

L.O. JUDITH CAROLINA MÉNDEZ GARCÍA

COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE TORQUE QUE EXPRESAN LOS BRACKETS DE AUTOLIGADO CON UN ARCO 0.020 X 0.020" : CON COMPUERTA ÍNTEGRA, CON COMPUERTA DAÑADA Y CERRADA CON MÓDULOS ELÁSTICOS O CON LIGADURA METÁLICA.

2026



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

**“COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE TORQUE QUE EXPRESAN LOS BRACKETS DE AUTOLIGADO CON UN ARCO 0.020 X 0.020”:
CON COMPUERTA ÍNTEGRA, CON COMPUERTA DAÑADA Y
CERRADA CON MÓDULOS ELÁSTICOS O CON LIGADURA
METÁLICA.”**

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

Presenta:

L.O. Judith Carolina Méndez García

Dirigido por:

C.D.E.O. Claudia Vanessa Álvarez García

Querétaro, Qro. a 14 de abril de 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Ortodoncia

“Comparación de la cantidad de torque que expresan los brackets de autoligado con un arco 0.020 x 0.020”: con compuerta íntegra, con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos o con ligadura metálica.”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Ortodoncia

Presenta:

L.O. Judith Carolina Méndez García

Dirigido por:

C.D.E.O. Claudia Vanessa Álvarez García

C.D.E.O. Claudia Vanessa Álvarez García
Presidente

C.D.E.O. Ma. de Lourdes Arvizu Valencia
Secretario

C.D.E.O. Verónica Reyes Resendiz
Vocal

Dra. en C. Elisa Rebeca Ascencio Renteria
Suplente

Dra. Gissela del Sagrario Serrano Hernandez
Suplente

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. A 14 de abril de 2026
México

Resumen

Introducción: Los brackets de autoligado tienen un diseño para reducir la fricción mediante su mecanismo de cierre con clips o compuertas metálicas, sin embargo, en ciertas ocasiones dicha compuerta se daña y pierde su funcionalidad principalmente por la acumulación de placa dentobacteriana en la superficie del bracket lo que dificulta su apertura, por lo anterior, el clínico se ve en la necesidad de utilizar módulos elásticos o ligaduras metálicas para mantener el arco dentro del slot convirtiéndose en un sistema de ligado convencional y poniendo en riesgo la capacidad de dicho bracket para expresar el torque que indica la prescripción CCO.

Objetivo: Determinar cuáles brackets de autoligado CCO expresan menor cantidad de torque con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020", los que tienen compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos, los que tienen compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

Material y métodos: Se realizó un estudio experimental *in vitro*, en el que se compararon 60 brackets de autoligado CCO divididos en 3 grupos; 20 brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra, 20 brackets de autoligado con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos y 20 con ligadura metálica, se evaluó la expresión de torque con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020" mediante el método de Andrews. Se realizó el análisis estadístico con la prueba ANOVA. *Post hoc* prueba Tukey.

Resultados: Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre los 3 grupos, sin embargo, cuando se compara brackets de autoligado con compuerta íntegra y compuerta cerrada con ligadura metálica hay diferencia estadísticamente significativa, así mismo cuando se compara contra compuerta cerrada con módulos elásticos. No así en la comparativa de compuerta cerrada con ligadura metálica y módulos elásticos.

Conclusiones: Los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una menor cantidad de torque y el mejor método de ligado cuando la compuerta no es funcional es con ligadura metálica.

(Palabras clave: brackets de autoligado, torque, CCO, compuerta dañada)

Summary

Introduction: Self-ligating brackets are designed to reduce friction through their closing mechanism with clips or metal gates, however, in certain cases said gate is damaged and loses its functionality mainly due to the accumulation of dental plaque on the surface of the bracket, which makes it difficult to open. Therefore, the clinician is forced to use elastic modules or metal ligatures to keep the arch within the slot, becoming a conventional ligation system and putting at risk the capacity of said bracket to express the torque indicated by the CCO prescription. **Objective:** To determine which CCO self-ligating brackets express the least amount of torque with a Bio impulse 0.020 x 0.020" archwire: those with a damaged gate closed with elastic modules, those with an intact gate, or those with a damaged gate closed with a metal ligature. **Materials and methods:** An in vitro experimental study was conducted, in which 60 CCO self-ligating brackets were compared, divided into 3 groups; 20 CCO self-ligating brackets with an intact gate, 20 self-ligating brackets with a damaged gate closed with elastic modules, and 20 with a metal ligature. Torque expression was evaluated with a Bio impulse 0.020 x 0.020" archwire using the Andrews method. Statistical analysis was performed using the ANOVA test. Post hoc Tukey test. **Results:** A statistically significant difference was found between the three groups; however, a statistically significant difference was found when comparing self-ligating brackets with a full gate and those with a closed gate and a metal ligature. This was also the case when comparing closed gates with elastic modules. This was not the case when comparing closed gates with metal ligature and those with elastic modules. **Conclusions:** Self-ligating brackets with a damaged gate and those with a closed gate and elastic modules exerted less torque, and metal ligature was the best method for ligating brackets when the gate was non-functional.

(Key words: Self-ligating brackets, torque, CCO, damaged door)

Dedicatorias

A mi Abuela Adela:

Aunque no está presente físicamente en este momento, tengo la certeza que se siente orgullosa de cada uno de mis logros.

A mis padres:

Rosa María García y Juan Manuel Méndez, sé el gran esfuerzo que hicieron para permitirme seguir mis sueños, aún en la distancia siempre estuvieron presentes en mis pensamientos, este logro es también de ustedes.

A mi pareja:

Óscar Valenzuela, por brindarme su apoyo y amor incondicional en todo momento, eres parte importante de este logro.

A mi hermana y sobrinos:

Mariela, Camila Sofia y Eric Manuel, siempre luchen por sus sueños que nada los detenga, siempre contarán conmigo para todo.

Agradecimientos

A Dios:

Por permitirme cumplir este sueño, por cuidarme y no soltarme en cada uno de mis pasos.

A mi mamá:

Por siempre estar para mí, por ser ese ejemplo de fortaleza, te agradezco por siempre llevarme por el camino del estudio se cada vez querer saber más y más. Te quiero mucho y te admiro demasiado, y no tengo palabras para agradecer todo lo que me has dado.

A mi papá:

Por siempre creer en mí y apoyarme en todas mis locuras, por alentarme a perseguir mis sueños, por soltarme a pesar de que estaríamos a más de 1000km de distancia, de verdad gracias por todo. Te quiero mucho y mi admiración por siempre.

A mi Óscar:

Por ser esa persona tan especial que siempre cree en mí, a pesar de que ni yo misma lo hacía, gracias por cada palabra de aliento en esos momentos de estrés, gracias por siempre escucharme y guiarme tratando de dar solución a cada uno de los que yo llamaba problemas. De verdad que fuiste un pilar muy importante en este camino, te admiro demasiado y estoy muy feliz de iniciar esta bonita profesión a tu lado.

A la Dra. Claudia Álvarez:

Por brindarme su apoyo en esta investigación, por guiarme en este complicado camino de la ortodoncia y por ser una excelente docente.

Al Dr. Rubén Domínguez:

Por ayudarme y facilitarme cada una de las herramientas para la realización de este estudio.

A mis compañeros y docentes de la UAQ:

Por orientarme, y hacer de este camino algo mucho más fácil.

Índice

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vi
Abreviaturas y siglas	vii
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Fundamentación teórica	5
IV. Hipótesis	16
V. Objetivos	17
V.1 Objetivo general	17
V.2 Objetivos específicos	17
VI. Material y métodos	18
VI.1 Tipo de investigación	18
VI.2 Población o unidad de análisis	18
VI.3 Muestra y tipo de muestra	18
VI.4 Técnicas e instrumentos	19
VI.5 Procedimientos	20
VII. Resultados	29
VIII. Discusión	31
IX. Conclusiones	35
X. Propuestas	36
XI. Bibliografía	37

Índice de cuadros

Cuadro		Página
VII.1	Comparación de la diferencia entre la expresión de torque inicial y la expresión de torque con un arco 0.020 x 0.020 Bio-impulse en brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra y con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica o módulos elásticos.	29
VII.2	Comparación de la expresión de torque <i>Post hoc</i> entre grupos	30

Abreviaturas y siglas

CCO: Complete Clinical Orthodontics
b-Ti: beta Titanio
NiTi: Níquel Titanio
CuNiTi: Cobre Níquel Titanio
TMA: Titaniomolibdeno
OMS: Organización Mundial de la Salud
": pulgadas
°: grados

I. Introducción

La característica principal de los brackets de autoligado es el mecanismo de cierre mediante compuertas metálicas, diseñados para reducir la fricción y, por lo tanto, mejorar la eficiencia y comodidad del tratamiento de ortodoncia. Se observa que el sistema, al evitar el uso de módulos elásticos o ligadura metálica individual, permite un control más preciso de los movimientos. Sin embargo, a pesar de las ventajas que proporcionan estos brackets, la práctica clínica ha demostrado que las compuertas de cierre se dañan con frecuencia, lo que repercute negativamente en los movimientos dentales y en consecuencia el progreso del tratamiento de ortodoncia. A pesar de su importancia no hay suficiente literatura que analice el torque expresado por brackets de autoligado CCO (Complete Clinical Orthodontics) con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020" con una compuerta dañada y cerrada con aditamentos como módulos elásticos o ligadura metálica.

