



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**  
**MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA**  
**DENTOFACIAL**

**TÍTULO**  
**MECÁNICAS DE RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR Y**  
**REPERCUSIÓN SOBRE EL PERFIL FACIAL**

**ALUMNO**  
**RALITZA PETROVA DONTCHEVA BALAREVA**

**TRABAJO FIN DE MASTER**

**Oviedo, mayo 2020**





Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**  
**MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA**  
**DENTOFACIAL**

**TÍTULO**  
**MECÁNICAS DE RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR Y**  
**REPERCUSIÓN SOBRE EL PERFIL FACIAL**

**TRABAJO FIN DE MASTER**

**ALUMNO**  
**RALITZA PETROVA DONTCHEVA BALAREVA**

**Tutora: Dra. Teresa Cobo**





Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

**Teresa Cobo Díaz**, Doctora en Odontología, adscrita al Departamento de Cirugía y Especialidades Médico Quirúrgicas de la Universidad de Oviedo

**CERTIFICO:**

Que el trabajo titulado **“MECÁNICAS DE RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR Y REPERCUSIÓN SOBRE EL PERFIL FACIAL”** presentado por **Dña. Ralitzza Petrova Dontcheva Balareva**, ha sido realizado bajo mi dirección y cumple los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Máster en Ortodoncia y Ortopedia Dento Facial.

En Oviedo, mayo de 2020



## **RESUMEN Y ABSTRACT**







## **RESUMEN**

El tratamiento ortodóntico está estrechamente relacionado con los cambios a nivel del perfil facial. En los últimos años la mayor parte de la literatura se centra en establecer una relación lineal entre la retracción incisiva, la retracción labial y cambios en el ángulo nasolabial. Sin embargo, existen otros factores que influyen sobre la estética de los tejidos blandos. Esta revisión estudia el control del torque durante la retracción del sector anterior como uno de los factores clave en la repercusión sobre el perfil blando. Se realiza un estudio de las diferentes técnicas y biomecánicas existentes con el objetivo de conocer las diferencias y ayudar a los profesionales a la correcta selección.

## **PALABRAS CLAVE**

Palabras clave: retracción incisiva, perfil, extracciones, tejidos blandos, control torque, minitornillos.



## **ABSTRACT**

Orthodontic treatment is closely related to changes at the facial profile. In recent years, most of the literature focuses on establishing a linear relationship between incisal retraction and labial retraction and changes in the nasolabial angle. However, there are other factors that influence soft tissue aesthetics. This review studies the control of torque during retraction of the anterior sector as one of the key factors in the impact on the soft profile. A study of the different existing techniques and biomechanics is carried out with the aim of knowing the differences and helping professionals to make the correct selection for each case.

## **KEY WORDS**

Keywords: incisor retraction, profile, extractions, soft-tissue, torque control, miniscrews.



## Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	23
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
5. CONCLUSIONES.....	63
6. FUTURA INVESTIGACIÓN.....	67
7. BIBLIOGRAFÍA.....	71

## Tabla de Ilustraciones

<i>Figura 1 Ligaduras distal activas tipo 1 y 2. Modificada de: McLaughlin R, Bennett C, Trevisi H<sup>15</sup>.</i> .....	39
<i>Figura 2. Posicionamiento del arco DKL. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.</i> .....	40
<i>Figura 3. Activaciones del arco DKL. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.</i> .....	41
<i>Figura 4. El exceso de activación de las ansas por una mayor apertura o por una frecuencia mayor de activación da lugar a una pérdida de torque y un aumento de la sobremordida. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.</i> .....	45
<i>Figura 5. Biomecánica con minitornillo posicionado entre el primer molar y el segundo premolar superior. Modificada de: Hedayati y Shomali<sup>19</sup>.</i> .....	50
<i>Figura 6. Biomecánica con minitornillo posicionado entre el primer premolar y el segundo premolar superior. Modificada de: Hedayati y Shomali<sup>19</sup>.</i> .....	50
<i>Figura 7. Retracción con anclaje esquelético en función de longitud del power arm. Modificado de: Nanda y cols<sup>24</sup>.</i> .....	54
<i>Figura 8. Fases del comportamiento incisivo durante la retracción con anclaje esquelético. Modificada de Nanda y cols<sup>24</sup>.</i> .....	56

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Libertad de torque para los diferentes arcos en un slot de 0,022 x 0,028 24. Tomada de: Nanda y cols<sup>24</sup>.</i> .....	57
<i>Tabla 2. Tabla resumen con las condiciones ideales para el correcto manejo del torque incisivo durante la retracción anterior.</i> .....	59



## **INTRODUCCIÓN**





## 1. INTRODUCCIÓN.

Los beneficios estéticos constituyen uno de los principales objetivos en el tratamiento de ortodoncia. En los últimos años, ha habido un incremento en el interés por la mejora del perfil facial, y los ortodoncistas debemos conocer y poder explicar la relación entre el tratamiento y la repercusión sobre la estética del paciente<sup>1</sup>.

