

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**ÀREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA**

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**



**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE AUTOLIGADO**

**AUTOR**

**RUBY ESPERANZA ARDILA GUTIÉRREZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA**

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**BOGOTÁ, 2015.**

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMA DE AUTOLIGADO**

**AUTOR**

**RUBY ESPERANZA ARDILA GUTIÉRREZ**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA. PIEDAD MALAVER CALDERÓN.**

**Od. Ms. Biología Énfasis Genética Humana. PUJ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA**

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**BOGOTÁ, 2015**

| <b>CONTENIDO</b>                       | <b>PÁGINA</b> |
|----------------------------------------|---------------|
| <b>1. ASPECTOS TEÒRICO-CIENTÌFICOS</b> | <b>6</b>      |
| 1.1 Problema de investigación.         | 6             |
| 1.2 Pregunta de investigación.         | 7             |
| 1.3 Justificación.                     | 7             |
| 1.4 Propósito                          | 8             |
| 1.5 Marco teórico.                     | 8             |
| 1.5.1 Antecedentes.                    | 8             |
| 1.5.2 Fricción.                        | 10            |
| 1.5.3 Tiempo y comodidad.              | 13            |
| 1.5.4 Salud periodontal.               | 16            |
| 1.5.5 Torque.                          | 17            |
| 1.5.6 Dolor.                           | 20            |
| 1.5.7 Reabsorción.                     | 21            |
| 1.6 OBJETIVOS                          | 23            |

|           |                                                                         |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.6.1     | Objetivo general.                                                       | 23        |
| 1.6.2     | Objetivos específicos.                                                  | 23        |
| <b>2.</b> | <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>                                           | <b>23</b> |
| 2.1       | Tipo de estudio.                                                        | 23        |
| 2.2       | Objeto de estudio.                                                      | 23        |
| 2.3       | Material objeto de estudio                                              | 23        |
| 2.4       | Unidades temáticas                                                      | 24        |
|           | Unidad temática 1: Sistemas de autoligado                               |           |
|           | Unidad temática 2: Ventajas y desventajas de los sistemas de autoligado |           |
|           | Unidad temática 3: Riesgos y beneficios de los sistemas de autoligado   |           |
| <b>3.</b> | <b>RESULTADOS</b>                                                       | <b>24</b> |
| <b>4.</b> | <b>CONCLUSIONES</b>                                                     | <b>36</b> |
| <b>5.</b> | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                       | <b>37</b> |

# VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE AUTOLIGADO

## 1. ASPECTOS TEÓRICOS CIENTÍFICOS

### 1.1 Problema de investigación.

Para provocar un movimiento dentario es necesario la aplicación de fuerzas mecánicas capaces de activar el hueso y células relacionadas, los cambios inflamatorios en el tejido periodontal en el lado de la tensión y presión dependen de la magnitud y duración de la fuerza aplicada para iniciar un proceso de reacción ósea y aposición necesarias para producir el cambio de posición de los dientes en la arcada.<sup>1</sup> De acuerdo con la teoría de Brian Lee, la aplicación de 200 gr de fuerza por cm<sup>2</sup> de superficie radicular es apropiada para corregir sagitalmente las maloclusiones, debe hacerse una valoración individual para cada diente, considerando la cantidad de superficie radicular expuesta al movimiento sagital. Cuando se intenta mover toda la dentadura, la fuerza promedio aplicada para el maxilar es de 635 gr y para la mandíbula es de 550gr <sup>2-3</sup>, por esta razón se han indicado los sistemas de autoligado que nos ofrecen tratamiento de baja fricción.

Mendoza A. Silva J, reportan información sobre los sistemas de autoligado indicando que estos sistemas de brackets crean baja fricción, permitiendo una mejor mecánica deslizante, no utiliza ligaduras e, incluye diferentes alambres, que han jugado un papel importante incluyendo la reducción de fuerzas, expansión rápida, confort en los labios, facilidad de higiene oral, reducción de las citas y el

tiempo de tratamiento, y además de un menor riesgo de tener carpio para el operador.<sup>11</sup>

## **1.2 Pregunta de investigación.**

¿Cuáles son las ventajas y desventajas que presenta el sistema de autoligado en el tratamiento de ortodoncia?

## **1.3 Justificación.**

Durante el tratamiento de ortodoncia, la principal herramienta con la que se cuenta es la fuerza que se puede generar sobre los dientes por medio de la aparatología y los sistemas mecánicos usados para producir movimiento en los dientes y obtener así resultados en el tratamiento. Dichas fuerzas aplicadas tienen diferentes magnitudes dependiendo las mecánicas que se activen, y van a tener efectos sobre el ligamento periodontal de los dientes, González C y Cols<sup>5</sup>

Es importante conocer las ventajas y desventajas que nos ofrecen los sistemas de autoligado para ofrecer tratamientos integrales, rápidos y seguros, estos brackets de última generación ofrecen un sistema que reemplaza las ligaduras elásticas por arcos de alta tecnología que permiten movimientos de los dientes mucho más rápidos debido a la baja fricción requieren muchos menos ajustes, protegiendo el

sistema periodontal del paciente y ofreciendo tratamientos más cortos y confortables.

#### **1.4 Propósito.**

Teniendo en cuenta que para realizar el tratamiento de ortodoncia se utilizan distintas técnicas con variedad de materiales, es importante conocer las características de dichos materiales para tener mayor control sobre las mecánicas y poder determinar ventajas y desventajas del sistema de autoligado.

#### **1.5 Marco teórico.**

##### **1.5.1 Antecedentes.**

Las maloclusiones son trastornos dentales y esqueléticos de posición y función que pueden conducir a dolor neuromuscular, trastornos del sueño problemas dentales y sociales. La Ortodoncia, en el campo de la odontología se ocupa del estudio y tratamiento de trastornos dentales que proporciona un número de estrategias que tratan de interceptar, evolucionar y corregir la maloclusión. Entre estas estrategias, se encuentra el uso de dispositivos de ortodoncia como el sistema de brackets de autoligado, cuyo objetivo es minimizar la fricción mediante el uso de brackets con sistemas de canales de cierre y no a través de la fijación de elásticos. El primer sistema de autoligado fue descrito en 1935 por Stolzenberg.<sup>15</sup>

En la actualidad, la mayoría de los brackets son de acero inoxidable colados o fresados, y los alambres que predominan son de acero inoxidable, Níquel -Titanio y Beta-Titanio. La fricción aumenta de acuerdo al contenido de titanio en la aleación, a mayor Titanio la reactividad superficial aumenta. Para solucionar este

problema se propuso alternar la superficie de los alambres de Titanio mediante la implantación de los iones superficiales, la implantación de iones de nitrógeno, carbono y otros materiales, han dado resultados satisfactorios. La súper elasticidad de un alambre se origina por tensión a una temperatura constante, cercana a la temperatura oral.<sup>17</sup>

