



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO:
DE ESPECIALISTA EN ORTODONCIA**

PRESENTA:

C.D.MARIANO RODRÍGUEZ MONDRAGÓN

*Eliminación de residuos resinosos
Una evaluación de la integridad del esmalte dental después del
tratamiento ortodóntico.*

ASESOR: DR. RENATO NIETO AGUILAR

COASESOR: DRA. DEYANIRA SERRATO OCHOA

**MORELIA, MICHOACÁN.
MÉXICO
DICIEMBRE 2012**

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Primero a él que nadie por darme vida y salud para estar aquí, por tener una hermosa familia y una estupenda mujer e hijos.

A MIS PADRES: Indiscutiblemente para ustedes que son mi fortaleza y mi ejemplo a seguir, sé que con unos cuantos renglones no justifico mi agradecimiento hacia ustedes, también saben lo mucho que los amo y que gracias a la educación que recibí de ustedes, hicieron un hombre con hambre de éxito, no sería nada ni nadie si no los tuviera siempre fuertes, siempre exigentes y sobre todo siempre ahí para el día que necesito un consejo, un beso o un te amo. Me llevaría escribiendo mil páginas de lo que les quisiera decir, los amo y agradezco a Dios por tener unos padres ejemplares como ustedes; Dios los bendiga y como siempre lo digo, nunca los voy a dejar solos, confíen en mí, ¡siempre voy a ver por ustedes... siempre!

RACHEL: Gracias amor, primero que nada por tolerarme todo este tiempo de estar juntos, por ser una gran mujer y sobre todo por ser amiga, tú sabes lo que me ha costado estar donde estoy y lo que he soñado para ustedes, espero algún día poder darte aparte de todo este amor que trato de recordártelo día con día, regalarte muchos más momentos de alegría y estabilidad para nuestro matrimonio; te lo he dicho muchas veces y salto de alegría por haberte elegido a tí para estar juntos toda la vida, y si existiera otro lugar, ahí quisiera tenerte de nueva cuenta..... te amo y simplemente Rachel las palabras no bastan, gracias por todo cariño TE AMO000000!!!! Y ojalá mi diosito te cuide y te proteja siempre mami.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

GABO Y ALESSANDRO: Porque son mi inspiración cada que me levanto, por que el estar lejos de ustedes ha sido el trauma más grande de mi vida y le agradezco al señor tener los bebes más hermosos e inteligentes del mundo. Porque cada cosa que busco o hago es para ustedes, simplemente no se describir el amor hacia ustedes y lo orgulloso que me siento de tenerlos a mi lado mis pequeños, gracias por llenar mi vida de dicha y felicidad al estar aquí conmigo. Los amo, y espero algún día, compartir con ustedes momentos como el que hoy estoy viviendo, los amo y Dios me los cuide, bendiga y proteja siempre mis chaparros.

NANA: Porque aunque no lo creas tus logros son los míos hija y me impulsas a seguir esforzándome tratando de darte un buen ejemplo, se que eres brillante y espero algún día poderte ver de este lado o cuando menos escribir algo para mí, eres mi inspiración mamá y trato de tomar lo bueno de las cosas y de ti aprendo mucho, tu humildad, tu manera de ver el mundo y me llena de orgullo tenerte a mi lado hija, sigue así y la vida te recompensara algún día como se que lo hará conmigo. Dios te cuide y te proteja mami ¡te amo!

MARTHA, MARY Y ESQUI: Gracias hermanitos porque de igual manera son una bendición grandísima en mi vida y un súper ejemplo a seguir. Me da mucho gusto verlos tener éxito en su vida y ser personas de bien para la sociedad como nuestros padres no lo han enseñado siempre. Se que existe una discrepancia enorme para poder lograr lo que ustedes han hecho, sobre todo la capacidad de cada uno es simplemente excepcional; los amo y gracias por formar parte de mi hermosisisima familia; espero esta unión que tenemos sea para toda la vida. ¡Dios los bendiga!

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

DRA. DEYANIRA: Gracias por colaborar en nuestro trabajo, de verdad que su opinión fue muy valiosa para esta investigación; creo que su experiencia le dio un plus a esta tesis, le agradezco su tiempo y colaboración.

DR. RENATO: Gracias Dr. por brindarme su apoyo incondicional e impulsarme siempre a hacer las cosas bien, por que vale la pena hacerlo bien, de verdad que nuestro trabajo ha valido mucho la pena; creo que sin su guía ésto no transitaría de la misma manera. Gracias por ser amigo, regalarme su valioso tiempo y sobre todo ayudarme en la redacción de mi trabajo, me queda claro que usted es excelente en el campo de la investigación y me hizo ver lo maravilloso de ésta. Fue para mí una experiencia nueva pero muy padre y si algún día pudiera regresarle lo mucho que hizo por mí en esta tesis, sin dudarlo lo haría.

ÍNDICE

	PÁGINA
I. GLOSARIO.....	6
II. RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES.....	10
III. RESUMEN.....	14
IV. INTRODUCCIÓN.....	17
V. ANTECEDENTES.....	20
Antecedentes Generales.....	21
Antecedentes Específicos.....	37
VII. JUSTIFICACIÓN.....	39
VIII. OBJETIVOS.....	42
Objetivos Generales.....	43
Objetivos Específicos.....	43
IX. HIPÓTESIS.....	44
Hipótesis de trabajo.....	45
Hipótesis nula.....	45
Pregunta de investigación.....	45
X. MATERIAL Y MÉTODOS.....	46
XI. RESULTADOS.....	52
XII. DISCUSIÓN.....	56
XIII. CONCLUSIONES.....	59

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

ÍNDICE

	PÁGINA
XIV. RECOMENDACIONES.....	62
XV. SUGERENCIAS.....	64
XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

I.-GLOSARIO

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

GLOSARIO

PALABRAS A DEFINIR:

- **ABRASIÓN:** Desgaste anormal de una sustancia o tejido por un proceso mecánico.
- **ABRASIVO:** Sustancia que se utiliza para moler o pulverizar para desgastar un material o tejido.
- **ADHESIVO DENTAL:** Material odontológico utilizado en ortodoncia para que exista una fuerza de retención en el esmalte dental y tiene por objetivo asegurar la óptima retención esmalte-bracket.
- **AMELOBLASTOS:** Célula epitelial asociada al órgano del esmalte durante el desarrollo dental se agrega matriz del esmalte.
- **APARATOLOGÍA FIJA:** Es una definición habitual para los aparatos ortodónticos llamados brackets los cuales van cementados en la superficie de las piezas dentales en los tratamientos ortodónticos.
- **RESINA DENTAL AUTOPOLIMERIZABLE:** Obtención de la polimerización o endurecido de los cementos dentales por medios químicos sin aplicación externa de calor o luz.
- **BANDA DENTAL:** Cadena o collar metálico habitualmente hecho de acero inoxidable, para asegurar la retención de las piezas dentarias.
- **CASOS DE CHOQUET:** Es la unión entre el esmalte y el cemento dental donde puede haber o no una conexión.
- **CONEXIÓN AMELODENTINARIA (CAD):** Es la unión de los tejidos más superficiales del diente como son esmalte y dentina a nivel de la corona clínica.
- **CÚSPIDES DENTALES:** Es la parte más alta de las piezas dentales en la corona clínica.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

- **ELECTROFORESIS:** Es una técnica de moléculas en una mezcla por aplicación de un campo eléctrico. Las moléculas disueltas se desplazan o migran.
- **ESMALTE APRISMÁTICO:** En la sustancia adamantina mineralizada, no constituye ni configura prismas en el esmalte dental.
- **ESMALTE:** Tejido más superficial de las piezas dentales, es el tejido más duro del cuerpo humano de consistencia sólida, es un tejido acelular y avascular que se encuentra principalmente en la corona clínica de las piezas dentales.
- **FOTOPOLIMERIZABLE:** Obtención de la polimerización o endurecido de diversos materiales por medio de una fuente luminosa con intensidad específica.
- **FRESA DE CARBURO DE TUNGSTENO:** Son fresas constituidas por tungsteno y pueden tener hojas o cuchillas que pueden conseguir una superficie mas lisa y cortes más precisos.
- **FRESA DE POLIMERO:** Fresa dental de forma variada utilizada para remoción de dentina infectada sin dañar dentina afectada y pueden devastar pulir o cortar.
- **IONÓMEROS DENTALES TIPO I:** Es un cemento a base de vidrio, principalmente utilizado para la colocación de bandas en ortodoncia.
- **MEB:** Siglas utilizadas para referirse al microscopio electrónico de barrido.
- **NOXA:** se considera como uno o varios factores capaces de ocasionar perjuicio a un individuo a causa de un organismo.
- **PERIODONTO:** Unidad anatómica compuesta por todas aquellas estructuras y tejidos que protegen y dan soporte a la raíz de las piezas dentales.
- **PIEDRA DE ARKANSAS:** Son fresas de alta velocidad compuestas de oxido de aluminio utilizadas principalmente para el raspado y alisado de las superficies dentales y de materiales.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

- **PULIDORES EN ORTODONCIA:** Es cualquier material abrasivo de diferentes formas para la remoción de los residuos resinosos al retirar los aparatos en ortodoncia.
- **READHESIÓN:** Es la reubicación y cementado de los aparatos ortodóncicos.
- **REMOSIÓN:** Consiste en llevar una cosa de un lugar a otro.
- **RESINA ORTODÓNTICA:** Material odontológico de nano relleno utilizado para la colocación de los brackets en ortodoncia.
- **RPM:** Siglas utilizadas para referirse a revoluciones por minuto.
- **SOF-LEX:** Son discos abrasivos para retirar resina después de retirar la aparatología ortodóntica.
- **STRIPING:** Son desgastes selectivos en las piezas dentales o pulido proximal de las mismas para reducir su tamaño mesio-distal.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