Un análisis de dicha problemática es fundamental para entender cómo el daño de la compuerta influye en la efectividad de los tratamientos ortodóncicos. Por ello, determinar si existe diferencia en la expresión de torque en brackets de autoligado CCO con la compuerta íntegra, dañada y cerrada con módulos elásticos o ligadura metálica, brindará a los ortodoncistas herramientas para optimizar sus tratamientos, con lo cual se verá reducida la necesidad de correcciones posteriores, a corto, mediano o largo plazo, en la colocación de los brackets; lo cual no sólo ahorra tiempo y recursos para los profesionales y pacientes, sino que reduce incomodidad, acelera el tratamiento y mejora los resultados ortodóncicos, lo que, minimiza costos y complicaciones para los pacientes, impactando positivamente en su calidad de vida.

El presente trabajo de investigación muestra la diferencia entre la expresión de torque con un arco 0.020 x 0.020" Bio-impulse en brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra y con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica o módulos elásticos.

El objetivo principal de este estudio es determinar cuáles brackets de autoligado CCO expresan menor cantidad de torque con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020", los que tienen compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos, los que tienen compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

II. Antecedentes

En un estudio realizado por Archambault et al. (2010) se comparó la expresión de torque entre tres aleaciones comúnmente empleadas: acero inoxidable, b-Ti y NiTi, mediante un dispositivo que consta de un soporte de ortodoncia montado en un transductor de fuerza. Se utilizó el software de adquisición de datos LabView y un inclinómetro digital para medir el ángulo de torsión del segmento de alambre. Se utilizaron 150 brackets del incisivo central derecho superior de cada uno de los tipos de brackets de autoligado (In-Ovation-R, GAC, Bohemia, NY; SPEED, Strite Industries, Cambridge, Ontario, Canada; Damon 3MX, Ormco, Orange, Calif). En total 450, se probaron en alambres de acero inoxidable de 0.019 x 0.025", aleación de titanio y molibdeno (TMA, un tipo de b-Ti) y cobre, níquel y titanio (CuNiTi). El análisis estadístico se llevó a cabo en cuatro ángulos (12, 24, 36 y 48 grados) para comparar entre los alambres dentro de los arcos mediante análisis multivariado. En los ángulos de torsión baja ($<12^\circ$), las diferencias en la expresión de torque entre los alambres no fueron estadísticamente significativas. En ángulos superiores a 24° , el alambre de acero inoxidable produjo de 1.5 a 2 veces más la expresión de torque del TMA y de 2.5 a 3 veces la del níquel titanio. Concluyeron que el acero inoxidable tiene la mayor expresión de torque, seguido del TMA y luego del NiTi.

Cabrera y López, (2016) realizaron una evaluación de la expresión in vitro de movimientos bucolinguales (Torque) de los sistemas de brackets H4 y Damon Q en el sector anterosuperior. Se utilizaron 9 juegos de brackets de autoligado H4 System Ortho Classic y 9 juegos de brackets de autoligado Damon Q de Ormco. Mediante tipodontos eléctricos (Grinedent. Colombia) se recrearon modelos de apiñamiento severo, proinclinación y retroinclinación de incisivos del maxilar superior. Todas las simulaciones se realizaron por triplicado para un total de 18 modelos analizados. Se evaluó el torque representado por el ángulo formado por la base del bracket y el piso del slot. Para la medición de los movimientos bucolinguales y por lo tanto la

expresión de torque en los dientes del sector anterior como los incisivos centrales, laterales y caninos superiores se empleó el sistema de escáner intraoral TRIOS Pod (3Shape-Dinamarca). Con el cual se obtuvo una imagen 3D de los modelos antes y después de la aplicación de biomecánica ortodóncica. Se observó que en ambos grupos de brackets el torque suministrado por la casa fabricante difiere de lo observado. En promedio los brackets Damon Q presentan un torque incrementado de $+1.6^\circ$, mientras que los brackets H4 el torque observado es de -1.14° . En cuanto a la expresión de torque representado por el movimiento bucolingual, se observó que los brackets prescritos para OD.13, 12, 22 y 23 de Damon expresaron un torque mayor que el esperado en los modelos de apiñamiento severo y retroinclinación. Mientras que los brackets H4 prescritos para los OD.12 y 22 expresaron torque mayor que el esperado en los modelos de apiñamiento severo y proinclinación. Y a su vez los brackets prescritos para los OD.11 y 21 expresaron mayor torque en el modelo de retroinclinación. Se concluye que los dos sistemas de brackets mostraron variaciones en los valores y expresión del torque en los modelos estudiados. Aunque estos modelos son simulaciones y no tienen en cuenta todas las condiciones clínicas reales, es posible que estas variaciones comprometan el posicionamiento bucolingual de los dientes al finalizar el tratamiento de ortodoncia.

Noriega (2021) presentó un análisis comparativo de la variación entre el torque indicado por el fabricante y el torque efectivo de los brackets de la disciplina Alexander, CCO, Roth y MBT. Se realizó un estudio de tipo experimental *in vitro* en un universo constituido por brackets de la disciplina de Alexander, CCO, Roth y MBT. Se utilizó un tipodonto eléctrico donde se cementaron 112 brackets de cada grupo, en el cual se reprodujeron los movimientos deseados, una vez obtenidos los resultados se recolectaron en una base de datos. Se obtuvieron los siguientes resultados; los brackets que en promedio presentaron menor diferencia entre el torque que indica la prescripción y el torque que se obtuvo después de las pruebas fueron los del sistema MBT en la parte superior y en inferior fueron los de la disciplina de Alexander. Se concluye que todos los brackets de cada una de las diferentes técnicas difieren entre el torque indicado con el torque obtenido, sin embargo, todos los resultados se encuentran en valores cercanos.

III. Fundamentación teórica

De acuerdo con Aliaga Del Castillo et al., (2011), la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce a la maloclusión como una de las enfermedades bucales más frecuentes, posicionándola en el tercer lugar, después de caries y enfermedad periodontal. Entender esta problemática resulta importante para diseñar e implementar programas enfocados en la prevención, la intervención temprana y el tratamiento de dicha enfermedad.

Se puede definir a la maloclusión como cualquier alteración de la función normal. Así mismo, se ha estudiado que las maloclusiones pueden repercutir desde una mala función masticatoria y trastornos de la articulación temporomandibular hasta alteraciones de la postura y columna cervical (Aguilar y Taboada, 2013).

Méndez (1999) refiere que la etiología puede ser por causas congénitas, funcionales, traumáticas y dentales en concordancia con otros autores (Lima et al., 2019; Robles y Porto, 2011), afirman factores importantes;

- Carga genética.
- Medio ambiente en cuales los hábitos relativos la alimentación blanda con la subsecuente disminución de fuerzas masticatorias.
- Hábitos orales tales como: onicofagia, queilofagia, succión digital (chupar el dedo) y uso de chupones.

Dentro de las principales maloclusiones se encuentran; la Clase I de Angle con biprotrusión dentoalveolar, mordidas profundas, mordidas abiertas, caninos ectópicos, o una combinación de ellos, así mismo Clase II de Angle o distoclusión, en dos divisiones y subdivisiones derecha o izquierda y por último Clase III de Angle o Mesioclusión (Figura 1) (Angle, 1899).

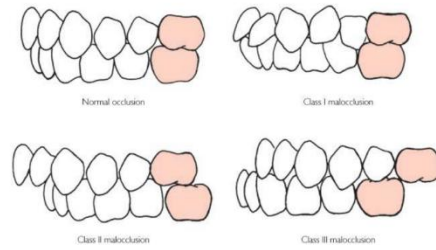


Figura 1. Clasificación de maloclusiones de Angle

La especialidad que se encarga de estudiar y corregir las maloclusiones es la ortodoncia. El campo de actuación de la ortodoncia hoy se ha ampliado, tratando además de los problemas de disfunción temporomandibular, directamente relacionados según algunas investigaciones recientes a mal posiciones dentarias y de los maxilares llamadas oclusión no funcional (Fabián et al., 2015).

El tratamiento temprano tiene como objetivo recuperar las funciones normales y proporcionar cambios faciales que mejoran la estética del paciente, por tanto, el conocimiento de la prevención mantendrá alerta al profesional sobre el inicio de varias enfermedades, por lo cual podrá reconocer los signos y síntomas tempranos para tomar las medidas necesarias a tiempo, a estos se le denomina tratamiento temprano. (Arroyo y Morera, 2012).