El bracket de autoligado es fabricado completamente en acero inoxidable 17.4 de tecnología MIM (Metal Ingestión Molded). Los mecanismos de deslizamiento de la tapa de fácil uso, permite cambios de arcos sumamente rápido, posee contornos ultra suaves y bordes redondeados para un máximo confort del paciente, el bracket tiene una ranura con cuatro paredes sólidas que facilita un rápido movimiento dentario con baja fricción y máximo control, los bordes del slot 0.022 son redondeados para reducir el binding en deflexiones severas con forma romboidal y base de contornos redondeados con malla optimes xrt que posee una línea vertical grabada en la base que guía a un correcto posicionamiento disminuyendo las fuerzas excesivas durante el tratamiento. Los brackets de los sistemas de autoligado son mecanismos de baja fricción, que producen desplazamiento lingual y gingival reportando significativamente menor fuerza de fricción.<sup>6</sup>

Las aleaciones Beta-Titanio, TMA Ormco, Sybron™, se introdujeron el año de 1980 y contienen un 80% de titanio, 11.5% de molibdeno, 6% de circonio y un 4.5% de estaño, presentan excelente resiliencia, superando al acero en elasticidad, pudiéndose doblar casi dos veces más sin deformación permanente y liberando el 50% menos de fuerza que un alambre de acero son muy utilizadas en los sistemas de autoligado.<sup>11</sup>

### **1.5.2 Fricción.**

La fricción representa la resistencia de un objeto ante fuerzas tangenciales. Actualmente, es una característica que se discute en los sistemas de brackets de autoligado. La fuerza friccional estática se observa al inicio del movimiento mientras que la fuerza friccional cinética es la que resiste el deslizamiento del objeto a la fuerza constante. Los brackets de autoligado activos presionan directamente al alambre y ejercen mayor fricción durante el deslizamiento mecánico, a diferencia de los brackets pasivos donde no se ejerce presión al alambre y disminuye la fricción, por esto, los materiales utilizados en el slot y los alambres son determinantes en el control de la fricción.<sup>16</sup> Se deben tener en cuenta los dos tipos de fricción, la fricción estática, donde la fuerza aplicada se observa al inicio del movimiento y la fricción dinámica donde la fuerza se opone al movimiento de una superficie sobre la otra resistiéndose al deslizamiento del diente sobre una fuerza constante, ya que el movimiento en mecánica de deslizamiento se produce con uno proceso termodinámico casi estático.<sup>11</sup>

Gupta y Ravindra concluyen que la fricción es un factor importante en todas las formas de deslizamiento mecánico, tales como el cierre de espacios, retracción canina en un sitio de extracción, en la nivelación y la alineación donde el alambre debe deslizarse a través de los brackets y tubos. La fricción puede presentarse en dos formas dependiendo el diseño del bracket pasivo o activo siendo la variable principal responsable de la resistencia a la fricción generada durante el movimiento.<sup>11</sup>

Los brackets de autoligado a pesar de tener menor resistencia a la fricción pueden tener menor control comparado con sistemas activos. Estos tipos de brackets autoligables tienen un slot de acero, pero la composición del clip en estos brackets son diferentes y esto tiene una participación importante, ya que mientras los clips de brackets de autoligado Damon son de acero, los clips de In-Ovation R son de Cromo-Cobalto y los de Smart clip de Níquel Titanio, siendo éste último material el que produce un mayor coeficiente de fricción, seguido de Cr-Co y acero. El diseño geométrico de los diferentes brackets longitud, profundidad del slot, y tamaño de bracket influye en los momentos, rotaciones y puntos de contacto que aparecen al hacer movimientos y por lo tanto en los coeficientes de fricción.<sup>11</sup>

Reicheneder, T. y col. Realizaron un estudio donde tomaron varios tipos de brackets metálicos de autoligado Speed, Damon, In-Ovation y Time, Tres tipos de brackets metálicos de ligado convencional Time, Twin Victory y Discovery, y diez brackets de cada tipo fueron ligados a arcos de alambre dentaurum. Los brackets convencionales fueron ligados con módulos elásticos, describieron que las

propiedades friccionales de los brackets dependen principalmente de las dimensiones del arco los brackets metálicos de autoligado con un alambre de  $0.018 \times 0.025$  pulgadas mostraron fuerzas friccionales más bajas que los brackets de ligado convencional, la fricción en brackets de autoligado fue 45-48% más baja con arco 0.18-0.25, en comparación con 0.17-0.25 y 0.19-0.25, la dimensión del arco tuvo una fuerte influencia en la fricción de los brackets de autoligado, con brackets convencionalmente ligados, la dimensión del arco tuvo una influencia mucho menor. Las fuerzas de fricción que surgen del autoligado pasivo fueron significativamente más bajas que las que resultan de la ligadura elástica y metálica.<sup>39</sup>

Voudouris, evaluó las fuerzas de fricción producida a partir de tres combinaciones diferentes de arcos y soportes de autoligado cerámica y metal en la *ranura* o toda de metal, y los soportes conectados convencionalmente en metal o cerámica se evaluaron en un ambiente seco los tres tipos de soportes probados fueron in ovación y damon los soportes fueron videoclip, claridad y ovation, cada soporte se probó con alambre de acero: 0.020, 0.019 x 0.025 y 0.018 x 0.018; el resultado fue que los brackets de autoligado generalmente tenían las más bajas fuerzas de fricción, independientemente de material y el tamaño de alambre y soportes convencionales tenía constantemente fuerzas de mayor fricción, la fricción más baja de todos los soportes fue in ovation, *que* mostró una resistencia de deslizamiento más bajo que los otros soportes de autoligado.<sup>35</sup>

Reicheneder, comparó las propiedades de fricción con soportes de metal, con varios tipos de arcos de diferentes calibres, para los sistemas de autoligado de

acero inoxidable, In ovación y Damón, midiendo deslizamiento, fuerza de fricción y tiempo, comparado con sistemas convencionales, llegando a la conclusión que los soportes de metal de autoligado acero inoxidable producen pequeñas fuerzas de fricción y deslizamiento, con el alambre 0,018 x 0,025, disminuyendo el tiempo de tratamiento, mientras que los soportes convencionales presentan una mayor fricción con alambres de 0,017 "x 0,025" y 0.019 "x 0,025." Concluyendo que los sistemas de autoligado si presentaron menor fricción, y menor tiempo de tratamiento, comparado con sistemas convencionales.<sup>36</sup>