Las variaciones en la posición de los labios tanto superiores como inferiores, hace que nos preguntemos por los factores que determinan la posición labial en un plano <sup>2</sup>.

La mayor parte de la literatura de los últimos años que estudiaba el comportamiento de los tejidos blandos tras el tratamiento de ortodoncia, se centraba en la retracción del bermellón labial y los cambios en el ángulo nasolabial. Actualmente se conocen otros factores que influyen notablemente sobre la estética facial de los tejidos, como el crecimiento y la mecánica de tratamiento<sup>3</sup>.

- Cambios con el crecimiento

El crecimiento craneofacial y el remodelado óseo van unidos de los cambios a nivel del tejido blando facial. Durante la adolescencia, la nariz se vuelve más larga y los labios más retrusivos, largos y finos. Aunque estos hechos han sido apoyados por numerosos estudios, se trata de unos cambios mínimos de 2 mm a nivel lineal y 5º de cambio angular. La convexidad facial total aumenta también hasta la adolescencia tardía, donde debido al crecimiento de la nariz y el pognonion blando, empieza a disminuir. La convexidad facial, excluyendo la nariz, se va a ver aumentada hasta la edad adulta temprana. Es a partir de los 25 años cuando empieza a disminuir. Este periodo de crecimiento varía entre todos los individuos y las diferentes etnias <sup>4</sup>.

- Cambios en el ángulo nasolabial

El ángulo nasolabial es el creado por la intersección por subnasal y columnella y, por lo tanto, se va a ver afectado por los cambios en la posición anteroposterior y la angulación labial. En numerosos artículos se habla de que la retracción incisiva aumenta indirectamente el ángulo nasolabial al afectar al labio superior. Pero esto no es una respuesta directa, ya que establecer una relación lineal que prediga los cambios es imposible, teniendo en cuenta la gran variabilidad de factores que influyen en el tejido

blando labial. La retracción de los incisivos parece ser de  $1.6^0$  por cada mm de retracción<sup>4</sup>.

- Cambios con la retracción del sector anterior

El apiñamiento dental es una de las características que encontramos con mayor facilidad en los pacientes tratados de ortodoncia. Dentro de las opciones terapéuticas para tratar este tipo de situaciones se encuentra la distalización, la expansión de las arcadas y la realización de exodoncias<sup>5</sup>.

La extracción de dientes con mal pronóstico para resolver problemas de espacio fue propuesta ya por John Hunter en 1771. Por otro lado, la realización de extracciones de dientes sanos, defendida por Begg, Jarabak y Tweed es cuestión de controversia hoy en día<sup>5</sup>.

En las últimas décadas, se ha establecido que la necesidad de realizar extracciones en los pacientes, va a venir determinada por las características individuales de cada paciente. Algunos de los criterios fundamentales son el crecimiento, las características dentoalveolares y sobre todo la estética del perfil del paciente. Esto último se ha convertido en un elemento de gran relevancia, sobre todo desde el punto de vista de la sociedad actual. Es por esto que numerosos parámetros cefalométricos han de ser tenidos en cuenta como parte del diagnóstico para la correcta planificación e indicación de las exodoncias<sup>5,6</sup>.

La realización de extracciones en la ortodoncia se ha convertido en una herramienta controvertida, sobre todo en lo referente a su repercusión sobre el perfil facial<sup>6,7</sup>.

El hecho de que las extracciones de premolares puedan afectar al tejido blando como consecuencia de una retracción del sector anterior, ha hecho que muchos profesionales descarten este protocolo de tratamiento. Sin embargo, en numerosas ocasiones y con un correcto diagnóstico y planificación de tratamiento, las extracciones pueden mejorar el perfil de nuestro paciente<sup>1</sup>.

