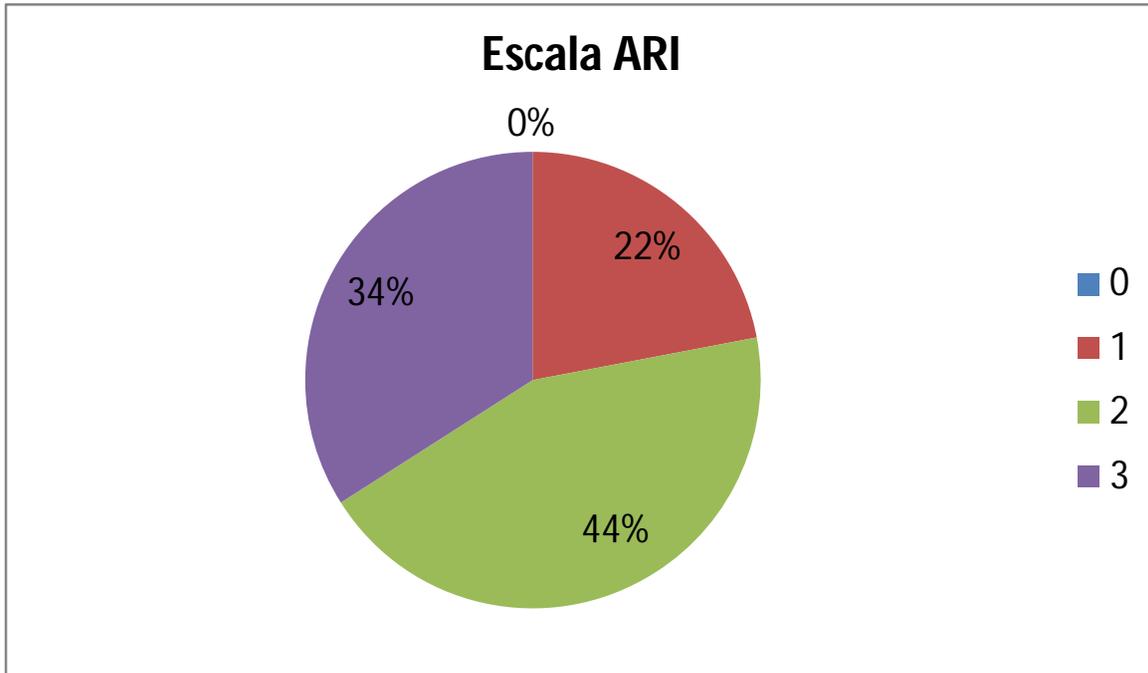
GRUPO A (GRUPO EXPERIMENTAL-HCI)			GRUPO B (GRUPO CONTROL-PROFILAXIS)		
NUMERO DE MUESTRA	Tensión a la carga máxima (MPa)	CALIFICACION ARI	NUMERO DE MUESTRA	Tensión a la carga máxima (MPa)	CALIFICACION ARI
1	6.455	2	1	5.132	2
2	5.317	3	2	8.836	1
3	4.839	3	3	5.705	3
4	8.697	3	4	4.109	1
5	5.579	3	5	3.350	2
6	2.904	3	6	5.118	1
7	15.772	3	7	2.224	2
8	7.901	3	8	1.810	1
9	6.016	3	9	4.259	2
10	6.598	1	10	3.191	1
11	7.770	2	11	6.024	1
12	3.856	2	12	4.390	3
13	9.626	2	13	3.879	2
14	5.914	2	14	5.631	3
15	3.564	3	15	14.816	2
16	9.902	3	16	5.327	2
17	13.661	1	17	11.160	1
18	14.590	3	18	5.778	2
19	7.079	2	19	5.152	3
20	2.330	2	20	4.484	3
21	6.034	1	21	9.967	2
22	7.276	2	22	13.236	1
23	9.380	2	23	6.489	3
24	8.374	2	24	6.385	2
25	8.112	2	25	7.968	2

	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	RANGO	SIGNIFICANCIA
GRUPO A(HCL)	7.50	3.3	2.33-15.77	VALOR CRITICO DE T 2.92
GRUPO B(PROFILAXIS)	6.17	3.2	1.81-14.81	VALOR OBTENIDO DE T: 1.44

**Tabla 2. Determinación de la media, promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación.**(La prueba estadística de T indica que no hay diferencia significativa entre los dos grupos. )