### **1.5.3 Tiempo y comodidad.**

Los autores Nicholas R, David J, describen que colocar la ligadura de un arco de alambre en los tratamientos de ortodoncia es aproximadamente el doble de rápido con los sistemas de auto-ligado comparado con los sistemas convencionales reportando que al abrir un bracket de autoligado el tiempo disminuye por que es más rápido abrir las tapas de los brackets que eliminar un elástico, lo mismo sucede al cerrar un bracket de autoligado que realizar la colocación de un elástico de los brackets convencionales, reduciendo significativamente el tiempo del tratamiento. Esta diferencia en el tiempo entre los sistemas de autoligado y los sistemas convencionales se hizo mayor en etapas más avanzadas del tratamiento al introducir arcos de mayor tamaño, reportando que el tiempo en la consulta, el tiempo del tratamiento disminuyó y la comodidad para el paciente fue mayor con los brackets de autoligado, comparado con los sistemas convencionales.<sup>12</sup>

El sistema de auto-ligado ofrece un control significativamente más rápido y efectivo al realizar el cambio del arco al ser un sistema que no utiliza elásticos, el tiempo se disminuye tanto para la activación y desactivación del sistema de autoligado, reportando un segundo menos al realizar la desactivación y el retiro del arco y dos segundos menos al realizar la activación.<sup>12</sup>

Los sistemas de autoligado. fue de aproximadamente el doble de rápido, al abrir la tapa del bracket fue en promedio de un segundo más rápido la eliminación del arco que el retiro de un elástico de los sistemas convencionales, y el cierre de la tapa del sistema de autoligado fue en promedio dos segundos más rápido que el colocar elásticos en los sistemas convencionales. Esta diferencia en el tiempo entre la colocación de los arcos y la colocación se elásticos, comparando los dos sistemas se hizo mayor para tamaños de arcos más grandes utilizados en las etapas de tratamiento posteriores. El tipo de soporte y el tamaño del alambre utilizado son estadísticamente significativos para la velocidad del tiempo. El sistema de auto-ligado ofrece tratamiento más rápido y más eficiente en la eliminación y colocación de arcos para la mayoría de las etapas de tratamiento de ortodoncia.<sup>12-21</sup>

La disminución del tiempo en el tratamiento y en la consulta se observa con los sistemas de autoligado, al realizar los cambios de arco, comparado con sistemas que usan elásticos, el ahorro de tiempo en la activación i desactivación es mayor, el ligado del arco con autoligado dos veces más rápido que con el convencional, los sistemas de auto ligado ofrecen la más rápida consolidación de los espacios,

expansión de arcos, reportando tratamiento mas cortos y menos doloroso, una completa inserción del alambre en la ranura, asociado con los alambres de modernos materiales son una combinación perfecta para incrementar el tiempo entre una cita y otra del paciente, permitiendo una total expresión del alambre para la nivelación reduciendo el tiempo del tratamiento.<sup>13-28-23</sup>

Divya S, Mala R, y col, realizaron la comparación sobre la eficacia de los tres sistemas modernos de brackets de autoligado., Smart Clip, Damon, In-Ovation, en un estudio prospectivo in vivo dividieron al azar un total de 18 pacientes en tres grupos tratados con Smart Clip, Damon, In-Ovation, la diferencia media en el tiempo de tratamiento entre Smart Clip y Damon fue de 1,3 meses, de Smart Clip e In- Ovation fue 3,2 meses y la diferencia entre Damon e In- Ovation fue de 1,9 meses. No hubo diferencias clínica y estadísticamente significativas en el tiempo de tratamiento y el número de citas con Damon y brackets Smart Clip, hubo una reducción en el tiempo de tratamiento y el número de citas con Damon en comparación con el sistema de brackets de autoligado In- Ovation, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa, los tres sistemas de soporte mostraron una calidad similar en los resultados del tratamiento de ortodoncia. Se puede concluir que Smart Clip y Damon brackets de autoligado fueron más eficientes en la reducción del tiempo de tratamiento y el número de citas que los brackets de autoligado In- Ovation , pero la diferencia no fue estadísticamente significativa.<sup>38</sup>

#### 1.5.4 Salud periodontal.

Los sistemas de autoligados producen menor fricción que los tratamientos convencionales ofreciendo menor fricción mayor deslizamiento utilizando la siguiente formula en su sus sistema: FR, fricción,+ BI, binding, contacto + NO, notching, deformación. Se entiende por Binding que es el contacto entre el alambre y los cantos de la ranura, cuando una fuerza es aplicada y el diente se inclina o el alambre se flexiona promoviendo el contacto del alambre con los cantos de la ranura; Notching cuando el alambre se deforma de forma permanente, el Nothing empieza cuando termina el Binding, lo que indica porque existe una interacción entre el diente, ligamiento periodontal, hueso y fuerzas de masticación que interfieren en el inicio del movimiento.<sup>19-20-21</sup>

Scott, realizó un estudio en 63 pacientes divididos en dos grupos, con Damon y sistemas con ligado convencional sobre la experiencia de dolor, os resultados no mostraron diferencias en los pacientes durante las primeras 4 horas, 24 horas, 3 días y 7 días tras la colocación del aparato con el alambre Damon 0.014 Cu Ni Ti. En otro estudio con 66 pacientes tratados con SmartClip comparado con aparatos convencional Victory, evaluó la experiencia de dolor inicial con un alambre 0.016` NiTi Martensico redondo, reportó que no encontró diferencia alguna. Continuando el estudio con la inserción y remoción de alambres 0.019 x 0.025 NiTi y inserción de alambre 0.019 x 0.025 de acero al final del tratamiento encontró significativamente mayor experiencia de dolor para el grupo del SmartClip, Analizó la experiencia de dolor en el inicio del tratamiento con un alambre 0.014

redondo Cu NiTi, encontró menos dolor para el grupo Damon, siguiendo en la secuencia del tratamiento con el alambre 0.016 x 0.025 Cu NiTi, se presentó significativamente mayor dolor cada vez que se aumentaba el calibre de arco para el sistema Damon, concluyendo que se disminuye la presencia de dolor, por su sistema de baja fricción protegiendo el sistema periodontal del paciente<sup>23</sup>

La fricción aumenta con el aumento del calibre y sección del alambre en la ranura 0.022 y según la combinación entre bracket alambre se observó que el alambre de acero 0.018 x 0.025 presenta el menor índice de fricción, comparado con 4 brackets de autoligado y 3 convencionales<sup>18</sup>. Los brackets de autoligado, al no presentar la fricción provocada por la presión de las ligaduras elásticas o metálicas para mantener el alambre en su sitio activado, permite usar fuerzas más ligeras para el movimiento dental.<sup>19,21</sup>