Los movimientos incisales pueden variar en los casos tratados con y sin extracciones. Aunque la retracción incisiva se encuentra en la mayoría de los pacientes tratados con



extracciones, también es cierto que puede producirse un movimiento mínimo a nivel incisivo o incluso una protrusión incisiva. Del mismo modo, los casos sin extracciones pueden desembocar en movimientos de retrusión y protrusión incisiva. Esto nos permite recordar que la realización de extracciones, no es una herramienta única de retracción del sector anterior, sino también de resolución del apiñamiento y de corrección de la clase molar y canina, así como de discrepancias de línea media <sup>3</sup>.

Existe un claro acuerdo en la influencia de la ortodoncia sobre el perfil, pero no hay un consenso sobre la medida en la que responde el tejido blando a la posición incisiva y del proceso alveolar. Incluso, existe controversia en la influencia de las extracciones, en función del tipo de biomecánica empleada en la retracción del sector anterior <sup>1</sup>.

Ha habido numerosos intentos de calcular la relación entre los cambios de tejidos duros sobre los tejidos blandos, con la esperanza de establecer valores que ayuden a guiar el plan de tratamiento. La mayoría de los estudios concluyen que existe una relación entre la retracción incisiva y labial. Un meta-análisis realizado por Konstantonis y cols en 2018, determinó que la retracción del labio superior se espera que sea de unos 0.7 mm cada 1 mm de retracción incisiva, variando de 0,3 mm a 1 mm dependiendo del estudio. El labio inferior también se retrae 0.7 mm por cada 1 mm de retracción de los incisivos superiores. Por cada 1 mm de retracción de los incisivos inferior, el labio inferior se retrae desde 0,8 mm a 1.3 mm <sup>4</sup>.

Muchos de estos estudios están basados en una relación lineal entre las dos variables, sin embargo, no se trata de un hecho lineal, ya que incluso los casos con características óseas muy similares, han obtenido unos cambios a nivel facial de gran variabilidad <sup>4</sup>.

La retracción incisiva también parece afectar a los tejidos blandos en el plano vertical. Una investigación concluye que, por cada 1 mm de retracción incisiva, el gap interlabial se ve disminuido en 0,5 mm. El mecanismo por el que esto ocurre no está claro, algunos estudios concluyen que se debe al alargamiento del labio inferior, mientras que otros lo achacan al labio superior. De todos modos, existe un acuerdo de que, si los labios se retraen, se va a producir un alargamiento de uno o de ambos labios, con un menor aumento de la altura facial inferior <sup>8</sup>.



La retracción incisiva afecta a la posición vertical relativa del incisivo al producir una extrusión relativa, aumentando la exposición de incisivo en sonrisa, lo cual influye en la estética facial, y debe ser tenido en cuenta en pacientes con exceso vertical maxilar <sup>9</sup>.

Del mismo modo, el grosor y la uniformidad de los labios, son otros elementos que durante años no se han tenido en cuenta, y que influyen notablemente en las características de los tejidos blandos <sup>3</sup>.

Ya en 1982, Waldman B.H, habló de que el ángulo nasolabial se va a ver aumentado con la retroinclinación incisiva, mientras que la retracción en masa de los incisivos no presenta una correlación predecible en cambios a nivel del ángulo nasolabial <sup>10</sup>.

Un artículo de Susiane Allgayer y Maurício Barbieri discute los diferentes cambios producidos en el perfil facial, relacionándolos con un cambio en la inclinación del incisivo y el efecto de las diferentes secuencias tras la extracción premolar <sup>1</sup>.

Según Burstone et al, muchos factores pueden afectar la posición de los labios, incluidos varios mecanismos de ortodoncia y procedimientos quirúrgicos. Una buena posición del labio puede ser obtenido por protrusión quirúrgica u ortodóncica de los incisivos <sup>1</sup>.

Además, según a Legan et al., la retracción controlada de los incisivos mandibulares, junto con una extrusión de los incisivos superiores, ayuda al control del soporte labial <sup>1</sup>.

Un estudio de Van der Linden establece una relación entre la posición del punto A y la inclinación del incisivo superior. El punto A se encontraría más avanzado, cuando el incisivo se encuentra proinclinado <sup>7</sup>.

Un estudio realizado por Bruce Goldin, determinó que un torque labial incisivo, da lugar a una posición más anterior del punto A, siendo sobre todo un efecto, a nivel dentoalveolar, y no a nivel del hueso basal <sup>7</sup>.