**Tabla 3 .Correlación entre la calificación ARI modificada y Fuerza de adhesión, de la totalidad de la muestra.**

<u>INTERFASE DE ESPRENDIMIENTO</u>	<u>CALIFICACIÓN</u>	<u>N</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>MODIFICACION DEL ARI*</u>
FALLA adhesiva en la adhesión sobre el bracket	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0%</u>	<u>NINGUN ADHESIVO DEJADO EN EL BRACKET.</u>
FALLA cohesiva	<u>1</u>	<u>11</u>	<u>22%</u>	<u>MENOS DE LA MITAD DEL ADHESIVO DEJADO EN EL BRACKET.</u>
FALLA cohesiva	<u>2</u>	<u>22</u>	<u>44%</u>	<u>MAS DE LA MITAD DEL ADHESIVO DEJADO EN EL BRACKET.</u>
FALLA adhesiva en la adhesión sobre el diente	<u>3</u>	<u>17</u>	<u>34%</u>	<u>TODO EL ADHESIVO DEJADO EN EL BRACKET.</u>



**Tabla 4 . Distribución de frecuencias en porcentaje y número de las calificaciones del adhesivo remanente en los brackets utilizados en la prueba, en los dos grupos.**  
Calificación ARI. Sugerida por Álvarez-M-Barceló

ESCALA ARI	GRUPO A(HCl)		GRUPO B(Profilaxis)	
	N	%	N	%
0	0	0	0	0
1	3	12	8	32
2	11	44	11	48
3	11	44	6	20

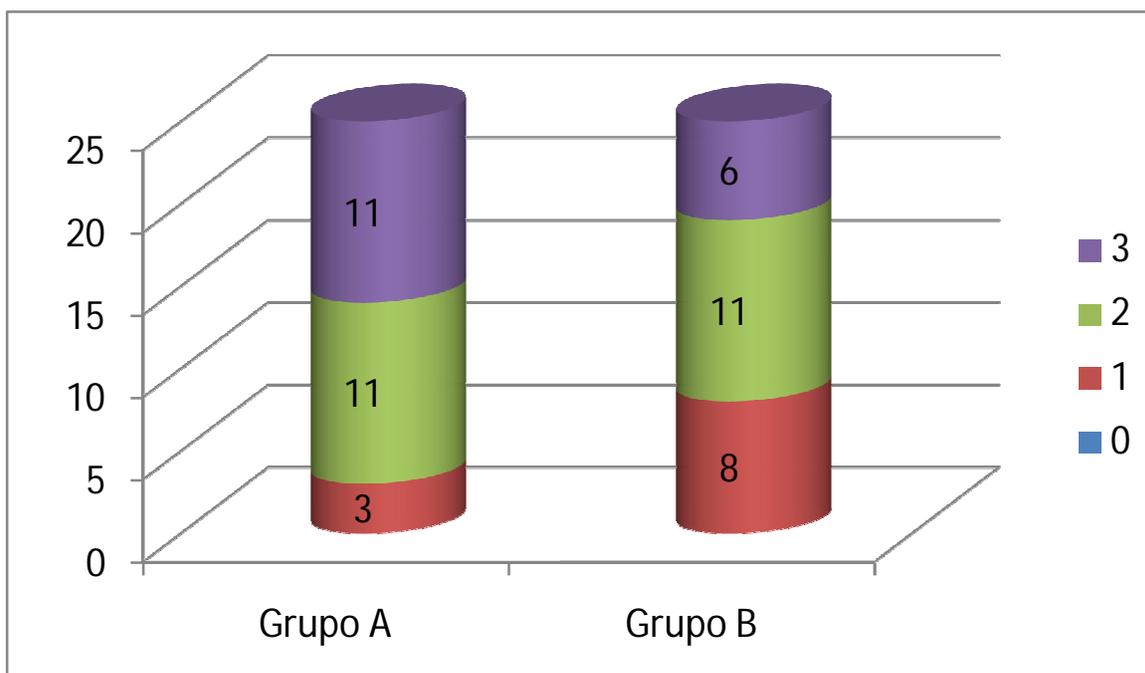


Tabla 5. Valores de los componentes inorgánicos de la superficie del esmalte de diez dientes previos a cualquier manipulación utilizando la técnica de micro barrido con el microscopio electrónico

MUESTRA	C	O	Zn	P	Ca	Si	Cl
1	5.18	47.35	nd	16.39	31.08	nd	Nd
2	8.09	51.02	Nd	14.73	26.16	nd	Nd
3	6.03	48.13	nd	15.44	30.41	nd	Nd
4	7.12	48.87	nd	13.47	29.72	nd	Nd
5	10.43	52.95	nd	10.23	22.20	nd	Nd
1 Ctrol	9.60	52.57	nd	13.34	24.50	nd	Nd
2 Ctrol	15.21	59.08	nd	9.30	16.41	nd	Nd
3 Ctrol	11.19	54.70	nd	12.65	21.40	nd	Nd
4 Ctrol	7.05	49.24	nd	14.93	28.05	nd	Nd
5 Ctrol	6.77	49.11	nd	15.37	28.16	nd	Nd