II.-RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

- ✓ **Figura 1.** Sector de la región cervical donde se observa el cemento cubriendo al esmalte. Primer caso de choquet. Técnica por desgaste, 150x. Del libro Gómez de Ferraris.
- ✓ **Figura 2.** Sector del tercio cervical del diente donde se aprecia la reducción en el espesor del esmalte. Técnica por desgaste, 45x. Del libro Gómez de Ferraris.
- ✓ **Figura 3.** Detalle de los prismas en corte longitudinal
- ✓ **Figura 4.** Detalle de los prismas en corte transversal.
- ✓ **Figura 5.** A: Grabado ácido. Patrón tipo I. MEB, x 5.000. B: Grabado ácido. Patrones I y II. MEB, x 5.000. C: Patrón III. MEB, x 2.500.
- ✓ **Figura 6.** Disposición de los prismas con respecto de la superficie de la dentina.
- ✓ **Figura 7.** Adhesivos dentales en ortodoncia.
- ✓ **Figura 8.** Adhesión de brackets exvivo.
- ✓ **Figura 9.** Adhesivos autocurables los cuales vienen en dos jeringas y dos frascos. Este adhesivo combina una micromecánica al esmalte así como un enlace químico.
- ✓ **Figura 10.** Adhesivos fotopolimerizables que incluyen a los de quinta generación, que vienen en un solo frasco.
- ✓ **Figura 11.** Del artículo original rugosidad del esmalte después del desprendimiento.
- ✓ **Figura 12.** Dientes humanos recién extraídos.
- ✓ **Figura 13.** Odontosección de piezas dentales.
- ✓ **Figura 14.** Pieza de alta velocidad marca midwest tradition (U.S.A.) con refrigeración.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

- ✓ **Figura 15.** (a) Colocación de las muestras seccionadas en yeso ortodóntico para tener un mayor soporte, (b) Posteriormente se colocó ácido grabador en caras vestibulares de cada muestra y, (c) Por último se colocaron los brackets en todas las muestras.
- ✓ **Figura 16.** Pinza de retiro de bracket marca invent.
- ✓ **Figura 17.** (a) Restos de residuos resinosos y adhesivo en las caras vestibulares de las piezas dentales, (b) Fresa de polímero de baja velocidad para retiro de caries en dentina infectada, piedra de Arkansas de alta velocidad y fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad así como, (c) Fresas de polímero de baja velocidad y una rudimentaria de alta velocidad.
- ✓ **Figura 18.** Metalizador.
- ✓ **Figura 19.** Microscopio electrónico de barrido donde se observaron las muestras a 15x, 100x y 200x.
- ✓ **Figura 20.** Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano (A) Magnificación de 15x en MEB, (B) Magnificación de 100x, y (C) Magnificación de 200x.
- ✓ **Figura 21.** Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con fresas de polímero de baja velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.
- ✓ **Figura 22.** Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

- ✓ **Figura 23.** Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con piedra de arkansas de alta velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

III.-RESUMEN

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El desarrollo de materiales adhesivos que influyen directamente en el éxito del tratamiento ortodóntico debido a la fijación eficaz de aparatología ortodóntica sobre las superficies dentales incluye entre otros a las resinas y a los ionómeros dentales. Los materiales adhesivos deben cumplir con el objetivo de fijar la aparatología utilizada en ortodoncia, pero también permitir su correcta remoción luego del tratamiento sin dañar las superficies dentales de fijación como el esmalte dental.

OBJETIVO: Evaluar cinco dispositivos de remoción para restos de adhesivos resinosos utilizados para la fijación de aparatología ortodóntica y observar con microscopio electrónico de barrido cual de los dispositivos produce menor daño en la superficie del esmalte dental de dientes humanos.

MATERIALES Y MÉTODOS: Para la realización del presente trabajo de especialidad se realizó la extracción de 30 premolares humanos a los cuales se les colocó aparatología fija con técnica adhesiva. Posteriormente se retiraron los residuos resinosos utilizados mediante cinco dispositivos de remoción de resina, incluyendo piedras de Arkansas de alta velocidad, fresas de carburo de tungsteno de alta velocidad y tres tipos de fresas de polímero de baja velocidad. Finalmente se comparó cual de los dispositivos fue más eficaz y menos invasivo para las estructuras dentales a partir de microfotografía tomada bajo microscopía electrónica de barrido.

RESULTADOS: En nuestro trabajo de investigación se encontró que las fresas compuestas por polímero mostradas en este estudio dejan la superficie más lisa y más cercana al esmalte dental antes del tratamiento ortodóntico y, aunque el tiempo de trabajo es mayor respecto a las fresas de carburo de tungsteno y piedras de arkansas, éstos dos últimos grupos de dispositivos dejan la superficie adamantina con mayor rugosidad y defectos artefactuales que las fresas compuestas por polímero.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

DISCUSIÓN: El efecto de los sistemas de pulido en la eliminación de resina residual depende de las características de cada instrumento, y aunque todos los abrasivos utilizados en la eliminación de resina residual después del tratamiento ortodóntico provocan un daño irreversible en la superficie del esmalte dental, nuestros estudios sugieren que las fresas de polímero produjeron el menor daño sobre dicha superficie.

CONCLUSIÓN: La técnica adhesiva utilizada con los cementos resinosos empleados para la fijación de los brackets ortodónticos sobre dientes humanos *ex vivo* fue exitosa. Los abrasivos dentales tales como: fresas de carburo de tungsteno, piedra de Arkansas y fresas de polímero provocan daño en la superficie dental. Sin embargo, las fresas de polímero causaron el menor daño a la superficie adamantina por lo que se sugiere su empleo para la remoción de residuos resinosos derivados de la fijación de aparatología fija ortodóntica en la clínica dental.

PALABRAS CLAVE: Remoción de adhesivos ortodonticos, integridad adamantina, dispositivos de remoción de resina.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

IV.-INTRODUCCIÓN

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS RESINOSOS, UNA EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DEL ESMALTE DENTAL DESPUÉS DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO

La tecnología empleada en la odontología actual ha beneficiado de manera constante al campo ortodóntico con nuevos materiales dentales. Este desarrollo ha favorecido de manera particular a la odontología estética y conservadora, en donde son utilizados de manera cotidiana los adhesivos y resinas dentales como medios restaurativos y cementantes.

En ortodoncia, el desarrollo de materiales adhesivos que influyen directamente en el éxito del tratamiento ortodóntico incluye entre otros a las resinas y a los ionómeros dentales. Los materiales adhesivos deben cumplir con el objetivo de fijar la aparatología utilizada en ortodoncia, pero también permitir su correcta remoción luego del tratamiento. En este contexto, la remoción del adhesivo sobre la superficie del esmalte dental después de utilizar aparatología fija, ocasiona en muchas de las veces una pérdida de tejido dental, causando daños a las piezas dentales luego de un tratamiento de tipo correctivo y estético, los cuales pueden ser de forma permanente (Çaöry, 2009). Varios métodos y técnicas han sido propuestos para eliminar los restos de resina, hasta la fecha, existe poca información acerca del efecto de pulidores para la eliminación de resina residual después del retiro de aparatos fijos sin causar daño en el esmalte dental (Neslihan, 2006).

En este trabajo de investigación de especialidad, se abordará el tema del daño dental debido a la remoción ineficaz de los adhesivos dentales utilizados en ortodoncia, mediante diferentes procedimientos de remoción utilizados a la fecha actual. La importancia del estudio radica en que la mejora de los procedimientos y materiales utilizados para la remoción de materiales dentales adhesivos en ortodoncia, podría evitar el daño al esmalte dental antes dicho.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Hasta el momento el procedimiento actual de remoción de materiales adhesivos ha sido mediante el empleo de dispositivos específicos, entre otros fresas de carburo de tungsteno así como fresas recubiertas de óxido de aluminio. Estos materiales han sido las primeras consideraciones para procurar la remoción de los adhesivos usados por el profesional en la actualidad (Çaöry, 2009).

Nuestro estudio analizará dispositivos de remoción de resina utilizados de forma convencional, así como uno novedoso que ha comenzado a comercializarse de manera reciente y que ha sido reportado como un removedor eficaz de dentina infectada por caries dental. En este contexto, dicho dispositivo a base de polímeros será probado para la remoción de diferentes adhesivos empleados en ortodoncia, el cual pudiera evitar daño en la superficie del esmalte dental.

Por lo tanto, de cómo eliminar los restos de adhesivo con seguridad y eficiencia causando el menor daño en el esmalte dental se centra en este trabajo de investigación de especialidad de ortodoncia que, además de generar conocimiento referente a la problemática actual, podría innovar la construcción de nuevos dispositivos para la eliminación y pulido dentario de una forma eficaz y no invasiva.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

V.-ANTECEDENTES

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

ANTECEDENTES GENERALES

La ortodoncia en el momento actual ha centrado su atención en la eficacia de unión de los soportes o dispositivos ortodónticos sobre las superficies adamantinas, necesaria para generar movimientos dentarios. Sin embargo, el conocimiento referente al daño derivado de los procesos de adhesión y fijación de dichos dispositivos, no está a la fecha esclarecido del todo.