#### **1.5.5. Torque.**

Para una determinada combinación alambre bracket ranura, la efectividad del torque depende de la unión de las paredes de la ranura con la dureza de la torsión del alambre, la morfología de las extremidades de estos componentes y del método de ligado.<sup>25</sup>

Baccetti, analizó las fuerzas liberadas para cuatro tipos de brackets de auto-ligado de acero inoxidable y dos tipos de sistemas convencionales con ligaduras elastoméricas, cuando se realizó la comparación de tratamientos convencionales

con ligaduras elastoméricas en soportes de acero inoxidable con sistemas de autoligado para evaluar las fuerzas y el torque producido por varios sistemas utilizando arcos de níquel y titanio 0,012 "o 0,014" para realizar movimientos a nivel del canino con desplazamiento apical presento un rango de 1,5 mm a 1,6 mm, concluyendo que cuando se necesita un mínimo desplazamiento apical de 1,5 mm, las diferencias entre los sistemas de baja fricción como los son los brackets de autoligado y lo sistemas convencionales las diferencias en el torque son mínimas y se vuelven significativas cuando se intenta corregir más de tres milímetros.<sup>34</sup>

Comparando los diferentes tipos de brackets: Damon y Speed, y los convencionales Ultramin y Discorery, Fascination y Brilliant, se observó que al insertar un arco de 0.019 x 0.025 de acero se encontró que el bracket convencional presenta un torque de 4,6 mm y el menor torque de 3,5 mm para los sistemas de autoligado, presentando menos torque que los convencionales. El estudio sugiere que los autoligados presentan un momento de torque reducido comparados con los sistemas convencionales. La efectividad del torque depende tanto del tipo de material del bracket como del alambre, del calibre de la ranura y del método de ligar.<sup>25</sup>

Thorstenson y Kusy, estudiaron la resistencia al deslizamiento en 3 brackets de autoligado activos y 3 pasivos, en una ranura 0.022 con un alambre de acero 0.018 x 0.025, para cada bracket, la inclinación ha variado de +9° hasta -9°, en seco y en saliva humana a 34°C, el ángulo crítico para el binding se determinó

para cada bracket, los resultados demostraron que los brackets pasivos presentan un ángulo crítico para el binding mayor, por lo tanto presentan menos fricción que los de clip activo; como consecuencia, se produce una pérdida del control de torque.<sup>26</sup>

En un estudio realizado con los brackets Damon, In-Ovation y Orthos convencional se evaluaron las fuerzas generadas durante la nivelación en movimientos de 1ª y 2ª orden con un alambre 0.014 x 0.025 CuNiTi. Los resultados apuntan que en movimientos de 1ª orden en sentido lingual, el clip activo de In-Ovation, produce una reducción de la fuerza de 40%; para los otros dos no se observaron diferencias, para los movimientos de 2ª orden, los autoligados ejercen 20% menos de fuerzas que los convencionales, probablemente por el espacio del alambre libre dentro de la ranura y de la falta de obstáculos formado por la ligadura en contacto con las alas del bracket. Esto se presenta por las ventajas que ofrecen los alambres de CuNiTi y Beta Titanio de los sistemas de autoligado para el control tridimensional desde el inicio del tratamiento.<sup>27</sup>

Los Brackets de autoligados activos producen una variación de torque clínicamente estable utilizable los sistemas pasivos pasan rápidamente de un bajo torque a un alto torque, presentan un mejor control del torque y un mejor control del alambre dentro de la ranura del bracket que los autoligados pasivos.<sup>26</sup>

### 1.5.6. Dolor.

Scott, realizó un estudio en 63 pacientes divididos en dos grupos, con Damon y sistemas con ligado convencional sobre la experiencia de dolor, los resultados no mostraron diferencias en los pacientes durante las primeras 4 horas, 24 horas, 3 días y 7 días tras la colocación del aparato con el alambre Damon 0.014 Cu Ni Ti. En otro estudio con 66 pacientes tratados con SmartClip comparado con aparatos convencional Victory, evaluó la experiencia de dolor inicial con un alambre 0.016 Ni Ti Martensico redondo, reportó que no encontró diferencia alguna. Continuando el estudio con la inserción y remoción de alambres 0.019 x 0.025 Ni Ti, inserción de alambre 0.019 x 0.025 de acero al final del tratamiento encontró significativamente mayor experiencia de dolor para el grupo del SmartClip, analizó la experiencia de dolor en el inicio del tratamiento con un alambre 0.014 redondo Cu Ni Ti, encontró menos dolor para el grupo Damon, siguiendo en la secuencia del tratamiento con el alambre 0.016 x 0.025 Cu Ni Ti, se presentó significativamente mayor dolor cada vez que se aumentaba el calibre de arco para el sistema Damon, concluyendo que se disminuye la presencia de dolor, por su sistema de baja fricción protegiendo el sistema periodontal del paciente.<sup>23,29</sup>

Las fuerzas de fricción que surgen del autoligado pasivo fueron significativamente más bajas que las que resultan de la ligadura elástica y metálica reduciendo el dolor durante el tratamiento.<sup>39</sup>

La inserción y extracción de arcos rectangulares pueden dar lugar a una experiencia de dolor y este se realza con el sistema de autoligado SmartClip Se

observa una amplia variación en la magnitud de los momentos ejercidos por los brackets de autoligado y los convencionales evidenciando que la corrección en la rotación de los dientes, está relacionada con la geometría del arco dental, la posición de los dientes, y la rigidez de la pieza de cierre sobre la ranura del bracket.<sup>27</sup>

### **1.5.7 Reabsorción**

La aplicación de las fuerzas durante el tratamiento de ortodoncia es uno de los aspectos más difíciles de controlar en ortodoncia, el movimiento del diente es principalmente un fenómeno del ligamento periodontal. La cuantificación de la tensión en el ligamento periodontal es importante porque el estrés en este tejido se transfiere a los alvéolos que resulta en la remodelación ósea y posteriormente al movimiento del diente.<sup>26</sup>

Lee propuso un rango óptimo de estrés desde 150-260 gm/cm<sup>2</sup> (0,015 hasta 0,026 N/mm<sup>2</sup>) estaban obligados a producir movimientos dentales ideales, que se obtienen dividiendo las fuerzas aplicadas a la corona del diente por la zona de la superficie radicular.<sup>27</sup>

La reabsorción radicular inflamatoria inducida por la ortodoncia es una consecuencia patológica inevitable del movimiento dental ortodóntico. Se puede definir como un trastorno iatrogénico impredecible que se produce después del tratamiento de ortodoncia, por lo que la porción de raíz apical reabsorbida se sustituye con el hueso normal.