Es importante, ante la detección de las maloclusiones, realizar un tratamiento interceptivo, que ayude a contrarrestar el problema y disminuir el impacto negativo en la autoestima de los pacientes, lo que es posible mediante la cooperación en el tratamiento y motivación, lo que permitirá disminuir sus consecuencias y aprovechar la capacidad de adaptación de los componentes tisulares del sistema estomatológico (Burgos, 2014).

Los brackets son elementos metálicos o cerámicos que van adheridos directamente sobre el diente, sirven para soportar el elemento activo que es el arco. Con respecto a su invención e historia de su evolución, es necesario mencionar que estos se utilizaron inicialmente con aditamentos para corregir las maloclusiones con

alambres y dobleces para modificar la posición de los dientes (Palacios y Salazar, 2015).

Angle en 1928 diseñó el aparato de arco de canto, para realizar movimiento dental a través de la ortodoncia. Después de la aparición de este sistema de fuerzas se han realizado diferentes modificaciones, entre las que se destacan la técnica de arco recto propuesta por Andrews, (1976), que involucra las inclinaciones, las angulaciones y los torques al bracket para evitar hacerlas en el alambre, como se hace en arco de canto, así mismo se ha desarrollado la técnica de autoligado que evita el uso de módulos elásticos o ligaduras.

Los brackets de autoligado fueron descritos por primera vez por Stolzenberg (1935).; pero su uso se ha extendido ampliamente en la última década. El concepto de autoligado hace referencia al sistema de brackets que incluyen en su diseño un mecanismo de cierre, ya sea un clip, tapa o una compuerta que mantiene el arco dentro del slot del bracket. Éstos fueron diseñados con el objetivo de evitar el uso de módulos elásticos y ligaduras metálicas, permitiendo una mecánica de deslizamiento sin fricción siendo ésta más eficiente y reduciendo así el tiempo de tratamiento (Eberting et al., 2001).

Este tipo de brackets se pueden dividir en tres categorías principales de acuerdo al mecanismo de cierre: activas, pasivas e interactivas (Read-Ward et al., 1997). Las activas tienen un clip de cierre que presiona el arco al fondo de la ranura del bracket para tener mayor control de los movimientos de rotación y torque (Berger, 1999; Thorstenson y Kusy, 2003). En cambio, las pasivas tienen un mecanismo que no invade la ranura, por lo general una tapa de cierre deslizante, y por lo tanto no ejerce ninguna fuerza activa sobre los arcos (Shivapuja y Berger, 1994; Voudouris, 1997). Por último, están las interactivas, que en las etapas iniciales con arcos ligeros el mecanismo de cierre no ejerce presión sobre el arco y a medida que se aumenta el grosor del alambre el mecanismo comienza a ser activo para un mayor control de torque (Muguruma et al., 2014).

Dentro de las principales ventajas que se han descrito de los brackets de autoligado vs brackets convencionales, es que generan menor fricción, lo que se traduce a que las fuerzas actúan mejor sobre los dientes utilizando fuerzas ligeras siendo más compatibles con el periodonto y generando un movimiento dental más rápido (Segovia, 2010)

De acuerdo a lo que menciona Burrow (2009) fricción es “la fuerza entre superficies que se opone al movimiento”. La fricción causada por el sistema de fuerzas del aparato ortodóncico fijo es directamente proporcional a la función inflamatoria de los tejidos periodontales y de la raíz. Por lo tanto, entre la primordial finalidad de las nuevas técnicas en ortodoncia está comprender para minimizar esta. Se ha comprobado que los brackets de acero inoxidable de autoligado generan significativamente menos fuerza friccional estática y cinética que los brackets convencionales de acero inoxidable, aunque ambos han mostrado aumento de fuerzas friccionales a medida que aumenta el grosor del arco (Cacciafesta et al., 2003; Pizzoni et al., 1998).

El movimiento dental ortodóncico es el resultado de la aplicación de la fuerza mecánica en el diente y su posterior transmisión a los tejidos periodontales y alveolares. El primer tejido que responde a estas fuerzas es el ligamento periodontal. Dicho ligamento es considerado el único tejido conectivo en el organismo, ya que aparte de estar siempre situado entre dos tejidos duros, el periodonto presenta funciones de amortiguación constante, y remodelación del tejido. (Rygh, 1976).

Los movimientos ortodóncicos en algunos casos se basan en el deslizamiento. La fricción es un componente del deslizamiento, siendo variables inversamente proporcionales; por tanto, para obtener un máximo deslizamiento se debe minimizar la fricción. Existen diversos métodos para disminuir la fricción; el más conocido actualmente es la eliminación de módulos elásticos y ligaduras mediante la utilización de sistemas de brackets de autoligado. Si bien estos brackets existen desde 1935, en la actualidad han adquirido gran popularidad al punto que

en 2008 el 42% de los clínicos norteamericanos afirman haber utilizado al menos un sistema de autoligado, mientras que en 2002 era de tan sólo del 8.7%. En los últimos años fueron introducidos 16 sistemas de brackets de autoligado diferentes. (Barlow y Kula, 2008; Eliades y Pandis, 2009; Fleming y Johal, 2010).

Uno de los sistemas más utilizados en brackets de autoligado es el que introdujo el Dr. Antonnino Secchi en 2002 el cual utiliza los conceptos de mecánica de tratamiento dentro del sistema Complete Clinical Orthodontics CCO, los brackets In-Ovation R con diseño interactivo que utiliza un clip de resorte que se mueve en vertical por detrás de la ranura metálica, la cual tiene una dimensión de 0.019" x 0.022" x .0028" (fig. 2) (Graber et al., 2017).



Figura 2. Diseño del bracket de autoligado In-Ovation R

El clip o compuerta del bracket se abre desde gingival hacia el incisal u oclusal. Es de suma importancia mantener los brackets limpios de excedentes de resina al momento de la colocación, así mismo de sarro que puede acumularse en ciertos pacientes ya que esto dificultará la apertura del bracket.

Dicho sistema se desarrolló con el objetivo de desarrollar al máximo la interacción entre el bracket y el arco utilizando una compuerta activa y así lograr una posición dental óptima. Dentro de las principales ventajas que ofrece están:

- Control rotacional: la capacidad de la compuerta, junto con la distancia mesio-distal bastante amplia, facilita la corrección de todas las rotaciones durante la etapa de alineación y nivelación.
- Expresión de torque: debido al clip activo se logra una expresión de torque completa con un arco de acero 0.019 x 0.025 ya que el clip empuja al arco hasta el fondo del slot.
- Control de molares: tiene una sobrecorrección específica para los primeros y segundos molares maxilares y mandibulares, lo que permite lograr un control molar adecuado.
- Control de los incisivos: combina valores de torque que se pueden expresar gracias al clip activo y con una ligera sobrecorrección para los incisivos mandibulares.

En las especificaciones de la prescripción de brackets CCO se emplean las siguientes medidas de torque; incisivo central superior 12°, incisivo lateral superior 10°, canino superior -7°, primero y segundo premolar superiores -9°, primer molar superior -14°, segundo molar superior -20°, incisivo central y lateral inferior -6°, canino inferior -8°, primer premolar inferior -12°, segundo premolar inferior -17°, primer molar inferior -25° y segundo molar inferior -20°. Así mismo las medidas de Tip son; incisivo central superior 5°, incisivo lateral superior 9°, canino superior 10°, primero y segundo premolar superiores 0°, primer y segundo molar superior 0°, incisivo central y lateral inferior 0°, canino inferior 3°, primer premolar inferior 2°, segundo premolar inferior -1°, primer y segundo molar inferior -1° (figura 3) (Secci, 2010).

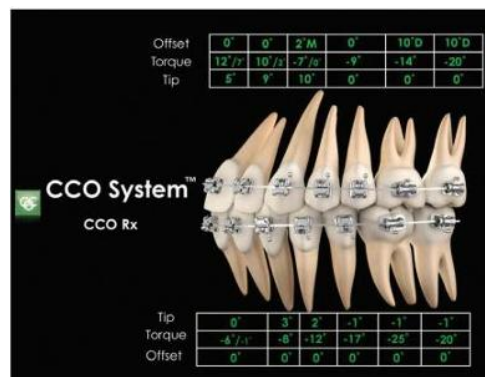


Figura 3. Prescripción CCO

La mecánica del tratamiento se ha dividido habitualmente en diferentes etapas:

Etapa 1: nivelación y alineación

Es un proceso complejo en el que todas las coronas se mueven al mismo tiempo y en diferentes direcciones. Se utilizan alambres redondos termoactivados de diámetro pequeño, como de 0.014" para apiñamiento severo, o de 0.018" para apiñamiento moderado o mínimo. Estos arcos redondos pueden permanecer en su lugar durante 8 a 12 semanas antes de pasar al siguiente, que generalmente es de 0.020 x 0.020". Por lo general, después de 8 a 10 semanas con el Bio-impulse de 0.020 x 0.020", la etapa 1 de nivelación y alineación finaliza.