Tabla 6. Valores de componentes de la superficie del esmalte en diez dientes después del grabado ácido con técnica de micro barrido,

MUESTRA	C	O	Zn	P	Ca	Si	Cl
1	17.82	62.56	nd	8.13	11.50	nd	nd
2	20.29	65.57	nd	6.59	7.55	nd	nd
3	17.50	62.59	nd	8.98	10.92	nd	nd
4	11.95	56.13	nd	12.94	18.97	nd	nd
5	15.53	60.34	nd	10.46	13.67	nd	nd
1 Ctrol	6.82	30.41		14.61	29.68		
2 Ctrol	6.52	48.13		14.08	28.66	1.21	
3 Ctrol		40.38	1.85	19.33	37.48		0.96
4 Ctrol	41.17			19.82	39.01		
5 Ctrol	7.29	49.92		15.05	27.74		

Tabla 7. Relación de componentes de la superficie del esmalte después del decementado dientes sometidos a desproteinización del esmalte

MUESTRA	C	O	Zn	P	Ca	Si	Cl
1	1.75	55.74		10.49	20.60		0.41
2	20.26	64.79		4.78	9.36		0.20
3	18.48	62.60		6.54	12.38		
4	17.45	61.54		7.49	13.53		
5	23.26	69.83				6.91	

Tabla 8. Relación de componentes encontrados en el microbarrido de la superficie del esmalte después del decementado en dientes del grupo control.

MUESTRA	C	O	Zn	P	Ca	Si	Cl
1	27	72.14	0.87				
2	26.57	71.75	1.05		0.63		
3	27.29	72.71					
4	22.41	67.84		4.38	4.91	0.46	
5	26.51	72.15				1.34	

## VII. DISCUSIÓN.

En éste estudio en particular, el objetivo fue probar el efecto de la desprotección del esmalte con NaOCl al 5.25% durante un minuto previo al grabado del esmalte omitiendo la realización de profilaxis (a diferencia del protocolo de adhesión marcado por Espinosa y Justus, et al.<sup>2,3</sup>), para valorar el efecto del hipoclorito por sí solo, sobre la fuerza de adhesión, y sobre el tipo de falla que refleja el sistema ARI modificado ya utilizado en estudios previos.<sup>5</sup> Además se utilizó la resina Transbond XT empleada por un gran número de clínicos en Ortodoncia, ya que es un material constantemente analizado en un sin número de investigaciones.

La desprotección del esmalte seguida del grabado ácido, es una metodología introducida recientemente por Espinosa <sup>2</sup>, quien encontró que la aplicación del NaOCl al 5.25% durante un minuto previo al grabado con ácido ortofosfórico incrementaba la calidad del patrón de grabado, ya que los dientes que fueron sometidos a ésta prueba tuvieron un patrón de grabado 1 y 2, patrones que según lo encontrado por Silverstone,<sup>45</sup> mostraron una mejor superficie de grabado debido a que las áreas retentivas generadas son más grandes y profundas. Espinosa,<sup>26</sup> en otro estudio, comprobó que del mismo modo en que se produce una mejor superficie retentiva con éste tipo de grabado(I y II), también mejora la penetración de los tags de resina, los cuales alcanzaron una penetración equivalente a la profundidad del patrón de grabado ácido 1 y 2.

En virtud de éstos hallazgos, Justus, aplica el preacondicionamiento del esmalte siguiendo el protocolo de Espinosa, probando dos materiales de cementado: Ionómero Fuji Ortho LC y resina Transbond Xt. Las pruebas realizadas por Justus et.al, refieren haber encontrado una significativa mejoría en la fuerza de adhesión con ionómero pero no así con la resina Transbond XT, en donde sólo encontraron 1 Mpa de diferencia entre su grupo control y el grupo experimental, dato muy similar al 1.33 Mpa de diferencia encontrados por nosotros en el presente estudio, ya que las cifras reportadas para brackets unidos a esmalte grabado con el método convencional (6.17 MPa+/-3.2) fueron muy parecidos a los obtenidos con el grupo experimental (7.50 MPa+/-3.3), a pesar de existir una diferencia en las medias, donde se muestra mayor fuerza de adhesión con el acondicionamiento con NaOCl al 5.25%. Al aplicar la prueba estadística de t Student( $p= 0.5$ ), los datos no mostraron diferencias significativas. Es importante retomar que el tamaño de la muestra podría haber sido insuficiente para mostrar diferencias mas significativas; Álvarez <sup>5</sup> señala textualmente *“El número recomendado como óptimo para estudios de ésta naturaleza es de 30, que estadísticamente corresponde al mínimo por probar”* por lo que se recomiendan muestras de 30 o más para obtener resultados más cercanos a la realidad.