Es un proceso inflamatorio que es extremadamente complejo y que implica diversos componentes, incluyendo fuerzas mecánicas, las raíces de los dientes, los huesos, las células, y ciertos mensajeros biológicos conocidos.<sup>28</sup>

El movimiento de los dientes en ortodoncia se ha definido como el resultado de las diversas respuestas biológicas a las interferencias en el equilibrio fisiológico del complejo dentofacial por una fuerza aplicada externamente. Sin embargo, la búsqueda de la fuerza de ortodoncia óptima aún no ha llegado a su fin.

La teoría clásica de esta interacción es la teoría de la presión y tensión que indica que al aplicar una fuerza de ortodoncia genera un lado de presión y un lado de tensión dentro del ligamento periodontal. La existencia de tales presiones diferenciales ha sido cuestionada desde entonces, y el enfoque biológico ha sido desplazado al efecto inicial de la cepa celular y a los posteriores procesos biológicos.<sup>30</sup>

Un objetivo principal en el tratamiento de ortodoncia es ejercer una fuerza continua para garantizar el movimiento efectivo del diente con un mínimo de efectos secundarios tales como la reabsorción de la raíz y el hueso, que a su vez afecta negativamente al diente.<sup>31</sup>

Durante el movimiento de ortodoncia, en la fase de alineación, nivelación y en la mecánica de deslizamiento durante el cierre del espacio, la situación deseable es que debería haber poca o ninguna fricción en la interface bracket arco controlando la fuerza y protegiendo al sistema periodontal de la reabsorción.<sup>33</sup>

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo general**

Identificar por medio de revisión de literatura las ventajas y desventajas de los sistemas de autoligado.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Describir los sistemas de autoligado
- Definir riesgos y beneficios de los sistemas de autoligado

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Tipo de estudio.**

Revisión de literatura

### **2.2 Objeto de estudio.**

Ventajas y desventajas de los sistemas de autoligado

## **2.3 Material objeto de estudio.**

Artículos científicos.

## **2.4 Unidades temáticas**

**Unidad temática 1:** Sistemas de Autoligado

**Unidad temática 2:** Ventajas y desventajas de los sistemas de Autoligado

**Unidad temática 3:** Riesgos y beneficios de los sistemas de Autoligado

## **3. RESULTADOS**

**Sistemas de autoligado:**

**Sistema de autoligado Damon**

El sistema Damon con nuevos conceptos en la biología del movimiento dentario, no utiliza ligaduras. Las brackets Damon presentan un mecanismo deslizante que incorpora los arcos al cerrar una tapa o compuerta sin generar mayor fricción al realizar la activación. El Sistema Damon permite a las fuerzas ligeras trabajar junto con los músculos faciales, músculos de la lengua, los huesos y el resto de los tejidos, es un bracket de auto ligado pasivo que sostiene el arco por medio de un mecanismo que no lo presiona contra el fondo del slot, minimizando la fricción, el lumen de la ranura es más grande, permitiéndole al arco corregir con mayor

libertad las rotaciones y el apiñamiento dentro de los límites biológicos del paciente.<sup>4-13</sup>

El autoligado pasivo disminuye en gran forma la fricción y posibilita el uso de fuerzas muy suaves con mayor precisión. Estos factores eliminan el uso de aparatología adicional en los tratamientos, definiendo la "simplicidad" del sistema Damon. Se facilita el movimiento dentario y el desarrollo de "maxilares estrechos". Arcos dentarios de tamaño y forma adecuada para cada persona, permiten la correcta ubicación de todas las piezas dentarias sin necesidad de realizar extracciones en la mayoría de los casos, con grandes beneficios biológicos y estéticos para los pacientes.<sup>9-21</sup>

Los arcos Damon de alta tecnología con extraordinaria elasticidad y gran memoria frente a la deformación, aseguran el uso de fuerzas ligeras y constantes, cuando son expuestos a grandes flexiones en aquellos casos con piezas dentarias con un apiñamiento severo o que presentan falta de desarrollo en los arcos. El rango de fuerzas del sistema Damon permite integrar la fuerza de los músculos orales y faciales como lengua, labios y mejillas que participan activamente durante el tratamiento.<sup>4-12-20</sup>

El bracket Damon es fabricado completamente en acero inoxidable (Metal Injection Molded). Los mecanismos de deslizamiento de la tapa de fácil uso, permite cambios de arcos sumamente rápido, posee contornos ultra suaves y bordes redondeados para un máximo confort del paciente, ranura con cuatro paredes sólidas que facilita un rápido movimiento dentario con baja fricción y máximo control. Los bordes del slot 0.022 están redondeados para reducir el binding en

deflexiones severas, con forma romboidal y base de contornos redondeados con malla Optimesh XRT que posee una línea vertical grabada en la base que guía a un correcto posicionamiento. Tapa deslizante profunda y con un tope facilitando la inserción de los arcos, los brackets Damon tienen la tapa que se desliza y crea un espacio en el cual no se invade el slot.<sup>4-2-33</sup>

### **Sistema de autoligado In Ovation**

Los brackets In-Ovation R y los estéticos In-Ovation C autoligables tienen la ventaja de ser interactivos durante el tratamiento ortodóntico, al actuar el bracket-arco contra el diente para su movimiento continuo provoca la no fricción por el Clip flexible en su diseño eliminando al máximo la reabsorción radicular, desarrollando un concepto nuevo en el campo de los tratamientos llamados (ISL system) "Interactive Self-Ligating Fixed Appliances System" Sistema de aparatología fija autoligable interactiva.<sup>19</sup>

Berger y Orth hallaron que hay una reducción significativa de los niveles de fuerza necesarios para deslizar el arco en los brackets de auto ligado con respecto a los brackets convencionales; los brackets de autoligado In-Ovation tienen un clip como mecanismo de cierre, y son brackets de auto ligado activo, independiente del tipo de ligadura (ligadura metálica o elástica) e independiente del tipo de arco utilizado, los brackets In-Ovation son brackets, de bajo perfil, con buen tamaño y resistencia, con poca o ninguna fractura de los clips de cierre, algunos estudios realizados reportan que algunos brackets son difíciles de abrir; comúnmente en el

arco inferior donde hay menos visibilidad. Esto también incrementa los excesos de resina gingivales.<sup>16-17</sup>