Etapa 2: de trabajo

En esta etapa, los arcos maxilar y mandibular están coordinados, se logra un overjet y overbite adecuados, se corrigen la clase II o la clase III, se alinean las líneas medias maxilares y mandibulares, se cierran espacios de extracción y se obtienen planos oclusales paralelos.

El arco Bio-impulse de 0.020 x 0.020" es un alambre activado por calor de baja deflexión que funciona muy bien como alambre de transición de la etapa 1 a la etapa 2 en el CCO System. El Bio-impulse de 0.020 x 0.020" corrige la mayoría de las rotaciones dejadas por los alambres redondos utilizados anteriormente y proporciona más rigidez para comenzar a nivelar la curva de Spee y por lo tanto aplanar el plano oclusal. Sus principales características son:

- Arcos preformados de NiTi termo activo
- Se activan con la temperatura oral
- Memoria de forma activada con calor
- Super elasticidad activada con frío
- Resistencia a la deformación
- Baja fricción
- 3 fuerzas programadas para cada sector del arco: ligera para anteriores, media para premolares y pesada para posteriores.

Una de las principales ventajas de este arco es que comenzará a entregar torque, ya que llena una parte del slot 0.019" x 0.022 x 0.028. Sin embargo, su resistencia no es suficiente para comprometer el anclaje que ya se ha creado con los alambres redondos (Secci, 2010).

Etapa 3: de finalización

El clip activo del sistema de brackets In-Ovation empuja y asienta el alambre en la ranura logrando una expresión óptima del bracket con un arco de acero inoxidable de 0.019" x 0.025". El último arco que se utiliza es un arco multitrenzado de acero 0.021" x 0.025". Aunque este arco es lo suficientemente grande para llenar la ranura y mantener el torque y desplazamiento de cada diente, su resiliencia permite tanto un reposicionamiento menor del bracket como un asentamiento de la oclusión en una intercuspidación óptima (Secci, 2010).

El torque se conoce como movimiento de tercer orden a la torsión de una estructura sobre su eje longitudinal, dando como resultado un ángulo de torsión, este movimiento por lo tanto provoca inclinación vestibulo lingual de los dientes (Al-Thomali et al., 2017).

En ortodoncia el torque es descrito desde dos situaciones:

1. Clínicamente: Andrews explica la tercera llave de la oclusión, en donde hace referencia a la inclinación en sentido anteroposterior de los dientes anteriores. (Lacarbonara et al., 2015). Diversos estudios analizan la inclinación correcta de los órganos dentales dando mayor relevancia a los dientes anterosuperiores. Actualmente las prescripciones presentan diversas medidas de torsión (Katsikogianni et al., 2015).
2. Biomecánico: hace referencia al momento que se produce debido a la torsión de arco metálico, que generalmente es de calibre alto es decir rectangular, ocupando de esta forma la mayor parte de espacio en la ranura (Cattaneo et al., 2013).

Para medir la inclinación vestibulolingual de los dientes, se utiliza el método de Andrews, el cual está determinado por el ángulo resultante entre una línea de 90° al plano oclusal y una línea tangente a la mitad de la corona clínica labial o bucal (Figura 4) (Andrews, 1972).

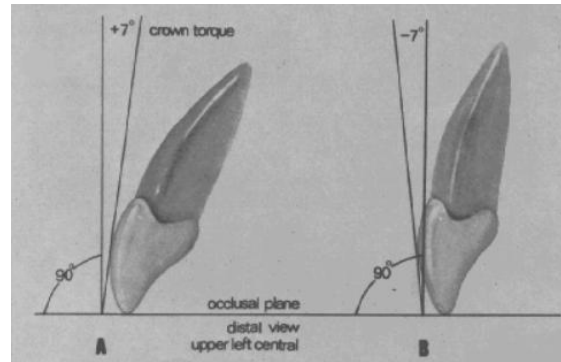


Figura 4. Método de Andrews para medir inclinación vestibulolingual (torque).

Una mala inclinación bucolingual de los dientes especialmente los anteriores provocaría una disminución en la longitud del arco, y de esta forma se perdería espacio, es decir por cada 5° de inclinación en el sector anterior implica 1mm de afeción en la longitud total del arco. Lo que sucede en el sector posterior será un estrechamiento, de esta manera no existirá una relación adecuada entre las cúspides superiores con las inferiores (Salazar & Ramírez, 2022).

En este momento, la expresión de torque se consigue llenando el slot mediante un arco rectangular por lo general 0.019x0.025", sin embargo, el arco no llena por completo la ranura y parte de la información del torque incluido en la prescripción se pierde por el juego que existe entre ambos. Esto da lugar a un concepto llamado "ángulo de enganche o de inserción" que se define como el ángulo que se genera cuando entra en contacto las aristas del arco con las paredes de la ranura y se genera un momento (Figura 5) (Badawi et al., 2008a)

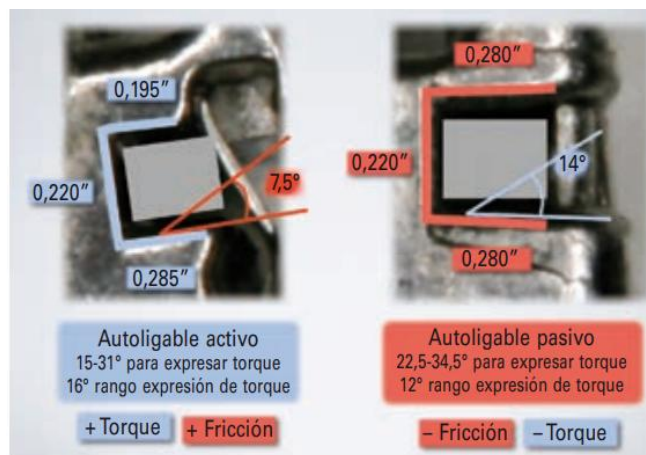


Figura 5. Ángulo de enganche o inserción en brackets de autoligado activo y pasivo.

De acuerdo a una revisión sistemática por Archambault et al., (2010) donde compararon la expresión de torque de brackets de autoligado activo y pasivo, se detectaron 11 artículos que cumplieran con las especificaciones metodológicas, destacándose Badawi et al., (2008) que concluye que los brackets de autoligado activo tienen un mejor control de torque por el clip activo o compuerta que empuja el alambre sobre el slot, así mismo informan que la cantidad de holgura o ángulo de enganche fue menor en comparación con los brackets de autoligado pasivo.

Por otra parte, los brackets de autoligado tienen algunas desventajas, incluido un mayor costo, posible ruptura del clip o la compuerta, perfil más alto debido al diseño mecánico complicado y dificultad en el acabado por expresión incompleta de los arcos (Harradine, 2003).

Un bracket autoligable ideal debería aportar fijación rápida, segura y poca resistencia al movimiento dental relativo al arco, y además debería ser fácil de abrir y cerrar con fuerzas aplicadas a los dientes, no abrirse nunca de repente provocando una pérdida de control dental, tener un mecanismo de ligado que no se bloquee o rompa, ni distorsione o cambie su funcionalidad durante el tratamiento. Con frecuencia en la práctica clínica se ha detectado la falla de clip o compuerta de los brackets de autoligado debiéndose posiblemente en primera instancia al acumulo de placa dentobacteriana en la estructura del bracket, seguido por la falta

de conocimiento por parte del operador o utilización de instrumentos inadecuados para abrir la compuerta de dichos brackets.

Los aparatos ortodóncicos según varios autores aumentan la acumulación de placa dentobacteriana, ya que varios estudios muestran que si el paciente muestra una higiene deficiente puede favorecer a la acumulación de alimentos y proliferación de microorganismos no patógenos que crean una gingivitis clínica, mineralización de placa dentobacteriana que se convierte en cálculo o sarro supra o subgingival. El sitio que favorece mayormente la aparición de este cuadro clínico es alrededor de los márgenes cervicales de los dientes donde se encuentra adherida la aparatología, principalmente en la zona anteroinferior (Marín Carlos, 2007).

