

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

[DOI 10.35381/cm.v8i2.734](https://doi.org/10.35381/cm.v8i2.734)

Expresión del torque en brackets de auto ligado activo versus el pasivo

Torque expression in active versus passive self-bonding brackets

Diana Graciela Salazar-Ojeda
diana.salazar@psg.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Azogues
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-1331-0986>

Daniel Ramírez-Romero
daniel.ramrom@gmail.com
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Azogues
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-2232-823X>

Recibido: 02 de febrero 2022
Revisado: 20 de marzo 2022
Aprobado: 15 de mayo 2022
Publicado: 01 de junio 2022

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

RESUMEN

Los brackets de autoligado se han hecho populares en los últimos 10 años, su importancia radica en el modo de ligadura que utilizan y los beneficios que representa. Existen dos tipos, los autoligados activos en donde la compuerta tiene contacto directo con el arco metálico, y autoligado pasivo en donde los brackets actúan como tubos principalmente en la etapa inicial del tratamiento ortodóncico. El objetivo de esta revisión de la literatura es conocer el torque de los brackets de autoligado activo versus el, así como también actualizar datos importantes de los mismos. Se recopilieron 28 artículos científicos de la base de datos Scopus, PubMed, Web of Science, Portal Regional de la Bvs, Scielo, los cuales aportaron evidencia a partir de estudios in vitro, en donde la eficacia de expresión de torque es superior en los brackets de autoligado activo durante las etapas finales del tratamiento.

Descriptores: Odontología; terapia; atención; servicio de salud. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

Self-ligating brackets have become popular in the last 10 years, their importance lies in the way they are ligated and the benefits they represent. There are two types, active self-ligation where the gate has direct contact with the archwire, and passive self-ligation where the brackets act as tubes mainly in the initial stage of orthodontic treatment. The aim of this literature review is to know the torque of active versus passive self-ligating brackets, as well as to update important data on them. Twenty-eight scientific articles were collected from the Scopus database, PubMed, Web of Science, Bvs Regional Portal, Scielo, which provided evidence from in vitro studies, where the efficacy of torque expression is superior in active self-ligating brackets during the final stages of treatment.

Descriptors: Dentistry; therapy; attention; health services. (UNESCO Thesaurus).

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

INTRODUCCIÓN

El término de brackets de autoligado fue mencionado por primera vez en 1935, a partir del aparato de Russell mencionado por el Dr. Stolzenberg con la finalidad de mejorar el tipo de ligadura y por ende la fricción. (German et al. 2021; Huang et al. 2009). Las técnicas de ortodoncia fija con autoligado se han vuelto populares en los últimos diez años. Se ha demostrado alta eficacia en la reducción de la fricción en movimientos de desplazamiento, menor tiempo de tratamiento y trabajo en el sillón. (Sánchez Domínguez et al. 2011) De acuerdo a los diferentes diseños y sobre todo la disposición de acción de la compuerta, estos se clasifican en activos y pasivos. (Brauchlia, Steineckb, y Wichelhausc 2012)

Uno de los movimientos más importantes en las mecánicas de finalización en el tratamiento de ortodoncia fija es entonces la expresión de torque, que hace referencia a la inclinación bucolingual de las piezas dentarias. El torque es una de las características que poseen los brackets cuando se completa la ranura del bracket con el arco rectangular. Es aquí en donde se originan las diferentes prescripciones, que pueden estar influenciados por factores: curvatura de la corona dentaria, cantidad de adhesivo, posición, tamaño y material con el que el bracket fue fabricado. De esta forma la posición labiolingual del diente se verá afectada al final de un tratamiento. (Cattaneo, Salih, y Melsen 2013; Ren et al. 2020). En la actualidad con la introducción de aparatos de autoligado, se cree que estos muestran beneficios en cuanto al control del torque se refiere, ya que se puede obtener un mejor detallado tanto en la zona anterior como en la zona posterior dependiendo de los requerimientos y objetivos finales del tratamiento, teoría que aún no está totalmente comprobada. (Lacarbonara et al. 2015) (Sfondrini et al. 2018). El objetivo de esta revisión de la literatura es conocer el torque de los brackets de autoligado activo versus el, así como también actualizar datos importantes de los mismos.