Los brackets In-Ovation, que no solamente son brackets autoligables, también son interactivos y estéticos, El bracket In-Ovation R (metálico reducido) y C (Cerámico autoligante interactivo) son dos brackets que ayudarán a realizar tratamientos más cortos, con menos visitas, con menos molestias para sus pacientes y con menores cargas que reducirán los efectos secundarios una vez retirado el aparato.<sup>19-21</sup>

Los sistemas de autoligado In Ovation Interactivos brindan también muy baja fricción en los momentos iniciales del tratamiento, donde se hace menos doloroso corregir los apiñamientos, nivelando, alineando y desrrotando, conformados los arcos dentarios su clip interactivo presiona el arco hacia el fondo del slot, expresando toda la prescripción de la aparatología, logrando así las correctas posiciones dentales, el clip y el arco en contacto generan muy baja fricción, debido principalmente a la aleación que compone el clip y a la cobertura de flúor que posee el mismo, con la finalidad de reducir la tensión superficial, facilitar la apertura, cierre y disminuir la adhesión de placa bacteriana.<sup>12-13-28</sup>

### **Sistema de autoligado Smart Clip**

El mecanismo de autoligado de los brackets SmartClip™ consiste en dos clips de Nitinol que se abren y cierran mediante la deformación elástica del material cuando el arco ejerce una fuerza sobre el clip, el bracket carece de tapa o

trampilla de cierre móvil, la característica de no tener puertas o trampillas móviles puede eliminar problemas como el bloqueo de la trampilla, apertura espontánea, formación de placa, etc., que se asocian a otros tipos de brackets autoligables, el clip se cierra automáticamente y mantiene el arco en la ranura, para simplificar el proceso de entrada y salida del arco en la ranura del bracket se ha diseñado un instrumento especial, dado que se dispone de un diseño de bracket gemelar verdadero, el profesional tiene la opción de insertar selectivamente el arco en uno solo de los clips cuando los dientes están muy rotados, además este diseño de bracket con aletas, permite como opción el uso de las ligaduras tradicionales por parte del clínico.<sup>25-27</sup>

El sistema de autoligado facilita el uso de ligaduras elásticas en cadeneta cuando se requiera en el cierre de espacios, diseño del clip de Nitinol Cada bracket lleva incorporados dos clips de Nitinol, el diseño cuidadoso de la geometría del clip asegura una resistencia adecuada a la fatiga para las fuerzas de entrada y salida del arco. Para predecir las fuerzas y la distribución de la tensión deformación durante la entrada y salida del arco.<sup>28</sup>

Los brackets de auto ligado activo ejercen presión y lleva el arco al fondo del slot. Este clip potencialmente activo será pasivo e irrelevante a menos que el diente se encuentre en malposición hacia lingual, con respecto al diente adyacente en fases con arcos de poco calibre. En arcos de mayor calibre, superior a 0,018" el clip será activo aun cuando el arco entre pasivo por la completa alineación y nivelación de los dientes; y aún más en arcos rectangulares teniendo un mayor control del movimiento y produciendo una baja fricción.<sup>35,38</sup>

## **Ventajas y desventajas de los sistemas de autoligado**

Divya S, Mala R, realizaron la comparación sobre la eficacia de los tres sistemas modernos de brackets de autoligado., Smart Clip, Damon, In-Ovation, en un eestudio prospectivo in vivo dividieron al azar un total de 18 pacientes en tres grupos tratados con Smart Clip, Damon, In-Ovation. La diferencia media en el tiempo de tratamiento entre Smart Clip y Damon 2 fue de 1,3 meses, de Smart Clip e In- Ovation fue 3,2 meses y la diferencia entre Damon, e In- Ovation fue de 1,9 meses. Entre los tres grupos no hubo diferencias clínica y estadísticamente significativa en el tiempo de tratamiento y el número de citas con Damon y brackets Smart Clip, hubo una reducción en el tiempo de tratamiento y el número de citas con Damon en comparación con el sistema de brackets de autoligado In-Ovation , pero la diferencia no fue estadísticamente significativa.<sup>38</sup>

### **Ventajas:**

Las propiedades friccionales de los brackets dependen principalmente de los materiales, la forma de los brackets y las dimensiones del arco, los brackets de autoligado mostrarán fuerzas friccionales más bajas que los brackets de ligado convencional.<sup>21</sup>

La dimensión del arco presenta una fuerte influencia en la fricción de los brackets de autoligado que con brackets convencionalmente ligados, mostrando que la dimensión del arco tuvo una influencia mucho menor.<sup>28</sup>

La fuerza de baja fricción permite una respuesta de remodelación periodontal, generando áreas más pequeñas de hialinización que promueven movimientos rápidos, eficientes y un menor tiempo de tratamiento ortodóncico.<sup>22</sup>

La disminución del tiempo al no utilizar elásticos hace que el control sea más rápido por lo que la activación se realiza solo con abrir y cerrar las tapas de los brackets.<sup>17</sup>

La limpieza es más fácil porque la acumulación de placa bacteriana alrededor del bracket disminuye significativamente y contribuye a reducir el riesgo de manchas blancas en el esmalte manteniendo una buena salud periodontal.<sup>25</sup>

El movimiento de los dientes es más rápido, y menos doloroso mejora la sonrisa del paciente por proporcionar mayor amplitud de los arcos, evita muchas extracciones, las visitas son cortas, y la salud periodontal del paciente es bastante estable por la facilidad de limpieza durante el tratamiento, comparada con sistemas convencionales.<sup>20</sup>

El sistema de autoligado al ejercer fuerzas más ligeras sobre los dientes, es posible alinear sin necesidad de realizar extracciones debido a que se puede presentar una remodelación de hueso más rápida, la decisión de realizar la extracción de dientes y no hacerlo, debe ser después de realizar un adecuado diagnóstico y plan de tratamiento con parámetros muy bien establecidos para ofrecerle al paciente el mejor de los resultados sin comprometer la integridad de los dientes y su salud periodontal.<sup>22</sup>

Al no utilizar elásticos la reducción de la fricción durante la nivelación y alineación y el cierre de los espacios, proporciona un deslizamiento mayor, y una menor resistencia entre el alambre y el soporte, reduciendo el tiempo total de tratamiento, y mejora la higiene oral del paciente.<sup>19</sup>

Disminución en el tiempo total de tratamiento, fuerzas más biológicas y por consiguiente menos riesgo de enfermedad periodontal,<sup>25</sup>

Elimina la necesidad de hacer extracciones de dientes permanentes para ganar espacio, expandiendo las arcadas dentarias en pacientes con apiñamiento moderado.<sup>4</sup>