De Silveira, expone el tener especial cuidado con los posibles cambios en el esmalte durante la remoción de residuos, debido a que la mayoría de las veces se puede provocar un daño irreversible en dicho tejido. La eliminación innecesaria de los tejidos sanos por lo tanto, es una premisa que debe seguirse en todos los casos o tratamientos, que impliquen el uso de adhesivos dentales (De Silveira Albuquerque, 2010). Lo ideal sería que el esmalte dental se conserve intacto, o lo más cercano posible a su estado original en apariencia. El problema del retiro de resinas, deriva de que éstas suelen tener un color similar al diente, lo que complica adicionalmente la remoción de los residuos resinosos.

A manera de introducción se expondrá a continuación en forma breve la composición, función y estructura histológica del esmalte dental, debido a que éste es el tejido o sustrato dental de fijación de los cementos resinosos, mismo que puede ser dañado de manera directa durante el tratamiento ortodóntico.

1. Esmalte dental

Llamado también tejido adamantino o sustancia adamantina, cubre de manera de casquete a la dentina en su porción coronaria, ofreciendo protección al tejido conectivo subyacente integrado en el isosistema dentino-pulpar.

Es el tejido más duro del cuerpo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

amelodentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal (Brookes *et al.*, 1998). La dureza de este tejido se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (0,36-2%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte (Farina *et al.*, 1999).

1.1. Características del esmalte dental

- 1.-Embriológicamente deriva del órgano del esmalte, de naturaleza ectodérmica, que se origina de una proliferación localizada del epitelio bucal.
- 2.-La matriz orgánica del esmalte es de naturaleza protéica con agregado de polisacáridos y en su composición química no participa el colágeno.
- 3.-Los cristales de hidroxapatita del esmalte se hallan densamente empaquetados y son de mayor tamaño que otros tejidos mineralizados. Los cristales son susceptibles (solubles) a la acción de los ácidos constituyendo esta característica el sustrato químico que da origen a la caries dental.
- 4.-Las células secretoras del tejido adamantino, los ameloblastos (que se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte), tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis. Esto implica que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción.
- 5.-El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares, por ello en la actualidad varios autores no lo consideran como un tejido, sino como una sustancia extracelular altamente mineralizada, las células que le dan origen, no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es una sustancia acelular, avascular y sin inervación.
- 6.-El esmalte frente a una noxa reacciona con pérdida de sustancia siendo incapaz de repararse es decir, no posee poder regenerativo como sucede en otros tejidos del organismo aunque puede

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

darse en el fenómeno de remineralización (Habelitz *et al.*, 2001). En este sentido, la noxa se puede entender como uno o varios factores capaces de ocasionar perjuicio a un individuo a causa de un organismo (<http://hnnbiol.blogspot.com/2008/01>).

1.2 Relación del esmalte dental con el cemento radicular

A nivel cervical, el espesor del esmalte es mínimo y se relaciona con el cemento haciéndolo de varias maneras, denominadas casos choquet. Los casos de choquet pueden ser de la siguiente manera:

- a) El cemento cubre al esmalte (es lo más común y corresponde al 60% de los casos observados).
- b) El esmalte cubre al cemento (es lo menos frecuente y no explicable desde el punto de vista embriológico).
- c) El esmalte y el cemento contactan y no queda dentina descubierta (se presenta en el 30% de los casos observados).
- d) El esmalte y el cemento no contactan y queda la dentina al descubierto (Neuvald *et al.*, 2000).

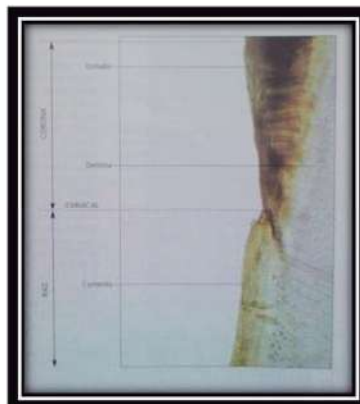


Figura 1. Sector de la región cervical donde se observa el cemento cubriendo al esmalte.

Primer caso de choquet. Técnica por desgaste, 150x. Del libro Gómez de Ferraris.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

1.3 Espesor del esmalte dental

En general, el espesor decrece desde el borde incisal o cuspídeo hacia la región cervical. Presenta mayor espesor por vestibular que por lingual, el espesor mayor se encuentra por mesial.

Presenta mínimo espesor a nivel de la conexión amelocementaria, donde termina en un borde afilado. Es sumamente delgado también en los surcos intercuspidos y fosas, pudiendo a veces faltar.

Su espesor máximo es de 2 a 3mm, se da en las cúspides de molares y premolares, en el borde incisal de los incisivos y en caninos superiores que corresponden a zonas de grandes impactos masticatorios (Boyd, 1999).

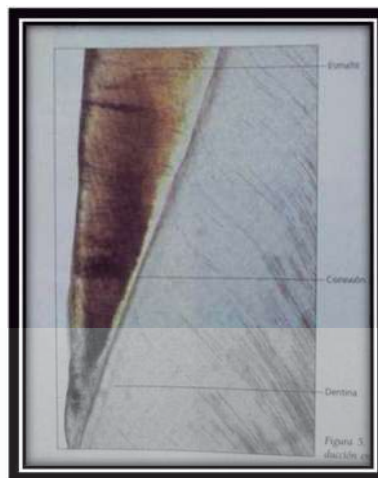


Figura 2. Sector del tercio cervical del diente donde se aprecia la reducción en el espesor del esmalte. Técnica por desgaste, 45x. Del libro Gómez de Ferraris.

1.4 Composición química del esmalte dental

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1-2%), una matriz inorgánica (95%) y agua (3-5%).

1.3.1 MATRIZ ORGÁNICA:

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

El componente orgánico más importante es de naturaleza protéica, y constituye un sistema complejo de multiagregados polipeptídicos que, en general, no han sido caracterizados de forma definitiva. La dificultad es debida a las contaminaciones que se producen al tratar de separar o aislar la porción orgánica del esmalte de la dentina, mediante distintas técnicas de fraccionamiento, electroforesis, separación y extracción. Diversos autores han postulado la existencia de distintas proteínas con diferente peso molecular y propiedades. Entre las proteínas de mayor a menor medida en la matriz orgánica del esmalte, en las distintas fases de su formación destacan:

1.- Las **amelogeninas**, moléculas hidrofóbicas, fosforiladas y glicosiladas ricas en prolina, glutámico, histidina y leucina, que son las más abundantes (90% al comenzar la amelogénesis) y disminuyen progresivamente a medida que aumenta la madurez del esmalte. Se denominan proteínas del esmalte inmaduro y se localizan entre los cristales de las sales minerales, sin estar ligadas a ellos (Tanimoto *et al.*, 2012).

2.-Las **enamelinas**, moléculas hidrofílicas glicosiladas, ricas en serina, aspártico y glicina y se localizan en la periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta. Representan del 2-3% de matriz orgánica del esmalte.

3.-Las **ameloblastinas o amelinas**, inmunohistoquímicamente se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales y representan el 5% del componente orgánico (Shinji *et al.*, 2011).

4.-Las **tuftelinas**, se localizan en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte. Representan el 1-2% del componente orgánico.

5.-Las **parvalbuminas**, proteínas identificadas en el polo distal del proceso de tomes del ameloblasto secretor, su función está asociada al transporte de calcio del medio intracelular al extracelular (Moradian-oldak *et al.*, 2000).

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

1.4.1 MATRIZ INORGÁNICA:

Constituida por sales minerales cálcicas de fosfato y carbonato, dichas sales de acuerdo con estudios realizados con difracción de rayos X, muestran una organización apatíticas que responde, al igual que ocurre en hueso, dentina y cemento. En el esmalte a diferencia de los tejidos mencionados anteriormente no parece existir fosfato de calcio amorfo. Existen también sales minerales de calcio como carbonatos, sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, etc.

AGUA: se localiza en la periferia del cristal, constituyendo la denominada capa de hidratación o capa de agua absorbida; por debajo y más hacia el interior en el cristal, se denomina capa de iones y compuestos absorbidos. El porcentaje de agua disminuye progresivamente con la edad (Plate *et al.*, 1998).

1.5 Propiedades físicas del esmalte dental:

1.5.1 Elasticidad:

Es muy escasa, pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello es un tejido frágil, con tendencia a las macro y micro fracturas, cuando se realizan cortes en paralelo o perpendicular al eje de los prismas. La elasticidad es mayor en la zona del cuello y vaina de los prismas por el mayor contenido en sustancia orgánica.

1.5.2 Dureza:

Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. El esmalte dental presenta una dureza que corresponde a 5 en una escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita (Bartlett *et al.*, 1999). La dureza adamantina decrece desde la superficie libre

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

a la conexión amelodentinaria ósea que está en relación directa con el grado de mineralización. Pero debemos tomar en cuenta que esta propiedad varía según estudios recientes, debido a que el esmalte es un anisótropo (las propiedades físicas y mecánicas varían según la orientación de los cristales).

1.5.3 Permeabilidad:

Es extremadamente escasa, se ha visto mediante marcadores radioactivos o radioisótopos que este tejido puede actuar como impermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal.

Se ha sugerido que existen vías submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuaría como agente transportador de iones en la matriz adamantina. Se aprovecha este sistema submicroscópico de poros para llevar a cabo el primer nivel de prevención, con el aporte de fluoruros por topicaciones.