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

Los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una menor cantidad de torque con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020” en comparación con los brackets con compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

Hipótesis nula

Los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una mayor cantidad de torque con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020” en comparación con los brackets con compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar cuáles brackets de autoligado CCO expresan menor cantidad de torque con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020", los que tienen compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos, los que tienen compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

V.2 Objetivos específicos

- Medir la cantidad de torque que expresan los brackets de autoligado CCO con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020" y con compuerta íntegra.
- Medir la cantidad de torque que expresan los brackets de autoligado CCO con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020" y con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos.
- Medir la cantidad de torque que expresan los brackets de autoligado CCO con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020" y con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.
- Comparar la cantidad de torque que expresan los brackets de autoligado CCO con un arco Bio impulse 0.020 x 0.020" con compuerta íntegra contra los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos o con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*

VI.2 Población o unidad de análisis

Brackets de autoligado CCO

VI.3 Muestra y tipo de muestra

El tamaño de muestra fue de 60 brackets de autoligado CCO, determinado por conveniencia. Divido en 3 grupos; 20 brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra, 20 brackets de autoligado con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos y 20 brackets de autoligado con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Brackets de autoligado contenidos en un paquete sellado.
- Brackets de autoligado pertenecientes al mismo lote de fabricación

Criterios de exclusión

- Brackets de autoligado que sufran fracturas durante su manipulación.
- Brackets de autoligado que presenten deformidad en el slot.
- Brackets de autoligado que presenten irregularidades en alguna de sus estructuras.

Criterios de eliminación

- Todos aquellos brackets que sufran algún imprevisto durante el desarrollo de las pruebas que imposibilite evaluar las variables de interés.

VI.3.2 Variables estudiadas

Variable independiente: Torque

Variables dependientes: Brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra, brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica y brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos.

VI.4 Técnicas e instrumentos

Se obtuvieron 3 juegos de brackets de autoligado CCO System slot 0.22 de la marca Black Borgatta ®. El primer juego se utilizó con la compuerta íntegra, el segundo y tercer juego se dañó la compuerta a medida que ya era posible cerrarla con el mecanismo de compuerta. Todos los brackets se cementaron en tipodontos eléctricos de la marca “Grinendent ®” y se realizaron las pruebas con cada uno de los aditamentos para cierres de compuertas dañadas. Así mismo se utilizó la secuencia de arcos 0.018” NitiTa superior e inferior y posteriormente arco 0.020 x 0.020” Bio-impulse de la marca Black Borgatta ®, en cada uno de los tipodontos.

Se realizó el escaneo de tipodonto con escáner intraoral de la marca Runyes ® y se obtuvieron los modelos de estudio 3D de éstos y archivos STL, los cuales se analizaron en el software 3D Slicer.

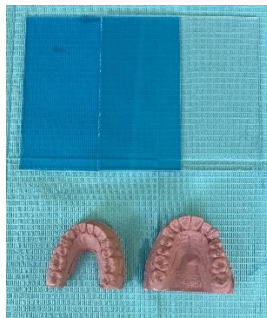
Una vez realizadas las mediciones, se procedió a vaciar los resultados en una base de datos en el software Microsoft Office Excel, para posteriormente realizar el análisis estadístico.

VI.5 Procedimientos

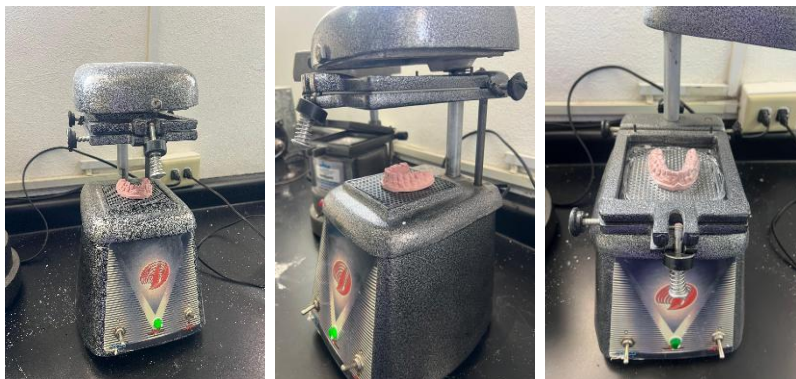
1. Se realizó una impresión con alginato superior e inferior para obtener modelos de yeso del tipodonto, el cual representaba una proclinación dentoalveolar superior e inferior.



2. Se utilizó acetato rígido calibre 0.060 para la fabricación de guías de la maloclusión representada y poder replicarla en otro tipodonto.



3. Se realizaron las guías con acetato utilizando el vacuum.



4. Se obtuvieron las guías de acetato superior e inferior y se recortaron con disco de diamante con micromotor.



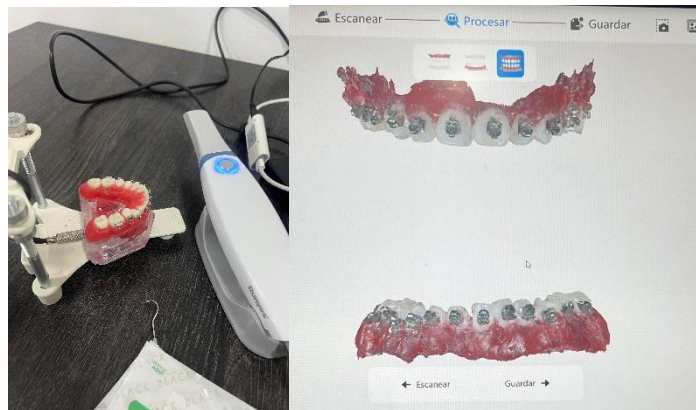
5. Se replicó la maloclusión en el tipodonto eléctrico de la marca "Grinendent".



6. Se acondicionó cada diente del tipodonto con una fresa de Arkansas de alta velocidad, desgastando la cara vestibular mínimamente.
7. Se cementó en el tipodonto eléctrico "Grinendent" el juego de brackets de autoligado CCO de la marca borgatta con resina foto polimerizable "Enlight" de la marca Ormco. Se tomaron los brackets con un portabackets de la marca "TD", se colocó una porción de resina en la malla de cada bracket, se llevó al diente correspondiente del tipodonto, se posicionó en el centro de corona clínica, midiendo la altura y anchura del diente y dividiéndola entre 2.



8. Se corroboró la altura con el posicionador de la marca "Morelli" de cada diente previamente medido y la posición mesiodistal con visión indirecta proporcionada por un espejo intraoral de la marca "Hu-friedy".
9. Una vez listo cada bracket se realizó el proceso de fotopolimerización con una lámpara de fotocurado de la marca "3M" por 20 segundos.
10. Se cementaron los tubos correspondientes a los primeros molares superiores e inferiores en centro de corona clínica con resina foto polimerizable "Enlight" de la marcaOrmco. Se tomaron los tubos con un portatubos de la marca "TD", se colocó una porción de resina en la malla de cada tubo, se llevó al molar correspondiente del tipodonto.
11. Se corroboró la altura con el posicionador de la marca "Morelli" de cada primer molar previamente medido y la posición mesiodistal con visión indirecta proporcionada por un espejo intraoral de la marca "Hu-friedy".
12. Una vez listo cada tubo se realizó el proceso de fotopolimerización con una lámpara de fotocurado de la marca "3M" por 20 segundos.
13. Se realizó el escaneo de tipodonto con brackets colocados para obtener el torque inicial de los dientes con un escáner intraoral de la marca Runyes®.



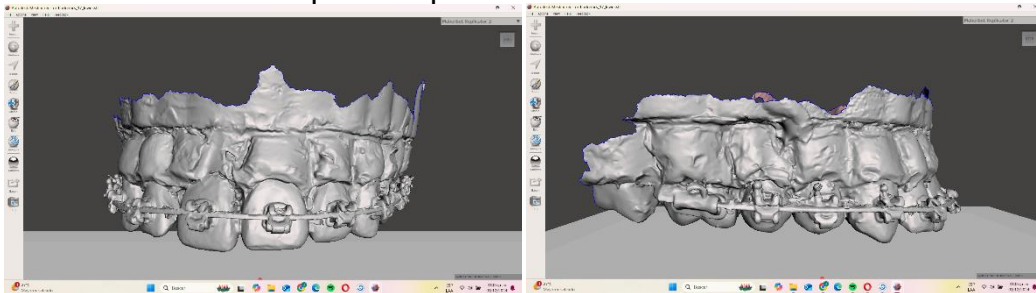
14. Se midió en ángulos el torque inicial de los dientes tanto superiores como inferiores con el archivo STL en el software "3D Slicer", siguiendo el método de Andrews, el cual toma de referencia el ángulo formado por el plano oclusal y una tangente que pase por la cara vestibular de los dientes y la base del slot del bracket.

15. Se colocó un arco 0.018 NitiTa superior e inferior para alineación y se activa tipodonto eléctrico durante 10 minutos.



16. Se colocó un arco 0.0.20x0.020 Bio-impulse superior e inferior para expresión de torque y se activa tipodonto eléctrico durante 10 minutos

17. Se realizó un escaneo de tipodonto con compuertas íntegras con un arco 0.020x0.020 Bio-impulse superior e inferior.



18. Se midió en ángulos el torque obtenido de los dientes tanto superiores como inferiores con el archivo STL en el software “3D Slicer”, siguiendo el método de Andrews, el cual toma de referencia el ángulo formado por el plano oclusal y una tangente que pase por la cara vestibular de los dientes y la base del slot del bracket.

19. Se replicó nuevamente la maloclusión mediante las guías de acetato en el tipodonto eléctrico de la marca “Grinendent”.