Resulta interesante la similitud de la diferencia encontrada en el estudio citado y éste, ya que aunque no se realizó la limpieza del esmalte mecánicamente con la profilaxis como se maneja tradicionalmente, parece resultar no muy necesaria cuando se aplica el NaOCl al 5.25% durante un minuto; podríamos entonces inferir que se lleva a cabo una limpieza meramente química de la superficie del

esmalte, suficiente, para permitir una fuerza de adhesión clínicamente aceptable, lo cual apoyaría a los hallazgos de Lindauer et,al. <sup>44</sup>, que midió la fuerza de adhesión así como los cambios en el tipo de grabado del esmalte bajo el microscopio electrónico en dos grupos de dientes; el primer grupo, al que sí se le realizó profilaxis, y el segundo grupo al que no se le realizó profilaxis, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Bishara<sup>45</sup>, ya había utilizado un agente químico, la clorhexidina, para limpiar la superficie del esmalte previo al cementado de brackets, pero sin eliminar la profilaxis dental; sin embargo, no encontró diferencias significativas en la fuerza de adhesión al utilizar o no clorhexidina. Tan, <sup>46</sup> evaluó tres grupos de dientes: uno control, y dos contaminados con aceite comestible previo al cementado de brackets y de éstos uno al que le realizó la profilaxis y otro al que no. Al evaluar la fuerza de adhesión tampoco encontró diferencias estadísticamente significativas. Estos hallazgos podrían indicar que la profilaxis no siempre es necesaria para obtener una buena adhesión.

La fuerza de adhesión, es una de las variables más socorridas en los estudios que atañen a la resistencia al desprendimiento de los brackets en Ortodoncia y en donde se han encontrado resultados variables en cuanto al valor mínimo que indican algunos autores como el necesario para emplearse en la rutina clínica; en éste sentido, nuestros resultados con el grupo experimental de 7.50 MPa, y el grupo control de 6.17MPa, muestran valores superiores a los referidos por Reynolds 5.9 MPa <sup>47</sup>, pero menores que los que obtuvo Tancan 17.10 MPa<sup>48</sup>, Mirzakouchaki y Justus 9.20 MPa y 9.41MPa respectivamente <sup>49, 3</sup>, incluso con la

misma resina. Sin embargo, Heravi <sup>51</sup> sostiene que los valores de fuerza de adhesión clínicamente aceptables son aquellos mayores a 7 MPa. Es importante también citar las fuerzas de adhesión referidas por otros autores, que aunque sus estudios tuvieron propósitos diferentes, trabajaron con el mismo protocolo de desprendimiento con la máquina Instron; Ávalos y Katagiri,<sup>51</sup> trabajaron con brackets cerámicos y metálicos encontrando una fuerza de 11.94 MPa+-4; López y Palma,<sup>52</sup> utilizaron brackets metálicos cementados con resina encontrando una fuerza de adhesión de 6.96+- 2MPa, por lo cual podemos ver que las cifras de fuerza de adhesión obtenidas en nuestro estudio son aceptables.

Es adecuado mencionar que factores como la elección de los pacientes, diseño de brackets, adhesivo utilizado y procedimiento utilizado, fueron factores que se cuidaron y que se tomaron de protocolos anteriormente utilizados en los posgrados de Ortodoncia y en investigaciones reportadas en la literatura para tener menor grado de error; subrayamos que las diferencias en los valores de fuerza de adhesión pueden tener una causa multifactorial, entre las que destacan:

- La manufactura, el tamaño y la base del bracket. Wang<sup>53</sup>.
- Tipo de adhesivo utilizado por la cantidad de relleno inorgánico el cual aumenta la fuerza de adhesión. Ostearg <sup>54</sup>.
- Tipo de dientes (de humano o de bovino).
- Tipo de dirección y localización del sitio de fuerza empleada para el desprendimiento. Klocke <sup>55, 56</sup>.
- Grado de calcificación, en relación al tipo de nutrición de la población de donde se encuentra la muestra.