Otras investigaciones nos aportan que el esmalte posee la propiedad de una captación continua de ciertos iones o de moléculas existentes en la saliva. Esto solo ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30 *um*), mecanismo conocido como remineralización.

La propiedad de semipermeabilidad es muy reducida en dientes viejos.

1.5.4 Color y transparencia:

El esmalte es translúcido, el color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, si no de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. En las zonas de mayor espesor tiene una tonalidad grisácea (cúspides) y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarillento. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte. A mayor mineralización, mayor translucidez. Esta propiedad permite estudiar las áreas descalcificadas por caries mediante transiluminación con fibra óptica, ya que el esmalte difunde la luz blanca según su grado de mineralización.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

1.5.5 Radiopacidad:

Esta se refiere a la oposición al paso de los rayos Röntgen: es muy alta en el esmalte, ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización. En radiografías dentales aparece como un capuchón blanco y en ellas las zonas afectadas por caries son detectables por tener disminuida la radiopacidad (se observa una radiolucidez de tonalidad gris oscura) debido a la alteración y descalcificación de la zona afectada (Robinson *et al.*, 1997).

1.6 ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DEL ESMALTE

La estructura histológica del esmalte está constituida por la denominada unidad estructural básica (el prisma del esmalte) y por las denominadas unidades estructurales secundarias que se originan básicamente a partir de la anterior.

1.6.1 UNIDAD ESTRUCTURAL BÁSICA:

Son los prismas del esmalte, estructuras compuestas por cristales de hidroxiapatita. El conjunto de prismas del esmalte forma el esmalte prismático que constituye la mayor parte de la matriz extracelular mineralizada. En la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria existe el denominado esmalte aprismático, en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas.

1.6.2 ESMALTE PRISMÁTICO:

Los prismas son estructuras longitudinales de 4µm de espesor promedio que se dirigen de la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte, su longitud es mayor que el propio espesor del esmalte debido a que el curso de los prismas es sinuoso. El número de prismas varía en relación con el tamaño de la corona evaluándose entre 5 y 12 millones.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Al estudiar la morfología de los prismas con el MO y dependiendo de la incidencia de los cortes, éstos se observan como bandas delgadas o varillas adamantinas irregularmente paralelas en cortes longitudinales (fig. 3). En cortes transversales los prismas se presentan como secciones irregularmente hexagonales, ovoides o en forma de escama de pescado (fig. 4) (Robinson *et al.*, 1995).

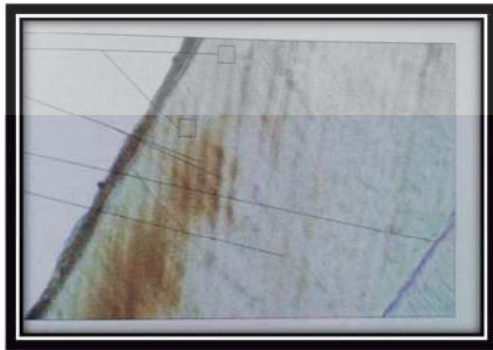


Figura 3. Detalle de los prismas en corte longitudinal

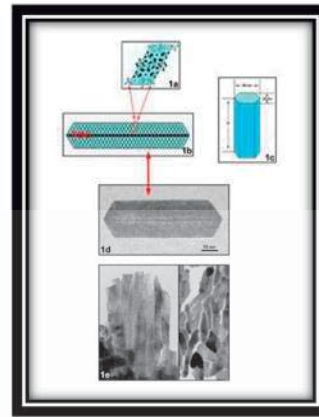


Figura 4. Detalle de los prismas en corte transversal.

Los prismas presentan 3 formas normales u ortotípicas tres patrones morfoestructurales distintos cuando se utiliza la técnica del grabado ácido, ésta permite eliminar placa dentaria y descalcificar el esmalte.

- I.- El centro del prisma aparece erosionado permaneciendo insoluble la periferia.
- II.- La periferia de los prismas aparece erosionada y permanece insoluble la zona central.
- III.- Se produce una erosión generalizada y se configuran imágenes que vagamente recuerdan la morfología prismática en escamas de pescado o en ojo de cerradura.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

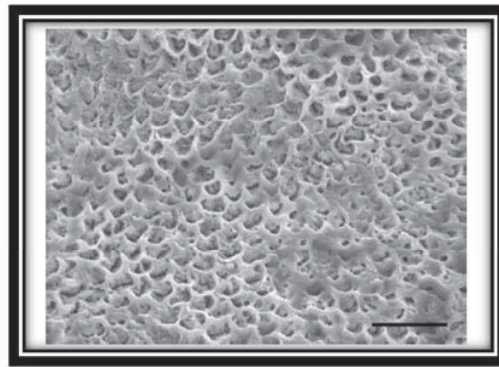


Figura 5. A: Grabado ácido. Patrón tipo I. MEB, x 5.000. B: Grabado ácido. Patrones I y II. MEB, x 5.000. C: Patrón III. MEB, x 2.500.

1.6.3 ORIENTACIÓN DE LOS PRISMAS:

La orientación de éstos en el seno del esmalte, es bastante compleja, pues los mismos no siguen una trayectoria rectilínea a través del esmalte, si no que en algunas zonas, por su recorrido sinuoso, experimentan entrecruzamientos o decusaciones.

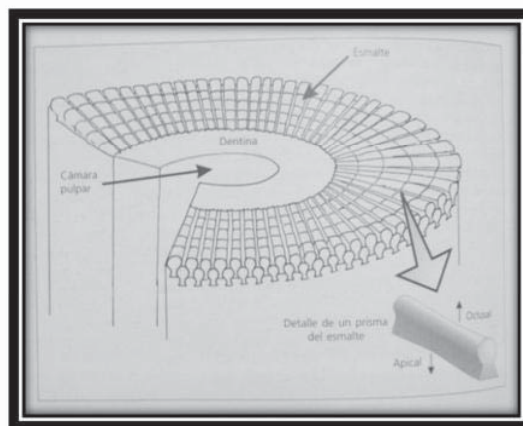


Figura 6. Disposición de los prismas con respecto de la superficie de la dentina.

1.6.4 ESMALTE APRISMÁTICO:

Es material adamantino carente de prismas. Se localiza en la superficie externa del esmalte prismático. El esmalte aprismático está presente en todos los dientes primarios (en la zona superficial de toda la corona) y en un 70% de los dientes permanentes en el cual se encuentra

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

ubicado en la región cervical y en zonas de fisuras y microfisuras, y en menor medida en las superficies cuspídeas (Kirkham *et al.*, 1998).

2. Adhesivos dentales

Desde que apareció la alternativa de técnicas ortodóncicas, en las cuales era factible adherir un bracket a la superficie dental, los ortodóncistas han estado en busca del agente adhesivo ideal. Cuando llega un producto nuevo a manos de un ortodóncista, éste se pregunta si dicho adhesivo le permitirá realizar tratamientos, en los cuales el bracket permanezca adherido a las piezas dentales de tal forma que se puedan transferir fuerzas necesarias y obtener movimientos dentarios deseados.

Es por ello que a través del desarrollo de la ortodoncia fija, los agentes adhesivos han ido evolucionando rápidamente, siendo elaborados así diversos productos adhesivos, tratando de encontrar el material que ostente propiedades físicas y químicas que permitan obtener una gran capacidad de adhesión entre el bracket y la superficie dentaria (Mandall *et al.*, 2008).

En los últimos años debido a la demanda de tratamientos estéticos se han ido cambiando los diseños y las mallas de los brackets, que influyen de manera determinante en la adhesión a las piezas dentarias, otras variables de adhesión han cobrado vital importancia, de ellas quizá la más estudiada es el agente adhesivo. Por lo cual sus propiedades físicas y químicas como: espesor de la película, técnica de grabado, capacidad de dispersión, solubilidad, tipo de polimerización, unión química (a la superficie dental) son objetos de intensa investigación, tratando de elaborar el material que ofrezca mayor fuerza de unión bracket-superficie dental. En el mercado se expenden infinidad de productos que dicen tener las propiedades que el ortodóncista requiere.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa



Figura 7. Adhesivos dentales en ortodoncia.

2.1 ADHESIÓN DE BRACKET

El éxito en la adhesión requiere los principios aceptados en la ortodoncia y la odontología preventiva. La ejecución óptima de la adhesión de la aparatología fija ofrece muchas ventajas si la comparamos con el bandeado convencional:

- Es superior desde el punto de vista estético.
- Es rápida y más simple su colocación.
- Le ocasiona menos molestias al paciente.
- La adhesión es más higiénica que las bandas, con lo cual es posible mejorar el estado gingival y periodontal del paciente.
- Permiten realizar striping en las piezas que requieran este procedimiento.
- Se elimina el riesgo de caries, debido a que con las bandas flojas los restos de alimento se acumulan en esos espacios y pueden generar a largo plazo caries dental.
- No hay espacios ocupados que se tengan que cerrar después de retirarlos.
- No es necesario tener una gran cantidad de medidas como el caso de las bandas.
- Los elementos pueden ser adheridos a coronas de porcelana o puentes fijos.