20. Se acondicionó cada diente del tipodonto con una fresa de Arkansas de alta velocidad, desgastando la cara vestibular mínimamente.

21. Se cementó en el tipodonto eléctrico “Grinendent” el juego de brackets de autoligado CCO de la marca borgatta con resina foto polimerizable “Enlight” de la marca Ormco. Se tomaron los brackets con un portabackets de la marca “TD”, se colocó una porción de resina en la malla de cada bracket, se

- llevó al diente correspondiente del tipodonto, se posicionó en el centro de corona clínica, midiendo la altura y anchura del diente y dividiéndola entre 2.
22. Se corroboró la altura con el posicionador de la marca "Morelli" de cada diente previamente medido y la posición mesiodistal con visión indirecta proporcionada por un espejo intraoral de la marca "Hu-friedy".
23. Una vez listo cada bracket se realizó el proceso de fotopolimerización con una lámpara de fotocurado de la marca "3M" por 20 segundos.
24. Se cementaron los tubos correspondientes a los primeros molares superiores e inferiores en centro de corona clínica con resina foto polimerizable "Enlight" de la marcaOrmco. Se tomaron los tubos con un portatubos de la marca "TD", se colocó una porción de resina en la malla de cada tubo, se llevó al molar correspondiente del tipodonto.
25. Se corroboró la altura con el posicionador de la marca "Morelli" de cada primer molar previamente medido y la posición mesiodistal con visión indirecta proporcionada por un espejo intraoral de la marca "Hu-friedy".
26. Una vez listo cada bracket se realizó el proceso de fotopolimerización con una lámpara de fotocurado de la marca "3M" por 20 segundos.
27. Se colocó sarro artificial de la marca "Nissin®" en el tercio cervical vestibular y compuertas de todos los dientes y se dejó secar por 2 horas siguiendo las indicaciones del fabricante.

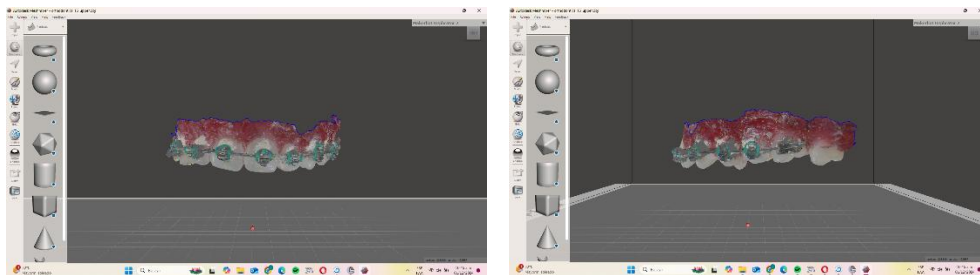


28. Una vez que todos los brackets tenían sarro artificial simulando la acumulación real de sarro o placa dentobacteriana en la cavidad oral, se intentó abrir la compuerta de los brackets con aditamento especial y con

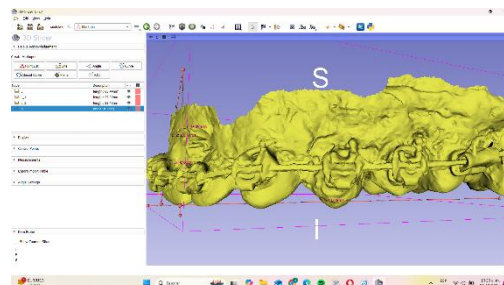
explorador dental hasta dañarla, es decir hasta que perdió la capacidad de cerrar por sí misma.



29. Se colocó un arco 0.018 NitiTa superior e inferior para alineación y se activa tipodonto eléctrico durante 10 minutos, cada una de las compuertas de los brackets de autoligado se cerró con un módulo elástico individual.
30. Se colocó un arco 0.020x0.020 Bio-impulse superior e inferior y se activó tipodonto eléctrico durante 10 minutos, cada una de las compuertas de los brackets de autoligado se cerró con un módulo elástico individual.
31. Se realizó el escaneo de tipodonto con brackets colocados para obtener el torque de los dientes con un escáner intraoral de la marca Runyes®



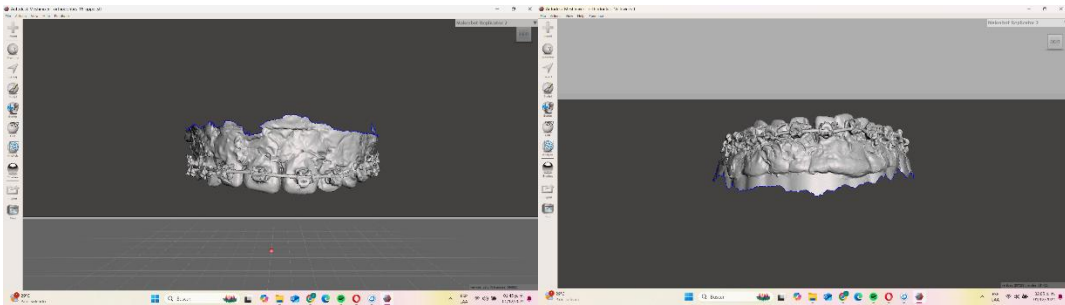
32. Se midió en ángulos el torque obtenido de los dientes tanto superiores como inferiores con el archivo STL en el software “3D Slicer”, siguiendo el método de Andrews, el cual toma de referencia el ángulo formado por el plano oclusal y una tangente que pase por la cara vestibular de los dientes y la base del slot del bracket.



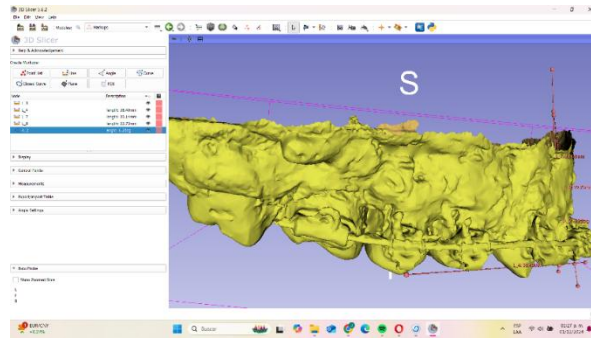
33. Se colocó un arco 0.020x0.020 Bio-impulse superior e inferior se activa tipodonto eléctrico durante 10 minutos, cada una de las compuertas de los brackets de autoligado se cerró con una ligadura metálica número 10 de la marca “American Ortho Tech” individual entorchada en cada diente.



34. Se realizó el escaneo de tipodonto con brackets colocados para obtener el torque de los dientes con un escáner intraoral de la marca Runyes®



35. Se midió en ángulos el torque obtenido de los dientes tanto superiores como inferiores con el archivo STL en el software “3D Slicer”, siguiendo el método de Andrews, el cual toma de referencia el ángulo formado por el plano oclusal y una tangente que pase por la cara vestibular de los dientes y la base del slot del bracket.



36. Se realizó una tabla comparativa en Excel con los grados de torque iniciales para cada uno de los dientes y los grados de torque obtenido con el arco 0.020x0.020" Bio-impulse en los brackets de autoligado con compuerta íntegra, con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos y ligadura metálica.
37. Se obtuvo la diferencia de las mediciones restando los grados de torque obtenidos a los grados de torque iniciales en cada uno de los dientes.
38. Los datos obtenidos se almacenaron en una base de datos en Excel.
39. Se realizó el análisis estadístico correspondiente.

VI.5.1 Análisis estadístico

Se elaboró una base de recopilación de datos en el programa Excel, en el cual se obtuvieron datos estadísticos para posteriormente procesarlos en el software GraphPad y someterlos a la prueba estadística de ANOVA para muestras no pareadas de distribución normal. Así mismo se realizó *post hoc* prueba de Tukey. Se consideró un valor de $P < 0.05$ como estadísticamente significativo.

VI.5.2 Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación fue presentado para su revisión al Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, el cuál fue evaluado y aprobado para su realización.

Se declara no tener conflicto de interés.

VII. Resultados

En el cuadro 1 se presentan los valores de diferencia entre la expresión de torque inicial y la expresión de torque con un arco 0.020 x 0.020 Bio-impulse en brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra y con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica o con módulos elásticos. Se puede observar que hay una diferencia estadísticamente significativa de acuerdo al valor de P.

Cuadro 1. Comparación de la diferencia entre la expresión de torque inicial y la expresión de torque con un arco 0.020 x 0.020 Bio-impulse en brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra y con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica o módulos elásticos.

Grupo	Compuerta íntegra (n=20)	Cerrada con ligadura metálica (n=20)	Cerrada con módulos elásticos (n=20)	Valor de p
X ± DE (Rango)				
Expresión de torque (°)	2.81 ± 1.68 (0.3-6.1)	1.64 ± 1.66 (0-4.8)	0.75 ± 0.91 (0-3.6)	0.0002*

X: Promedio; DE: Desviación estándar; ° grados.