- La fuerza aplicada por el operador al momento de cementar el bracket.

Por lo tanto podríamos pensar que algunas de las diferencias encontradas en los distintos estudios revisados, se pueden deber más a factores de manipulación que a los protocolos empleados para el cementado.

Por otro lado se utilizó el sistema ARI modificado como proponen Álvarez y Barceló<sup>5</sup>, con el fin de no sólo evaluar la cantidad de adhesivo remanente dejado en el bracket, sino que con este dato determinar el sitio en donde se llevó a cabo la falla de adhesión, retomando que se da una falla cohesiva cuando se separan dos sustratos de la misma naturaleza, y una falla adhesiva cuando los sustratos o superficies son de distinta naturaleza.

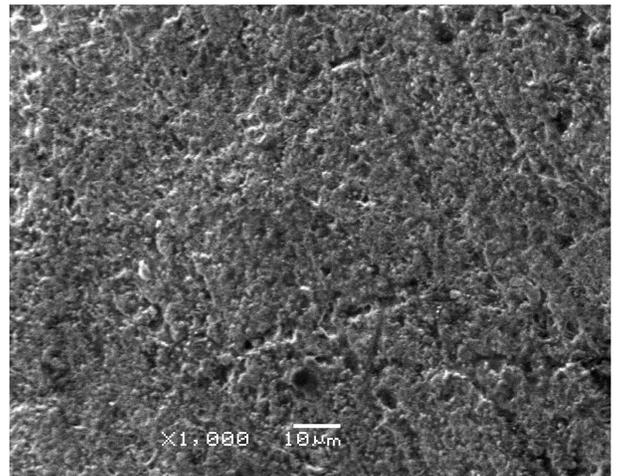
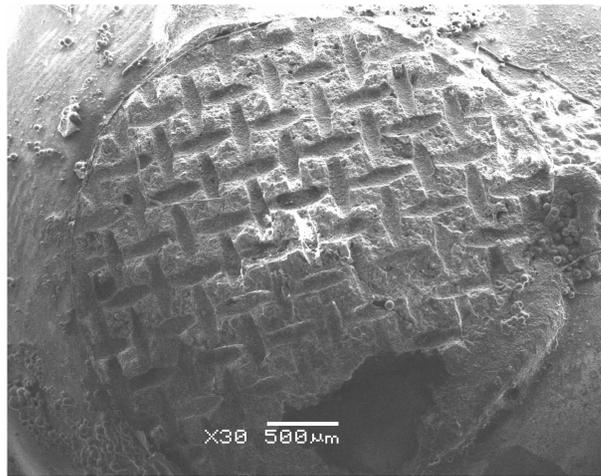
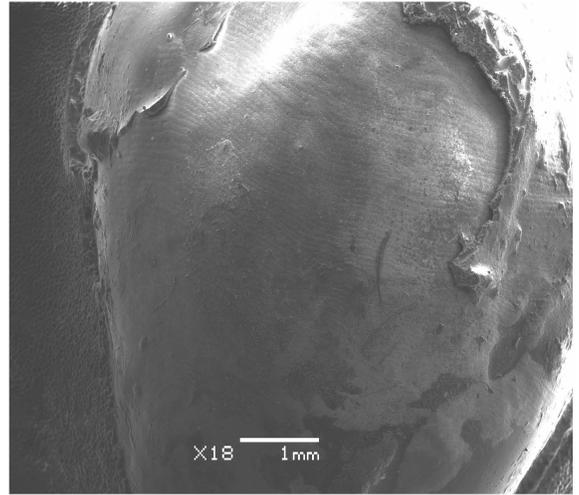
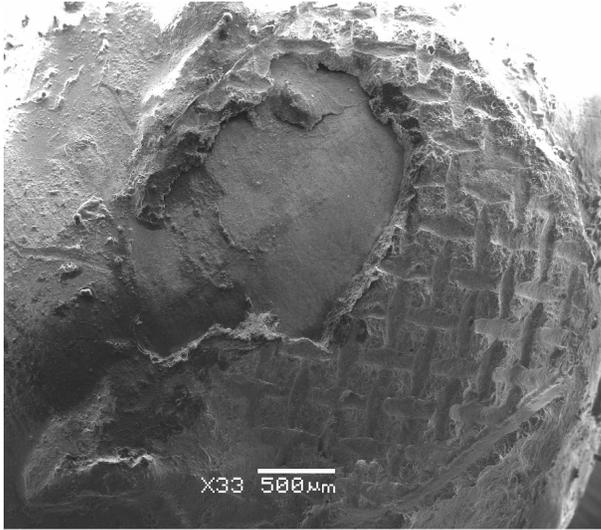
Siguiendo a estos autores y según lo observado bajo el microscopio óptico por los dos investigadores que analizaron las muestras de este trabajo, que podemos ver en la tabla 3, en la distribución de las frecuencias del total de la muestra es evidente que el tipo de falla fue básicamente de tipo cohesiva 69% (ARI 1 Y 2) y 33% (ARI 3), lo que indica falla en la interfase resina-esmalte, éste hallazgo apoyaría a lo reportado por Wang<sup>53</sup>, respecto a que debido a las concentraciones de esfuerzo a la que están sometidos los brackets en boca y a los defectos en la capa del adhesivo, se encuentra por lo general un porcentaje un tanto más alto de falla adhesiva entre adhesivo y esmalte dentario.