Sin embargo algunas desventajas han surgido en la adhesión o son obvias:

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

- La fijación de un bracket adherido es más débil que la de una banda cementada, de ese modo, es más fácil que se desprenda un bracket en el paciente que una banda.
- Algunos adhesivos no forman una adhesión suficientemente eficiente comparada con el de las bandas.
- Protección de la caries proximal que aportan las bandas bien cementadas y bien contorneadas.
- La adhesión es más complicada cuando se necesitan auxiliares por lingual.
- La readhesión de un bracket requiere mayor tiempo en el sillón que el de una banda floja.

La remoción de las bandas es más fácil en comparación a los brackets y menos dañina (Norevall *et al.*, 1996).

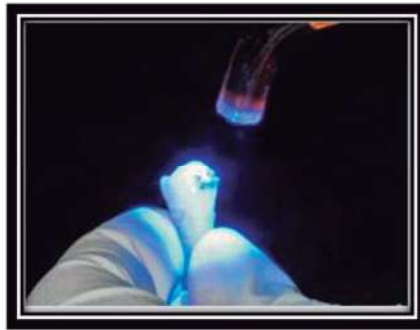


Figura 8. Adhesión de brackets exvivo.

2.2 TIPOS DE ADHESIVOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA

Para la adhesión de brackets se utilizan principalmente 2 tipos básicos de resinas dentales. Ambas son polímeros y se clasifican como resinas acrílicas o de diacrilato. Las resinas acrílicas se basan en acrílicos autocurables y consisten en monómero y polvo ultrafino de metilmetacrilato, la mayoría de las resinas de diacrilato se basan en la epoxiresina acrílica modificada bis GMA o resina Bowen. Una diferencia fundamental de las resinas del primer tipo es que forman polímeros lineales solamente, mientras que las del segundo tipo pueden polimerizar también por cadenas cruzadas

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

en una red tridimensional. Estas cadenas cruzadas producen mayor resistencia, menor absorción de agua y menor contracción de polimerización. Los 2 tipos de adhesivos existen con relleno o sin él. Algunas investigaciones independientes indican que las resinas de diacrilato rellenas del tipo bis GMA poseen las mejores propiedades físicas y son los adhesivos mas fuertes para los brackets metálicos. Las resinas acrílicas o combinadas han tenido mayor éxito con los brackets de plástico (Ash *et al.*, 1996).

Algunas resinas o composite contienen partículas grandes y gruesas de cuarzo o vidrio silicio de tamaño muy variado, con un promedio de 3-20 μm , que le imparten propiedades de resistencia a la abrasión. Otras diminutas y de tamaño uniforme (0,2 y 0,3 μm) que en consecuencia presentan una superficie mas lisa y retienen menos placa pero son más propensas a la abrasión.

2.2.1 ADHESIVOS A BASE DE RESINA SIN MEZCLA AUTOPOLIMERIZABLE

Estos materiales curan cuando bajo una ligera presión una pasta es unida a un líquido “primer” aplicado sobre la superficie grabada y la cara posterior del bracket; o cuando hay otra pasta que va a adherir. De este modo un componente del adhesivo se aplica a la base del bracket mientras que la otra parte se coloca en el diente grabado y seco. A pesar de que el procedimiento de adhesión clínica puede ser simplificado con los adhesivos sin mezcla, hasta ahora contamos con poca información acerca de la fuerza de unión en comparación con los demás sistemas convencionales. Asimismo poco se sabe de la toxicidad de dicho material. Las pruebas in vitro han demostrado que los activadores líquidos de los sistemas sin mezcla son definitivamente tóxicos (Mandall *et al.*, 2008).

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa



Figura 9. Adhesivos autocurables los cuales vienen en dos jeringas y dos frascos. Este adhesivo combina una micromecánica al esmalte así como un enlace químico.

2.2.2 ADHESIVOS A BASE DE RESINAS BIS GMA POLIMERIZABLES CON LUZ VISIBLE

Estos materiales pueden ser curados por luz transmitida a través de estructuras dentarias y brackets cerámicos. Las resinas polimerizadas por luz ultravioleta fueron populares con los brackets de plástico o metálicos con base perforada, pero la inaccesibilidad de la luz para llegar hasta la resina bajo las mallas hizo que la mayoría de los clínicos se volcasen hacia las resinas autopolimerizables. La profundidad máxima de curado en las resinas fotocurables depende de la composición del composite, de la fuente de luz y del tiempo de exposición. Los adhesivos con luz visible tienen mayor profundidad de curado que los activados por luz ultravioleta.



Figura 10. Adhesivos fotopolimerizables que incluyen a los de quinta generación, que vienen en un solo frasco.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Nakabayashi, describió el mecanismo de cómo las partículas de las resinas bis GMA se adhieren en forma micro-mecánica al esmalte.

El concluyó en base a un estudio de adhesión utilizando el microscopio de barrido, que cuando la superficie del esmalte, es tratada con una solución de ácido fosfórico en concentración del 37% por un tiempo de 20 segundos, la materia orgánica del esmalte se diluye, logrando abrir los llamados prismas del esmalte, es entonces la matriz de bis GMA de la resina condensada sobre esta superficie, provocando que las moléculas de resina queden atrapadas en el centro de los prismas, esto es parte de lo que él llama la capa híbrida.

EFFECTOS DE LOS ADHESIVOS SOBRE EL ESMALTE DENTAL

El tratamiento de ortodoncia puede conducir a efectos adversos en el esmalte dental. Éstos se manifiestan con la pérdida del esmalte causada por el grabado (Banks *et al.*, 1997), que conduce a una descalcificación de dicho tejido, grietas o microfisuras provocadas durante la desunión de adhesivos y en la limpieza de dichos procedimientos, además que dichos defectos pueden afectar negativamente al color y estética del esmalte dental. Por lo tanto ha habido la necesidad de mejorar las propiedades de adhesión en el que la resistencia de unión clínicamente sea la adecuada. Mientras que minimizar los defectos del esmalte y decolorización han generado gran interés en el área ortodóntica. No existe información para eliminar manchas blancas, y limpiar las superficies de esmalte sin provocar daño en el asociados con adhesivos ortodónticos y procedimientos de limpieza, tales como el acabado y pulido (Hyun-Jin *et al.*, 2011).

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Los tratamientos ortodónticos requieren de manera frecuente, en relación a los materiales utilizados para fijar los dispositivos ortodónticos, diferentes medios para su remoción. En el caso de la resina residual, ha sido comprobado que las fresas utilizadas comúnmente en odontología como dispositivos de remoción, no deben ser utilizadas para su remoción, porque causan profundos surcos en la superficie del esmalte (Retief y Denys, 2007). Estos dispositivos incluyen principalmente a las fresas de carburo tungsteno y piedras de Arkansas.

Por otro lado estudios recientes argumentaron que el efecto de los sistemas de pulido en la eliminación de la resina residual depende de las características de los instrumentos en cada sistema (Çaöry, 2009). Otros autores concluyeron que el método tradicional para la extracción de la resina con la fresa de tungsteno presentó el resultado más eficaz para esa aplicación.

Por otro lado en los estudios referentes a la emisión de láser utilizada en el momento actual para varios procedimientos odontológicos, se encontró que la baja capacidad de la radiación láser para actuar de forma selectiva sólo en la resina de ortodoncia puede ser señalada como un obstáculo para la utilización del láser en el área de ortodoncia (Zuppardo *et al.*, 2003).

Algunos estudios han reportado que la limpieza de resina con las fresas de carburo de tungsteno de baja velocidad, fresas de carburo de tungsteno de alta velocidad, y discos de Sof-Lex; han mostrado resultados diferentes en cuanto a tiempo de trabajo y eficacia en la remoción del adhesivo resinoso, encontrándose que los discos Sof-Lex alargaron en tiempo el procedimiento, dejaron un mayor número de residuos resinosos además de irregularidades en la superficie del esmalte dental. En el caso de fresas de carburo de tungsteno de alta velocidad, estos dispositivos ocasionaron cicatrices de tipo irreversible y de forma profunda en la superficie del esmalte dental (Neslihan *et al.*, 2006).

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Hong *et al.*, encontraron que no existe un método absoluto o ideal para la eliminación de los compuestos resinosos. La fresa de carburo de tungsteno con pieza de alta velocidad mostró la mejor suavidad en la superficie del esmalte dental cuando se evaluó la rugosidad de la misma, pero ocupó el cuarto lugar en la evaluación del remanente resinoso. La fresa de diamante ultra fina por otra parte, fue la más eficiente en la remoción de restos de material; sin embargo produjo una superficie áspera en el acabado de la superficie dental. Una combinación de tres métodos para la eliminación de residuos resinosos como son: fresa de carburo de tungsteno con pieza de alta velocidad, la pieza de baja velocidad con fresa de carburo de tungsteno y la pinza de alicate de banda de la marca Ormco, ha sido uno de los procedimientos utilizados que han mostrado eliminar de forma efectiva los compuestos derivados de la desunión (Hong *et al.*, 1995).