*Prueba ANOVA

En el cuadro 2 se muestra el análisis estadístico realizado *post hoc* en donde se observa que cuando se compara brackets de autoligado con compuerta íntegra y compuerta cerrada con ligadura metálica hay diferencia estadísticamente significativa, así mismo cuando se compara contra compuerta cerrada con módulos elásticos. No así en la comparativa de compuerta cerrada con ligadura metálica y módulos elásticos.

Cuadro 2. Comparación de la expresión de torque *Post Hoc* entre grupos.

Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
Torque compuerta íntegra	Torque compuerta cerrada con ligadura metálica	0.05
Torque compuerta íntegra	Torque compuerta cerrada con módulos elásticos	0.0001
Torque compuerta cerrada con ligadura metálica	Torque compuerta cerrada con módulos elásticos	>0.05

Prueba de Tukey

VIII. Discusión

Se realizó el estudio en brackets de autoligado CCO con compuerta íntegra, con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos o con ligadura metálica para identificar que brackets con un arco Bio-impulse 0.020x0.020” expresan menor cantidad de torque, ya que la práctica clínica ha mostrado que las compuertas tienden a dañarse, principalmente por acumulación de placa dentobacteriana o cálculo dental en la superficie del bracket, impidiendo su correcta apertura y causando daños irreparables en dicha compuerta. Esto es de suma importancia al momento de la expresión de torque que indica la prescripción CCO, ya que si ésta no se cumple por completo puede haber repercusiones en el movimiento y posición de los dientes, llevando al profesional a realizar dobleces compensatorios o cambio de aparatología que se traduce a un aumento de costo y tiempo tanto para el ortodoncista como para el paciente.

Como menciona Eberting et al., (2001) una de las principales diferencias entre los brackets de autoligado y los brackets convencionales, es que los de autoligado fueron diseñados para evitar el uso de módulos elásticos y ligaduras metálicas tal y como se hace en brackets convencionales, dado que esto impacta positivamente al tratamiento siendo este más eficaz y en un período de tiempo más corto. Por lo que, cuando en un bracket de autoligado se daña su mecanismo de cierre comúnmente en la práctica clínica se opta por la colocación de módulos elásticos o ligaduras metálicas para mantener el arco dentro del slot, sin embargo, con estos aditamentos el sistema de autoligado se convierte en un sistema de ligado convencional perdiendo a su vez las múltiples ventajas que este ofrece.

Uno de los objetivos del tratamiento de ortodoncia es la correcta posición de los dientes en sentido vestibulopalatino o bucolingual, de acuerdo a lo propuesto por el Dr. Andrews, (1972) en “las 6 llaves de la oclusión normal”, por tanto, las diferentes técnicas de brackets incluyen en su prescripción una cantidad de torque específica para cada diente para lograr dicha inclinación. Sin embargo, hay poca literatura sobre la afectación que puede tener dicha expresión de torque cuando un

bracket del sistema de autoligado no funciona con su compuerta, sino a través de una ligadura convencional ya sea mediante módulos elásticos o ligadura metálica.

Además, se ha informado que existe un juego entre el tamaño del arco y el slot del bracket, donde se puede generar un momento y llega a alterar la cantidad de torque efectivo que se obtendrá al final del tratamiento de ortodoncia (Taloumis et al., 1997).

En el presente estudio se encontró que los brackets de autoligado con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una menor cantidad de torque cuando son sometidos a un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020" que es un arco de la prescripción CCO intermedio entre la etapa 1 de nivelación y alineación y la etapa 2 de trabajo, el cual tiene la característica de llenar una parte del slot por sus dimensiones de 0.019 x 0.022 x 0.028" y comenzar a expresar el torque incluido en dicho bracket.

En comparación con los brackets de autoligado con compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica que expresaron una mayor cantidad de torque. En concordancia con los estudios realizados por Hirai et al., (2012) quienes realizaron un análisis de la expresión de torque en brackets con una ranura de 0.018 x 0.025" y 0.022 x 0.025" con 5 diferentes arcos de alambre; 0.016 x 0.022", 0.017 x 0.025" y 0.019 x 0.025" de acero inoxidable, así como, 0.016 x 0.025" y 0.017 x 0.025" de Níquel Titanio (NiTi). Resultando que para los arcos 0.016 x 0.022" y 0.017 x 0.025" de NiTi los momentos de torsión o torque en los que utilizaron ligadura metálica fueron significativamente mayores que aquellos en los que se utilizó un módulo elástico como método de ligado.

Dentro de los resultados obtenidos en la comparativa del grupo de brackets de autoligado con compuerta íntegra y los grupos de compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos o ligadura metálica, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, a excepción cuando se comparó compuerta cerrada con módulos elásticos y con ligadura metálica. Es decir, desde el punto de vista

clínico significa que el torque se expresa de forma más eficiente cuando la compuerta está íntegra.

Al dañarse, independientemente del método de cierre, la pérdida de control de torque es considerable, por lo cual ninguna de las dos opciones logra restaurar completamente la mecánica original. Sin embargo, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa desde el punto de vista clínico y biomecánico, si no se puede reemplazar el bracket dañado se podría considerar el uso de ligadura metálica como método alternativo siendo según los resultados más estable y eficaz que los módulos elásticos. Tal como lo menciona Fernández, (2014) dentro de su revisión sistemática de 193 referencias de artículos y textos, en los que buscaba identificar y analizar la eficacia, eficiencia y estabilidad de los brackets de autoligado, encontrando que los brackets con su compuerta funcional brindan una amplia seguridad del acoplamiento del arco, lo que es muy probable que expresen la cantidad de torque que indica el fabricante, así mismo el cierre con ligaduras metálicas asegura el acoplamiento dentro del slot con el arco de una manera eficiente, lo que no siempre sucede cuando se llegan a utilizar módulos elásticos como herramientas de cierre del bracket.

Por otra parte, una de las principales causas de deterioro o fallo del mecanismo de cierre de los brackets de autoligado se ha atribuido a la presencia de placa dentobacteriana en la superficie del bracket, específicamente en la zona de apertura de dicha compuerta, ya que se ha descrito en la literatura que seguido de la colocación de la aparatología fija inicia la proliferación bacteriana por el inevitable acúmulo de restos alimenticios. Lo que difiere a lo que presentan Ahn et al., (2002) en sus estudios donde reportaron que los brackets metálicos tienen menor carga bacteriana en comparación con los de cerámica, mientras que Brusca et al., (2007) expresan que no hay diferencia entre los tipos de brackets en relación a la presencia de microorganismos.

Badawi et al., (2008) desarrollaron una técnica experimental para medir el torque de los brackets de ortodoncia, el cual consta de un transductor de fuerza/torque multieje que puede medir fuerzas y momentos en 3 dimensiones, además de la utilización de inclinómetro digital para medir la rotación torsional del arco para simular la aplicación de torque en ortodoncia, fueron sometidos al estudio varios tipos de brackets entre ellos incluido el bracket estudiado en nuestra investigación In Ovation CCO, dentro de sus resultados destacan que los brackets de autoligado activo pueden tener un control de torque más eficaz. No obstante, esta novedosa técnica de medición presenta limitaciones para nuestro estudio, ya que es complicado desarrollar dicho dispositivo y se llevó a cabo mediante el método de Andrews.

Otra de las principales limitaciones del estudio fue que se realizó de manera *in vitro* por lo que no se tomaron en cuenta ciertos factores que pueden llegar a alterar la expresión del torque en un tratamiento de ortodoncia como; irregularidades en la morfología dentaria, posición vertical del bracket, calidad de hueso del paciente, higiene del paciente y desde el punto de vista biomecánico; el ángulo de enchance o juego del arco y ranura del bracket, la geometría, tamaño del arco y del slot reales, ya que en ciertas ocasiones sobredimensionan dichos materiales (Bustos, 2015).

Debido a lo anterior, se acepta la hipótesis de trabajo en la cual se establece que los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una menor cantidad de torque con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020" en comparación con los brackets con compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica. Por lo que, cuando un bracket de autoligado no cuente con un mecanismo de cierre funcional se debe optar en primera instancia por cambiarlo por un bracket completamente nuevo, si esto no es posible por el alto costo que implica, se deberá utilizar una ligadura metálica como método de cierre de dicho bracket para garantizar su correcto funcionamiento y mejorar la expresión de torque del mismo.

IX. Conclusiones

Los brackets de autoligado CCO con compuerta dañada y cerrada con módulos elásticos expresan una menor cantidad de torque con un arco Bio-impulse 0.020 x 0.020" en comparación con los brackets con compuerta íntegra o los que tienen compuerta dañada y cerrada con ligadura metálica.

El mejor método de ligado cuando la compuerta del bracket de autoligado no es funcional es con ligadura metálica.