El tiempo es un factor importante ya que los sistemas de autoligado permiten que las visitas del paciente a su control se puedan realizar en períodos más largos debido a que no requiere de tantos ajustes, el dolor después de cada control disminuye debido a la baja fricción de los brackets de autoligado.<sup>4-28</sup>

Los Brackets de autoligados activos producen una variación de torque clínicamente utilizable más grande, los pasivos pasan rápidamente de poco torque a alto torque, presentan un mejor control del torque y un menor juego del alambre dentro de la ranura que los autoligados pasivos.<sup>2</sup>

Los brackets autoligados favorecen la higiene y disminuyen el tiempo de sillón para remover el alambre, al no utilizar ligaduras elásticas, ligaduras reportan que es una de las ventajas más importante para el grupo de los autoligados.<sup>19</sup>

El completo encaje del alambre y baja fricción sólo es posible con los brackets de autoligado proporcionando tratamientos más cortos, menos molestos y con movimientos biológicamente correctos.<sup>16</sup>

### **Desventajas:**

El tiempo para el cierre de espacios entre Brackets autoligados Damon, In Ovation, y SmartClip no presentan diferencias significativas con otros sistemas convencionales.<sup>4,17</sup>

En muchas maloclusiones, los objetivos del tratamiento pueden ser logrados sin extracciones en la dentición permanente sin embargo en algún porcentaje la mayoría de los ortodoncistas están de acuerdo en que los objetivos de tratamiento no pueden ser alcanzados de manera satisfactoria sin las extracciones, como lo es el caso de apiñamiento severo, biprotrusión, descompensación para cirugía, compensación para camuflaje, pérdidas prematuras por traumas o caries, donde se recomienda extracciones de premolares como se realiza en los sistemas convencionales por lo que no existiría una diferencia significativa frente a los sistemas de autoligado.<sup>19</sup>

Otros estudios apuntan que Brackets de autoligado no son más eficientes para eliminar el apiñamiento dentario severo, por lo que es necesario realizar exodoncias como en los sistemas convencionales.<sup>16,20</sup>

Se debe tener en cuenta que la extracción de dientes permanentes no tiene relación con el tipo de brackets o técnica de ortodoncia que se utilizan para realizar el tratamiento, a pesar de que es posible expandir en pequeña proporción las arcadas, para lograr más espacio y para alinear unos dientes con apiñamientos o malposiciones, debemos saber que si esta expansión se realiza en exceso puede causar serios problemas periodontales a largo plazo.<sup>27-28</sup>

## **Riesgos y beneficios de los sistemas de autoligado**

### **Riesgos:**

Las variables biológicas que influyen en la fricción se deben tener en cuenta ya que favorecerían a la enfermedad periodontal y a un fracaso en el tratamiento de ortodoncia, factores simples como la acumulación de residuos sobre la superficie del alambre y la biodegradación del bracket después de su uso intraoral a lo largo del tratamiento de ortodoncia y la biodegradación que sufren los materiales como son la corrosión, fatiga estructural y deformación plástica, son producidos por diferentes niveles de biofilm que son registrados en la superficie del alambre después de varias semanas de uso, donde la acumulación de residuos en la superficie de los alambres pueden aumentar la fricción y el riesgo de presentar

enfermedad periodontal, por lo que se debe tener un control en estos pacientes que no tienen una buena higiene oral afectando el tratamiento y presentando enfermedad periodontal lo que impediría continuar con el tratamiento de ortodoncia.<sup>19</sup>

A pesar de que es posible expandir en pequeña proporción las arcadas con los sistemas de autoligado se debe tener un gran control, ya que si esta expansión se realiza en exeso puede causar serios problemas periodontales a largo plazo para el paciente.<sup>27-28</sup>

Un mal diagnostico podría llevar al profesional a incurrir en una iatrogenia, por lo que se debe realizar un estudio minucioso en cada paciente con el fin de ofrecer no solo comodidad, menor tiempo y estética en el tratamiento, para poder realizar tratamientos seguros, confiables, que ofrezcan salud y estabilidad periodontal.

### **Beneficios:**

Los brackets autoligados favorecen la higiene y disminuyen el tiempo de sillón para remover el alambre, al no utilizar ligaduras elásticas, reportando que es una de las ventajas más importante para el grupo de los autoligados.<sup>19</sup>

La fuerza de baja fricción permite una respuesta de remodelación periodontal, generando áreas más pequeñas de hialinización que promueven movimientos rápidos, eficientes y un menor tiempo de tratamiento ortodóncico.<sup>22</sup>

El completo encaje del alambre y la baja fricción con los brackets de autoligado permite realizar tratamientos más cortos, menos molestos y con movimientos biológicamente correctos.<sup>16</sup>

Las características de los sistemas de autoligado proporcionan bajos niveles de fricción en mecánica de deslizamiento, permitiendo realizar tratamientos en menor tiempo y evitando el riesgo de enfermedad periodontal.<sup>4</sup>

El movimiento de los dientes es más rápido, y menos doloroso mejora la sonrisa del paciente por proporcionar mayor amplitud de los arcos, evita muchas extracciones, las visitas son cortas, y la salud periodontal del paciente es bastante estable por la facilidad de limpieza durante el tratamiento, comparada con sistemas convencionales.<sup>20</sup>

En muchas maloclusiones, los objetivos del tratamiento pueden ser logrados sin extracciones en la dentición permanente sin embargo en algún porcentaje la mayoría de los ortodoncistas están de acuerdo en que los objetivos de tratamiento no pueden ser alcanzados de manera satisfactoria sin las extracciones en la dentición permanente, como lo es el caso de apiñamiento severo, biprotrusión, descompensación para cirugía, compensación para camuflaje, pérdidas prematuras por traumas o caries, donde se recomienda extracciones de premolares como se realiza en los sistemas convencionales por lo que no existiría una diferencia significativa frente a los sistemas de autoligado.<sup>22</sup>

#### **4. CONCLUSIONES.**

El tratamiento con sistemas de autoligado al ser de baja fricción, ofrece resultados significativamente más rápidos y más reproducibles, mantienen estabilidad en la salud periodontal y la satisfacción de los pacientes es mayor que con los sistemas convencionales.

Todos los sistemas de autoligado mostraron una calidad similar en los resultados del tratamiento de ortodoncia, se puede concluir que Smart Clip y Damon brackets de autoligado son más eficientes en la reducción del tiempo de tratamiento y el número de citas que los brackets de autoligado In- Ovation.