En odontología mínimamente invasiva (Yamauti *et al.*, 2011). Realizaron un estudio donde evaluaron la eficacia y selectividad de tejidos para el retiro de caries en dentina infectada utilizando nuevas fresas diseñadas de polímeros que se compararon respecto a las fresas de carburo convencional. Del estudio se obtuvo como conclusión que es un método ideal para la excavación de caries en dentina con fresas de polímero que selectivamente remueve el tejido irreversiblemente destruido, pero dejó el tejido potencialmente remineralizable, aún cuando reveló una tendencia hacia la sobre excavación. Esto sería un parámetro importante para determinar en nuestro estudio y verificar si sucede lo mismo en esmalte dental, al retiro de residuos resinosos posteriores al tratamiento ortodóntico.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

VII.-JUSTIFICACIÓN

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años y específicamente en el área de ortodoncia, el tratamiento con aparatología fija ha evolucionado de manera constante. Sin embargo existen varias complicaciones en el transcurso del tratamiento ortodóntico. Entre ellas, el índice de fractura o desunión entre los componentes diente-bracket fijados por los adhesivos y/o cementos ortodónticos. Esto implica que a corto, mediano o largo plazo, el requerimiento de intervenciones de tipo reconstructivo y conservador en las superficies con fractura. La desunión de los componentes de fijación y la ineficiencia de la mayoría de las técnicas utilizadas actualmente para la remoción eficaz de los residuos resinosos utilizados para la fijación de dispositivos ortodónticos implica de igual forma consideraciones reconstructivas. Esto debido a que la remoción de varios materiales adhesivos y resinosos causa pérdida del esmalte dental, así como también puede provocar rugosidades y de forma consecuente su desmineralización.

Aún con el desarrollo tecnológico que la odontología ha aportado al área estética y funcional, los dispositivos para la remoción de resina después del tratamiento dental de tipo ortodóntico dejan mucho que desear, en relación a la eficiencia y equilibrio de remoción/integridad tisular. En este contexto, el uso de sistemas de pasos múltiples, fresas finas y ultra finas de carburo de tungsteno y discos abrasivos recubiertos de óxido de aluminio; son las primeras consideraciones que el ortodoncista utiliza como dispositivos de remoción en el momento actual. Sin embargo, el uso de estos sistemas ocasiona muchas de las veces daño en el esmalte de los dientes, caracterizado por diferentes grados de rugosidad e irregularidad superficial. Estas irregularidades ocasionan de manera frecuente caries dental y pigmentación.

Estudios previos utilizaron diferentes métodos para la limpieza de la resina residual después de retirar los aparatos de ortodoncia. Algunos ortodoncistas prefieren fresas convencionales

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

diamantadas para la remoción de los restos de compuestos, pero las fresas pueden rayar el esmalte debido a su forma y nitidez.

La búsqueda de un método ideal que devuelva la superficie del esmalte en la mayor medida posible a su estado original todavía está en curso. Hasta la fecha, ningún estudio ha sido realizado para evaluar el efecto de pulidores para la eliminación de resina residual después del retiro de aparatos fijos sin causar daño en el esmalte dental. Debido a lo anteriormente expuesto, el estudio de sistemas alternativos para la remoción “sin daño” de las estructuras y sustratos dentales utilizados como base de fijación, podrían generar nuevas propuestas en la odontología ortodóntica, estética y conservadora.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

VIII.-OBJETIVOS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Objetivo general:

Evaluar cinco dispositivos de remoción para restos de adhesivos resinosos utilizados para la fijación de aparatología ortodóntica y observar con microscopio electrónico de barrido cual de los dispositivos produce menor daño en la superficie del esmalte dental de dientes humanos.

Objetivos específicos:

1. Fijar dispositivos bracket ortodónticos sobre dientes ex vivo mediante técnica adhesiva y cementos resinosos.
2. Provocar el desprendimiento de los brackets fijados mediante pinza de retiro de bracket.
3. Eliminar residuos de cemento y resinosos mediante fresas de carburo-tungsteno.
4. Eliminar residuos de cemento y resinosos mediante piedra de Arkansas.
5. Eliminar residuos de cemento y resinosos mediante fresas de polímero.
6. Examinar mediante MEB el nivel del daño de la superficie del esmalte dental causado por fresas de carburo-tungsteno, piedra de Arkansas y fresas de polímero.
7. Comparar cual método de remoción de adhesivo/resina es el más eficaz y menos invasivo para ser utilizado en procedimientos de fijación de brackets en ortodoncia.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

IX.-HIPÓTESIS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Hipótesis de trabajo: Las fresas de polímero son menos invasivas que las fresas pulidoras de carburo y de óxido de aluminio, para remover compuestos resinosos de la superficie adamantina empleados para la fijación de brackets ortodónticos.

Hipótesis nula: Las fresas de polímero producen el mismo daño en la superficie adamantina que las fresas pulidoras de carburo y de óxido de aluminio, para remover compuestos resinosos empleados para la fijación de brackets ortodónticos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las fresas de polímero para remoción de residuos resinosos causan un daño similar a las fresas de carburo de tungsteno y piedra de Arkansas?

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

X.-MATERIALES Y MÉTODOS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y procesamiento inicial de dientes humanos

Para la realización del presente trabajo de especialidad se realizó la extracción de 30 premolares de hombres y mujeres de entre 10 y 30 años de edad por razones ortodónticas que no presentaban caries, fracturas y/o restauraciones como lo muestra la figura 12. Inmediatamente luego de la extracción las piezas fueron lavadas con agua y jabón, y se realizó una profilaxis con pieza de baja velocidad sobre las caras vestibular y palatina con pasta profiláctica (VIARDEN México, D.F.) y cepillo para profilaxis. Una vez lavadas fueron sumergidas en agua destilada y almacenadas a 4°C hasta el momento de su procesamiento.



Figura 12. Dientes humanos recién extraídos.

Procedimiento de odontosección

Posteriormente se realizó un procedimiento de odontosección con fresas diamantadas y pieza de alta velocidad (midwest tradition E.U.A.) con refrigeración, para seccionar las piezas para conseguir la separación de las porciones vestibulares y palatinas-linguales de las muestras. El seccionamiento de las piezas fue realizado de tal manera que las muestras pudieran ser colocadas en soportes para su análisis por microscopía electrónica de barrido.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

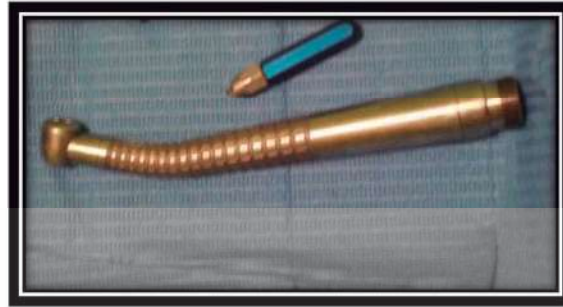


Figura 13. Odontosección de piezas dentales. Figura 14. Pieza de alta velocidad marca midwest tradition (U.S.A.) con refrigeración.

Técnica adhesiva y fijación del bracket ortodóntico

Una vez realizada la odontosección se procedió con la técnica adhesiva, para lo cual en primer lugar las piezas se colocaron en forma de pin en una base de yeso para que tuvieran una fijación rígida. Fraguado el yeso, se procedió a realizar una limpieza profunda mediante profilaxis en las caras vestibulares y linguales-palatinas de las muestras. Después se realizó técnica de grabado ácido mediante ácido grabador compuesto por ácido ortofosfórico al 37% por un tiempo de 15 segundos. Una vez transcurrido el tiempo de grabado se procedió a lavar y secar con chorro de agua y aire a presión cada muestra. La verificación del grabado obtenido fue corroborado mediante inspección y observando un color tiza en el esmalte dental. Posteriormente se llevó a cabo la colocación del adhesivo transbond XT de la marca 3M unitek (Monrovia, CA, E.U.A) en la superficie dental y se fotopolimerizó con lámpara de resina de la marca gnatus por 10 segundos (Brasilia, BRASIL). También se colocó adhesivo en la malla del bracket para una mejor adhesión entre la superficie dental y el bracket (lancer orthodontics E.U.A.). Después se le colocó resina trasbond PLUS (3M unitek Monrovia, CA, E.U.A) a la malla del bracket para proceder a la fijación del bracket dental en el centro de la corona clínica. Luego se retiraron los restos de resina sobrantes con un explorador número 5 (Maillefer Berna, Suiza) y se fotopolimerizó cada dispositivo por 10 segundos en cada cara de la superficie dental.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa



Figura 15. (a) Colocación de las muestras seccionadas en yeso ortodontico para tener un mayor soporte, (b) Posteriormente se colocó ácido grabador en caras vestibulares de cada muestra y, (c) Por último se colocaron los brackets en todas las muestras.

Estabilización de los materiales adhesivos y cementantes

Después de haber colocado la aparatología se dejaron las muestras en agua bidestilada a 37°C durante 3 días para la estabilización de los materiales adhesivos.

Retiro de aparatología fija

Se retiró la aparatología por medio de unas pinzas de retiro de bracket marca invent, recordando que paso a paso de nuestro procedimiento se realizó con guantes estériles, cubre bocas y lentes de protección.

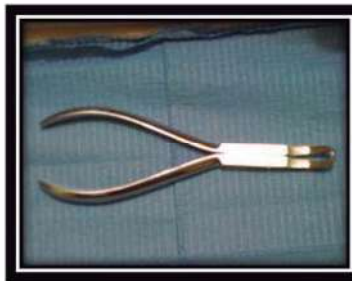


Figura 16. Pinza de retiro de bracket marca invent.

Pulimento o remoción de residuos

Después se eliminaron los residuos de resina con técnica de un solo paso, grupo I fresas de carburo de tungsteno con pieza de alta velocidad (Maillefer, Suiza), grupo II piedra de Arkansas

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

con pieza de alta velocidad y grupo III fresas de polímero (konig, Alemania) con pieza de baja velocidad, hasta eliminar totalmente el adhesivo con un tallado insistente y en una sola dirección y sin presión hasta conseguir una superficie aparentemente limpia y libre de adhesivos.