X. Propuestas

Para futuras investigaciones, se propone aumentar el número de muestras y evaluar diversos factores antes mencionados que pueden afectar la expresión de torque, así mismo realizar el proceso experimental *in vivo* para evaluar directamente en pacientes si existe de igual manera una repercusión importante al momento de utilizar brackets de autoligado con módulos elásticos o ligaduras metálicas.

XI. Bibliografía

- Aguilar y Taboada. (2013). Frecuencia de maloclusiones y su asociación con problemas de postura corporal en una población escolar del Estado de México. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 70(5), 364–371.
- Ahn, J., Kho, H., Lee, S., & Nahm, S. (2002). Roles of salivary proteins in the adherence of oral streptococci to various orthodontic brackets. *Journal of Dental Research*, 81(6), 411–415.
- Aliaga Del Castillo, et al. (2011). Maloclusiones en niños y adolescentes de caseríos y comunidades nativas de la amazonía de Ucayali, Perú. In *Rev Peru Med Exp Salud Publica* (Vol. 28).
- Al-Thomali, Y., Mohamed, R.-N., & Basha, S. (2017). Torque expression in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: A systematic review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(1), e123.
- Andrews L. (1972). The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod*, 62(3), 296–309.
- Andrews, L. F. (1976). The straight-wire appliance, origin, controversy, commentary. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 10(2), 99–114.
- Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion. *Dent. Cosmos*, 41, 350–357.
- Archambault, A., Lacoursiere, R., Badawi, H., Major, P. W., Carey, J., & Flores-Mir, C. (2010). Torque expression in stainless steel orthodontic brackets: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 80(1), 201–210.
- Archambault, A., Major, T., Carey, J., Heo, G., Badawi, H., & Major, P. (2010). A comparison of torque expression between stainless steel, titanium molybdenum alloy, and copper nickel titanium wires in metallic self-ligating brackets. *The Angle Orthodontist*, 80(5), 884–889.
- Arroyo-Araya, Y., & Morera-Hernández, H. (2012). MALOCLUSIONES EN NIÑOS DE 8 A 12 AÑOS Y LA PERCEPCIÓN DE LOS PADRES DE FAMILIA DE LA NECESIDAD DE UNA INTERCONSULTA CON EL ORTODONCISTA A TEMPRANA EDAD. *Revista Científica Odontológica*, 8(2), 19–24.
- Badawi, H., Toogood, R., Carey, J., Heo, G., & Major, P. (2008). Torque expression of self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(5), 721–728.
- Barlow, M., & Kula, K. (2008). Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 11(2), 65–73.
- Berger, J. (1999). The engaging concept of self-ligation. *Ontario Dentist*, 76(3), 26–33.

- Brusca, M., Chara, O., Sterin, L., & Rosa, A. (2007). Influence of different orthodontic brackets on adherence of microorganisms in vitro. *The Angle Orthodontist*, 77(2), 331–336.
- Burgos, D. (2014). Prevalencia de maloclusiones en niños y adolescentes de 6 a 15 años en Frutillar, Chile. *International Journal of Odontostomatology*, 8(1), 13–19.
- Burrow, S. (2009). Friction and resistance to sliding in orthodontics: a critical review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(4), 442–447.
- Bustos, P. R. (2015). Factores asociados a la expresión del torque a nivel de los incisivos superiores. *Rev Chil Ortod Vol*, 32(1), 42–52.
- Cabrera, A., & López, O. (2016). Expresión in vitro de movimientos bucolinguales de los sistemas de brackets H4® y Damon Q®.
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., Ricciardi, A., Scribante, A., Klersy, C., & Auricchio, F. (2003). Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(4), 395–402.
- Cattaneo, P. M., Salih, R. A., & Melsen, B. (2013). Labio-lingual root control of lower anterior teeth and canines obtained by active and passive self-ligating brackets. *The Angle Orthodontist*, 83(4), 691–697.
- Eberling, J., Straja, S., & Tuncay, O. (2001). Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clinical Orthodontics and Research*, 4(4), 228–234.
- Eliades, T., & Pandis, N. (2009). *Self-ligation in Orthodontics*. John Wiley & Sons.
- Fabián, S.-P., Emerik, A.-T., & de Nayarit, A. (2015). Ortodoncia interceptiva-revisión bibliográfica. *Rev Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria*.
- Fernández, M. (2014). Eficacia, eficiencia y estabilidad de las brackets de autoligado. *Rev Esp Ortod*, 44, 91–104.
- Fleming, P. S., & Johal, A. (2010). Self-ligating brackets in orthodontics: a systematic review. *Angle Orthodontist*, 80(3), 575–584.
- Graber, L. W., Vig, K. W. L., Vanarsdall, R. L., & Huang, G. J. (2017). *Ortodoncia: principios y técnicas actuales*. Elsevier Health Sciences.
- Harradine, N. W. T. (2003). Self-ligating brackets: where are we now? *Journal of Orthodontics*, 30(3), 262–273.

- Hirai, M., Nakajima, A., Kawai, N., Tanaka, E., Igarashi, Y., Sakaguchi, M., Sameshima, G. T., & Shimizu, N. (2012). Measurements of the torque moment in various archwire–bracket–ligation combinations. *The European Journal of Orthodontics*, 34(3), 374–380.
- Katsikogianni, E. N., Reimann, S., Weber, A., Karp, J., & Bourauel, C. (2015). A comparative experimental investigation of torque capabilities induced by conventional and active, passive self-ligating brackets. *European Journal of Orthodontics*, 37(4), 440–446.
- Kusy, R. P., & Whitley, J. Q. (1997). Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Seminars in Orthodontics*, 3(3), 166–177.
- Lacarbonara, M., Accivile, E., Abed, M., Dinoi, M., Monaco, A., Marzo, G., & Capogreco, M. (2015). Variable torque prescription: state of art. *The Open Dentistry Journal*, 9, 60.
- Lima Illescas, M. V., Rodríguez Soto, A., & García González, B. (2019). Maloclusiones dentarias y su relación con los hábitos bucales lesivos. *Revista Cubana de Estomatología*, 56(2).
- Marín Carlos, A. (n.d.). Importancia del control de placa bacteriana en el tratamiento ortodóncico. *Rev Estomatología [Internet]*. 2007 [citado 30 Mar 2019]; 15 (1): 24-28.
- Méndez, L. (1999). Clasificación de la maloclusión según Angle en el Perú. *Rev. Odont Sanmarquina*, 1(2), 1–5.
- Muguruma, T., Iijima, M., Brantley, W. A., Ahluwalia, K. S., Kohda, N., & Mizoguchi, I. (2014). Effects of third-order torque on frictional force of self-ligating brackets. *The Angle Orthodontist*, 84(6), 1054–1061.
- Noriega, M. (2021). Análisis comparativo de la variación entre el torque indicado por el fabricante y el torque efectivo de los brackets de la Disciplina Alexander, CCO, Roth y MBT.
- Palacios, D. S., & Salazar, L. (2015). L. Brackets QR versus brackets de autoligado. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. "Ortodoncia. Ws Edición Electrónica"* Obtenible En: [Www. Ortodoncia. Ws](http://www.ortodoncia.ws).
- Pizzoni, L., Ravnholt, G., & Melsen, B. (1998). Frictional forces related to self-ligating brackets. *The European Journal of Orthodontics*, 20(3), 283–291.
- Read-Ward, G. E., Jones, S. P., & Davies, E. H. (1997). A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. *British Journal of Orthodontics*, 24(4), 309–317.

- Robles, E. M., & Porto, A. D. (2011). Lactancia materna; su importancia en la prevención de las maloclusiones. *Gaceta Dental*.
- Rygh, P. (1976). Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 70(3), 269–281.
- Salazar, D., & Ramírez, D. (2022). Expresión del torque en brackets de auto ligado activo versus el pasivo. *Cienciamatria*, 8(2), 647–660.
- Segovia, W. D. (2010). Brackets autoligantes: conclusiones de una revisión. *Ortodoncia: Principios y Técnicas Actuales Elsevier Espana*, 73(147), 42–48.
- Secchi A. (2010). Ortodoncia clínica completa: mecánica de tratamiento: parte 1 y 2. *Práctica de ortodoncia*, 4(1), 28-35.
- Shivapuja, P. K., & Berger, J. (1994). A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 106(5), 472–480.
- Stolzenberg, J. (1935). The Russell attachment and its improved advantages. *International Journal of Orthodontia and Dentistry for Children*, 21(9), 837–840.
- Taloumis, L. J., Smith, T. M., Hondrum, S. O., & Lorton, L. (1997). Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 111(1), 1–11.
- Thorstenson, G. A., & Kusy, R. P. (2003). Effects of ligation type and method on the resistance to sliding of novel orthodontic brackets with second-order angulation in the dry and wet states. *The Angle Orthodontist*, 73(4), 418–430.
- Voudouris, J. C. (1997). Interactive edgewise mechanisms: form and function comparison with conventional edgewise brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 111(2), 119–140.