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

MÉTODO

Se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica en diferentes bases digitales, como Scopus, PubMed, Portal Regional de la Bvs, Web of Science y Scielo, con la ayuda del operador boleano AND en inglés y español y los descriptores obtenidos en Decs y Mesh que fueron Torque, Orthodontics Brackets, Ligation, Orthodontics Appliances, Friction. Los artículos utilizados corresponden desde su publicación en el año 2007, la búsqueda de los mismo concluyo el 13 de febrero del 2022. Se excluyeron todos los artículos que fueron repetidos en las bases digitales, reportes de casos, así como también los que no tenían relación directa con el tema. Luego de analizar el título, resumen y de acuerdo con los criterios de selección, se utilizó 24 investigaciones para la presente revisión. Se incluyeron estudios originales, in vitro, investigaciones narrativas, metaanálisis, como “Tabla 1”.

Tabla 1.
Proceso de búsqueda en base de datos digitales.

Pasos del proceso de la búsqueda						
	Scielo	PubMed	Web of Science	Portal Regional de la Bvs	Scopus	Total
Resultados iniciales	4	21	10	3	10	48
Artículos repetidos	3	9	5	--	--	17
Artículos eliminados	--	5	--	--	--	5
Artículos incluidos	1	7	5	3	10	26

Fuente: Los autores.

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

RESULTADOS

Brackets de autoligado

A partir de que el tratamiento de ortodoncia evolucionó, desde utilizar bandas en todos los dientes hasta el uso de aparatología fija pre ajustable, luego se incorporó el uso de arco recto. Estos conceptos fueron manifestado por Andrews en 1989.(Dalstra et al. 2015)

La aparatología fija con autoligado ha experimentado cambios importantes en la última década desde su aparición en 1933 descrita por primera vez por Boyd y Ford.(Brauchlia et al. 2012) El término “autoligado” se refiere a la aparatología ortodòncica fija, caracterizada por tener diferente fijación entre el alambre y la ranura del bracket en comparación con los aparatos convencionales, los que necesitan de auxiliares metálicos o elastomèricos para cumplir la misma función. (Major et al. 2011) Es aquí en donde radica la diferencia más importante, ya que, al no utilizar ligaduras de este tipo, los brackets de autoligado provocarían menor fricción que los convencionales, además de mostrarse superiores por ser más útiles en las terapias de desplazamiento provocando menor fricción (Lee y Hwang 2015).Entre las ventajas que los brackets de autoligado nos aportan, están:

1. Son más cómodos para los pacientes.
2. La higiene es más eficiente.
3. Implica menor tiempo de trabajo en consulta, entre otras.

Sin embargo, aún es deficiente la evidencia sobre la superioridad de brackets de autoligado pasivo versus el autioligado activo. (Katsikogianni et al. 2015; Muguruma et al. 2014) en su estudio manifiesta que un bracket de autoligado deber cumplir los siguientes parámetros para ser óptimo.

1. Mantener fijo y estable el arco
2. Producir menor fricción entre el bracket y el arco a menos de que la fricción sea totalmente requerida en los movimientos

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

3. Permitir la fácil colocación de auxiliares ortodóncicos, etc.(German et al. 2021).

Brackets de autoligado activo

El clip se encuentra en contacto directo con el alambre, presionándolo todo el tiempo.(Grynberg et al. 2015; Martelli et al. 2019)

Brackets de autoligado pasivo

El clip en fases iniciales actúa como un tubo, esto implicaría menor fricción que los activos.(German et al. 2021; Martelli et al. 2019)

Se supone que los brackets de autoligado al ser superiores a lo convencionales en cuanto al modo de fijación del arco en la ranura tendrían dos prioridades:

1. Mejor expresión del torque.
2. Mejor control del movimiento durante todas las etapas del tratamiento.(Brauchlia et al. 2012; Sanders et al. 2021)

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 vestibulolingual de los dientes. (Al-Thomali, Mohamed, y Basha 2017)

En el campo ortodóncico el torque es visto desde dos puntos:

1. Clínico: Representa según Andrews la tercera llave de la oclusión, haciendo referencia a la inclinación de anterior a posterior en dientes antero superiores como antero inferiores, así como también la inclinación en sentido trasversal de las piezas posteriores(Lacarbonara et al. 2015; Macías Villanueva y Pérez Covarrubias 2019).Son varios los análisis acerca de la inclinación adecuada de los dientes, dando mayor importancia a las piezas antero superiores, sin embargo en

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

la actualidad existen distintas prescripciones con diferentes medidas de torsión.(Katsikogianni et al. 2015)

2. Biomecánico: Hace referencia al momento que se produce debido a la torsión de un arco metálico, que generalmente es de calibre alto es decir rectangular, ocupando de esta forma la mayor parte de espacio en la ranura (Lacarbonara et al. 2015; Morina et al. 2008) Es por esto que Andrews recalcó que es importante que los aparatos fijos aporten el control en los tres planos del espacio en cada diente.(Cattaneo et al. 2013)

Es así que en ortodoncia “el torque se refiere a la inclinación bucolingual de las coronas de los dientes anteriores y posteriores, influyendo de esta manera en: La oclusión sagital óptima, permitiendo una clase I molar, la longitud ideal del arco” según Hussel y Nanda, aportar positivamente en la estética dental según Ghabel y cols. (Dalstra et al. 2015; Tepedino et al. 2020)Una mala inclinación labiolingual 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 afección en la longitud total del arco.(Badawi et al. 2008; Katsikogianni et al. 2015) 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.(Badawi et al. 2008)

En experimentos in vitro se ha demostrado la eficacia en cuanto la reducción de la fricción al momento de aplicar fuerzas en brackets de autoligado tanto pasivo como activo, pero en cuanto a la torsión por parte de aparatos de autoligado pasivo, parece ser menor a la que se expresa en brackets convencionales debido a que para que exista torque se debe producir fricción entre el arco y el slot, teoría que aún no está comprobada en su totalidad. (Albertini et al. 2022; Lefebvre et al. 2019; Morina et al. 2008; Sánchez Domínguez et al. 2011)

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

La investigación realizada por Katsikogianni en (2015) se basó en encontrar el mayor grado de torsión al analizar dos tipos de brackets, autoligado activo y pasivo. Los dos tipos de brackets tenían una ranura de 18 pulgadas y fueron empleados arcos de nitinol y de acero inoxidable de 0.016 x 0-016, 0.016 x 0.022. Concluyendo que el acero inoxidable presentaba 4 veces mayor eficacia en la torsión sobre todo en brackets de autoligado activo en comparación con los pasivos.(Katsikogianni et al. 2015)

En el estudio en el que Dalstra M (2015) comparo 32 tipos de brackets, entre pasivos, activos y convencionales, con la finalidad de conocer en cuál de estos existe mayor juego torsional y de esta manera poder conocer cuales fueron efectivos al momento de expresar torque. Se utilizaron brackets con ranuras de 0.018 y 0.022, arcos de acero inoxidable de 0.017 x 0.022 y 0.019 x 0.025. Llegando a la conclusión que los brackets de autoligado pasivo son los menos eficaces en la expresión del torque, sobre todo cuando se utiliza un slot de 0.022 con un arco de 0.019 x 0.025 de acero inoxidable debido a la distancia que existe entre el arco y el fondo de la ranura, ya que el clip no ejerce una fuerza directa y constante.(Dalstra et al. 2015)

En 2015 Franco utilizó 6 brackets, de ellos 2 de autoligado pasivo, 3 de autoligado activo y un bracket de ligadura convencional, para analizar su efectividad en cuanto a la expresión del torque, de esta manera obtuvo el resultado en el que los brackets de autoligado pasivo fueron los primeros en mostrar un torque efectivos, y los últimos en demostrar esta característica fueron los de autoligado activo. Es por ello que Franco no atribuye la efectividad de expresión del torque al tipo de ligadura, sino más bien a otras características como la rugosidad del material y tipo de arco que se utilice.(Franco et al. 2015)

Sanders en 2021 en su estudio por averiguar la efectividad de expresión de torque, incluyo 1 brackets de autoligado pasivo, 1 de autoligado activo y 1 de ligadura convencional elastomérica, determinó que el torque logró una mayor expresión en los brackets de autoligado activo y en los convencionales a los que se les colocó ligadura

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

metálica en comparación con los brackets de autoligado pasivo, además de que los dos primeros no mostraron juego torsional.(Sanders et al. 2021)

Badawi en 2008 comparo la efectividad de expresión del torque entre 1 brackets de autoligado activo y 1 autoligado pasivo, en donde determino que existe mayor eficacia por parte de los brackets de autoligado activo en cuanto a la expresión del torque, además de que el rango de activación del torque para los activos es mayor que para los pasivos debido a que su tapa presiona el arco.(Badawi et al. 2008)

DISCUSIÓN

Luego de la revisión bibliográfica acerca de la eficacia en cuanto a la expresión del torque entre los brackets de autoligado activo versus pasivo, existen estudios que concuerdan en que los activos son más eficientes al momento de expresar torque como es el caso de Katsikogianni quien afirma esta situación al utilizar brackets con una ranura de 0.018 y arcos de 0.016 x 0.016, 0.016 x 0.022 de acero inoxidable y de 0.016 x 0.016 y 0.016 x 0.022 de NiTi.(Katsikogianni et al. 2015). Este concepto lo comparte Brauchlia dándole importancia también al tamaño del slot que el aparato presente (Brauchlia et al. 2012). Cabe mencionar también el estudio de Romanyk en 2017 quien nos indica superioridad de los aparatos de autoligado activo, relacionando el material del bracket pasivo que se utilizó en su experimento, el cual sería un limitante para cumplir con la función de expresar el torque necesario.(Romanyk et al. 2017)

Al igual que los autores anteriores Badawi (2018) determinó que existe mayor eficacia por parte de los brackets de autoligado activo al momento de expresar torque de una manera adecuada (Badawi et al. 2008), sin embargo, existen estudios como el de Franco (2015) quien afirma que, al momento de realizar su experimento, los primeros en expresar un torque efectivo fueron los de compuerta pasiva, atribuyendo este suceso al tipo de material es decir rugosidad que el bracket presentó.(Franco et al. 2015)

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

Los estudios realizados por Dalstra (2015) por su parte indican que, los brackets convencionales al cambiar la ligadura elastomérica por ligadura metálica serían más efectivos en lo que a torque se refiere en comparación con los brackets de autoligado activo, coincidiendo de este modo con lo que Johanssen manifestó. (Dalstra et al. 2015)

CONCLUSIÓN

El torque o inclinación bucolingual de los dientes es uno de los varios requisitos necesarios para que un tratamiento ortodóncico sea exitoso, es por ello que luego de revisar los 26 artículos científicos se llegó a la conclusión de que existe mayor eficacia en la expresión y control del torque por parte de los brackets de autoligado activo en comparación al pasivo, con ranura de 0.022 y arcos de acero inoxidable de 0.019 x 0.025, esto debido a que el clip de los pasivos no presiona el arco hacia el fondo de la ranura. Sin embargo, existen autores los cuales no atribuyen este hecho al tipo de ligadura de, estos aparatos, sino más bien lo relacionan con factores como rugosidad del material, anchura de los slots, alambres utilizados entre otros. Cabe recalcar que la mayoría de estos estudios en cuanto a la variabilidad de la expresión del torque entre brackets de autoligados activos versus pasivos, han sido realizados in vitro, es por esto que la teoría que atribuye a los brackets de autoligado activos como los más eficientes aún no está completamente confirmada.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés en la publicación de este artículo.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A todos los agentes sociales involucrados en el proceso investigativo.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Albertini, P., Mazzanti, V., Mollica, F., Lombardo, L., & Siciliani, G. (2022). Comparative analysis of passive play and torque expression in self-ligating and traditional lingual brackets. Vergleichende Analyse des Torquespiels und der Torqueeexpression in selbstligierenden und konventionellen lingualen Klammern. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie*, 83(1), 13–22. <https://doi.org/10.1007/s00056-021-00314-1>
- 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–e128. <https://doi.org/10.4317/jced.53187>
- Badawi, H. M., Toogood, R. W., Carey, J. P., Heo, G., & Major, P. W. (2008). Torque expression of self-ligating brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 133(5), 721–728. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.051>
- Brauchli, L. M., Steineck, M., & Wichelhaus, A. (2012). Active and passive self-ligation: a myth? Part 1: torque control. *The Angle orthodontist*, 82(4), 663–669. <https://doi.org/10.2319/062011-673.1>
- 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. <https://doi.org/10.2319/071212-575.1>
- Dalstra, M., Eriksen, H., Bergamini, C., & Melsen, B. (2015). Actual versus theoretical torsional play in conventional and self-ligating bracket systems. *Journal of orthodontics*, 42(2), 103–113. <https://doi.org/10.1179/1465313314Y.0000000126>

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

- Franco, É. M., Valarelli, F. P., Fernandes, J. B., Cançado, R. H., & de Freitas, K. M. (2015). Comparative study of torque expression among active and passive self-ligating and conventional brackets. *Dental press journal of orthodontics*, 20(6), 68–74. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.20.6.068-074.oar>
- German, Hempel Souper, Sat Yaber Maris, Vargas Aguilar Valeria, y Diaz Muñoz Alejandro. 2021. Comparación de Brackets de Autoligado y Brackets Convencionales basada en la evidencia [Evidence-Based Comparison of Self-Ligating Braces and Conventional Braces]. *Odontoestomatología* 38:1-15. doi: [10.22592/ode2021n37e302](https://doi.org/10.22592/ode2021n37e302).
- Grynberg, E, Laura P, Lopez, D, Iranzo, A., Blas, F., & Calatayud, L. (2015). Introducción a la aparatología ortodóncica de autoligado[Introduction to orthodontic self-ligating appliances]. *Revista de la Facultad de Odontología* 9(1):36-41.
- Huang, Y., Keilig, L., Rahimi, A., Reimann, S., Eliades, T., Jäger, A., & Bourauel, C. (2009). Numeric modeling of torque capabilities of self-ligating and conventional brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 136(5), 638–643. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.04.018>
- 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. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju067>
- Lacarbonara, M., Accivile, E., Abed, M. R., Teresa, D. M., Monaco, A., Marzo, G., & Capogreco, M. (2015). Variable torque prescription: state of art. *The open dentistry journal*, 9, 60–64. <https://doi.org/10.2174/1874210601509010060>
- Lee, S. M., & Hwang, C. J. (2015). A comparative study of frictional force in self-ligating brackets according to the bracket-archwire angulation, bracket material, and wire type. *Korean journal of orthodontics*, 45(1), 13–19. <https://doi.org/10.4041/kjod.2015.45.1.13>
- Lefebvre, C, Hassan Saadaoui, J, Marc O, Stéphane R, & Fabienne J. (2019). Variability of slot size in orthodontic brackets. *Clinical and Experimental Dental Research* 5(5):528-33. doi: 10.1002/cre2.219.

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

- Macías Villanueva, T., & Fernando Pérez C. (2019). Importancia del torque, tipping y tamaño dental en el terminado del tratamiento ortodóncico [Importance of torque, tipping and tooth size in the completion of orthodontic treatment]. *Revista Mexicana de Ortodoncia* 6(4):262-65.
- Major, T. W., Carey, J. P., Nobes, D. S., Heo, G., & Major, P. W. (2011). Mechanical effects of third-order movement in self-ligated brackets by the measurement of torque expression. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 139(1), e31–e44. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.04.029>
- Martelli, K., Freitas, K. M., Negreiros, P. O., Janson, G., Cançado, R. H., Valarelli, F. P., & de Freitas, M. R. (2019). Comparison of torque expression in esthetic brackets. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 11(9), e783–e789. <https://doi.org/10.4317/jced.56102>
- Morina, E., Eliades, T., Pandis, N., Jäger, A., & Bourauel, C. (2008). Torque expression of self-ligating brackets compared with conventional metallic, ceramic, and plastic brackets. *European journal of orthodontics*, 30(3), 233–238. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn005>
- 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. <https://doi.org/10.2319/111913-845.1>
- Papageorgiou, S., Iosif S, L, Raphael P, Stefan A, Theodore E, & Christoph B. (2017). Torque differences according to tooth morphology and bracket placement: a finite element study. *European journal of orthodontics* 39(4):411-18. doi: [10.1093/ejo/cjw074](https://doi.org/10.1093/ejo/cjw074).
- Ren, X, Jiao L, Yunhe Z, Houxuan L, & Lang L. (2020). Torque expression by active and passive self-ligating brackets in patients with four premolar extractions: A retrospective study. *Orthodontics and Craniofacial Research* 23(4):509-16. doi: [10.1111/ocr.12403](https://doi.org/10.1111/ocr.12403).
- Romanyk, D. L., Au, K., Isfeld, D., Heo, G., Major, M. P., & Major, P. W. (2017). The effect of buccal-lingual slot dimension size on third-order torque response. *European journal of orthodontics*, 39(2), 209–214. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw043>

Diana Graciela Salazar-Ojeda; Daniel Ramírez-Romero

Sánchez Domínguez, M., FM Yeste Ojeda, A. Megía Córdoba, C., & Ventureira P. (2011). Sistemas autoligables de mínima fricción: ¿la fricción imperfecta? [Minimum friction self-ligating systems: the imperfect friction?] *Ortod. esp. (Ed. impr.)* 84-94.

Sanders, E., Johannessen, L., Nadal, J., Jäger, A., & Bourauel, C. (2021). Comparison of multiforce nickel-titanium wires to multistrand wires without force zones in bending and torque measurements. Vergleich von Mehrzonenbögen aus Nickel-Titan und verseilten Bögen ohne Kraftzonen in Biege- und Torquemessungen. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopadie*, 10.1007/s00056-021-00321-2. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00056-021-00321-2>

Sfondrini, M. F., Gandini, P., Castroflorio, T., Garino, F., Mergati, L., D'Anca, K., Trovati, F., & Scribante, A. (2018). Buccolingual Inclination Control of Upper Central Incisors of Aligners: A Comparison with Conventional and Self-Ligating Brackets. *BioMed research international*, 2018, 9341821. <https://doi.org/10.1155/2018/9341821>

Tepedino, M., Paiella, G., Iancu Potrubacz, M., Monaco, A., Gatto, R., & Chimenti, C. (2020). Dimensional variability of orthodontic slots and archwires: an analysis of torque expression and clinical implications. *Progress in orthodontics*, 21(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00333-5>