Analizando por separado la escala ARI en ambos grupos, como indica la tabla 4 y en las gráficas 1 y 2 ,observamos que la distribución de frecuencias para la escala ARI en el grupo control, tiene un mayor porcentaje para ARI 1 y 2 (32% y 48% respectivamente) con respecto a la

escala ARI 3 (20%), a diferencia de la distribución de frecuencias en el grupo experimental en donde tenemos para ARI 1 y 2 un porcentaje de 12 y 44% respectivamente, y para ARI 3 (44%), es decir, en la escala ARI 3 tenemos diferencia importante entre ambos grupos por lo que el acondicionamiento del diente con NaOC al 5.25% tiene una relación directa con el tipo de falla adhesiva sobre el esmalte, sin necesariamente sacrificar una buena adhesión, por lo que el entrelazado mecánico que se da cuando el adhesivo entra a determinada profundidad del esmalte, no es excesivo, como ocurre con el procedimiento tradicional, como lo señala Maijer <sup>57</sup>.

En este sentido realizamos una prueba piloto con 10 dientes tomados de la muestra después de la prueba de desprendimiento, 5 del grupo control y 5 del grupo experimental, para analizarlos bajo el microscopio electrónico en donde además de observarse la superficie a 1000x (Fig. 10), se realizó un microanálisis de barrido a 40 x en un área de 3.18x 2.39 mm. en la zona donde había sido cementado el bracket con la finalidad de obtener las cantidades de componentes inorgánicos presentes en la superficie del esmalte. En las tablas 7 y 8, observamos que a diferencia del grupo experimental (NaOCl 5.25.%) no fue posible detectar elementos inorgánicos como el fosfato y el calcio en el grupo control, puesto que los electrones emitidos por el microscopio electrónico no chocaban con la superficie del diente sino con adhesivo remanente, lo cual se aprecia en la tabla 8.

Fig. 10 Imagen obtenida del microscopio electrónico.



## CONCLUSIÓN.

Con los datos obtenidos, fortaleceríamos lo descrito en la distribución de frecuencias del Índice de adhesivo remanente (ARI), arrojando la siguiente conclusión:

El método tradicional permite una adhesión adecuada para la retención mecánica de los aparatos ortodóncicos, lo que nos indica que hay una fijación excesiva por la perforación extraordinaria del esmalte, lo que provoca mayor cantidad de adhesivo remanente sobre el diente después de retirar el bracket, lo cual provoca mayor daño al esmalte. Por otro lado, esta situación no ocurrió en los casos donde se utilizó el hipoclorito, ya que mostraron incluso, una mayor fuerza de adhesión, sin que esto haya incrementado el daño en el esmalte, ya que también presentaron menor cantidad de adhesivo remanente sobre el diente.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Holzmeier m, Schaubmayr m, A new Generation Of Self-Etching Adhesives: Comparison With Traditional Acid Etch Technique, J Orofac Orthop. 2008, 69(2):78-93.
2. Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M Enamel deproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study. J Clin Pediatr Dent. 2008, 33(1):13-9.
3. Justus, T.Cubero, R Ondarza, Morales A New Technique With Sodium Hypochlorite to Increase Bracket Shear Bond Strength of Fluoride-releasing Resin-modified Glass Ionomer Cements: Comparing Shear Bond Strength of Two Adhesive Systems With Enamel Surface Deproteinization Before Etching Seminars in Orthodontics Vol:16, 1, 66-75 2010.
4. Uribe Restrepo, Ortodoncia Teoría y Clínica 2ª. Ed. Edit. CIB, 2010.
5. Alvarez Mtz. Maria del Socorro, F. Barceló, TESIS Fuerza de adhesión de brackets reciclados de acuerdo a ala tecnica de desprendimiento. Unam 2008.
6. VanMeerbeek B, Braem M, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentin. Journal of Dentistry. 1994; 22 (3): 141 – 146.
7. Newman GV. First direct bonding in orthodontic attachments. Progress report. Am J Orthod Dent Orthop 1992,101(2) 190-94.
8. Santiago Arias de Luxán Ortodoncia clínica y terapéutica Elsevier España 2ª edición 2000 Pag. 352.

9. Shinya, Lassila. Gomi Treated enamel surface patterns associated with five orthodontic adhesive systems, surface morphology and shear bond strenght. Dental Materials Journal 27 (1)1-6, 2008.
10. Knox J, Jones ML, Crystal bonding- an adhesive system with a future? Brit J Orthod 1995, 22: 309-17.
11. Craig R, O'Brien. Materiales Dentales: Propiedades y manipulación. España: Editorial Mosby; 1996.
12. Julio P. Cal-Neto and José Augusto M. Miguel, Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Bonding Mechanism of a Self-etching Primer on Enamel. The Angle Orthodontist: 2006, 76:1,132-136).
13. Horiuchi, S, K. Kaneko , H. Mori , et al. Enamel bonding of self-etching and phosphoric acid-etching orthodontic adhesives in simulated clinical conditions: debonding force and enamel surface. Dent Mater J 2009. 28:419–425.
14. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Hotta M, Yamamoto K. Shear bond strength of a new Fluoridereleasing orthodontic adhesive. Dent Mater J 2007; 26: 45-51.
15. Graber, et al. Risk management in orthodontics, experts guide of malpractice, QP 2004.
16. Wan N. y T. Lu; Bond strength with various etching times on young permanent teeth AJO-DO: 7, 72-79 (1991).
17. Øgaard B, Bishara SE, Duschner H. Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. In: Risk management in orthodontics: experts'guide to malpractice, Graber T, Eliades T, Athanasiou AE (eds.), Quintessence, Chicago, 2004.

18. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod* 1981; 79: 500-522.
19. Hyun-Jin Joo, Yong-Keun Lee, Dong-Yul Lee, Yae-Jin Kim and Yong-Kyu Lim Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *The Angle Orthodontist*: 2011, 81, 2: 334-340.
20. Grubisa HS, Heo G, Raboud D, Glover KE, Major PW. An evaluation and comparison of orthodontic bracket bond strengths achieved with self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 213-219.
21. Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ. Self-etching primers: Is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2006; 76: 114-118.
22. Thomas M. Graber, Robert L. Vanarsdall, Jr., Katherine W. L. Vig, *Ortodoncia Principios y técnicas*, 4ª. Edición Edit. Panamericana 2006.
23. Jean Francois Roulet, Michel Degrange, *Adhesion The silent revolution in the dentistry*, Quintessence, 2000. 26.
24. Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice, Graber T, Eliades T, Athanasiou AE Eds., Quintessence, Chicago, 2004.
25. Cecchin; Farina; et. al. Influence of sodium hypochlorite and edta on the microtensile bond strength of a self-etching adhesive system *J. Appl. Oral Sci.* vol.18 no.4 Bauru July/Aug. 2010

26. Turkun M, Ozata F, Uzer E, Ates M. Antimicrobial substantivity of cavity disinfectants. *Gen Dent* 2005;53(3):182-186.
27. Navarro-Escobar E, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. Cytotoxic effect of two acid solutions and 2.5% sodium hypochlorite used in endodontic therapy. *Med Oral Pathol Oral Cir Bucal*. 2010; 15: 90-4.
28. Mohammadi Z, Mombeinipour A, Giardino L, Shahriari S. Residual antibacterial activity of a new modified sodium hypochlorite-based endodontic irrigation solution. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 Jan 3.
29. Stojcic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod*. 2010 ;36(9):1558-62.
30. Erhardt MC, Osorio E, Aguilera FS, Proença JP, Osorio R, Toledano M. Influence of dentin acid-etching and NaOCl-treatment on bond strengths of self-etch adhesives. *Am J Dent*. 2008;21(1):44-8.
31. Toledano M, Perdigão J, Osório R, Osório E. Effect of dentin deproteinization on microleakage of Class V composite restorations. *Oper Dent*. 2000; 25(6):497-504.
32. Toledano M, Perdigão J, Osorio E, Osorio R. Influence of NaOCl deproteinization on shear bond strength in function of dentin depth. *Am J Dent*. 2002; 15(4):252-5.
33. Baseggio W, Consolmagno EC, de Carvalho FL, Ueda JK, Schmitt VL, Formighieri LA, Naufel FS. Effect of deproteinization and tubular occlusion on microtensile bond strength and marginal Microleakage of resin composite restorations. *J Appl Oral Sci*. 2009; 17(5):462-6.