Figura 17. (a) Restos de residuos resinosos y adhesivo en las caras vestibulares de las piezas dentales, (b) Fresa de polímero de baja velocidad para retiro de caries en dentina infectada, piedra de Arkansas de alta velocidad y fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad así como, (c) Fresas de polímero de baja velocidad y una rudimentaria de baja velocidad.

Deshidratación

Después se realizó el proceso de deshidratación de todas las muestras al colocar alcohol del 96° a todas las muestras, en un inicio 50% alcohol y 50% agua durante una hora para iniciar dicho proceso, después se retiraron dichas sustancias para luego colocar en el mismo recipiente 75% alcohol y 25% de agua durante una hora y por último se dejaron las muestras durante 2 horas en alcohol del 96° para ser llevadas al microscopio electrónico para ser metalizadas y luego analizadas. Todas las muestras se colocaron en recipientes distintos con nombre, hora de inicio y final del procedimiento.

Metalización

Se realizó el proceso de metalización durante una hora, esta consistió en la colocación de cobre a todas las muestras por medio de haz de iones durante 20 min. , este proceso sirve para que exista circulación de la corriente eléctrica, para permitir la visualización de la imagen en MEB Y por

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

último se colocan en una campana de vacío para después colocar un potencial de corriente de 1500 voltios de corriente directa, después el electrodo atrae fuertemente los iones de cobre esto se observa cuando se forma una nube de color violeta llamada plasma que cae o va bañando cada una de las muestras. Este proceso tiene una duración de 20 min.



Figura 18. Metalizador.

Análisis microscópico

Por último se observaron en microscopio electrónico de barrido (MEB) y se valoró cual de los sistemas de pulido provoca menor invasión en esmalte dental.



Figura 19. Microscopio electrónico de barrido donde se observaron las muestras a 15x, 100x y 200x.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XI.-RESULTADOS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

RESULTADOS

El efecto de los sistemas de pulido en la eliminación de resina residual luego del tratamiento ortodóntico depende de las características de cada instrumento, por ello en este trabajo se hizo énfasis en conocer y evaluar el daño que pueden producir diversos dispositivos de pulido, teniendo como premisa que los abrasivos utilizados en la eliminación de resina residual después del tratamiento ortodóntico provocan un daño irreversible en la superficie del esmalte dental.

En nuestros resultados se observó bajo MEB cual de los sistemas provoca menor invasión en esmalte sano, siendo las fresas de polímero de baja velocidad las que dejan una superficie del esmalte dental más cercana a lo normal, posteriormente las fresas de carburo de tungsteno de alta velocidad provocan cicatrices irreversibles a la superficie del esmalte dental y las que provocan el mayor daño a la superficie del esmalte dental son la piedra de Arkansas dejando surcos profundos, los cuales se logran observar en magnificaciones desde 15x.

Puntualizando, en primer lugar observamos el grupo control el cual fue observado a una magnificación de 15x, 100x y 200x.

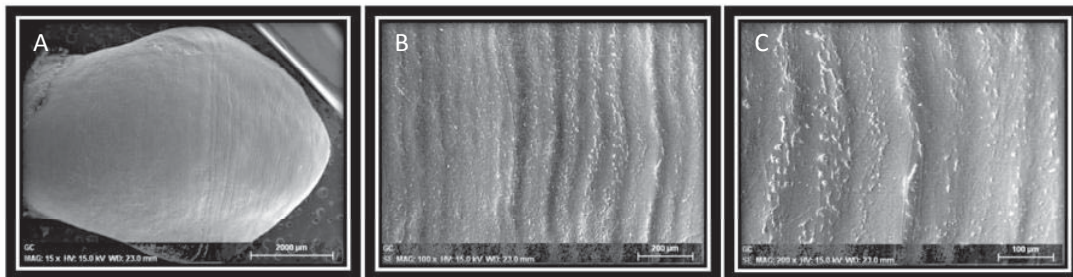


Figura 20. Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano (A) Magnificación de 15x en MEB, (B) Magnificación de 100x, y (C) Magnificación de 200x.

Asimismo se observó que las fresas de polímero de baja velocidad son las que provocaron menor invasión en esmalte dental sano en comparación con los otros 2 sistemas y que la superficie

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

adamantina queda mas cercana al grupo control. Por otro lado, se menciona que se llevó ligeramente mayor tiempo en el retiro de resina residual en comparación con los otros 2 sistemas de pulido.

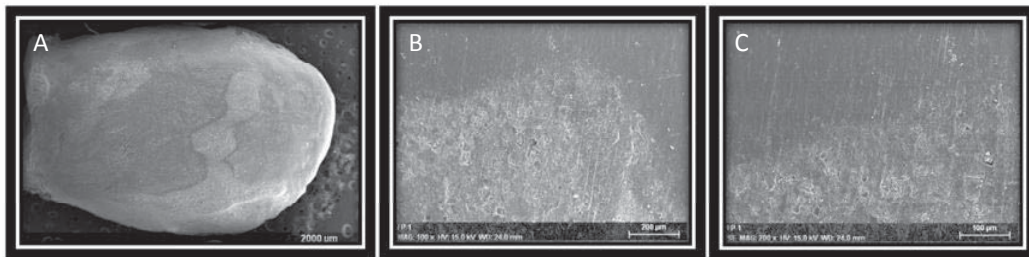


Figura 21. Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con fresas de polímero de baja velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.

Posteriormente se observó que las fresas de carburo de tungsteno provocaron daño irreversible en la superficie del esmalte dental en relación al grupo control, donde no se observaron las irregularidades que fueron apreciadas bajo el MEB donde se retiro la resina residual con fresas de carburo de tungsteno. Cabe mencionar que los cortes de dichas fresas son demasiado nítidos y se observan detalladamente en las siguientes imágenes.



Figura 22. Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Y por último la piedra de Arkansas de alta velocidad provoca severo daño al esmalte dental después de la eliminación de restos de resina siendo el sistema mas invasivo de los 3 analizados.



Figura 23. Microfotografías de MEB. Vista vestibular de la superficie adamantina de diente humano en el cual se eliminaron residuos de resina con piedra de arkansas de alta velocidad (A) Magnificación de 15x, (B) Magnificación de 100x y, (C) Magnificación de 200x.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XII.-DISCUSIÓN

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

DISCUSIÓN

La eliminación eficaz de restos de adhesivo utilizados para fijar aparatología ortodóntica mediante dispositivos de remoción útiles y no invasivos en ortodoncia ha sido el objetivo de nuestro estudio. En este trabajo de investigación se encontró que las fresas compuestas por polímero dejan la superficie más lisa y más cercana a las características del esmalte dental íntegro, pero demora mucho más el tiempo de remoción empleado respecto a las fresas de carburo de tungsteno y piedras de Arkansas. Sin embargo, aunque la rapidez de remoción es mayor en este último grupo de dispositivos, es desalentador el daño que comprobamos en la superficie adamantina, caracterizada por trazas rugosas y defectos artefactuales, que no originan en su caso las fresas compuestas por polímero.

Neslihan *et al.*, mencionan que las fresas de carburo de tungsteno ocasionan cicatrices de tipo irreversible y de manera profunda en el esmalte dental, lo que corrobora los resultados arrojados en este estudio, sin embargo Zuppardo *et al.*, argumentan que las fresas de carburo de tungsteno proporcionan un resultado más eficaz para la remoción de residuos de resina.