El movimiento de los dientes es más rápido, y menos doloroso mejora la sonrisa del paciente por proporcionar mayor amplitud de los arcos, evita muchas extracciones ,las visitas son cortas, y la salud periodontal del paciente es bastante estable por la facilidad de limpieza durante el tratamiento, comparada con sistemas convencionales.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mérida I. Movimiento ortodóntico y sus factores modificantes. Revisión bibliográfica. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría. 2011;1-23.
2. Steven B, Daskalogiannakis J, Bryan D. Thompson A study of the frictional characteristics of four commercially available self-ligating bracket systems. Eur J Orthod. 2008;30:645-53.
3. Pantoja E, Avila V, Reyes H. Determinación de la pérdida de fuerza y longitud de Cadenas Elastomericas en cultivos bacterianos, Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría. 2012:1-19.
4. Peter G, Robert J. Rusvelt L. A clinical trial of damon 2 vs convetional twin brakets during initial alignment; angle orthodontic. 2006;76 (3):480-485.
5. Gonzalez C y Cols. Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños ortodónticos. Colegio odontológico colombiano, Área de educación avanzada y continuada Postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar, 2012.
6. Wook H, Seung H. Friction properties according to vertical and horizontal tooth displacement and bracket type during initial leveling and alignment. Angle Orthod. 2011;81:653–661.
7. Nieto M, Barrera J, González E, Parra I, Rodríguez A. Comparación de la resistencia al deslizamiento en brackets de autoligado y brackets convencionales

ligados con ligadura elastomérica convencional y ligaduras de baja fricción. Rev Fac Odontol Univ Antioquia. 2012;23(2):192-206.

8. Cacciafesta V. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic selfligating brackets in various bracket-archwire combinations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124:395-402.

9. Cacciafesta V. Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124:403-9.

10. Teramoto A. Estudios histológicos de las aleaciones de níquel-titanio superelásticas. Ortodoncia Actua.l 2007;12(3):30-37.

11. Mendoza A. Silva J. Fuerza friccional en brackets de autoligado pasivo. Revista latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria "Ortodoncia.ws edición electrónica. Abril 2011.

12. Nicholas R, David J. Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: Effects of archwire size and material.Aof Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2007;131:395–399.

13. Nicolaos P, Peter G. Treatmant Efficiency with Self\_Ligating Brackets: The Clinical Evidence. Seminars in Orthodontics. 2010; 16(4):258-265.

14. Nigel Harradine. The History and Development of Self-Ligating Brackets Nigel Harradine. Seminars in Orthodontic. 2008; 14(1):5-18.

15. Stolzenberg J. The Russell attachment and its improved advantages. *Int J Orthod Dent Children*. 2005;21:837–840.
16. Steven B, Daskalogiannakis J, Bryan D. Thompson A study of the frictional characteristics of four commercially available self-ligating bracket systems. *Eur J Orthod*. 2008;30:645-53.
17. Picchioni M. Análise comparativa dos níveis de fricção em brackets convencionais e autoligados Dissertação de mestrado. São Bernardo do Campo. Universidade Metodista de São Paulo. 2007:93.
18. Harradine N. Self-ligating brackets: where are we now?. *Journal Orthod*. 2003;3:262-73.
19. Nieto M, Barrera J, González E, Parra I, Rodríguez A. Comparación de la resistencia al deslizamiento en brackets de autoligado y brackets convencionales ligados con ligadura elastomérica convencional y ligaduras de baja fricción. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2012;23:192-206.
20. Daniel J, Rinchusea P, Miles G. Self-ligating brackets: Present and future .*Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;13:216-22.
21. Scott P, Sherriff M, Dibise A, Cobourne M. Perception of discomfort during initial orthodontic tooth alignment using a self-ligating or conventional bracket system: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod*. 2008;3:227-32.

22. Pandis N, Nasika M. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:646-51.
23. Lorenzo F, Tiziano B, Matteo C, Ersilia B. Forces released during sliding mechanics with passive selfligating brackets or non conventional elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008:133-87
24. Burrow S. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;147:442-7.
25. Morina E, Eliades T, Nikolaos P. Torque expression of self-ligating brackets compared withconventional metallic, ceramic, and plastic brackets. *Eur J Orthod.* 2008;30:233-8.
26. Thorstenson G, Kusy R. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:472-82
27. Fleming P, Dibise A, Lee R. Pain experience during initial alignment with a self-ligating and a conventional fixed orthodontic appliance system. A randomized controlled clinical trial. *Angle Orthod.* 2009;79:46-50.
28. Nikolaos P, Nasika M, Theodore E. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:646-51

29. Hemanth M, Siddharth D. Orthodontic Force Distribution: A Three-dimensional Finite Element Analysis World Journal of Dentistry. 2010;3:159-162.
30. Asano M, Yamaguchi M, Nakajima R , Fujita S, Utsunomiya T. Induced by excessive orthodontic force mediates odontoclastogenesis in periodontal tissues, Oral Diseases. Journal of Dentistry. 2011;17:489–498.
31. Leeuwen E, Kuijpers A, Von den Hoff J, Wagener F, Maltha J. Rate of orthodontic tooth movement after changing the force magnitude: an experimental study in beagle dogs. Orthod Craniofac Res. 2010;13:238–245.
32. Mirhashemi A, Saffarshahrudi A, Sodagar A. Force-Degradation Pattern of Six Different Orthodontic Elastomeric Chains. Journal of Dentistry university of Medical Sciences. 2012;4:9-15.
33. Ramos F, Scudeler S, Malanconi C V. Effect of elastomeric ligatures on frictional forces between the archwire and orthodontic bracket. Journal Oral. 2012; 3:41-45.
34. Baccetti T, Franchi L, Camporesi M. Forces produced by different support systems or unconventional ligation apical alignment during displacement of teeth. Angle Orthod, 2009;79(3):533-539.
35. Voudouris J, Schismenos C, Lackovic K. Aesthetic self-ligating brackets with low frictional resistance. Angle Orthod. 2010;80(1):188-194.

36. Reicheneder C, Gedrange T, Berrisch S, Faltermeier A. Convencionalmente ligated metal ligating brackets against a comparative study. *European Journal of Orthodontics*. 2008;30:654-660.
37. Ehsani S, Mandich, M. frictional resistance in self-ligating brackets and conventional brackets linked. *Angle Orthod*. 2009;79(3):592-601.
38. Divya S, Manoha M, Litesh S, Shivaprakash G. An Evaluation of Efficiency and Effectiveness of Self-ligating Bracket Systems: A Prospective Clinical Study, *The journal of indian orthodontic society*. 2013;2:75-82.
39. Reicheneder T, Gedrange S, Berrisch P, Proff U. Conventionally ligated versus self-ligating metal brackets. a comparative study, *European Journal of Orthodontics*. 2008;30:654-660.