34. Da Cunha LF, Furuse AY, Mondelli RF, Mondelli J. Compromised bond strength after root dentin deproteinization reversed with ascorbic acid. *J Endod.* 2010;36(1):130-4.
35. Sauro S, Mannocci F, Tay FR, Pashley DH, Cook R, Carpenter GH, Watson TF. Deproteinization effects of NaOCl on acid-etched dentin in clinically-relevant vs prolonged periods of application. A confocal and environmental scanning electron microscopy study. *Oper Dent.* 2009; 34(2):166-73.
36. Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Cruz J, Saadia M. Resin replica in enamel deproteinization and its effect on acid etching. *J Clin Pediatr Dent.* 2010; 35(1):47-51.
37. Artun J. and Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984;85:333–340.
38. O'Brien KD, Wattas DC, Read MJF. Residual debris and bond strength—is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94:222–230.
39. Montassera M.; Drummond J. Reliability of the adhesive Remnant Index Score System with different Magnifications. *Angle Orthod.* 2009;79:773–776.
40. Quick N. Quick ,Angela M. P. Harris Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments *Eur J Orthod* 27 (3): 231-236, 2005.
41. Turk, Elekdag-Turk, Isci, Cakmak, Ozkalayci Saliva Contamination Effect on Shear Bond Strength of Self-etching Primer with Different Debond Times *Angle Orthodontist*, Vol 77, No 5, 2007.

42. Devrim Isci, Aynur Medine Sahin Saglam, Huseyin Alkis, Selma Elekdag-Turk Effects of fluorosis on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer Eur J. Orthod 2010.
43. Silverstone L.M. Saxton CA, Dogon IL.Ferjerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron mycroscopy. Caries Res 9; 373: 87, 1975.
44. Lindauer SJ, Browning H, Shroff B, Marshall F, Anderson RH, Moon PC. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop.;111(6):599-605. 1997.
45. Samir E. Bishara, Paul L. Damon, Marc E. Olsen and Jane R. Jakobsen (1996) Effect of applying chlorhexidine antibacterial agent on the shear bond strength of orthodontic brackets. The Angle Orthodontist: August, Vol. 66, No. 4, pp. 313-316. 1996.
46. Tan LS, Lew KK, Toh SL Effects of dietary oil contamination and absence of prophylaxis on orthodontic bonding.. Eur J Orthod. 1997;19(2):109-14.
47. Reynolds, I. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod 1975. 2:171–178.
48. Tancan Uysal, Zafer Sari and Abdullah Demir (Are the Flowable Composites Suitable for Orthodontic Bracket Bonding?. The Angle Orthodontist:, Vol. 74, No. 5, pp. 697-702, 2004.
49. Mirzakouchaki B, Hydari M, ShahrbaF S, Mirzakouchaki-Boroujeni P Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets..Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 15. 2011 .

50. Heravi F, Moazzami SM, Kerayechian N, Nik E A comparison of shear bond strength of immediate and delayed bonding of brackets to FRC bars using various orthodontic adhesives..Aust Orthod J.;27(1):4-9 May 2011.
51. Avalos I, Katagiri M, Guerrero J, Estudio comparativo de la fuerza de adhesión de brackets policristalinos de adhesión química y monocristalinos de adhesión mecánica. Rev Odont Mex 2004; 8 (1-2): 7-9.
52. López FS, Palma CJ, Guerrero IJ, Ballesteros LM, Elorza PH. Fuerza de retención al esmalte con adhesivos usados en ortodoncia utilizando dos tipos de base de brackets (estudio comparativo in vitro) Rev.Odont Mex 2004; 8; 4 (122-126).
53. Wang WN, Li CH, Chou TH, Wang DD, Lin LH, Lin CT Bond strength of various bracket base designs.Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004 Jan; 125(1):65-70.
54. Ostertag AJ, Dhuru VB, Ferguson DJ, Meyer RA. Shear, torsional, and tensile bond strengths of ceramic brackets using three adhesive filler concentrations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991; 100:251–258.
55. Klocke A, Kahl-Nieke B.Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength.Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Feb; 129(2):261-5.
56. Klocke A, Kahl-Nieke B.Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. Dent Mater. 2005 May;21(5):391-6.
57. Maijer R. Smith D.C. A new surface treatment for bonding, J Biomed Mater Res. 1979, 13: 975-985.