Otros autores como Hong *et al.*, encontraron que no existe un método absoluto e ideal para la eliminación de residuos de resina, por lo cual este trabajo de investigación se procuró generar conocimiento referente al tema, sin embargo aunque Hong propone una combinación de 3 métodos para la eliminación de residuos de resina como son: fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad, fresa de carburo de tungsteno de baja velocidad y pinzas de alicate, en el caso de nuestros resultados encontramos que las fresas de carburo de tungsteno eliminan los residuos de manera más rápida, pero también provocan irregularidades, defectos artefactuales y rugosidades irreversibles en la superficie del esmalte dental.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Yamauti *et al.*, realizaron un estudio donde evaluaron la eficacia y selectividad de tejidos para el retiro de caries en dentina infectada y afectada por caries en operatoria dental, utilizando nuevas fresas diseñadas a base de polímeros donde su principio fue retirar la dentina infectada, dejando la dentina afectada intacta. Este principio fue utilizado en nuestro estudio transponiéndolo al caso del retiro de los adhesivos utilizados para la fijación de aparatología fija ortodóntica, con el objetivo de dejar intacta la superficie del esmalte dental mediante el uso de dichas fresas a base de polímeros. A partir de este estudio pretendimos utilizar el mismo principio, pero en tejido adamantino para la eliminación de restos de resina sin provocar daño en la superficie del esmalte dental. Para probar este principio utilizamos 2 marcas de fresas de polímero de baja velocidad y 1 fresa generada mediante confección propia en el laboratorio dental adaptada para pieza de baja velocidad. donde la fresa de polímero generada mediante confección manual en el laboratorio odontológico no tuvo éxito, debido a que no logró eliminar los restos de adhesivo y se fue desgastando de forma rápida. En este grupo de fresas la fresa de polímero marca SS White se desgastó sin eliminar los restos de adhesivo. Por otro lado, la fresa de polímero de la marca Konig sí eliminó los restos de resina de forma efectiva y nuestros resultados arrojan que estas fresas provocan el menor daño al esmalte dental en comparación con los otros dispositivos. Derivado de lo anterior, podemos sugerir que las fresas a base de polímero marca Konig, pudieran ser dispositivos adecuados para la eliminación de los residuos resinosos de forma efectiva y causando un mínimo daño a la superficie adamantina en dientes humanos en ortodoncia conservadora y en la fase de postratamiento ortodóntico.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XIII.-CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.-La técnica adhesiva utilizada con los cementos resinosos empleados para la fijación de los brackets ortodónticos sobre dientes humanos *ex vivo* fue exitosa, obteniendo una unión diente bracket adecuada; lo que pone de manifiesto que el adhesivo 3M transbond plus confiere una buena interface de unión para la fijación de aparatología ortodóntica .
- 2.-Mediante la pinza de retiro de bracket se provocó el desprendimiento de los dispositivos bracket, donde se obtuvo como resultado que dicho procedimiento es eficaz para lograr desprender el bracket, mas sin embargo se observó la presencia de residuos resinosos remanentes a dicho desprendimiento, lo que confirma la necesidad del uso de dispositivos que permitan retirar de forma completa dichos residuos.
- 3.-A través de fresas de carburo de tungsteno se eliminaron los residuos de cemento y resinosos que permanecen en la superficie dental después del retiro de la aparatología fija, sin embargo dichos dispositivos provocaron daño irreversible a la superficie del esmalte dental, dejando surcos e irregularidades en la superficie adamantina con mediana discrepancia en relación al volumen desgastado y perdido respecto al grupo control.
- 4.-Por medio de piedra de Arkansas se eliminaron residuos de cemento resinoso que se mantienen en la superficie dental después del retiro de aparatología fija, dando como resultado que este sistema rotatorio provoca daño severo en la superficie del esmalte dental, dejando surcos profundos e irregularidades caracterizado por una alta discrepancia en relación al volumen desgastado y perdido respecto al grupo control.
- 5.-Mediante fresas de polímero se eliminaron residuos de cemento y resinosos que permanecen en la superficie dental después del retiro de aparatología fija dejando una superficie similar a la que existía previo tratamiento ortodóntico caracterizada por una igualdad entre dichas superficies, sin embargo se puntualiza que se observó como una

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

desventaja de dicho procedimiento al aumento del tiempo empleado para el retiro de la resina residual.

6.- Los abrasivos dentales tales como: fresas de carburo de tungsteno, piedra de Arkansas y fresas de polímero provocan daño en la superficie dental examinadas mediante MEB. Sin embargo, el nivel del daño de la superficie dental causado por dichos dispositivos es variable tanto en la profundidad como en la rugosidad superficial sobre el tejido adamantino, teniendo como conclusión que las fresas de polímero son las que provocan menor invasión en la superficie adamantina, mientras que las fresas de carburo de tungsteno provocan un daño intermedio y por último las piedras de Arkansas generaron el mayor daño en la superficie del esmalte dental.

7.-Para ser utilizado en procedimientos de fijación de brackets ortodónticos, se comparó cual de los 3 métodos de remoción adhesivo/resina es el más eficaz y menos invasivo para ser empleado de manera eficiente en el retiro de cementos resinosos, llegando a la conclusión en nuestro estudio que las fresas de polímero marca konig, provocan el menor daño y una mínima invasión en la superficie adamantina por lo que se recomienda el uso de dicho dispositivo para la remoción de resina residual luego de la finalización de tratamientos ortodónticos.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XIV.-RECOMENDACIONES

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

RECOMENDACIONES

- ✓ Mediante el método analítico evaluar si los residuos fueron eliminados totalmente en las muestras obtenidas en este estudio.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XV.-SUGERENCIAS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

SUGERENCIAS

- ✓ Un concepto novedoso en la actualidad es la adhesión de aparatología fija con cementos de ionomero de vidrio tipo I, estos sustienen de manera constante a los adhesivos resinosos, por lo cual sería pertinente observar la remoción de dichos cementos y el daño que pudiera llegar a provocar en el esmalte dental.
- ✓ Podría sugerirse realizar una medición microscópica de los desgastes producidos por abrasivos dentales bajo microscopía óptica convencional y medición digital.
- ✓ Realizar la investigación con mayor número de abrasivos o fresas dentales debido a que en nuestro estudio solo se analizaron 3 dispositivos.
- ✓ Buscar algún material odontológico que pueda reblandecer resina para la eliminación de la misma sin provocar daño en la superficie del esmalte dental.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

XVI.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Çaöry Ulusoy. 2009. comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci.* 17; 209-15.

Neslihan Eminkahyagil, Ayca Armanb; Alev C, etins, ahinc; Erdem Karabulutd. 2006 Effect of Resin-removal Methods on Enamel and Shear Bond Strength of Rebonded Brackets. *Angle Orthodontist.* 76; 314-21.

Geraldo de Silveira Albuquerque, Mário Vedovello Filho , Adriana Simoni Lucato, Eloísa Marcantonio Boeck, Viviane Degan, Mayury Kuramae 2010 Evaluation of enamel roughness after ceramic bracket debonding and clean-up with different methods, Braz *J Oral Sci.* 9; 81-4.

Robinson C, Brookes SJ, Bonass WA, Shore RC 1997 Enamel maturation. En: dental enamel. New York, *J Wiley Sons.* Ciba foundation 156-74.

Farina M, schemmel A, Weissmuller G, Cruz R, Kachar B, Bisch PM. 1999 atomic forcé microscopy study of tooth surfaces. *J. Struct. Biol.* 125; 39-49.

Brookes SJ, Kirkham J, Shore RC, Bonass WA, Robinson C 1998 Enzyme compartmentalization during biphasic enamel matrix processing. *Connect. Tissue Res.* 39; 89-99.

Bartlett JD, Simmer JP 1999 proteinases in develop dental enamel. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 10; 425-41.

Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW, Balooch M. (2001) mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Archs. Oral Biol.* 46; 173-83.
(<http://hnncriol.blogspot.com/2008/01>).

Neuvald L, consolaro A. 2000. cemento-enamel junction: microscopic analysis and external cervical resorption. *J. Endod.* 26; 503-8.

Boyde A, 1999 Enamel en Handbook of microscopic anatomy. *Belin oksche A, vollrath L (eds) springer-verlag* 309-473.

Moradian-oldak J, Paine LM, Lei YP, Fincham AG, Snead ML 2000. self-assembly properties of recombinant engineered amelogenin proteins analyzed by dynamic light scattering and atomic forcé microscopy. *J. Struct. Biol.* 131; 27-37.

Plate U, Hohling HJ 1994. general principle of ordered apatitic cristal formation in enamel and collagen rich hard tissues. *Connect. Tissue Res.* 38; 149-57.

Robinson C, Kirkham J, Brookes SJ, Bonass W, Shore RC, 1995. the chemistry of enamel development Int. *J. Dev. Biol.* 39; 145-52.

Kirkham J, Brookes SJ, Shore RC, Bonass WA, Smith DA, Wallwork ML, Robinson C, 1998. Atomic forcé microscopy studies of cristal surface topology during enamel development. *Connect. Tissue Res.* 25; 7-20.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa

Tanimoto K, TA Huang, Y Tanne, R Kunimatsu, M Michida, M Yoshioka, N Ozaki, T Sasamoto, Yoshimi Y, Y Kato, Tanne K. 2012. **Cells Tissues Organs**. Department of Craniofacial Biology and Orthodontics of development, Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima, Japan 12; 87-97.

Shinji Iizuka, Yasusei Kudo, Maki Yoshida, Takaaki Tsunematsu, Yuji Yoshiko, Takashi Uchida, Ikuko Ogawa, Mutsumi Miyauchi, and Takashi Takata. 2011. **Molecular and cellular biology** 783-92.

Y.H. Hong, K. K. K. Lew, 1995. **Eur J Orthod** 17; 121-28.

Yamauti, Cardona, Ghinea R. Cabello, Pérez, Osorio, Toledano, Universidad de Granada 2011. **Histology And Histopathology** (Cellular And Molecular Biology) 26; 305-6.

Hyun-Jin Jooa; Yong-Keun Leeb; Dong-Yul Leec; Yae-Jin Kima; Yong-Kyu Lim **Angle Orthod**. 2011. 81; 334-40.

H. Sonodaa, A. Banerjeeb,* , M. Sherriffb, J. Tagamia, T.F. Watsonb 2005. **Journal of Dentistry** 335-42.

Sevinc Karana; Beyza Hancioglu Kircellib; Bahar Tasdelenc, 2010. **Angle Orthod**. 1081-88.

Michael Kno" sela; Simone Mattysekb; Klaus Jungc; Dietmar Kubein-Meesenburgd; Reza Sadat-Khonsarie; Dirk Ziebolzf 2010. **Angle Orthod**. 649-55.

Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Macfarlane TV, Worthington HV. 2008. Adhesivos para brackets ortodóncicos fijos. En: **La Biblioteca Cochrane Plus**, 233-40.

Norevall LI, Marcusson A, Persson M. 1996. A clinical evaluation of a glass ionomer cement as an orthodontic bonding adhesive compared with an acrylic resin. **European Journal of Orthodontics** 18; 373-84.

Ash S, Hay N. 1996. Adhesive pre-coated brackets, a comparative clinical study. **British Journal of Orthodontics** 23; 325-29.

Banks PA, Burn A, O'Brien KD. 1997. A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive. **European Journal of Orthodontics** 19; 391-95.

ASESOR: Dr. Renato Nieto Aguilar
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa