CONTROL DEL TORQUE:
UN PILAR FUNDAMENTAL
EN ORTODONCIA

- Directora de Especialidad: Od. Esp. Prof. Beatriz Esquembre
- Directora de tesina: Od. Esp. Prof. Mabel Morán
- Autora: Od. Jessica Elizabeth Valls

Año: 2025

Agradecimientos

Al llegar al final de esta etapa, quiero dedicar unas palabras de gratitud a quienes hicieron posible este logro.

A mi esposo, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo en cada desafío. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por alentarme en los momentos difíciles y por ser mi compañero en este camino.

A mi mamá, por su fortaleza y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por estar siempre presente con tu cariño y apoyo, recordándome que con dedicación todo es posible.

A mi papá, que aunque básicamente ya no está conmigo, su amor y enseñanzas siguen guiando mis pasos. Su recuerdo es mi inspiración, y sé que de alguna manera, ha estado acompañándome en este proceso.

A mis amigos, quienes con su compañía, consejos y palabras de aliento me ayudarán a seguir adelante. Gracias por estar ahí, por escucharme en los momentos de estrés y por celebrar cada pequeño avance conmigo.

Este logro no es solo mío, sino también de cada uno de ustedes. ¡Gracias de corazón!

CONTROL DEL TORQUE: UN PILAR FUNDAMENTAL EN ORTODONCIA

RESUMEN

Este trabajo integrador final explora la importancia del torque en ortodoncia y sus aplicaciones en la práctica clínica. Se analizan las herramientas biomecánicas utilizadas para su control y se presentan estrategias para optimizar su corrección. Como aplicación clínica, se expone un caso en el que se corrige el torque en un primer premolar superior y en segundos molares inferiores.

A través de este análisis se busca demostrar la relevancia del torque en la función oclusal asegurando una mejor interdigitación entre las piezas dentarias superiores e inferiores para mejorar la función masticatoria y evitar interferencias oclusales y lograr así funcionalidad de los tratamientos de ortodoncia, proporcionando una guía para su manejo eficiente.

ABSTRACT

This final integrative work explores the importance of torque in orthodontics and its applications in clinical practice. The biomechanical tools used for its control are analyzed, and strategies for optimizing its correction are presented. As a clinical application, a case is presented in which torque is corrected on an upper first premolar and mandibular second molars.

This analysis seeks to demonstrate the relevance of torque to the stability and functionality of orthodontic treatments, providing a guide for its efficient management.

INDICE DE CONTENIDOS

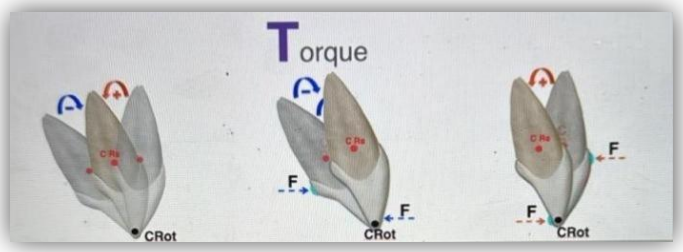
RESUMEN 3
ABSTRACT 3
INTRODUCCION 7
MATERIALES Y METODOS 8
OBJETIVO GENERAL 10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
MARCO TEÓRICO 11
HISTORIA DEL TORQUE EN ORTODONCIA 11
Orígenes y Primeras Técnicas: 11
Desarrollo y Perfeccionamiento Actual 18
DEFINICION DE TORQUE 19
CENTRO DE RESISTENCIA Y TORQUE 19
CUPLAS INTRABRACKET 24
Tipos de cuplas y sus efectos: 25
Factores que influyen en las cuplas: 25
Implicaciones clínicas: 25
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EXPRESIÓN DEL TORQUE 26
1) Tipos de brackets 26
Brackets tipo Roth (roth prescription brackets): 27
Brackets sistema MBT: 28
Placas invisibles 35
Brackets de autoligado 39
2) Juego torsional o ángulo de contacto 39
3) Tipo de ligadura 40
4) Rigidez del arco y bracket 42
5) Dimensión del arco 42
6) Arcos redondos y rectangulares 43
7) Propiedades físicas de los materiales 44

RELACIÓN TIP Y TORQUE 45
POSICIÓN DE BRACKETS EN LAS PIEZAS DENTARIAS PARA LOGRAR UN ADECUADO TORQUE 46
Errores en el posicionamiento de los brackets durante su cementado: 47
SELECCIÓN DEL TORQUE SEGÚN MALOCLUSIONES 47
Maloclusión clase 1 47
Maloclusión clase 2 49
Maloclusión clase 3 50
Mordida abierta 51
Tratamientos con extracciones 51
DISPOSITIVOS AUXILIARES PARA MANEJAR EL TORQUE 53
A. Cantillever 53
B. Barra palatina 55
Activaciones de tercer orden simétricas (torque) 55
Torque coronario palatino o negativo 55
Torque coronario vestibular o positivo 55
Activaciones de tercer orden unilaterales 55
Torque coronario palatino unilateral 55
C. Quad helix 56
D. Expansor palatino 57
E. Microimplantes en ortodoncia: aplicaciones y especificaciones 58
UBICACIÓN DE MINI-IMPLANTES PARA CORREGIR TORQUE 61
F. Otros elementos auxiliares para corregir torque 63
1. Resortes (Muelles): 63
2. Botones: 64
3. Cadenetas Elásticas: 64
4. Arcos Ortodónticos: 64
5. Brackets con Prescripción de Torque: 64
6. Dispositivos de Anclaje Temporal (Microimplantes): 64
7. Alineadores Transparentes: 64
8. Gomas intermaxilares 64

DESARROLLO DEL CASO CLÍNICO 66
Diagnóstico 66
Objetivos Terapéuticos: 68
Plan de Tratamiento 69
Corrección de torque negativo por elementos dentarios 37 y 47 lingualizados . 71
Corrección de torque en elemento 15 73
CONCLUSIÓN 77
BIBLIOGRAFÍA 78

INTRODUCCION

El torque es un concepto esencial en ortodoncia, definido como la inclinación vestíbulo-lingual de los dientes mediante la aplicación de fuerzas controladas.

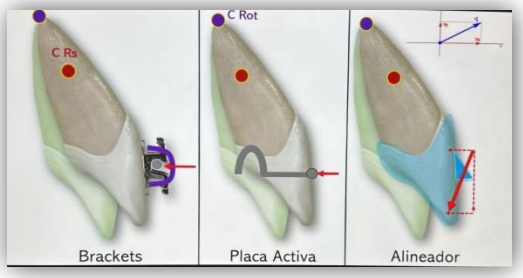


Gentileza de Dr. Adrián Granella y Dr. Federico Brancato

En esta imagen se puede observar la aplicación de una fuerza en la corona de una pieza dentaria del sector anterosuperior, generando un momento alrededor del centro de rotación (CRot). Dependiendo de la dirección de la fuerza se genera un torque positivo o negativo, lo que inclina la raíz hacia vestibular o lingual.

La variación del torque en ortodoncia se puede deber a diferentes factores tales como la prescripción del bracket, la relación entre el alambre y el slot o ranura, la rigidez del alambre, su tamaño y la torsión del mismo o el uso de dispositivos accesorios como es el caso de barras palatinas, cantillever, microtornillos, entre otros. Un torque inadecuado puede comprometer la estabilidad del tratamiento, afectar la función oclusal e incluso generar problemas periodontales, como recesión gingival o fenestraciones óseas. Por ello, su correcto manejo es fundamental en la planificación de un tratamiento de ortodoncia (13) (42) (45)

Cada sistema, ya sea ortodoncia fija, alineadores o placas activas entre otros, tiene una manera distinta de aplicar torque debido a la localización del centro de resistencia y la forma en que se transmite la fuerza.



Gentileza de Dr. Adrián Granella y Dr. Federico Brancato

En el caso de los brackets, se puede observar en la imagen la aplicación de una fuerza horizontal (roja) desde el bracket, lo que genera un momento de rotación. El centro de resistencia está ubicado en la raíz, por lo que la fuerza aplicada genera un movimiento de inclinación controlado por la resistencia del hueso alveolar y el diseño del arco.

En el caso de las placas activas, la fuerza aplicada por el resorte activo, también genera un momento de rotación. Aquí, la fuerza está más alejada del centro de resistencia, por lo que el control del movimiento puede ser más difícil que con brackets.

Por último, la fuerza aplicada en el alineador está más distribuida en la superficie del diente debido al contacto con la misma placa invisible. Se observa una descomposición de fuerzas en los ejes vertical y horizontal, lo que indica que el movimiento puede ser más tridimensional y controlado.

Como dijo Charles Chaplin “Nunca te olvides de sonreír, porque el día que no sonrías, será un día perdido”. Un resultado exitoso en el tratamiento, hace de la ortodoncia un medio que mejora la autoestima y la confianza de una persona, haciéndola sonreír con más frecuencia y mejorando su calidad de vida.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración de esta revisión bibliográfica, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en diversas plataformas digitales de alto impacto, incluyendo PubMed, Google Académico, Redalyc.org, Refseek.com, SciELO y BASE-search.net. La estrategia de búsqueda se basó en la combinación de términos clave como 'orthodontics', 'torque' y 'brackets'. Adicionalmente, se consultaron textos de Ortodoncia relevantes, los cuales se detallan en la sección de bibliografía al final de este documento.

La información recopilada abarca las características fundamentales del torque y su trascendencia clínica. Asimismo, se profundizó en la metodología para su correcta aplicación en distintos tipos de brackets y en el uso de aparatología auxiliar diseñada para la modificación de la expresión del torque.

En la selección de la literatura, se priorizaron artículos publicados principalmente durante los últimos cinco años, aunque también se incluyeron algunos estudios de especial relevancia con una antigüedad máxima de diez años.

La relevancia del torque se corroboró clínicamente al tratar a un paciente masculino de 15 años durante la quinta cohorte de la Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia de la Facultad de Odontología de la UNCuyo. Se llevó a cabo un tratamiento ortodóncico con sistema de arco recto y brackets metálicos tipo Roth. El paciente presentaba clase II canina y molar bilateral, apiñamiento dental severo en ambas arcadas y mordida abierta anterior con contactos prematuros en los sectores laterales de premolares molares.

Se dedicó especial atención a la corrección de la ubicación de los elementos 37 y 47, que mostraban torque negativo, y a la posición del elemento 15, cuya cúspide palatina generaba un contacto prematuro causante de la apertura anterior de la mordida.

Para la corrección de los molares inferiores, se utilizaron bandas con caja lingual y se indicó al paciente el uso de elásticos intermaxilares de 1/8 medium, desde la caja

lingual del elemento 47 hasta el hook vestibular de las bandas de los elementos 16 y 17, y desde la caja lingual del elemento 37 hasta el hook vestibular de las bandas de los elementos 26 y 27.

Con el fin de realizar la corrección individualizada del torque en el elemento 15, se confeccionó manualmente un cantilever de alambre de acero 0.16 para la intrusión de la cúspide palatina. Se cementó un botón metálico en la cara palatina del elemento 15, lo que permitió, mediante la fuerza intrusiva generada por el cantilever, corregir el torque de esta pieza dental.

OBJETIVO GENERAL

Recopilar información sobre el torque en ortodoncia como factor determinante en el control tridimensional del movimiento dental para optimizar los resultados clínicos y funcionales de los tratamientos ortodónticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir el torque como una expresión biomecánica del control radicular y su influencia en la dinámica del movimiento dental.
2. Analizar los factores biomecánicos y materiales ortodónticos que intervienen en la modulación del torque durante el tratamiento.
3. Examinar la influencia del torque en la estabilidad oclusal, la estética facial y la funcionalidad del sistema estomatognático.
4. Comparar las técnicas ortodónticas contemporáneas en el manejo del torque.
5. Identificar las complicaciones biomecánicas derivadas de un control inadecuado del torque y proponer estrategias basadas en evidencia para su manejo.

MARCO TEÓRICO

HISTORIA DEL TORQUE EN ORTODONCIA

De la mano de la Revista de Información Científica de la Universidad de Guantánamos en Cuba, se repasará el concepto de torque en ortodoncia, el cual ha evolucionado desde los inicios de la disciplina, cuando los tratamientos eran más rudimentarios y carecían del control que hay hoy en día (41).

Orígenes y Primeras Técnicas:

Desde el siglo XIX, con el uso de bandas metálicas y alambres, se comenzó a intentar mejorar la alineación dental. Sin embargo, no se tenía un control preciso sobre el torque, lo que limitaba una adecuada corrección en la ubicación de las piezas dentarias, sobre todo del sector anterior (1).

1. **Período Primitivo (Orígenes – 1890)**

La corrección de piezas dentarias apiñadas ha sido una preocupación constante a lo largo de la historia. En la antigua Roma, Celso propuso la aplicación de presión digital para dientes reales desviados y recomendó la extracción de dientes temporales que él consideraba “problemáticos”. Por su parte, Cayo Plinio sugirió el limado de dientes prominentes para lograr una alineación estética (1).

El primer instrumento conocido para la corrección de malposiciones dentales fue descrito por Albucasis (936-1013), el mismo consistía en una lima con forma de pico de ave utilizada para desgastar piezas dentarias mal ubicadas y facilitar su alojamiento en la arcada dental. Albucasis ya contemplaba la reducción del diámetro mesiodistal dental para generar espacio en la arcada, técnica conocida como stripping.

La ortodoncia moderna tiene sus raíces en la Francia del siglo XVIII, con Pierre Fauchard, cuyo libro "El cirujano dentista" (1728) sentó las bases de la odontología científica. Fauchard describió el primer aparato ortodóncico; una banda metálica

perforada para sujetar dientes desviados. Aunque rudimentario, este aparato se utilizó durante aproximadamente un siglo.

Etienne Bourdet (1757) desarrolló un aparato similar al de Fauchard y propuso la extracción de primeros molares permanentes para controlar el crecimiento óseo en casos de prognatismo mandibular. John Hunter (1771) estudió la oclusión y la reabsorción de dientes temporales, y explicó cómo los dientes posteroinferiores ganan espacio en la arcada dental gracias a la reabsorción del borde anterior de la rama ascendente del maxilar inferior. Además, describió el plano de mordida anterior para corregir mordidas cruzadas anteriores (1) (41).

Joseph Fox (1803) describió un aparato similar a los anteriores, con bloques de marfil para elevar la oclusión molar y corregir linguoclusiones anteriores.

CJ Linderer (1807) clasificó los movimientos dentales en tres categorías: intrusión, lateralización y rotación. LJ Catalán (1808) generalizó el principio del plano inclinado, y Cristóbal Francisco Delabarre (1819) innovó con una criba de alambre para elevar la oclusión. Walter H. Coffing (1872) diseñó un expansor con un recurso en forma de M, precursor de los expansores modernos.

En la segunda mitad del siglo XIX, Kingsley influyó significativamente con su libro "Treatise on Oral Deformities" (1880), donde describía tratamientos para deformidades orales. Farrar destacó la importancia de fuerzas ligeras y continuas en el movimiento dental (1) (41).

Pedro Joaquín Lefoulon, quien acuñó los términos "Orthopedie Dentaire" y "Orthodontosie", condenó la extracción dental como método correctivo de malposiciones. En el IX Congreso Médico Internacional (1887), Angle presentó su sistema para regular y retener, y Davenport, diseñó el expansor palatino.

2. **Años 1930-1950:**

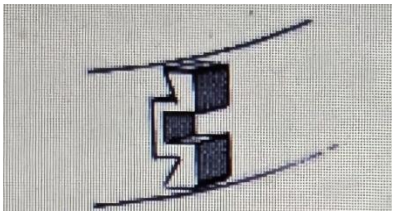
Durante este período, los avances tecnológicos y el desarrollo de los alambres rectangulares marcaron un hito importante en la ortodoncia. Estos alambres permitieron un mejor control de los movimientos dentales, pero aún no existía un sistema que permitiese aplicar torque de manera eficiente.

3. La Técnica Edgewise (Edward Angle):

El verdadero avance en el control del torque vino con Edward Angle, quien en 1920 presentó su sistema de brackets “Edgewise”, un diseño que permitió por primera vez controlar la inclinación de los dientes en las tres dimensiones. Su sistema incorporaba brackets con ángulos preestablecidos, lo que ayudaba a aplicar torque a los dientes, especialmente en sectores posteriores y caninos.

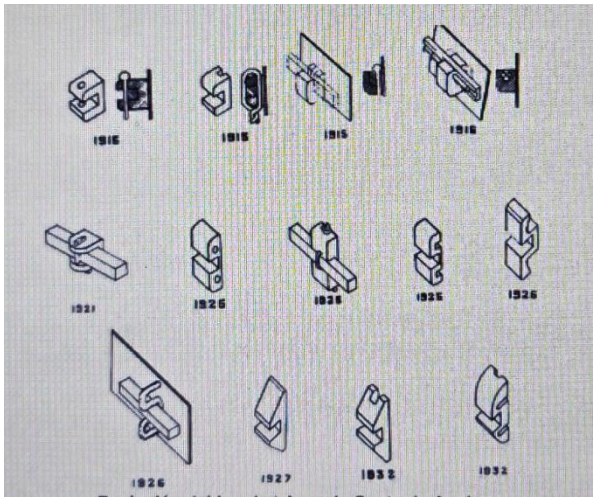
Edward Hartley Angle desarrolló un sistema básico ortodóntico ordenado, en contraposición a los usados anteriormente. Utilizó un alambre de piano y el primer prototipo de bracket que consistió en un tubo de metal soldado a una banda al que luego de varias correcciones, ajustes y mejoras, en el año 1928, le llamó Técnica de Arco de Canto. Adquiere este nombre porque la ranura del bracket recibía un alambre rectangular o “edgewise”, que se insertaba en la posición más estrecha o de canto. Utiliza un bracket de apertura frontal o labial y permite el control radicular.

En el año 1926, Angle presentó el bracket “447” con canal horizontal de 0.022” x 0.028” para introducir un arco rectangular que se ponía de canto (de ahí el nombre de esta técnica). Se lo conoce como el “bracket blando” ya que se distorsionaba a menudo perdiendo el ajuste (2).



Bracket Arco de Canto 447 de Angle

Fuente: https://es.slideshare.net/hcrosbyr/arco-de-canto



Evolución del bracket Arco de Canto de Angle

Fuente: https://es.slideshare.net/hcrosbyr/arco-de-canto

Luego Cecil Steiner, uno de los discípulos de Angle, optó por biselar los bordes debido a que laceraban los carrillos dando origen al “bracket duro”, el cual era más resistente. También redujo sus dimensiones originales a una ranura de 0.018” x 0.025”

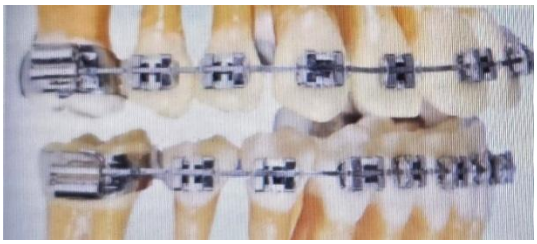
Esta técnica se fundamenta en el arco ideal; es decir que el control de los dientes debe estar en el arco. Utiliza brackets diseñados en forma específica para cada diente, en donde encaja un alambre de forma rectangular dentro de ranuras también rectangulares.

En esta técnica se colocan los brackets en los dientes correspondientes de la arcada, generalmente en los primeros molares y premolares. La correcta colocación de los brackets es fundamental para asegurar que los movimientos posteriores sean efectivos (2).

En algunos casos, puede ser necesario colocar aditamentos adicionales en los dientes para mejorar el anclaje y la eficacia del arco de canto (2).

El alambre del arco de canto se moldea y se adapta a la curvatura necesaria para generar el control de la oclusión posterior (2)

Se hace un curvado personalizado del alambre para adaptarse a la forma de la arcada dental y a las necesidades específicas del paciente, permitiendo que el arco de canto se coloque sin presiones excesivas (2).



Arco de Canto

Fuente: https://es.slideshare.net/hcrosbyr/arco-de-canto

El alambre del arco de canto se coloca en los brackets, y las fuerzas generadas por este alambre comenzarán a actuar sobre los dientes, promoviendo la alineación y la correcta relación oclusal. Este tiene generalmente un diseño específico que permite el control del torque y la verticalidad de los dientes posteriores (2).

Se puede concluir entonces que un buen control del torque con la técnica del arco de canto depende de una correcta planificación, la elección de los materiales adecuados, la colocación precisa de los brackets y los ajustes regulares del arco. El uso de aditamentos, junto con un enfoque meticuloso de la secuencia de movimientos, también es fundamental para asegurar que el torque sea expresado de forma eficaz en los dientes posteriores, mejorando tanto la estética como la función oclusal del paciente.

4. **Años 60: El Aporte de Jacob Asher:**

Durante las décadas de los 50 y 60, el Dr. Jacob Asher introdujo una innovación significativa: el arco Asher. Este arco se diseñó para proporcionar una mayor capacidad de control sobre el torque, permitiendo que los dientes se movieran en una dirección más precisa y controlada. A diferencia de los arcos rectangulares convencionales, el arco Asher presentaba una curvatura específica que facilitaba la inclinación de los dientes en una forma más eficaz.

El Uso de los Arcos Asher en Ortodoncia

El arco Asher es una variante modificada de los arcos rectangulares tradicionales. Su diseño innovador permite una mayor precisión en el control de la inclinación dental, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en ortodoncia.

Características del Arco Asher

- Diseño de Torque Incorporado: El arco Asher es único porque incluye una curvatura de torque predeterminada. Esto significa que no se requiere un ajuste constante o aplicación de fuerza adicional para mover los dientes a su posición correcta.
- Control Mejorado: El arco permite un mejor control del torque en dientes con problemas de inclinación, como los dientes vestibulizados o lingualizados.
- Materiales Utilizados: Generalmente, los arcos Asher se fabrican con materiales como el acero inoxidable o aleaciones de níquel-titanio, lo que les otorga una alta resistencia y elasticidad.

Aplicación Clínica

- El arco Asher se utiliza principalmente en las fases de alineación y nivelación del tratamiento ortodóntico. Es especialmente útil en casos donde los dientes necesitan un movimiento preciso de inclinación, ya sea hacia el interior (lingual) o hacia el exterior (vestibular).

- En términos de su aplicación, estos arcos ayudan a corregir problemas de torque en los dientes anteriores y posteriores, con lo cual contribuyen a una oclusión más funcional y estética.
- Se emplean para corregir piezas dentarias que están significativamente desalineadas o que presentan ángulos incorrectos, lo que de otro modo podría ser un reto considerable.

Arco de Asher

Fuente: https://dmceosa.com/tienda/extraoral/arcos-facial-asher/asher-arco-facial-intraoral/

Fuerzas extraorales de apoyo canino: *Arco de Asher.*

Fuente: https://ortocervera.com/arco-asher-biomecanica-basica/

Ventajas de los Arcos Asher

- Eficiencia en los tratamientos: Gracias al diseño específico del arco, los movimientos de torque son más controlados, lo que permite una mayor previsibilidad y, por ende, reduce el tiempo total del tratamiento.
- Menor necesidad de ajustes: Dado que el arco ya tiene un torque preformado, requiere menos ajustes durante el tratamiento, lo que hace que el proceso sea más cómodo tanto para el paciente como para el ortodoncista.
- Mayor precisión estética y funcional: El control del torque contribuye a una mejor alineación y oclusión de los dientes, lo que mejora tanto la función masticatoria como la estética facial del paciente.

Desventajas

- Curva de aprendizaje: Requiere un conocimiento profundo de la biomecánica ortodóntica para usarlo correctamente.
- Costo y accesibilidad: Debido a su diseño especializado, el uso de los arcos Asher puede ser más costoso que los arcos rectangulares tradicionales y no suelen conseguirse fácilmente.

Desarrollo y Perfeccionamiento Actual

Con el paso de las décadas, el diseño y uso de los arcos Asher ha mejorado. En la actualidad, se utilizan aleaciones con propiedades de memoria, como el titanio y el níquel-titanio, que no solo permiten mantener la forma del arco con mayor estabilidad, sino que también aseguran que el torque aplicado sea más constante a lo largo del tratamiento.

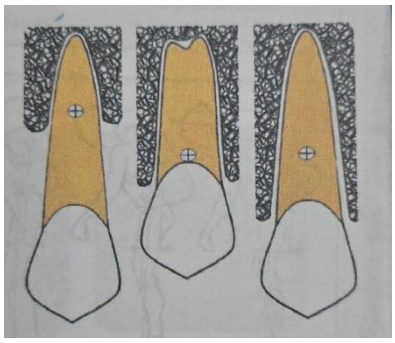
Su evolución ha permitido que se use de manera más versátil, no solo en el tratamiento de maloclusiones simples, sino también en casos complejos que requieren movimientos precisos de los dientes. Su importancia radica en que la información tanto del torque como del tip, está en el bracket y no en el alambre (3) (4) (5).

DEFINICION DE TORQUE

En ortodoncia, el torque se define como el movimiento de una pieza dentaria alrededor de su eje longitudinal, específicamente en el plano vestíbulo-lingual o palato-vestibular. Es decir, es la inclinación de la corona de un diente en relación con su raíz en el plano transversal (6).

CENTRO DE RESISTENCIA Y TORQUE

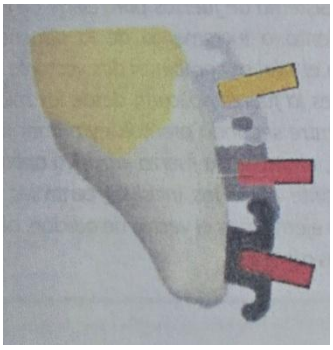
Para poder entender el movimiento de las piezas dentarias en ortodoncia, hay que empezar por lo básico describiendo el centro de resistencia de las piezas dentarias, el cual es ni más ni menos que el centro de la masa de cualquier cuerpo libre en el espacio. En una pieza dentaria, el centro de resistencia no es fijo, ya que no está en el vacío sino suspendida por un ligamento periodontal y el hueso que la rodea. Convencionalmente suele situarse en el tercio coronario de la raíz, pero debe tenerse en cuenta la altura de la cresta ósea, ya que al aplicar una fuerza, en caso de reabsorciones, aumentaría la distancia entre el sitio de aplicación de la fuerza y el CR (centro de resistencia), por lo que la fuerza tendría una magnitud mayor. En pacientes periodontalmente comprometidos, suelen cementarse los brackets hacia gingival por esta razón, teniendo en cuenta que la variación en la altura de cementación de los brackets hace variar los valores de torque de la aparatología (7).



Relación de la altura de la cresta ósea con la ubicación del centro de resistencia

Fuente: Referencia 7

La convexidad de la cara vestibular de las piezas dentarias incide notablemente en el valor de torque, dependiendo de la altura a la que se cemente el bracket como se puede ver en la siguiente imagen:



Fuente: Referencia 7

Si el bracket se coloca más cerca del borde incisal, las fuerzas que se generan a través del alambre tienen más tendencia a rotar el diente hacia vestibular.

Esto es útil cuando se quiere lograr un torque positivo, es decir cuando se busca que la raíz del diente se incline hacia palatino/lingual y la corona hacia vestibular.

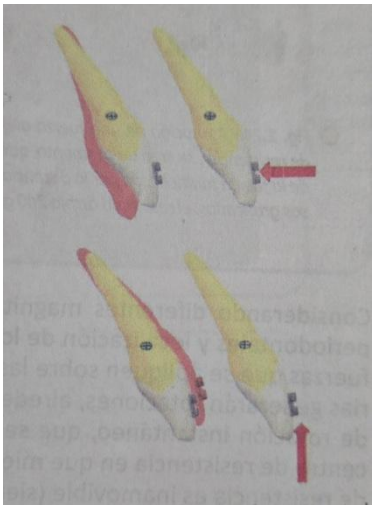
Si el bracket se coloca más cerca del borde gingival, las fuerzas tienden a rotar el diente hacia lingual. Esto se debe a que el centro de rotación del diente se desplaza más hacia la raíz.

Esto es útil para obtener un torque negativo, es decir cuando se quiere mover la raíz hacia vestibular y la corona hacia palatino/lingual (8) (9).

Las magnitudes que se utilizan en ortodoncia son vectoriales. Es decir que no solo se debe tener en cuenta los gramos de fuerza que se van a aplicar, sino que también la dirección del vector, su línea de acción y el punto de aplicación de esa fuerza.

Cualquier fuerza que intente mover un cuerpo, aplicada sobre su centro de resistencia, generará un movimiento de traslación, es decir que cada uno de los puntos de ese cuerpo se mueven en igual magnitud. Cuando la fuerza pasa lejos del centro de resistencia, se genera un momento de rotación, la cual es mayor cuando también resulta mayor la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza o cuando aumenta la intensidad de la misma.

En ortodoncia es muy difícil que una fuerza pueda actuar a nivel del CR, dado que la misma es aplicada a nivel coronario a través de los brackets, por lo cual la pieza dentaria reaccionará rotando.



Aplicación de una fuerza apartada del centro de resistencia, que, si bien genera traslación, también induce rotación de la pieza dentaria alrededor del centro de rotación.

Fuente: Referencia 7

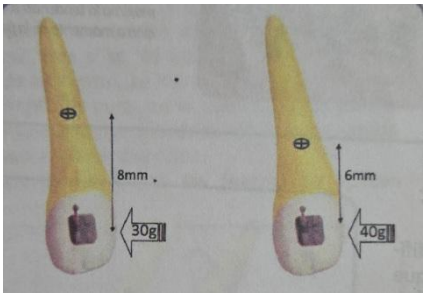
Dependiendo de las distintas magnitudes, estados periodontales y localización de los brackets, las fuerzas que se apliquen sobre las piezas dentarias generarán rotaciones alrededor del centro de rotación instantáneo que se diferencia del centro de resistencia en que este último es inamovible, mientras que el primero es variable dependiendo de la proporción entre momento y fuerza aplicados.

Dependiendo del punto de aplicación de la fuerza y el plano del espacio en donde será ejercida la misma, la rotación puede ser en cualquiera de los tres planos:

ROTACIÓN: Rotación alrededor del eje largo del diente o eje ápico-incisal

TIP: Rotación alrededor del eje vestíbulo-lingual del diente

TORQUE: Rotación alrededor del eje mesiodistal del diente

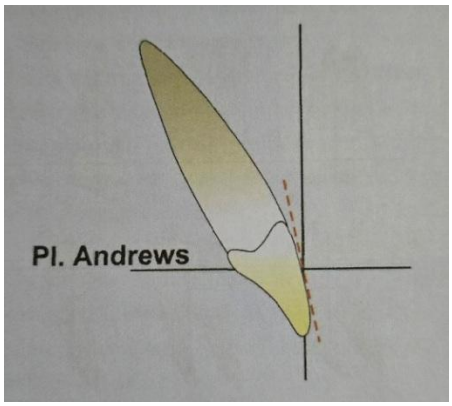


Aplicación de una fuerza alejada del centro de resistencia creando un momento

Fuente: Referencia 7

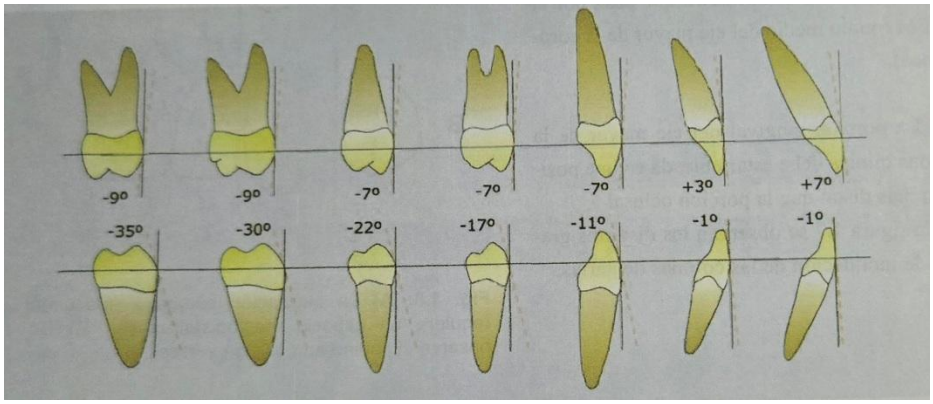
Andrews en su llave 3, habla sobre la inclinación coronaria o torque; explica que la corona clínica de un diente es la parte visible dentro de la boca, ya sea en dentición mixta o permanente. El eje mayor de la corona clínica (EMCC) es la parte más prominente del lóbulo central en cada cara vestibular, excepto los molares, donde sigue el surco entre las cúspides vestibulares. El punto EM se define como el medio del eje mayor de la corona clínica.

El torque coronario se mide en grados entre una línea perpendicular al plano de Andrews que pasa por el punto EM y una tangente a la cara vestibular del diente, que también pasa por ese punto y tiene sus extremos a la misma distancia de la porción incisal y gingival (10).

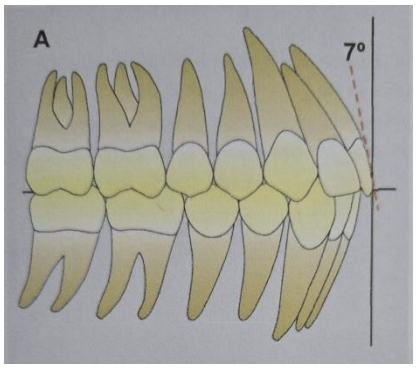


Manera en la que Andrews midió el torque coronario. Fuente: Referencia 10

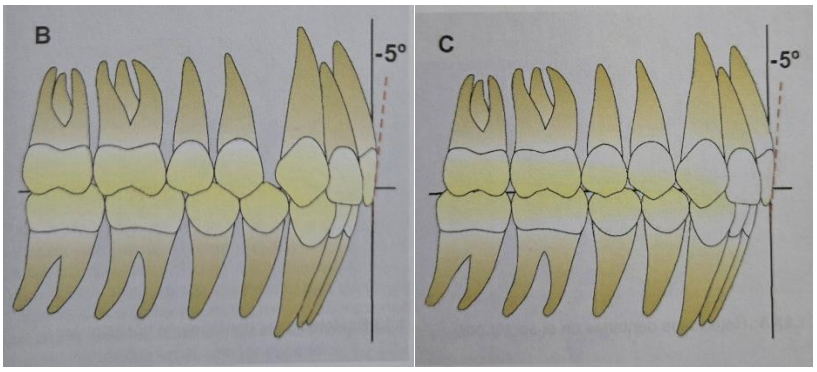
En los incisivos centrales y laterales superiores, la tangente se inclina desde la parte gingival y palatina hacia la incisal y vestibular (torque positivo). En otros dientes del maxilar superior y todos los del maxilar inferior, la tangente se inclina desde vestibular y gingival hacia incisal (u oclusal) y lingual, lo que se considera torque negativo. Un torque correcto en el sector anterior es esencial para lograr una relación canina y molar de clase 1.



Valores de torque coronario. Solamente incisivos centrales y laterales poseen torque positivo. Fuente: Referencia 10



A. Torque normal



B y C. Alteración de la llave canina por modificaciones en el torque. Fuente: Referencia 10

CUPLAS INTRABRACKET

Las cuplas intrabracket son dos fuerzas iguales aplicadas en sentido opuesto. Son un pilar fundamental en la biomecánica ortodóntica. Al introducir un arco en la ranura de un bracket, se generan fuerzas opuestas que inducen rotaciones dentarias alrededor de un punto específico, el centro de resistencia. La magnitud y dirección de estas rotaciones dependen de diversos factores, como la geometría del sistema y las características de los materiales empleados. Si bien el desplazamiento de una pieza dentaria pareciera ser lineal, la aplicación de la fuerza lejos del CR, genera inclinaciones y sucesivos enderezamientos.

Si ambas fuerzas se aplican de manera equidistante al CR, rotarán al diente en la misma dirección alrededor del CR. Esto se observa en cuplas de primer y segundo

orden. De igual manera aunque no se encontraran equidistantes, pueden producir la misma tendencia. Cuando se aplican fuerzas a distintas distancias, aunque sean de igual magnitud, la diferencia de distancia genera un momento mayor que el otro, por lo que se producen variaciones en el torque corono/radicular (7).

Tipos de cuplas y sus efectos:

Las cuplas se clasifican en tres órdenes, cada uno asociado a diferentes tipos de rotación:

- Primer orden: Inducen rotaciones vestíbulolinguales o bucolinguales, es decir, en el plano vertical.
- Segundo orden: Provocan rotaciones mesiodistales, en el plano horizontal.
- Tercer orden: Resultan de la combinación de las anteriores, generando movimientos más complejos (7).

Factores que influyen en las cuplas:

- Centro de resistencia: Punto pivote alrededor del cual rota el diente. Su localización varía según la morfología radicular y la posición del diente.
- Momento de fuerza: Determina la intensidad de la rotación y depende de la magnitud de la fuerza aplicada y de la distancia al centro de resistencia.
- Angulación de los brackets: Permite controlar la dirección y magnitud de las cuplas, ofreciendo un mayor control sobre los movimientos dentarios (7).

Implicaciones clínicas: La comprensión de las cuplas es esencial para el ortodoncista, ya que permite:

- Corregir rotaciones dentarias: Tanto en el plano vertical como horizontal.
- Mover dientes de forma individual o en grupos: Ofreciendo una mayor flexibilidad en el tratamiento.
- Coordinar movimientos complejos: Logrando resultados estéticos y funcionales óptimos (7).

En resumen, las cuplas intrabracket son una herramienta indispensable en la ortodoncia moderna. Al comprender los principios biomecánicos que rigen su funcionamiento, el ortodoncista puede planificar y ejecutar tratamientos más precisos y eficientes, logrando así sonrisas más saludables y estéticas, estabilidad oclusal a largo plazo, mejor soporte periodontal, minimización de recidivas y una función masticatoria más eficiente.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EXPRESIÓN DEL TORQUE

1) Tipos de brackets

Si bien los brackets de policarbonato ofrecían ventajas estéticas, su deformación plástica limitaba la expresión precisa del torque. La introducción de brackets cerámicos, con un mayor módulo elástico, solucionó este problema al proporcionar una mayor rigidez. Los brackets de autoligado, por su parte, se dividen en dos tipos: pasivos y activos. Aunque los pasivos se asocian con una menor expresión del torque, diversos estudios, como el de Hisham M. Badawi, demuestran que los brackets de autoligado activos, gracias a su tapa interactiva y mayor fricción, permiten un rango de activación de torque clínicamente más amplio (11).

En un estudio realizado en Japón, se examinó el momento de torsión en brackets de distintos materiales (cerámica (CR), óxido de circonio (ZC), policarbonato (PC) y metálicos convencionales (MT) con ranuras de 0,018 pulgadas y 0,022 pulgadas), en relación a arcos de aleación flexible (acero inoxidable [SS], titanio-molibdeno [Ti-Mo] y titanio-niobio [Ti-Nb]) (12).

Se obtuvo como resultado que el valor de torque aumentó en el siguiente orden: brackets CR, ZC, MT y PC para las ranuras de 0,018 pulgadas y 0,022 pulgadas.

Técnica de arco recto (straight-wire technique):

- Filosofía: Esta técnica, popularizada por el Dr. Lawrence Andrews, se basa en la idea de utilizar brackets preajustados que incorporan la información tridimensional necesaria (angulación o tip, torque e in/out u offset) para cada diente individual. El objetivo es que, al utilizar arcos de alambre rectos o con dobleces mínimos, los dientes se muevan directamente a su posición final deseada en la arcada (46).
- Ventajas: La principal ventaja es la reducción significativa o eliminación de la necesidad de realizar dobleces complejos de tercer orden (torque) y primer orden (in/out) en los arcos, lo que simplifica el tratamiento y potencialmente reduce el tiempo en la silla del paciente (46)

Brackets tipo Roth (roth prescription brackets):

- Filosofía: Los brackets con prescripción Roth fueron desarrollados por el Dr. Ronald Roth, quien integró los principios de la oclusión funcional en el diseño de los brackets de arco recto. Su filosofía se centra en lograr una oclusión mutuamente protegida y estable a largo plazo, considerando la relación céntrica y la función mandibular (46) (47).
- Características: Los brackets Roth tienen valores específicos de torque, angulación e in/out preprogramados para cada diente, tanto en la arcada superior como inferior. Estos valores buscan posicionar las coronas y, lo que es crucial para Roth, las raíces dentales de manera que se favorezca una oclusión funcional ideal (46) (47).
    - Torque: La prescripción Roth generalmente se caracteriza por tener valores de torque labial radicular más bajos en los incisivos superiores en comparación con otras prescripciones populares como la MBT. Esto busca un equilibrio entre la estética y la estabilidad.
    - Angulación (Tip): Los valores de angulación están diseñados para lograr un correcto paralelismo radicular y puntos de contacto interproximales adecuados.

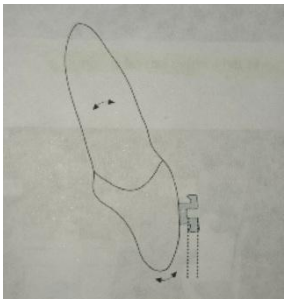
- In/Out (Offset): Estos valores controlan el espesor vestíbulo-lingual de cada bracket para asegurar una correcta alineación de la arcada y una adecuada relación con los labios y mejillas.

Los brackets Roth suelen estar codificados con marcas específicas para facilitar su identificación y correcta colocación en cada diente.

Brackets sistema MBT:

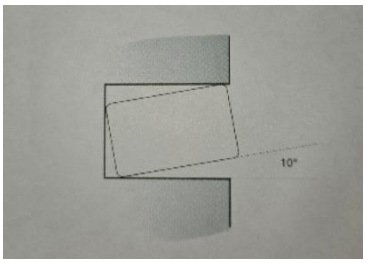
En el caso de brackets con sistema MBT, las características de grosor vestíbulo-lingual y la inclinación se expresan de manera eficiente; no así sucede con el torque debido a dos razones mecánicas:

1. El área de aplicación de las fuerzas de torsión es pequeña y depende de la torsión de un arco relativamente pequeño comparado con el diente (13).



Fuente de la imagen: Referencia 13

2. En técnicas de deslizamiento, se utilizan arcos de 19x25 para ranuras de brackets 0.022” ya que un arco de grosor completo dificultaría este proceso. Estos arcos tienen una holgura de 10° dentro de la ranura. (13).



Fuente de la imagen: Referencia 13

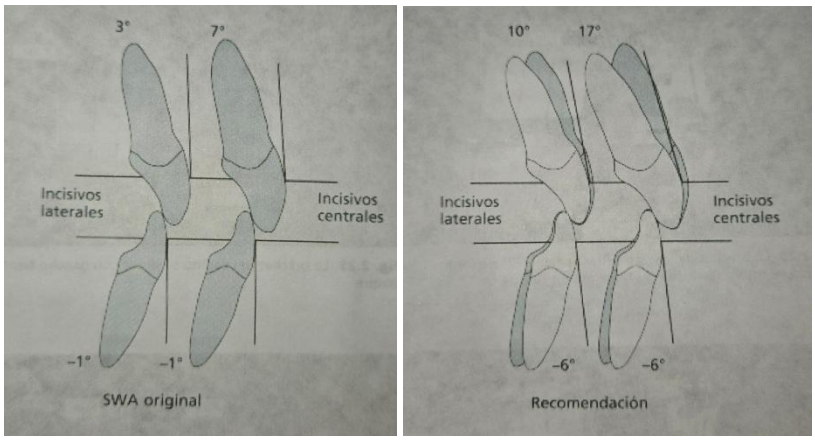
Por esta razón ha sido necesario añadir torque adicional en brackets de incisivos, molares y premolares.

Torque en incisivos en MBT

Se busca mover las raíces de incisivos superiores hacia palatino y la de incisivos inferiores hacia labial en varios tipos de maloclusiones:

- Casos de clase II en los que los elásticos de clase II pueden provocar pérdida de torque en los incisivos superiores, mientras que los incisivos inferiores tienden a proinclinarse.
- Casos de clase I en los que se puede conseguir un adecuado acople anterior mediante un correcto torque.
- Casos de clase III para compensar bases óseas de ligera clase III.

Por estas razones se recomienda utilizar +17° de torque en incisivos centrales superiores, +10° en incisivos laterales superiores y -6° de torque en incisivos inferiores para ayudar al movimiento hacia palatino de las raíces de los incisivos superiores y en el movimiento hacia vestibular de las raíces inferiores (13).



Variación de torque en incisivos

Fuente de las imágenes: Referencia 13

Torque en caninos en MBT

Para los valores de los caninos es necesario una cierta versatilidad. Es por esta razón que existen brackets con torque para caninos superiores de +7°, 0° y -7° y de 0° y -6° para caninos inferiores (13).

Torque de molares y premolares superiores en MBT

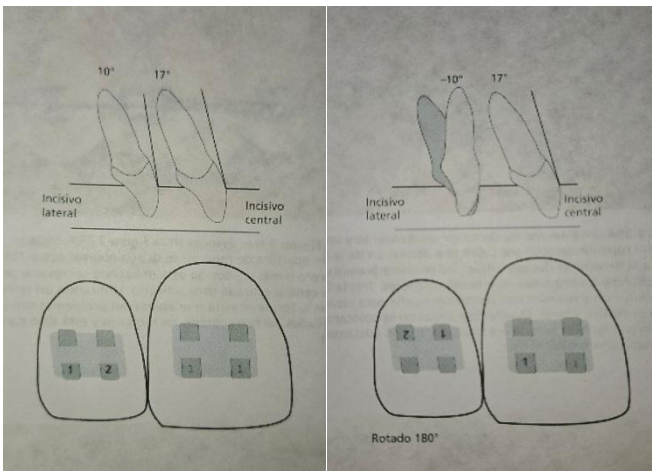
Para premolares superiores se utiliza un torque de -7°, al igual que en los brackets prescripción Roth. En cambio para el caso de los molares, en lugar de -9° utilizado en técnica de arco recto, se modifica el torque a -14° dado que proporciona un mejor control de las cúspides palatinas, reduciendo interferencias (13).

Torque de molares y premolares inferiores

A diferencia de la técnica de arco recto con torques de -30° para el primer molar y -35° para el segundo, en MBT se modifican a valores de 5° para premolares inferiores, 10° para primeros molares y 25° para los segundos. Esto permite reducir el volcado de los molares inferiores y ayudar al desarrollo de la arcada inferior.

En casos de pacientes con incisivos laterales superiores invertidos, suele ser difícil conseguir una relación estable de la raíz ya que existe el riesgo de desplazar la corona hacia vestibular, dejando la raíz en palatino. En esta situación se deben realizar dobleces de tercer orden, lo que suele alargar el tratamiento. Para evitar

esto, se cementa un bracket normal de incisivo lateral, pero rotado en 180°. Esto cambia el torque de +10° a -10°, lo que provoca un torque radículo-vestibular en la fase de arcos rectangulares (13).



Cementado de bracket en incisivo lateral en 180°

Fuente de las imágenes: Referencia 13

Tanto los caninos superiores como los inferiores tienen tres opciones de torque.

En el caso de caninos superiores estas son de -7°, 0° y +7°

El efectivo control de torque en caninos es de suma importancia ya que estos elementos son clave en una oclusión mutuamente protegida.

En caninos inferiores las tres opciones de torque son de -6°, 0° y +6°. En la técnica de arco recto el valor para el canino es de 11°, pero en algunos casos tendía dejar las raíces demasiado prominentes, es por eso que en técnica MBT se le dio un torque de -6°, aunque en ocasiones se utilizan 0° o +6°.

Existen seis factores principales que gobiernan la selección de brackets en los caninos (13)

1. Forma de la arcada: En general se utilizan brackets de -7° para caninos superiores y de -6° para caninos inferiores cuando las arcadas están bien desarrolladas con formas cuadradas. En casos de arcadas ovoides y un poco más estrechas se utiliza torque de 0° tanto para caninos superiores como inferiores y cuando la forma de la arcada es realmente estrecha, +7° y -6° respectivamente.
2. Prominencia del canino: En caso de caninos prominentes o con recesiones gingivales se deberían elegir brackets con +7° o 0° en caninos superiores o +6 en inferiores.
3. Decisión de extracción (control de la inclinación): Se prefieren brackets de 0° para mecánicas de retracción de caninos y en todos los casos en los que hay que cambiar sustancialmente su inclinación, ya que estos brackets tienden a mantener las raíces en el hueso esponjoso facilitando así el control de su inclinación.
4. Sobremordida: En estos casos en general es necesario mover la corona de los caninos inferiores hacia vestibular, pero manteniendo las raíces centradas en el hueso. Esto se consigue con brackets de 0° o de +6° de torque para caninos inferiores.
5. Casos de expansión maxilar rápida: Después de realizar una expansión maxilar rápida se crea un ensanchamiento secundario de la arcada inferior por lo que es recomendable utilizar brackets con un torque de 0° o de +6° en los caninos inferiores.
6. Agenesia de incisivos laterales superiores con decisión de cierre de espacios: En esta situación es útil girar 180° la posición del bracket de -7°de torque del canino superior, lo que lo cambiaría a +7°, pero conservando la inclinación de 8°. En la fase de arcos rectangulares ayuda a producir el torque necesario para colocar la raíz hacia palatino con un mínimo de doblado de alambre.

Dentro de la versatilidad utilizada en técnica MBT, también pueden ser intercambiados brackets de incisivos inferiores. Brackets de 0° permiten disminuir la

demanda de anclaje en la arcada inferior y además se pueden intercambiar los brackets de incisivos inferiores entre sí (13).

En el caso de brackets en premolares superiores, también fueron diseñados con torque de 0° para disminuir la demanda de anclaje y ayudar en la consecución de una relación de clase 1. Esto permite que los mismos puedan intercambiarse entre los del lado derecho e izquierdo y los del primero premolar con el segundo.

El sistema MBT, permite también utilizar tubos de segundos molares superiores en primeros molares, en casos que no precisen de arco extraoral. También pueden usarse tubos de segundos molares inferiores en primeros y segundos molares superiores del lado opuesto en casos que se terminan en relación molar de clase 2. El tubo se coloca dejando más esmalte al descubierto en la cúspide mesial que en la distal para permitir una compensación en la inclinación.

Pueden utilizarse desde el principio tubos de segundos molares inferiores en casos que no son complejos, o se colocan primero tubos normales de molares superiores para conseguir la mayoría de los objetivos clínicos y al llegar a la fase de finalización, cambiarlos.

En resumen, comparando el uso de brackets tipo Roth en técnica arco recto y el sistema MBT podríamos decir que:

1. **Técnica de Arco Recto**:
    - Descripción: Utiliza arcos rectos que se colocan en brackets específicos. Los brackets están diseñados para proporcionar una mecánica predecible.
    - Aplicación de Torque: En esta técnica, el torque se aplica principalmente a través de la posición de los brackets y el diseño del arco. Los brackets tienen una angulación específica que permite que el ortodoncista controle el movimiento tridimensional de los dientes, incluido el torque. Sin embargo, el control del torque puede ser menos

preciso en comparación con otras técnicas, ya que depende en gran medida de la técnica del operador.

2. **Técnica MBT**:
    - Descripción: Se basa en un sistema más moderno que incluye un diseño más preciso de los brackets y arcos, permitiendo un mayor control sobre el movimiento dental.
    - Aplicación de Torque: La técnica MBT permite un control más efectivo del torque dental, gracias a su diseño de brackets que incorpora un control más exacto de la angulación y el torque. Esto se traduce en una mayor capacidad para ajustar la posición de los dientes en relación con su eje longitudinal, lo que es fundamental para lograr una oclusión óptima y estética.

Comparación (8) (42) (43)

- Precisión: La técnica MBT generalmente ofrece un control más preciso del torque en comparación con la técnica de arco recto, lo que permite movimientos más predecibles.
- Facilidad de Uso: La técnica de arco recto puede ser más sencilla para ortodoncistas en formación, mientras que la técnica MBT requiere un mayor conocimiento de las interacciones entre los brackets y los arcos.
- Resultados Finales: Ambos sistemas pueden lograr resultados efectivos, pero el MBT tiende a facilitar una mejor estética y funcionalidad dental gracias a su control más preciso del torque (8) (42) (43).

Ambas técnicas tienen sus ventajas y desventajas, y la elección entre una de ellas dependerá de la preferencia del ortodoncista y de las necesidades específicas del paciente.

Placas invisibles

Utilizan alineadores transparentes que se ajustan a los dientes, moviéndolos gradualmente a su posición deseada.

Las placas invisibles presentan múltiples beneficios:

1. Estética: Son prácticamente invisibles, lo que las hace más atractivas, sobre todo para pacientes adultos.
2. Removibles: Facilitan la higiene bucal y permiten comer sin restricciones.
3. Mayor comodidad: No tienen brackets ni alambres que puedan causar irritaciones.
4. Menos urgencias: No hay desprendimiento de brackets ni fracturas de alambres.
5. Planificación digital: Utilización de software para predecir el movimiento dental con precisión.

Torque en Ortodoncia con placas Invisibles

Mientras que en ortodoncia fija, el torque se logra mediante la activación del alambre en la ranura del bracket. Con alineadores, el torque se consigue de manera diferente, dependiendo de (14) (15) (16):

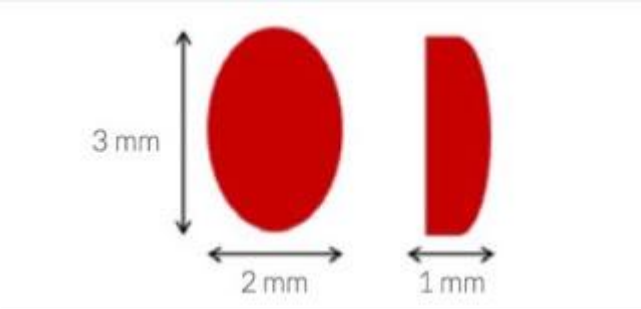
1. Espesor del alineador: Alineadores más gruesos o con mayor rigidez aplican mejor el torque.
2. Adjuntos especiales: Se colocan aditamentos (attachments) en los dientes para mejorar la aplicación de fuerzas.
3. Diseño de la superficie interna: La adaptación precisa del alineador en la cara vestibular y lingual ayuda a generar los movimientos radiculares.
4. Uso de elásticos auxiliares: En algunos casos, se combinan con mini-implantes o elásticos intermaxilares para potenciar el torque.

Definición de attatchments o atache dental

Son pequeñas estructuras geométricas tridimensionales (largo, ancho y alto) hechas de composite que se adhieren a la superficie del esmalte dental. Actúan como puntos de apoyo estratégicos, permitiendo a los alineadores guiar los movimientos de los dientes con mayor precisión y control. Su diseño se elige de acuerdo al diagnóstico y la colocación estratégica durante la planificación digital. Son fundamentales para optimizar la efectividad del tratamiento, facilitando movimientos más complejos de manera eficiente.

Pueden ser colocados en vestibular y lingual/palatino. Estas figuras pueden tener un lado biselado, lo que determinará su movimiento, diferenciándolos en activos (con bisel) y pasivos (sin bisel). Finalmente, cada forma determinará el movimiento a realizar.

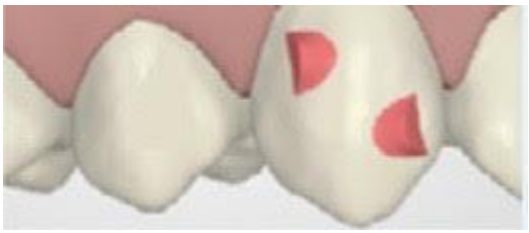
Para conseguir torque bucal, se utiliza un attachment con forma elipsoidal ubicándolo por arriba de la tercera parte de la corona del diente. Estos ataches suelen miden 3 mm de largo, 2 mm de ancho y 1 mm de grosor.



Attachment elipsoidal

Fuente: https://blog.borgatta.com.mx/attachments-o-ataches-dentales-en-alineadores

Los ataches de control radicular se pueden colocar en incisivos superiores, y caninos y premolares superiores e inferiores.



Ubicación de attachments en caninos superiores

Fuente: https://ortodonciabarcelona.com/blog-profesional/tipos-de-atache s-o-attachments-en-invisalign/

Beneficios de los Alineadores transparentes en cuanto al control de torque en las piezas dentarias:

1. Control digital preciso:
    - La planificación se realiza con software 3D, lo que permite calcular exactamente cuánto torque aplicar y en qué etapa del tratamiento.
    - Se pueden diseñar movimientos secuenciales que eviten efectos indeseados.
2. Movimientos más predecibles:
    - Se colocan aditamentos (accesorios) específicos en la cara vestibular del diente para mejorar la aplicación de torsión.
    - Estos accesorios permiten dirigir las fuerzas de manera más controlada que con soportes convencionales.
3. Menos fricción:
    - En ortodoncia tradicional, la fricción entre el alambre y el bracket puede dificultar la expresión completa del torque.
    - Con alineadores, el torque se aplica directamente a través del diseño del alineador, sin interferencias mecánicas.
4. Reducción del riesgo de inflamación y reabsorción radicular:
    - Al ser un sistema de fuerzas más ligeras y constantes, se reduce el riesgo de daño a las raíces y tejidos periodontales.
5. Mayor comodidad para el paciente:

- No hay necesidad de usar arcos rígidos ni ligaduras metálicas que puedan generar molestias al activar el torque.
- Los alineadores son removibles, lo que permite una mejor higiene oral y menor acumulación de placa.

6. Correcciones específicas sin afectar otros movimientos:
    - Se pueden diseñar alineadores con zonas de presión selectivas para generar torque solo en los dientes necesarios, sin afectar el resto de la dentición.
    - En ortodoncia convencional, a veces es necesario usar arcos de mayor grosor o dobleces en el alambre que pueden interferir con otros movimientos.

Limitaciones de los Alineadores en Torque (17)

- Pueden requerir más tiempo para lograr grandes correcciones de torque en comparación con la ortodoncia tradicional.
- En algunos casos complejos, es necesario combinar con anclajes temporales (mini-implantes) o incluso brackets en ciertos dientes.

A pesar de lo anteriormente mencionado, la literatura actual sugiere que los brackets convencionales ofrecen un control más efectivo del torque en comparación con los alineadores transparentes, especialmente en casos que requieren movimientos dentales complejos. Esto se debe a que el movimiento dental depende de la presión ejercida por el alineador, lo que puede hacer que el control del torque sea menos preciso en comparación con los brackets tradicionales.

En un estudio realizado que comparaba el resultado del movimiento dentario ortodóntico usando alineadores versus ortodoncia fija, se observó que aunque no hay diferencias significativas en la finalización del tratamiento entre ambos sistemas, los brackets convencionales mostraron mejores resultados en la inclinación bucolingual, relacionados directamente con el control del torque (18).

En otro estudio se concluyó que los aparatos ortodónticos fijos son más precisos en casos complejos y tienen menos probabilidades de reincidencia. Aunque los alineadores transparentes ofrecen ventajas estéticas y facilitan la higiene, los brackets convencionales proporcionan un mejor control en movimientos dentales complejos, como el torque (18).

Brackets de autoligado

Estos brackets permiten que el arco se coloque sin ligaduras elásticas, lo que reduce la fricción y potencialmente mejora la eficacia del tratamiento.

Los brackets de autoligado pueden ofrecer un control del torque más preciso en comparación con los brackets convencionales, ya que minimizan la fricción y permiten movimientos más eficientes. Esto puede resultar en un tratamiento más rápido y con un mejor control del movimiento dental.

Comparación General: (19)

- Precisión del Torque: La técnica MBT y los brackets de autoligado suelen ofrecer un mejor control del torque en comparación con la técnica de arco recto y las placas invisibles.
- Estética y Comodidad: Las placas invisibles son preferidas por muchos pacientes debido a su estética, pero sacrifican un poco de control del torque. Los brackets de autoligado, aunque menos estéticos que las placas, pueden ser igualmente cómodos y ofrecer un tratamiento más rápido.
- Eficiencia del Tratamiento: Los brackets de autoligado y la técnica MBT tienden a ser más eficientes en términos de tiempo de tratamiento y control de movimientos dentales en comparación con los alineadores.

2) Juego torsional o ángulo de contacto

Se define como el ángulo generado al entrar en contacto las aristas del alambre y las paredes de la ranura del bracket para comenzar a generar un momento (20). Significa la falta de contacto cohesivo entre el bracket y el arco. Tiene una relación inversamente proporcional con la expresión del torque y puede variar entre ±4° y 6° por milésima de juego torsional. A menor ángulo de contacto, mayor será la precisión con la que se puede controlar el movimiento de los dientes (21). Diversos estudios han demostrado que incluso pequeñas variaciones en el juego torsional pueden generar resultados clínicos impredecibles cuando se combinan diferentes tipos de arcos y brackets (22).

Se puede concluir que una fracción de torque que se encuentra en la prescripción no se expresa y que se puede lograr mayor control de torque con un arco 0,016 x 0,022 en una ranura 0,018 x 0,025 que con un arco 0,018 x 0,025 en una ranura de 0,022 x 0,028, pudiendo en este caso comportarse un arco rectangular como redondo. Es decir que mientras los brackets con ranura 0.018” pueden contar con desventaja en la mecánica de deslizamiento, presentan ventaja en la expresión de torque ya que no requieren de arcos tan pesados para poder expresarlo.

A pesar de que teóricamente es posible calcular el ángulo de contacto entre el arco y la ranura, las variaciones en las dimensiones reales de los componentes pueden generar discrepancias significativas y afectar la precisión en la expresión del torque. Estas variaciones contribuyen a una gran variabilidad en los resultados clínicos, lo que subraya la importancia del juego torsional en la ortodoncia (21) (22).

3) Tipo de ligadura

Un factor que puede afectar el torque es el modo de ligadura utilizado para retener el arco en la ranura del bracket.

Es fundamental considerar la disminución de la fuerza en las ligaduras elastoméricas, ya que esta pérdida se traduce en una reducción de la fuerza de fijación y en una disminución de la fuerza normal, la cual presenta una disminución

exponencial que puede alcanzar hasta un 40% en las primeras 24 horas. Como resultado, la relación entre el alambre y la ranura del bracket se ve comprometida. Además, es importante señalar que estos valores provienen de estudios in vitro, lo que sugiere que la degradación podría ser aún mayor en el entorno oral, donde las ligaduras están sujetas a degradación enzimática y variaciones de temperatura (23).

Por lo tanto, se recomienda el uso de ligaduras metálicas para minimizar el espacio entre la ranura y el arco, especialmente cuando se presentan diferencias significativas en las dimensiones del arco y la ranura, con el fin de asegurar una correcta expresión del torque (24). Otro aspecto relevante es la clasificación de los brackets como autoligados pasivos, activos o convencionales. En un estudio realizado por Badawi et al., se comparó la capacidad de transmisión de torsión entre dos tipos de brackets autoligables activos y dos pasivos. Utilizando un alambre rectangular de acero inoxidable (0,019” × 0,025”) en una ranura de (0,022” × 0,028”), los investigadores analizaron los ángulos de torsión necesarios para generar un momento eficazmente aplicable en clínica (entre 5 y 20 Nmm). Los resultados indicaron que los brackets autoligables activos, con un “juego torsional” aproximado de 7,5°, gracias a su tapa interactiva y mayor fricción, demostraron una capacidad superior para expresar el torque en comparación con los brackets pasivos, donde el juego torsional alcanzaba casi el doble (14°).

Investigaciones adicionales por Gmyrek y Harzer corroboraron estos hallazgos. Se observa que los brackets autoligables activos son capaces de ejercer presión sobre el alambre contra la base del bracket debido a su tapa interactiva, lo que permite expresar el torque sin necesidad de llenar completamente la ranura. Por lo tanto, un arco de acero inoxidable de dimensiones 0,016” × 0,022” sería suficiente para activar esta tapa interactiva y cumplir con las prescripciones necesarias, evitando así la necesidad de utilizar arcos más gruesos (0,019” × 0,025”) (25).

Se demostró en un estudio realizado por la Sociedad Británica de Ortodoncia que todos los brackets ligados con ligaduras de acero inoxidable mostraron una mayor

expresión de torque y una menor deformación que los brackets sin ligaduras de acero inoxidable pudiendo reducir la cantidad de deformación plástica.

4) Rigidez del arco y bracket

La variación en el tipo de arco se origina a partir de las diferencias en la expresión del momento entre flexión y torsión. Un análisis de la escala de rigidez, específicamente el módulo de Young, de varios arcos comúnmente utilizados en tratamientos ortodónticos revela que un arco de Ni-Ti con dimensiones 0,017 x 0,025 en una ranura de 0,018 x 0,025 genera una carga que es siete veces menor en comparación con un arco de acero inoxidable de igual sección transversal (26) (27). Por esta razón, es recomendable incluir un arco de trabajo de acero inoxidable en la secuencia posterior a los arcos iniciales de Ni-Ti, que se utilizan para alineación y nivelación, si se desea una adecuada expresión del torque. Para una sección de 0,019” × 0,025”, el acero inoxidable, debido a su mayor dureza y rigidez torsional, es el material más eficiente para transmitir torsión.

5) Dimensión del arco

La rotación que genera un arco redondo sobre el bracket depende de la fuerza aplicada y de la distancia al centro de resistencia. En contraste, un arco rectangular no solo produce esta rotación, sino que también genera un par de fuerzas o una cupla que tiene un efecto giratorio, lo cual puede ser expresado como un momento.

Un estudio realizado por Christiana Gioka (24) evidencia la reducción del torque en función de las diferentes dimensiones del arco y del tamaño de la ranura del bracket. Esta variación en los valores se debe a los procesos de fabricación de los arcos y los brackets, donde pueden aparecer ranuras, estriaciones, porosidades o defectos microestructurales que obstaculizan la expresión completa del arco.

Por lo tanto, es crucial considerar como estas características afectan la interacción entre el arco y el bracket durante el tratamiento ortodóntico, ya que una fracción del torque prescrito puede no expresarse adecuadamente debido al juego entre el arco y

la ranura. En este contexto, se ha observado que el tamaño y diseño de la ranura influyen significativamente en la eficacia del torque transmitido, lo que puede resultar en variaciones clínicas notables en la respuesta al tratamiento.

6) Arcos redondos y rectangulares

La rotación generada por un arco redondo sobre el bracket depende de la fuerza aplicada y de la distancia al centro de resistencia. En contraste, un arco rectangular no solo produce esta rotación, sino que también genera un par de fuerzas o una cupla, lo que permite expresar esta interacción como un momento.

Meling y Odegaarden (1994) llevaron a cabo un estudio en el que analizaron la variación del torque en función del tamaño del arco y su aleación. Reportaron que, al utilizar un arco de acero con dimensiones de 0,016 x 0,016 pulgadas, se requiere aplicar un torque de 40° para lograr un momento efectivo de 20 Nmm. En comparación, para un arco de 0,016 x 0,022 pulgadas, el torque necesario para obtener un momento equivalente en una ranura de 0,018 x 0,025 pulgadas es inferior a 20° (26).

Esto indica que al emplear arcos de mayor tamaño, se logra una mejor adaptación dentro de la ranura del bracket, lo que permite una mayor expresión del torque. La capacidad del arco para llenar adecuadamente la ranura es crucial para optimizar la eficacia del tratamiento ortodóntico, facilitando así el movimiento dental deseado.

Se realizó un estudio comparativo para evaluar los diferentes momentos generados en un mismo tipo de bracket tanto con ranuras 0.018 y 0.022 pulgadas utilizando distintas secciones y materiales de arcos. Aquellos de 0,017 × 0,025 pulgadas en brackets de 0,018 pulgadas generaron momentos promedio de 9,25 Nmm y 14,2 Nmm para los arcos de TMA y acero inoxidable, respectivamente. En el caso de brackets de 0,022 pulgadas, los momentos registrados para los arcos de TMA y acero inoxidable de 0,019 × 0,025 pulgadas son de 6,6 Nmm y 9,3 Nmm, respectivamente.

Los arcos de acero inoxidable con dimensiones de 0,017 × 0,025 pulgadas y β-Ti en ranuras de 0,018 pulgadas produjeron momentos más elevados que los arcos de 0,019 × 0,025 pulgadas debido a un menor juego torsional. Esta discrepancia es más marcada en los arcos de acero inoxidable en comparación con los de β-Ti, atribuida a las diferencias en rigidez entre las aleaciones. Las variaciones en los momentos máximos entre arcos de la misma sección transversal pero fabricados con diferentes aleaciones resultaron ser estadísticamente significativas en ambas dimensiones de ranura.

Este análisis resalta la importancia de seleccionar adecuadamente el tipo de arco y su material para optimizar la eficacia del tratamiento ortodóntico. La elección del arco influye directamente en la capacidad para generar momentos adecuados que faciliten el movimiento dental deseado (28).

En resumen, la elección adecuada del tipo y tamaño del arco es esencial para maximizar la transmisión de fuerzas y momentos en el sistema ortodóntico, lo que a su vez influye en el éxito del tratamiento (29).

7) Propiedades físicas de los materiales

La aleación del arco es un factor crucial para la correcta expresión de torque. Las aleaciones de NiTi y TMA presentan una menor rigidez y dureza en comparación con el acero inoxidable, lo que las hace menos efectivas para este propósito (30). En un estudio realizado por Archambault y colaboradores en 2010, se comparó la capacidad de expresión del esfuerzo de torsión en tres tipos de arcos: acero inoxidable, TMA y CuNiTi, utilizando brackets autoligables. Los resultados mostraron que la capacidad de los arcos de acero inoxidable para expresar el esfuerzo de torsión era aproximadamente 1.5 a 2 veces mayor que la de los arcos de TMA y entre 2.5 a 3 veces mayor que la de los arcos de CuNiTi (31).

En lo que respecta a la expresión del torque, ha surgido preocupación sobre la capacidad de los arcos de NiTi termoelásticos para transferir el momento necesario

para generar un torque efectivo. Esto se debe a la disminución de la carga que ocurre al consumir bebidas frías, las cuales provocan un cambio en los arcos de una fase austenítica, con un módulo de Young de 75 Giga Pascal (GPa), a una fase martensítica, con un módulo de 28 GPa. La investigación indica que esta reducción en rigidez, que supera el 50%, puede persistir durante hasta dos horas, afectando negativamente la expresión del esfuerzo de torsión en los brackets preajustados (26).

RELACIÓN TIP Y TORQUE

Durante el tratamiento ortodóntico, se aplican combinaciones complejas de fuerzas y momentos en los dientes. Un ejemplo de esto es la retracción de un canino, donde pueden generarse interacciones de segundo y tercer orden. Si la corona del diente se desplaza hacia distal en relación al sitio de extracción, se incrementa el ángulo de contacto entre el bracket y el arco. Este aumento en el ángulo de contacto resulta en una expresión de tercer orden, ya que la ranura del bracket ejerce una fuerza normal sobre el arco, provocando así un determinado movimiento.

Cuando se presenta una diferencia de segundo orden y se utiliza un arco rectangular, es similar a emplear un arco de mayor diámetro o una ranura más pequeña, dado que el aumento del ángulo de contacto incrementa la magnitud del segundo orden. Esto, a su vez, eleva la torsión y puede dar lugar a la aparición del tercer orden.

Durante la fase de alineación y nivelación, es esencial considerar las angulaciones que generarán movimientos de tip y torque en los dientes. Aunque el torque creado en este contexto suele ser pequeño, es importante que el clínico esté consciente de su efecto y lo utilice a su favor. En casos donde se considere que este torque puede ser indeseable, se recomienda optar por un arco redondo en lugar de un arco rectangular para minimizar posibles efectos adversos (31).

POSICIÓN DE BRACKETS EN LAS PIEZAS DENTARIAS PARA LOGRAR UN ADECUADO TORQUE

Angle, en 1928, propuso que el centro de la superficie labial de la corona dental era la posición óptima para la colocación del bracket. Posteriormente, Begg en 1973 estableció alturas predeterminadas basadas en el borde incisal. En 1976, Andrews sugirió que el bracket debía ser colocado en la intersección entre el punto medio de la longitud de la corona clínica y el punto intermedio del eje facial de Andrews. Más tarde, Mc Laughlin y Bennett, en 1995, recomendaron posicionar el bracket a una distancia específica medida desde el borde incisal, ajustando las posiciones verticales según el tamaño de los dientes.

La colocación precisa de los brackets es crucial para el éxito del tratamiento ortodóntico. Si un bracket se sitúa incorrectamente en términos de altura o inclinación, esto puede resultar en un alineamiento deficiente de los dientes y requerir recementado.

Existen dos técnicas fundamentales para la colocación de brackets: la colocación directa (cementado directo) y la colocación indirecta (cementado indirecto). La colocación indirecta ha avanzado significativamente gracias a tecnologías como el escaneo dental y la impresión 3D, resultando en el cementado indirecto digital, que se considera el método más innovador.

En cuanto al cementado directo, es esencial que los brackets sean posicionados con precisión para asegurar que la información contenida en ellos se exprese adecuadamente. Para lograr esto, se utilizan posicionadores que permiten un posicionamiento vertical exacto. Por ejemplo, para los incisivos, el posicionador debe estar a 90 grados respecto a la superficie dental, mientras que para caninos y premolares debe ser paralelo al plano oclusal.

Andrews también definió el centro de la corona clínica como referencia horizontal y el eje largo de la corona clínica como referencia vertical. Las aletas del bracket deben mantenerse paralelas al eje vertical de la corona, con el centro de la ranura del

bracket alineado con el centro de la corona clínica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que pueden surgir errores durante la colocación del bracket que afecten los resultados finales. Las variaciones en forma, tamaño e inclinaciones de las caras vestibulares o restauraciones defectuosas, pueden influir en la efectividad del tratamiento ortodóntico (32).

Errores en el posicionamiento de los brackets durante su cementado:

- Sentido mesiodistal
- Sentido vertical: Afecta considerablemente el aspecto estético, puede generar contactos prematuros y/o una alteración de la información de torque (33).
- También se debe considerar que las caras vestibulares y los bordes incisales pueden presentar abrasiones, fracturas o restauraciones que, al momento de tomarlos como referencia para guiarnos en la colocación de brackets, puede causar una cierta confusión (33) (34).

- En la inclinación vestíbulo-lingual: Bracket con torque excesivo (más labial/vestibular): La corona del diente se inclinará demasiado hacia afuera (vestibular o labial), mientras que la raíz se inclinará hacia adentro (palatino o lingual). Bracket con torque insuficiente (más lingual/palatino): La corona del diente se inclinará demasiado hacia adentro (palatino o lingual), mientras que la raíz se inclinará hacia afuera (vestibular o labial).

SELECCIÓN DEL TORQUE SEGÚN MALOCLUSIONES

Maloclusión clase 1

En el manejo de maloclusiones con espacios distribuidos a lo largo de la arcada dental, es fundamental seleccionar una prescripción de alto torque. Esto permite contrarrestar la pérdida de torque durante el cierre de esos espacios.

En situaciones donde el incisivo lateral superior está retruído y se desea que la raíz acompañe el movimiento, se puede emplear un bracket de alto torque cementado en 180°.

En casos de apiñamiento severo, donde los caninos superiores están ubicados en posición vestibular o palatina, se utilizan en general resortes abiertos entre el primer premolar y el incisivo lateral. En este contexto, es necesario seleccionar un torque bajo para el incisivo lateral, con el fin de neutralizar la tendencia a la proinclinación generada por el resorte. Por otro lado, los caninos superiores que se encuentran elevados y bloqueados en el fondo del vestíbulo requieren un alto torque para compensar la pérdida de torque durante su descenso.

La presencia de hábitos orales, como deglución atípica, interposición lingual o succión digital, puede provocar proinclinación en los incisivos superiores. En estos casos, se optará por una prescripción de bajo torque para retroinclinar los incisivos vestibularizados. Asimismo, cuando se presentan caninos incluidos en el paladar o bloqueados por la región palatina y se desea que la raíz siga el movimiento vestibuloversional de la corona, se puede utilizar un bracket de alto torque orientado 180°.

En situaciones que presentan discrepancia dentoalveolar superior (defecto superior según Bolton) y se decide cerrar los espacios sin restaurar los incisivos laterales, es necesario seleccionar un alto torque para los incisivos centrales y laterales superiores a fin de neutralizar la pérdida de torsión durante el cierre. De igual manera, en casos de discrepancia dentoalveolar inferior (exceso inferior según Bolton), donde se opta por cerrar espacios y realizar desgaste interproximal, un alto torque es esencial para contrarrestar la pérdida de torsión generada por dicho desgaste.

En casos donde los incisivos inferiores están lingualizados debido a apiñamiento, se recomienda aplicar un bajo torque para facilitar que las raíces acompañen el movimiento vestibularizado de las coronas. Además, en situaciones con pérdida de anclaje posterior y necesidad de recuperar espacio en dirección distal, evitando

efectos protrusivos sobre los incisivos, se seleccionarán brackets de bajo torque o brackets de alto torque orientados 180° que prevengan su vestibulización y actúen como unidades de anclaje.

Finalmente, en casos severos de apiñamiento inferior, es necesario utilizar brackets de alto torque en los caninos inferiores junto con brackets de bajo torque en los incisivos para evitar la formación de un escalón entre el punto de contacto del incisivo lateral y el canino debido a la falta de torsión. En ciertas maloclusiones donde los caninos inferiores están fuera del arco con un exceso angulativo, resultando en incisivos inferiores retroinclinados, se seleccionarán brackets de bajo torque para los incisivos y alto torque para los caninos. Además, se recomienda intercambiar el bracket del canino inferior izquierdo (27) por el del derecho (35), permitiendo así que los caninos reciban una angulación negativa adecuada para contrarrestar el exceso angulativo y su efecto protrusivo sobre los incisivos.

Maloclusión clase 2

En el tratamiento de maloclusiones de Clase II, es esencial la utilización de elásticos intermaxilares y aparatología auxiliar que favorezcan la reducción del overjet. Esto se realiza con el objetivo de neutralizar la tendencia a la retroinclinación de los incisivos superiores y a la protrusión de los incisivos inferiores, que puede surgir como consecuencia de la aplicación de fuerzas intermaxilares. La elección adecuada de los brackets debe contemplar un alto torque en los incisivos superiores y un bajo torque en los incisivos inferiores.

1. Se recomienda seleccionar un alto torque en los incisivos superiores cuando se prevé el uso intensivo de fuerza elástica intermaxilar de Clase II.

2. El uso de alto torque es indicado en situaciones donde los incisivos centrales superiores están retroposicionados en el contexto de una Clase II división 2.

3. Se sugiere aplicar un torque estándar cuando los incisivos laterales superiores se encuentran retroposicionados, independientemente de que los incisivos centrales retroinclinados contengan información sobre alto torque.

4. Es recomendable elegir un bajo torque en los incisivos inferiores cuando se planee utilizar una fuerza elástica intermaxilar de Clase II intensa, con el fin de contrarrestar el efecto de proinclinación sobre estos dientes.

5. La prescripción de bajo torque en los incisivos inferiores es apropiada cuando se planifique utilizar dispositivos de avance mandibular, como el Herbst o Forsus.

6. En la corrección de la curva de Spee durante el tratamiento de sobremordida aumentada, es fundamental utilizar arcos con curva inversa acompañados de brackets de bajo torque en los incisivos inferiores para evitar su vestibulización.

Maloclusión clase 3

El tratamiento de la maloclusión de Clase III implica el uso de elásticos intermaxilares que faciliten la creación de un overjet adecuado y que neutralicen la tendencia a la retroinclinación de los incisivos inferiores, así como el exceso de torque en los incisivos superiores que puede resultar del uso de estos elásticos. En este contexto, es fundamental seleccionar bajo torque en los incisivos superiores y un torque estándar en los inferiores.

En situaciones donde la creación de overjet está comprometida, se recomienda utilizar un alto torque en los incisivos superiores y un torque estándar o bajo en los incisivos inferiores. Esto tiene como objetivo generar un overjet positivo, independientemente del uso de elásticos de Clase III.

Este enfoque terapéutico es esencial para abordar las características específicas de la maloclusión Clase III, permitiendo una corrección efectiva y estable a largo plazo. La selección adecuada del torque no solo facilita el movimiento dental deseado, sino

que también contribuye a mejorar la función masticatoria y la estética facial del paciente.

La intervención temprana en pacientes jóvenes es crucial, ya que permite prevenir complicaciones mayores en la edad adulta. En casos severos, donde se requiere un tratamiento más agresivo, puede ser necesario recurrir a estrategias quirúrgicas combinadas con ortodoncia para lograr resultados óptimos. Por lo tanto, el diagnóstico preciso y la planificación del tratamiento son fundamentales para el éxito del manejo ortodóntico de la maloclusión Clase III.

Mordida abierta

La selección del torque en el tratamiento ortodóntico debe orientarse a evitar la protrusión de los dientes anteriores, favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo transversal de las arcadas dentales. La vestibuloversión de los incisivos anteriores puede llevar a la apertura de la mordida, lo que es indeseable en la mayoría de los casos. Al utilizar prescripciones de bajo torque tanto en incisivos superiores como inferiores, se disminuye la tendencia protrusiva.

Además, al combinar estos brackets de bajo torque con brackets de alto torque en caninos y premolares superiores, así como en caninos inferiores, se potencia el desarrollo transversal de la arcada. Esto no solo aumenta el espacio disponible para un posicionamiento adecuado de la lengua, sino que también busca favorecer la normalización neuromuscular, lo que es crucial para lograr el cierre adecuado de la mordida.

En situaciones donde el overjet está seriamente comprometido, se recomienda utilizar un alto torque en los incisivos superiores y un torque estándar o bajo en los incisivos inferiores, con el fin de generar un overjet positivo independientemente del uso de elásticos de Clase III.

Tratamientos con extracciones

La aplicación de fuerzas excesivas (superiores a 150 g) o el uso de arcos con secciones no rectangulares, diámetros menores a 0,019” × 0,025”, o materiales inadecuados (arcos con alto módulo de elasticidad) puede resultar en una pérdida significativa de torque, lo que conlleva consecuencias graves para el logro de los objetivos funcionales y estéticos del tratamiento ortodóntico. La pérdida de torque en los dientes anteriores puede provocar un aumento en la sobremordida y un acortamiento de la longitud de la arcada dental, lo que a su vez reduce el overjet necesario para alcanzar una relación de Clase I. En particular, debe considerarse el uso de miniimplantes. Este método puede influir no solo en un mejor control del anclaje, sino también en el movimiento de los incisivos durante su retracción (32).

En casos de apiñamiento moderado a severo, protrusión bimaxilar y maloclusiones clase II o mordidas abiertas, la precisión en el control del torque incisivo se torna indispensable. La extracción de premolares, a menudo necesaria para la distalización canina, genera espacios mesiales que predisponen a una inclinación incisiva incontrolada, comprometida por la biomecánica de cierre de espacios.

Para mitigar este riesgo, disponemos de diversas estrategias:

- Brackets con torque prescrito: La utilización de brackets con valores de torque aumentados permite una compensación activa de la tendencia a la inclinación indeseada.
- Arcos con torsión programada: La incorporación de dobleces de torque en los arcos de alambre, meticulosamente calibrados, ofrece un control tridimensional preciso del movimiento dentario.
- Dispositivos de anclaje esquelético temporales (TISAD): Los miniimplantes, ya sean interincisivos o ubicados estratégicamente, proporcionan un anclaje absoluto que facilita la retracción en masa de los "seis sociales", minimizando los efectos secundarios en el torque incisivo.
- Biomecánica de retracción en masa: La aplicación de fuerzas controladas mediante TISAD permite la distalización grupal de los incisivos, evitando la

inclinación excesiva y preservando la integridad del torque radicular. Esto se debe a que el vector de fuerza utilizado para la retracción se aproxima más al centro de resistencia de los dientes que, por ejemplo., durante la retracción estándar, donde la fuerza se aplica a brackets colocados en los molares maxilares. Además, la retracción estándar a menudo se realiza en dos pasos, lo que puede afectar aún más la mayor retroinclinación de los incisivos.

La elección de la técnica adecuada dependerá de la evaluación individualizada de cada paciente, considerando factores como la severidad de la maloclusión, la morfología radicular y la calidad ósea (36).

El uso de la corticotomía al retraer los dientes anteriores reduce significativamente la inclinación de los incisivos maxilares y la corticotomía puede ser relevante para el control de la inclinación de la raíz, es decir, las incisiones se deben hacer tanto en el lado vestibular como en el palatino.

Además en la técnica MBT, la versatilidad del sistema permite cementar tubos de los segundos molares inferiores en los molares superiores contralaterales. Esto tiene como objetivo mantener estos dientes sin rotación y con un torque de 0°, contribuyendo así a una correcta alineación y funcionalidad.

DISPOSITIVOS AUXILIARES PARA MANEJAR EL TORQUE

A. Cantillever

Auxiliar para torque individualizado de piezas dentarias

La sección de torque en alambres redondos requiere el uso de brackets con ranura vertical. Este procedimiento implica la utilización de un segmento de alambre de acero con sección redonda de 0.16, diseñado específicamente para que, al ser girado, pueda ser ligado sobre el arco principal. De este modo, se genera una fuerza intrusiva que se distribuye entre las piezas dentales portadoras de los brackets (7).

Por otro lado, la sección de torque en alambres rectangulares también exige brackets con ranura vertical. En este caso, se recomienda el uso de alambre TMA rectangular de 17x25 y extenderlo hasta el tubo auxiliar del molar. Es importante que la porción del alambre que se inserta en la ranura vertical sea levemente desgastada para facilitar su introducción, dado que los slots suelen ser de dimensiones 0.020” x 0.020”.

En cuanto a los cantilevers para torque con brackets sin ranura vertical, se utiliza un alambre preferentemente fabricado en aleación de titanio-molibdeno con sección rectangular de 0.17” x 0.25”. Este tipo de dispositivo es comúnmente empleado en casos que requieren aplicar torque a los caninos. Por ejemplo, para modificar el torque en un canino superior, el cantilever en estado pasivo debe orientarse hacia palatino; al fijarlo detrás del hook del bracket, se genera una fuerza hacia vestibular sobre dicho hook y una fuerza similar hacia palatino sobre la cara vestibular del canino (7).

El control adecuado del torque es esencial para lograr movimientos dentales precisos y efectivos. La interacción entre el slot del bracket y el alambre es crucial para asegurar la correcta posición dental y mantener una adecuada relación oclusal, así como para contribuir a la estética facial del paciente. La selección precisa del tipo y sección del alambre, junto con la correcta colocación de los brackets, son factores determinantes en el éxito del tratamiento ortodóntico.

Además, es fundamental tener en cuenta que la aplicación de fuerzas excesivas o el uso de arcos inadecuados puede resultar en una pérdida significativa de torque, lo que puede comprometer los objetivos funcionales y estéticos del tratamiento ortodóntico. Por lo tanto, una planificación meticulosa y una ejecución precisa son esenciales para asegurar resultados óptimos en cada fase del tratamiento.

Este enfoque integral permite abordar las características específicas de cada caso clínico y optimizar los resultados esperados, garantizando no solo la estética dental, sino también la funcionalidad y salud periodontal del paciente a largo plazo (7).

B. Barra palatina

Activaciones de tercer orden simétricas (torque)

Torque coronario palatino o negativo

Para corregir la curva de Wilson y evitar interferencias oclusales, se emplean activaciones de tercer orden simétricas que inducen un torque negativo o coronario palatino en los molares. Al angular los extremos del alambre, de modo tal que las virtuales prolongaciones de tales extremos se unan por debajo de las caras oclusales, se genera un momento de fuerza que rota la corona hacia palatino. Esto permite nivelar las cúspides, las cuales suelen generar interferencias en el lado de balance en el momento de las lateralidades. De esta manera se logran evitar contactos prematuros al producirse una rotación alrededor del centro de resistencia, ascendiendo las cúspides palatinas y a la vez descendiendo las vestibulares. Esta activación suele acompañarse de una pequeña expansión para que al aplicar torque negativo, no se genere un estrechamiento en el ancho intermolar (7).

Torque coronario vestibular o positivo

En esta activación se observan las prolongaciones de la angulación de los extremos uniéndose por sobre las coronas de los molares. No tiene demasiadas aplicaciones clínicas debido a que raramente se necesita torque positivo a nivel molar superior (7).

Activaciones de tercer orden unilaterales

Torque coronario palatino unilateral

Al ejercer torque de un solo lado, se genera una fuerza extrusiva del lado opuesto, mientras que el torque aplicado en el molar en cuestión se asocia a una leve fuerza de componente intrusivo.

C. Quad helix

El abordaje terapéutico de los problemas transversales de origen dentoalveolar implica la manipulación de la arcada superior. Las maniobras de expansión deben iniciarse al comienzo del tratamiento y concluir al finalizar esta fase, mientras se utilizan arcos redondos. Esto es crucial, ya que comenzar la secuencia de arcos rectangulares sin haber resuelto previamente el problema transversal puede alterar el torque de los molares.

La corrección de las discrepancias transversales es fundamental para restablecer una adecuada relación oclusal y funcional. En este contexto, se recomienda realizar la expansión maxilar en etapas tempranas del tratamiento, preferiblemente en dentición mixta. Esto permite abordar las alteraciones antes de que se consoliden, evitando complicaciones futuras.

Durante la fase de expansión, es esencial utilizar dispositivos apropiados que faciliten el ensanchamiento de las arcadas dentales. La implementación de arcos redondos al inicio del tratamiento es preferible, ya que estos permiten una mayor flexibilidad y adaptación a los movimientos necesarios sin comprometer el torque dental (10).

Activación:

La primera activación del dispositivo de expansión se lleva a cabo antes de cementar el aparato, logrando una expansión aproximada de 5 mm mientras se mantienen paralelos los brazos laterales. Esto implica que la expansión a nivel molar y en el sector lateral debe ser equivalente.

A las cuatro semanas, se realiza una activación intraoral en el sector anterior utilizando una pinza de tres picos. Esta maniobra provoca una expansión y rotación mesial de los molares, compensándose en los sectores laterales con la misma pinza, lo que genera una rotación distal de los molares y asegura un paralelismo en la expansión.

Durante el proceso de expansión, es común que las coronas de los molares se inclinen hacia vestibular, lo que altera el torque en los dientes. Dependiendo del torque inicial que presentaban estos dientes al comienzo de la expansión, pueden ser necesarias compensaciones para restaurar el torque adecuado. Para tal fin, se realiza una activación adicional en el sector anterior.

Este enfoque metódico en la activación del dispositivo no solo busca corregir las discrepancias transversales, sino también optimizar la relación oclusal y mejorar la función masticatoria del paciente. La correcta secuenciación de las activaciones y la atención a los cambios en el torque dental son fundamentales para lograr resultados clínicos exitosos y estéticamente satisfactorios.

La planificación cuidadosa y la ejecución precisa de estas maniobras son esenciales para evitar complicaciones como la pérdida de control sobre los movimientos dentales deseados. Por lo tanto, es crucial que el ortodoncista realice un seguimiento continuo del progreso del tratamiento, ajustando las activaciones según sea necesario para garantizar la eficacia del procedimiento ortodóntico (10).

D. Expansor palatino

Funciones

1. Expansión
2. Rotación distal de los molares
3. Torque radículovestibular

Las llaves en los extremos de los brazos laterales deben ser paralelas en dirección ocluso-gingival, lo que permite lograr un torque óptimo en los dientes.

La activación del torque puede realizarse simultáneamente con la expansión o, en casos donde no se requiera expansión, puede cumplir funciones similares a las de la barra palatina.

4. Control vertical

5. Contracción:

   En situaciones de sobreexpansión molar con torque positivo, se selecciona un tamaño del expansor menor que la distancia existente entre los anclajes. Esto tiene como objetivo lograr una correcta posición transversal del molar, manteniendo al mismo tiempo el paralelismo de las llaves de anclaje en sentido gingivo-oclusal (10).

La correcta colocación y activación del expansor son fundamentales para maximizar sus beneficios y evitar complicaciones asociadas, como la pérdida de control sobre los movimientos dentales deseados.

E. Microimplantes en ortodoncia: aplicaciones y especificaciones

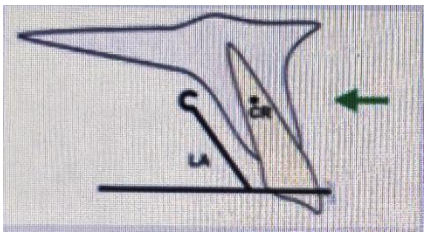
Los microimplantes son anclajes temporales que se insertan en el tejido óseo del paciente, lo que permite realizar movimientos ortodónticos sin afectar a las piezas dentales adyacentes. Su colocación es rápida y mínimamente invasiva, lo que los convierte en una opción ideal para tratamientos ortodónticos complejos.

Estos dispositivos no solo facilitan la corrección de maloclusiones como las Clases II y III, sino que también permiten realizar movimientos que antes requerían cirugía ortognática (7). La utilización de microimplantes amplía notablemente las posibilidades terapéuticas en ortodoncia, permitiendo abordar casos que presentan una alta complejidad clínica.

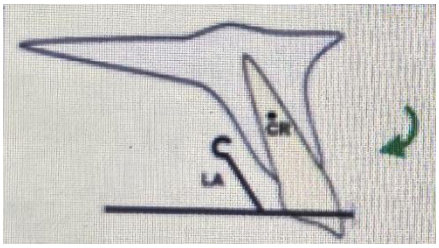
En mecánica, por deslizamiento tradicional, al ser fuerza recíproca (la acción se encuentra en las piezas anteriores y la reacción en las posteriores) los principios biomecánicos son difíciles de aplicar debido a que los sistemas de fuerzas se deben diseñar de modo diferencial entre el sector a movilizar, por un lado, y el de anclaje, por el otro, dentro de la misma arcada (7). En contraste, y esto es una enorme ventaja, “los microimplantes generan un sistema de fuerzas no recíproco (la acción se encuentra en las piezas anteriores y la reacción en el microimplante) entregando un mayor control y ofreciendo nuevas direcciones de fuerza, que son difíciles de

obtener con la ortodoncia convencional. Esto es posible gracias al sitio de colocación del microimplante y del poste crimpable, que modifican el vector de fuerza” (37).

El torque de las piezas del sector anterosuperior depende de la altura de los “crimpable hooks” en relación al centro de resistencia del bloque anterior (38). Si el hook se ubica a la misma altura del centro de resistencia, se consigue un movimiento en masa del diente con mantención del torque como se puede observar en la siguiente imagen:

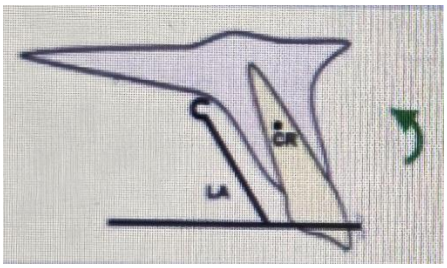


Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf



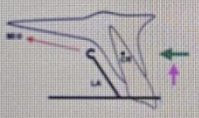
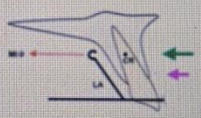
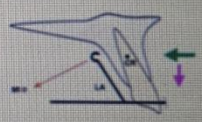
Si se utiliza un hook corto (oclusal con respecto al centro de resistencia) se consigue retrusión con pérdida de torque.

Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf



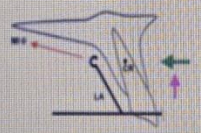
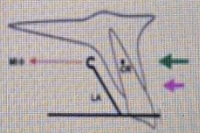
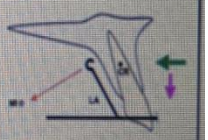
Si el hook se encuentra más gingival, por encima del CR, se consigue retrusión con aumento de torque.

Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf

OVERBITE	AUMENTADO	EN NORMA	DISMINUIDO
UBICACIÓN MICROIMPLANTE (Respecto al CR post)	Alto	Misma altura	Bajo
			
EFECTO	Conservación del torque + Intrusión	Conservación del torque + Conservación del overbite	Conservación del torque + Extrusión

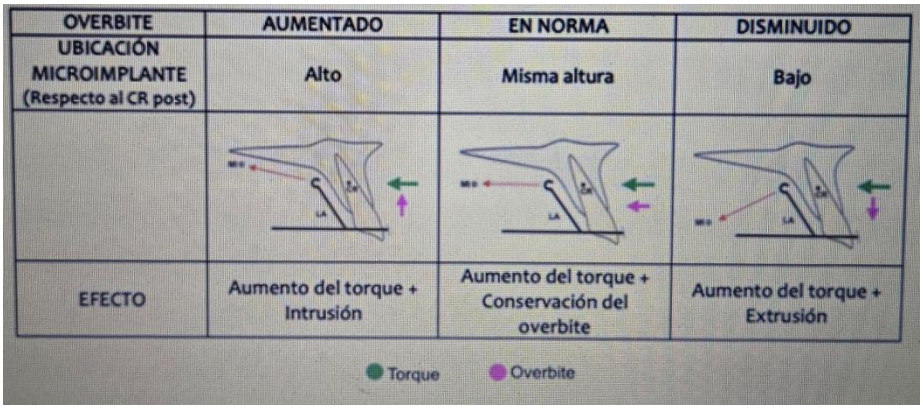
Torque incisivo en promedio (Ubicación del hook anterior. Misma altura al CR anterior)

Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf

OVERBITE	AUMENTADO	EN NORMA	DISMINUIDO
UBICACIÓN MICROIMPLANTE (Respecto al CR post)	Alto	Misma altura	Bajo
			
EFECTO	Pérdida de torque + Intrusión	Pérdida de torque + Conservación del overbite	Pérdida de torque + Extrusión

Torque incisivo aumentado (Ubicación del hook anterior: hacia incisal/por debajo del CR anterior)

Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf



Torque incisivo disminuído (Ubicación del hook anterior: Apical/por encima del CR anterior)

Fuente: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/02/1148184/raao621-articulo5.pdf

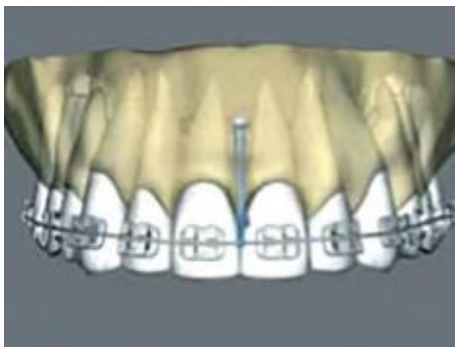
UBICACIÓN DE MINI-IMPLANTES PARA CORREGIR TORQUE

Entre los Incisivos Superiores por Vestibular

-Usos: Los microimplantes colocados entre las raíces de los incisivos centrales y laterales bilateralmente son utilizados para facilitar la intrusión y el torque de los incisivos. Este enfoque es particularmente efectivo para corregir un plano oclusal inclinado (39).

Intrusión sector anterior sin torque

Fuente: https://www.odontogenesis.com.mx/intrusion-dental-mediante-el-uso-de-miniimplantes-en-ortodoncia/



Intrusión con un solo miniimplante vestibular cuando se permite la vestibuloversión

Fuente: https://www.odontogenesis.com.mx/intrusion-dental-mediante-el-uso-de-miniimplantes-en-ortodoncia/

- Tamaño recomendado del minimplante:

  - Diámetro: 1,3 - 1,6 mm

  - Longitud: 6 - 7 mm

Entre Primer y Segundo Molar por Vestibular o Palatino

- Usos: Este dispositivo permite la retracción de dientes anteriores, intrusión, movimiento distal de los molares y la corrección de mordidas en tijera (utilizado también para los segundos molares superiores vestibularizados), todo ello con un control preciso del torque (39).

Ubicación vestibular de elemento 27

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=R0B62NwTGFk

- Tamaño recomendado del miniimplante:

  - Diámetro: 1,3 - 1,6 mm

  - Longitud: 5 - 7 mm

Existen diversos métodos para controlar la inclinación de los incisivos durante la retracción

Tanto la corticotomía realizada correctamente como la retracción en masa mediante microimplantes de ortodoncia parecen ser los métodos más eficaces y científicamente validados para controlar el torque (36).

F. Otros elementos auxiliares para corregir torque

1. Resortes (Muelles): Los resortes son dispositivos mecánicos que permiten generar fuerzas específicas para desplazar dientes en diversas direcciones. Pueden ser utilizados para abrir espacios o para controlar movimientos de torque en dientes individuales o grupos de dientes. Su diseño y material (como acero inoxidable o níquel-titanio) permiten una flexibilidad adecuada para lograr los movimientos deseados.

2. Botones: Estos dispositivos se colocan en la cara lingual de los dientes y se fijan mediante adhesivos especiales. Los botones son útiles para acelerar los movimientos de rotación dental y pueden ser utilizados en combinación con elásticos para aplicar fuerzas precisas que ayuden a corregir el torque.

3. Cadenetas Elásticas: Estas son elementos auxiliares elásticos que se utilizan en tratamientos ortodónticos para conectar brackets y proporcionar fuerzas adicionales. Su elasticidad permite que se adapten a diferentes movimientos dentales, incluyendo la corrección del torque.

4. Arcos Ortodónticos: Los arcos son elementos activos que almacenan y liberan fuerzas durante el tratamiento ortodóntico. La elección del tipo de arco (redondo, rectangular, etc.) y su activación mediante torsión son fundamentales para controlar el torque en los dientes.

5. Brackets con Prescripción de Torque: Estos brackets están diseñados con características específicas que permiten un control del torque individualizado, facilitando así la inclinación adecuada de las raíces dentales durante el tratamiento.

6. Dispositivos de Anclaje Temporal (Microimplantes): Estos elementos se utilizan para proporcionar un anclaje adicional en casos donde se requiere un control preciso del torque sin afectar a otros dientes. Permiten realizar movimientos dentales sin comprometer la estabilidad de las piezas adyacentes (40).

7. Alineadores Transparentes: Aunque su capacidad para generar movimientos predictivos de torque ha sido objeto de debate, los alineadores modernos incorporan características como "power ridges" y "attachments" que ayudan a aplicar fuerzas adecuadas para lograr el torque deseado (40).

8. Gomas intermaxilares

La correcta selección y uso de estos elementos auxiliares son esenciales para lograr un tratamiento ortodóntico efectivo y predecible, permitiendo al ortodoncista controlar

las inclinaciones axiales de los dientes y alcanzar resultados estéticos y funcionales óptimos (40).

Efecto de las Gomas Intermaxilares Criss-Cross en el Torque Dental

Las gomas intermaxilares criss-cross generan vectores de fuerza oblicuos entre las arcadas dentales. Su uso se indica principalmente para corregir mordidas cruzadas posteriores, pero su aplicación tiene implicaciones en el control del torque dental, especialmente en el sector anterior.

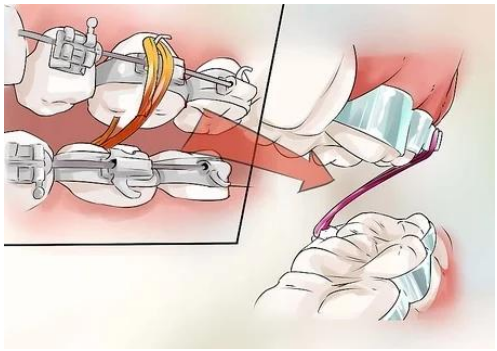
La magnitud y dirección del efecto en el torque dependen de la ubicación de los puntos de anclaje de las gomas, la fuerza aplicada y la biomecánica individual del paciente.

Los elásticos ejercen una presión suave y constante para que los dientes superiores e inferiores encajen correctamente.

Los elásticos intermaxilares criss-cross se instalan interarcada, desde palatino del maxilar superior a vestibular del inferior o viceversa, con vectores de fuerza oblicuos. Su anclaje se realiza en brackets o tubos o mediante aditamentos adhesivos, denominados botones. Esta ubicación y su uso continuo permite mejorar el torque en sectores posteriores, pudiendo influir en el torque incisivo.

Gomas intermaxilares criss cross desde cajas palatinas de bandas de molares superiores a hook de tubos de molares inferiores.

Fuente: https://www.ortodonciajunin.com.ar/gomas-criss-cross-ortodoncia/



Ubicación de gomas intermaxilares desde caja lingual de banda de primer molar inferior izquierdo a hook de banda de primero molar superior izquierdo.

Fuente: https://es.wikihow.com/conectar-una-liga-a-tus-frenos

DESARROLLO DEL CASO CLÍNICO

Diagnóstico

Paciente masculino de 15 años de edad quien acudió a la clínica manifestando que tenía “los dientes muy chuecos”

- Biotipo: dólicofacial según Ricketts, y mesofacial según Björk Jaraback,
- VERT de -1,2
- Perfil: recto.
- Clase esqueletal 1 según Ricketts
- Clase molar: clase 1 derecha e izquierda. Clase 2 canina derecha e izquierda.
- Línea media superior desviada a la derecha y línea media inferior centrada.
- Overjet aumentado y overbite disminuido (intrusión de Incisivos inferiores)
- Ángulo interincisivo disminuído, biptotrusión
- Protrusión labial e incisiva
- Mordida abierta esqueletal
- Apiñamiento ántero superior e inferior severo
- Discrepancia dentaria superior: -12mm

- Discrepancia dentaria inferior: -5,5mm
- Discrepancia cefalométrica: -8mm
- Discrepancia total inferior: -13,5mm
- Mordida en tijera de 2º molares bilateral

RICKETTS	NORMA	D.S.	PACIENTE
PROFUNDIDAD FACIAL	**87°**	**+/- 3°**	**87.5°**
PROFUNDIDAD MAXILAR	**90°**	**+/- 3°**	**88°**
CONVEXIDAD FACIAL	**2mm**	**+/- 2mm**	**1.5mm**
LONGITUD MANDIBULAR	**65mm**	**+/- 2.7mm**	**70mm**
EJE FACIAL	**90°**	**+/- 3.5°**	**82°**
PLANO MANDIBULAR	**26°**	**+/- 4°**	**30°**
ALTURA FACIAL INFERIOR	**47°**	**+/- 4°**	**54°**
ARCO MANDIBULAR	**26°**	**+/- 4°**	**29°**
INCLINACION INC. INFER.	**22°**	**+/- 4°**	**26°**
INCLINACION INC. SUP.	**28°**	**+/- 4°**	**45°**
POSICIÓN INCISIVO INFERIOR	**1**	**+/- 2**	**2.5mm**
EXTRUSIÓN INCISIVO INFERIOR	**1.25**		**-3mm**
POSICIÓN MOLAR SUPERIOR	**Edad +3**	**+/-3mm**	**15mm**
POSICIÓN INCISIVO SUPERIOR	**3.5mm**	**+/- 2mm**	**10mm**

Objetivos Terapéuticos:

ORTOPÉDICOS

Vertical:

- Disminuir Altura facial inferior esqueletal aumentada

ORTODÓNCICOS

Sagital:

- Compensar clase 2 esqueletal con camuflaje ortodóntico dentario
- Lograr clase 1 canina
- Lograr centrar líneas medias
- Mejorar overjet

Vertical:

- Mejorar overbite

Transversal:

- Lograr correcta relación cúspide-fosa

FUNCIONALES

- Oclusión mutuamente protegida
- Guía anterior
- Guías de lateralidad

ESTÉTICOS

- Perfil armónico

ARTICULARES

- Mantener salud articular

Plan de Tratamiento

Fase inicial:

- Secuencia de arcos para nivelación y alineamiento
- Colocación bandas en 16 y 26 con barra palatina
- Cementado de arcadas completas
- Extracciones elementos 14, 24, 34 y 44

Fase intermedia:

- Selección diagrama de arcos
- Secuencia arcos rectangulares
- Cierre de espacios

Fase final:

- Gomas de asentamiento
- Contención

Fotos extraorales iniciales

FRENTE SIN SONRISA

FRENTE CON SONRISA

PERFIL SIN SONRISA

¾ SIN SONRISA

Fotos intraorales iniciales

LATERAL DERECHA

FRENTE

LATERAL IZQUIERDA

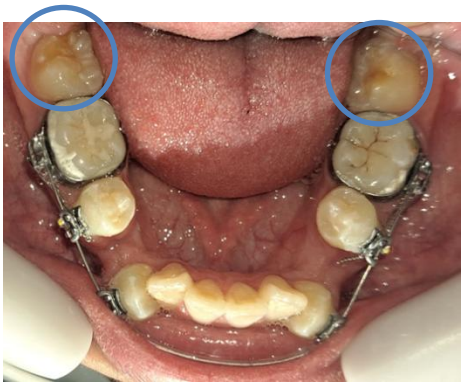
OCLUSAL SUPERIOR

OCLUSAL INFERIOR

Radiografía Panorámica y Telerradiografia de Perfil iniciales

- Elementos 18, 28, 38 y 48 en formación
- Apiñamiento ántero-superior y ántero-inferior severo

Corrección de torque negativo por elementos dentarios 37 y 47 lingualizados



ELEMENTOS 37 Y 47 CON TORQUE NEGATIVO

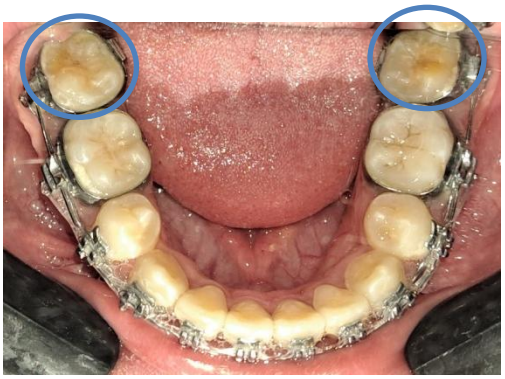
JUNIO 2023

COLOCACIÓN DE BANDAS EN 37 Y 47 CON CAJA LINGUAL EN NOVIEMBRE 2023 Y USO DE GOMAS CRISS CROSS 1/8 MEDIUM DESDE CAJA LINGUAL DEL 37 A VESTIBULAR DEL 27 Y DESDE CAJA LINGUAL DEL 47 A VESTIBULAR DEL 17

DICIEMBRE 2023

CONTINUACIÓN EN EL USO DE GOMAS CRISS CROSS

MARZO 2024



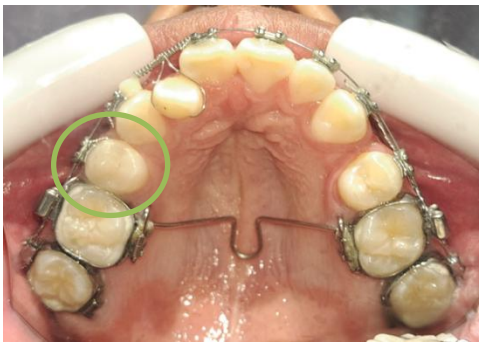
MEJORÍA SIGNIFICATIVA EN EL TORQUE DE LOS SEGUNDOS MOLARES INFERIORES SOLO MEDIANTE EL USO DE GOMAS INTERMAXILARES CRISS CROSS

JUNIO 2024

Corrección de torque en elemento 15

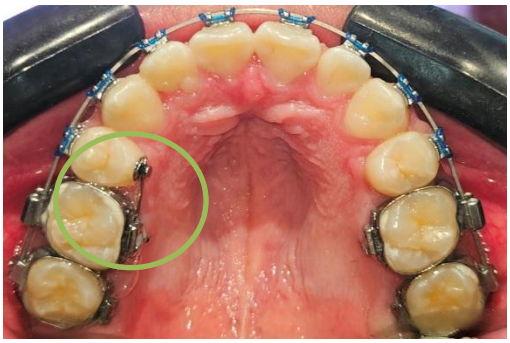
2° PREMOLAR DERECHO (elemento 15) CON TORQUE AUMENTADO

CUSPIDE PALATINA BAJA GENERANDO INTERFERENCIA



AGOSTO 2023

AGOSTO 2024



AGOSTO 2024

CANTILLEVER INSERTADO EN BANDA ELEMENTO 16 CON BOTON EN ELEMENTO 15, PASANDO POR DEBAJO DEL MISMO PARA INTRUIR CÚSPIDE PALATINA DEL PREMOLAR

Fotos finales

Fotos extraorales

FRENTE SIN SONRISA

FRENTE CON SONRISA

LATERAL SIN SONRISA

LATERAL CON SONRISA

¾ SIN SONRISA

¾ CON SONRISA

Fotos intraorales

LATERAL DERECHO

FRENTE

LATERAL IZQUIERDO

OCLUSAL SUPERIOR

OCLUSAL INFERIOR

Radiografía Panorámica y Telerradiografía de Perfil finales

CONCLUSIÓN

El torque es fundamental en la práctica ortodóntica, ya que influye de manera decisiva en la estética, función y estabilidad de los tratamientos. Su correcta comprensión y aplicación son esenciales para lograr una oclusión óptima y satisfacer las expectativas del paciente.

Un control adecuado del torque no solo contribuye a la alineación dental, sino que también mejora la estética facial y la función masticatoria. La inclinación adecuada de las coronas dentales es crucial para crear sonrisas armónicas y funcionales. Además, un torque bien gestionado ayuda a prevenir desplazamientos dentales post-tratamiento, lo que favorece la estabilidad a largo plazo de la oclusión.

Además, es importante reconocer que muchos tratamientos ortodónticos no alcanzan los resultados esperados debido a factores como la cementación inadecuada de los brackets o variaciones en la estructura del arco. Por lo tanto, una planificación meticulosa y una ejecución precisa son imprescindibles para el éxito del tratamiento. La selección cuidadosa de fuerzas para lograr un correcto torque es vital no solo para lograr resultados estéticos, sino también para garantizar la funcionalidad y salud periodontal del paciente.

En conclusión, el torque debe ser considerado un aspecto central en el diseño y ejecución de los tratamientos ortodónticos. Su adecuada gestión es clave para optimizar los resultados clínicos, asegurando que se cumplan tanto los objetivos estéticos como funcionales en cada caso. La atención a este detalle no solo mejora la experiencia del paciente, sino que también refuerza la efectividad de las intervenciones ortodónticas a largo plazo.

Palabras clave: torque, brackets, orthodontics

BIBLIOGRAFÍA

1. Conoce la historia de la ortodoncia - Bracket 360 Deposito Dental [Internet]. 2024 [citado 24 de marzo de 2025]. Disponible en: https://bracket360.com/conoce-la-historia-de-la-ortodoncia/
2. SlideShare [Internet]. 2014 [citado 24 de marzo de 2025]. Técnica arco de canto - edgewise - ortodoncia. Disponible en: https://es.slideshare.net/hcrosbyr/arco-de-canto
3. Angle, E. H. (1926). *The Angle system of orthodontia*. The Angle Orthodontist, 3(4), 239-259.

4. Asher, J. (1960). *Torque in Orthodontics: Development and Clinical Applications of the Asher Arch*. American Journal of Orthodontics, 46(6), 400-411.
5. Graber, T. M., & Vanarsdall, R. L. (2017). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Elsevier Health Sciences.
6. Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M**.** (2018). *Contemporary Orthodontics*. Elsevier Health Sciences.
7. Álvarez AT. Biomecánica ¿estás ahí? Buenos Aires: Providence; 2011.
8. McLaughlin R, Bennet J. Orthodontic. Management of the Dentition with the Preadjusted Appliance. Edit. Oxford: isis medical media 1997
9. Sondhi, A. The implications of bracket selection and bracket placement on finishing details. Semin Orthod 2003;9:155-64
10. Gregoret J, Tuber E, Escobar L. El tratamiento ortodóncico con arco recto. 2. ed. NM Ediciones; 2003.
11. Badawi HM, Toogood RW, Carey JPR, Heo G, Major PW. Torque expression of selfligating brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2008;133(5):721–8.
12. Nakano T, Nakajima A, Watanabe H, Osada A, Namura Y, Yoneyama T, Tanaka E, Motoyoshi M. Evaluation of torque moment in esthetic brackets from bendable alloy wires. Angle Orthod. 2021 Sep 1;91(5):656-663. doi: 10.2319/081820-729.1. PMID: 33822872; PMCID: PMC8376159.
13. McLaughlin RP, Bennet JC, Trevis HJ. Mec/anica sistematizada del tratamiento ortodóntico. Madrid: Harcourt; 2002. 324 págs.
14. Kuncio, D., Maganzini, A., Shelton, C., y Freeman, K. (2007). Invisalign y ortodoncia tradicional: una comparación de eficacia y resultados del tratamiento. Revista estadounidense de ortodoncia y ortopedia dentofacial.
15. Tamer İ, Öztaş E, Marşan G. (2019). Efectos de los alineadores transparentes en los movimientos de torsión, inclinación y rotación: un análisis de elementos finitos tridimensional. The Angle Orthodontist.

16. Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, CL (2015). Eficacia de los alineadores transparentes en el control del movimiento dental en ortodoncia: una revisión sistemática. Avances en ortodoncia.
17. Katz, A. R., & Moshonov, J. (2017). "The Effectiveness of Clear Aligners in the Treatment of Malocclusion: A Systematic Review." *Journal of Orthodontics*, 44(2), 117-125.
18. PubMed Central (PMC) [Internet]. [citado 24 de marzo de 2025]. Pubmed central (Pmc). Disponible en https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/
19. Kuhlberg, A. J., & Hartsfield, J. K. (2012). "A comparison of the effectiveness of self-ligating brackets versus conventional brackets in the treatment of malocclusion: A systematic review." *The Angle Orthodontist*, 82(4), 689-694.
20. Archambault A, Lacoursiere R, Badawi H, Major PW, Carey J, Flores-Mir C. Torque expression in stainless steel orthodontic brackets. Angle Orthod. 2010;80(1):201–10.
21. Meling TR, Ødegaard J, Ø. Meling E. On mechanical properties of square and rectangular stainless steel wires tested in torsion. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1997;111(3):310–20.
22. Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire: The next generation - Creekmoore. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1993;104(1):8–20
23. Taloumis LJ, Smith TM, Hondrum SO, Meade FGG. American Journal of ORTHODONTICS and DENTOFACIAL ORTHOPEDICS Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1997;111(1):1–11.
24. Gioka C, Eliades T. Materials-induced variation in the torque expression of preadjusted appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2004;125(3):323–8.
25. Pedrosa V. El sistema de brackets de autoligado Smart Clip SL3 con prescripción variable: la versatilidad de un sistema al servicio de la escelencia en ortodoncia. Innova. 2010;9:38–48

26. Meling TR, Philos, Ødegaard J, Odont. The effect of temperature on the elastic responses to longitudinal torsion of rectangular nickel titanium archwires. Vol. 68, Angle Orthodontist. 1998. p. 357–68.
27. Kusy RP, Whitley JQ. Thermal and mechanical characteristics of stainless steel, titanium-molybdenum, and nickel-titanium archwires. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2007;131(2):229–37.
28. Sifakakis I, Pandis N, Makou M, Eliades T, Katsaros C, Bourauel C. Eficiencia de torsión de diferentes arcos en brackets convencionales de 0,018 y 0,022 pulgadas. El Ortodoncista Angular [Internet]. 1 de enero de 2014 [citado 24 de marzo de 2025];84(1):149-54. Disponible en: https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/84/1/149/59545/Torque-efficiency-of- Different-archwires-in-0018
29. Fakir HA, Carey JP, Melenka GW, Nobes DS, Heo G, Major PW. Investigación sobre los efectos de las ligaduras de acero inoxidable en las características mecánicas de brackets convencionales y autoligados sometidos a torque. Journal of Orthodontics [Internet]. Septiembre de 2014 [citado el 24 de marzo de 2025];41(3):188-200. Disponible en: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/1465313314Y.0000000096
30. Ventureira Pedrosa C. Perscripcion variable en ortodoncia: lo que todo ortodoncista debería conocer. Rev Esp Ortod. 2010;40:9–24
31. Archambault A, Major TW, Carey JP, Heo G, Badawi H, Major PW. A comparison of torque expression between stainless steel, titanium molybdenum alloy, and copper nickel titanium wires in metallic self-ligating brackets. Angle Orthod. 2010;80(5):884–9.
32. Gómez J, Ballesteros M, Flores A. Evaluación radiográfi a del tipping, pre- y transtratamiento en 60 pacientes tratados sin extracciones en la Clínica de Ortodoncia de DEPeI UNAM 2010-2012. Revista Mexicana de Ortodoncia. 2017; 5 (1): 15-20.
33. Williams R-. Filosofía y técnica.Journal of dental research 2006; 43

34. Pavlov B, Marchant M. Protocolo de evaluación Estomatognática Miofuncional. J Chem Inf Model. 2019; 53(9):1968-99
35. Miethke RR. Third Order Tooth Movements with Straight Wire Appliances Influence of Vestibular Tooth Crown Morphology in the Vertical Plane. J Orofac Orthop. 1997;58(4):186–97 43
36. Kuc AE, Kotuła J, Nahajowski M, Warnecki M, Lis J, Amm E, et al. Métodos de control del torque anterior durante la retracción: una revisión sistemática. Diagnóstico [Internet]. 1 de julio de 2022 [citado 24 de marzo de 2025];12(7):1611. Disponible en: https://www.mdpi.com/2075-4418/12/7/1611
37. Nanda R, Uribe FA. Dispositivos de anclaje temporales en ortodoncia. St. Louis, Mo. Londres: Elsevier Mosby; 2009. 431 págs.
38. Echarri P, Favero L. Ortodoncia y microimplantes: técnica completa paso a paso. 2ed. Madrid: Ripano; 2012. 451 pág.
39. Benavides, S., Cruz, P., Chang, M. (2016) Microimplantes, una nueva opción en el tratamiento de Ortodoncia. Odontología Vital 25:63-75.
40. https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c770a006-83d4-40a3-8cd2-2a23efb2f352/content
41. Gonzálvez Bertot, Noraima; García González., Lidia Rosa PERSONALIDADES DE LA ORTODONCIA EN EL MUNDO Revista Información Científica, vol. 70, núm. 2, abril-junio, 2011 Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo Guantánamo, Cuba
42. Roth, R. H. (1981). Functional occlusion for the orthodontist. *American Journal of Orthodontics*, *80*(1), 1-29.
43. Roth, R. H. (1993). Treatment mechanics for the 21st century. In R. H. Roth (Ed.), *Functional occlusion in orthodontics* (pp. 473-516). Rocky Mountain Orthodontics.
44. Alexander, R. G. (1986). The Alexander discipline: Contemporary concepts and philosophies. *Alexander Discipline*.

45. Andrews LF. The straight-wire appliance: Syllabus of orthodontics. L.A. Wells; 1976.
46. Andrews, L. F. (1964). The six keys to normal occlusion. *American Journal of Orthodontics*, *50*(4), 296-309.
47. Roth, R. H. (1993). Treatment mechanics for the 21st century**.** In R. H. Roth (Ed.), *Functional occlusion in orthodontics* (pp. 473-516). Rocky Mountain Orthodontics.