Existe numerosa información acerca de la relación entre el máximo anclaje y el desplazamiento dental, pero es necesario estudiar la pérdida ósea alveolar que puede tener lugar tras la retracción incisiva. Meikle (1980) y Furhmann (1996;2002) descubrieron que la retracción de los incisivos superiores puede dar lugar a una deshiscencia, incluso una fenestración de la cortical. Edwards (1976) y Hwang y Moon



(2001) reportaron una limitación en la remodelación ósea durante la retracción y la intrusión de los incisivos maxilares. Sin embargo, Decker y Chen (2009) demostraron una buena adaptación ósea después de 32 años de seguimiento de un caso. Es necesario realizar una investigación mayor sobre las posibles dehiscencias como consecuencia de la intrusión y retracción incisiva <sup>11</sup>.

Los resultados del estudio realizado mostraron que el hueso palatino presentaba una dehiscencia, y la pérdida de hueso alveolar por lingual era más evidente que la vestibular. Por lo tanto, el riesgo de pérdida ósea durante la biomecánica de retracción del sector anterior, debe ser tomada en cuenta <sup>11</sup>.

Un artículo de Jylie P y cols. que se centraba en el estudio de los cambios labiales producidos en mujeres tras el tratamiento ortodóntico con y sin extracciones concluía que este tipo de tratamientos no necesariamente conducen a cambios en los labios, viendo una gran variabilidad en ambos grupos. Parecía ser que las propiedades inherentes y la morfología de los tejidos blandos eran los factores más determinantes en los cambios a nivel del perfil labial <sup>3</sup>.

La posición de los incisivos superiores e inferiores, así como su angulación y la dimensión vertical, tiene un papel más importante en el comportamiento del labio inferior que el superior, siendo los del labio inferior más predecibles. Concluían también que los cambios en la curvatura labial superior, tras el tratamiento de ortodoncia, era altamente variable, incluso en casos tratados con los mismos principios biomecánicos <sup>3</sup>.

Un estudio de Ramos A.L y cols habla de que existe una mayor correlación entre la retracción del sector anterior y la repercusión en la curvatura labial, que sobre el ángulo nasolabial. Al mismo tiempo, hablan de que los cambios producidos en el punto más cervical de los incisivos, tiene una mayor influencia sobre el ángulo labial que el borde incisal. Según ellos la retracción labial está íntimamente relacionada con la retracción labial cuando es medida a nivel del punto cervical. Hershey reportó una correlación mucho más alta cuando se medía a nivel del punto más vestibular de la corona del incisivo. Por ello, les parece razonable aceptar que la retracción del borde incisal con el mínimo desplazamiento del punto cervical, va dar lugar a un menor cambio en el tejido labial <sup>12</sup>.



Ramos A.L y cols insisten en que existe un amplio rango de elementos relacionados con el aumento del ángulo nasolabial, no debiendo limitarnos a considerar la retracción incisiva como el principal de ellos <sup>12</sup>.

La mayor parte de esta literatura disponible está basada en estudios cefalométricos retrospectivos con calidad metodológica variable y con resultados múltiples de los pacientes. Teniendo en cuenta la heterogeneidad y los resultados controvertidos es complicado llegar a una conclusión definitiva acerca del efecto de la retracción incisiva <sup>4</sup>.

Son muchos los factores que pueden interferir en el perfil del paciente, es por ello que hemos decidido centrarnos en el estudio de la retracción del sector anterior, las técnicas y biomecánicas empleadas y las diferencias que podemos encontrar entre ellas, para valorar su posible influencia en el comportamiento de los tejidos blandos.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**





## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- Estudiar las diferentes técnicas y biomecánicas de retracción del sector anterior
- Comparar las diferentes técnicas y biomecánicas de retracción en cuanto al control de torque anterior.
- Conocer si existen estudios clínicos con muestras representativas para determinar objetivamente la eficacia de control de torque de las diferentes técnicas.





## **MATERIAL Y MÉTODOS**





### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

Para la elaboración de esta revisión bibliográfica, se ha realizado una búsqueda detallada de artículos científicos en las bases de datos de Medline a través del buscador de PubMed. Se establecieron como criterios de inclusión artículos en lengua inglesa indexados y no se hizo discriminación por tipo de estudio. Se realizó también una búsqueda manual en manuscritos y libros de texto. Se excluyeron artículos de literatura gris y comunicaciones en congresos.

Siguiendo estos criterios se obtuvieron 101 artículos, de los cuales se utilizaron 26 artículos al considerarlos importantes por su relación con la materia a estudiar.



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de la literatura se han descrito muchos dispositivos y técnicas para el cierre de espacios. Estableciendo las principales diferencias en el tipo de arco, brackets, técnicas y sobre todo el diseño de diferentes elementos auxiliares <sup>13</sup>.

El sistema de fuerza empleado durante el cierre de espacios puede verse influenciado por factores como la fricción, los efectos tridimensionales, dimensiones del arco, anchura del bracket, forma del resorte, módulo de elasticidad, entre otros. Sin embargo, lo ideal sería intentar hacer este procedimiento lo más sencillo posible <sup>13</sup>.

Una vez que las extracciones están decididas, la posición anteroposterior de los incisivos debe decidirse, y sólo entonces podrá seleccionarse el sistema de fuerzas para el cierre de espacios que deseamos <sup>13</sup>.

El cierre de espacios puede dividirse en tres categorías, en función de cómo los sectores posteriores y anteriores influyan en ese cierre <sup>13</sup>:

- Un grupo A, donde la mayor parte del espacio se va cerrar con retracción del sector anterior
- Un grupo B, donde el espacio se va cerrar en la misma medida con los dientes anteriores y posteriores
- Un grupo C, donde la mayor parte del espacio se va cerrar con la protracción de los dientes posteriores

#### ANCLAJE MÁXIMO

El estrés generado en el LPO por el tratamiento ortodóntico es el responsable del inicio de movimiento. Por lo tanto, las estrategias para mantener el anclaje máximo posterior se centrarían mantener el estrés resultante de las fuerzas ortodónticas, en el nivel más bajo posible en el sector posterior, intentando evitar el inicio del movimiento dentario <sup>13</sup>.



El primer y más sencillo mecanismo para conseguirlo, consiste en aumentar el número de dientes de anclaje. Sin embargo, este método se encuentra muy limitado, salvo que seamos capaces de distribuir este estrés uniformemente entre todas las raíces. Por otro lado, los dientes posteriores de anclaje pueden conectarse de tal forma que inhibamos el movimiento individual <sup>13</sup>.

El uso de arcos cruzados pasivos, como una barra transpalatina, o la inserción de arcos de plena talla, van a reducir el juego entre el arco y los brackets, de forma que el estrés va a distribuirse de una forma más uniforme a toda la unidad. Iniciar el cierre de espacios con un buen anclaje posterior es un factor fundamental <sup>13</sup>.

Para poder colocar arcos rectos de plena talla, es necesario un proceso previo de alineamiento, ya que la mayoría de las técnicas de deslizamiento requieren arcos rígidos para el cierre de espacios. Debemos evitar el cierre con arcos pasivos, porque cualquier pequeña deflexión del arco puede generar grandes fuerzas sobre la unidad de anclaje. Este estrés unido al generado por el cierre de espacios, es lo que daría lugar a la pérdida de anclaje<sup>13</sup>.

El uso de un segmento de fibra de vidrio es una alternativa a un arco de plena talla como unidad de anclaje posterior puesto que la pasividad estaría asegurada<sup>13</sup>.

Otras posibilidades para conseguir anclaje a nivel posterior, serían la tracción extraoral, los elásticos intermaxilares y los TADs.

En casos de apiñamiento severo es necesario hacer en primer lugar la retracción del canino para ganar espacio para el apiñamiento incisivo <sup>13</sup>.

Tradicionalmente la retracción del sector anterior se hacía en dos fases. Se creía que la retracción del canino en un primero paso, continuada con la retracción de los cuatro incisivos ayudaría a prevenir la pérdida de anclaje, porque las fuerzas empleadas serían más ligeras<sup>13,14</sup>.

Por otro lado, algunos ortodoncistas consideraban que la retracción en dos pasos eran más complicada ya que alargaba el tiempo de tratamiento. Según algunos autores la retracción del canino por separado no ayuda a evitar la pérdida de anclaje y además, los





caninos tienden a tipearse y rotarse en mayor medida que cuando se realiza en un único paso. Hablan también de otros efectos adversos como el mayor riesgo de extrusión incisivo y el componente estético del diastema entre lateral y canino <sup>13,14</sup>.

### CIERRE DE ESPACIOS

Existen dos mecánicas de cierre de espacio:

- Deslizamiento (con fricción)
- Desplazamiento (sin fricción)

En el deslizamiento, la fuerza se aplica a través de un elástico o coil y el bracket se va deslizando a través del arco. Siempre va a existir una fricción entre los brackets y el arco, lo cual va a traducirse en una fuerza menor sobre los dientes que la aplicada por la cadeneta o el coil. El arco tendrá una función importante a la hora de prevenir tips o rotaciones no deseadas. Por otro lado, en las mecánicas de desplazamiento, no existe un arco que guíe el movimiento, no existe fricción por lo que la fuerza aplicada no se ve reducida. La cantidad de fricción es bastante impredecible, lo que hace que las mecánicas de desplazamiento puedan ser también un movimiento más predecible. Realizar fuerzas diferenciales es más sencillo con una biomecánica sin fricción por lo que la retracción con resortes y desplazamiento serían los ideales para los grupos A y C, previamente descritos <sup>13,14</sup>.

### CIERRE POR DESLIZAMIENTO

Tal y como se ha comentado previamente, la fricción en esta mecánica es un elemento poco predecible, por lo tanto, la fuerza empleada también lo será. El principal objetivo es la translación del diente a la zona de la extracción. Desafortunadamente, el nivel más alto de fricción ocurre durante el movimiento dental. De hecho, las fuerzas aplicadas

que actúan en dirección opuesta al movimiento deseado, pueden generar la suficiente fricción como para parar el movimiento dental<sup>13</sup>.

Durante el cierre, el centro de resistencia va a ir variando, lo cual biológicamente, no es la mejor forma de estimular el LPO. La fuerza va a ir variando debido a los cambios en la fricción según la fase de tratamiento. De esta forma, aunque la magnitud de la fuerza sea constante y ligera, el estrés generado sobre el LPO puede ser demasiado elevada produciendo tipos o demasiado baja para la fase de traslación<sup>13</sup>.

Si a la hora de traccionar el canino, el arco guía no es lo suficientemente rígido, el canino se puede tipear, y aumentar la sobremordida<sup>13</sup>.

Si retraemos el sector anterior en masa, el deslizamiento ocurre a través del segmento posterior, por ello las piezas del sector posterior deben estar correctamente alineadas y niveladas previamente.

Por todo esto, las mecánicas de deslizamiento deben ser seleccionadas para casos de anclaje moderado (grupo B). Para los grupos A y C, donde hay que hacer un cierre de espacios diferencial, es necesario emplear tracciones extraorales, elásticos intermaxilares o microtornillos entre otros<sup>13</sup>.

### CIERRE POR DESPLAZAMIENTO

En los casos de cierre de espacio por desplazamiento, donde la aplicación de nuestras fuerzas pasa por el centro de resistencia, el canino y el molar se moverán, sin necesidad de un arco guía. En estas mecánicas de trabajo, no es necesario este arco, y deben diseñarse resortes especiales para el movimiento deseado. Como ya hemos explicado previamente, gracias a la ausencia de fricción, no va tener lugar la pérdida de fuerza, dando una mejor predictibilidad y versatilidad. Normalmente, en este cierre de espacios, el diente se va trasladar, siguiendo las mismas fases que en el deslizamiento <sup>13</sup>:

- 1. Tip
- 2. Traslación del diente
- 3. Movimiento radicular

La diferencia principalmente se encontraría en un mejor rango de activación y una fuerza más constante, lo cual nos llevaría a un centro de rotación más constante. Por ello, se deduce que generar momentos diferentes entre el segmento posterior y anterior se convertiría en algo más práctico y sencillo <sup>13</sup>.

### MÉTODOS PARA EL CIERRE DE ESPACIOS (MBT)<sup>15</sup>

- Arcos con asas de cierre
- Mecánica de deslizamiento con fuerzas intensas
- Cadeneta elástica
- Mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras continuas

#### 1. Arcos con resortes de cierre

Los arcos con asas para el cierre de espacio se convirtieron en parte de la mecánica tradicional del arco de canto descrita por Tweed. Cada arco tenía cuatro asas, dos omegas y dos asas de cierre en forma de gota, conformados individualmente para cada paciente. El rango de activación estaba limitado en el momento en que el omega entraba en contacto con el tubo del molar <sup>15</sup>.

Los arcos de cierre eran flexibles debido a las asas pero generaban una fuerza intensa en los espacios de extracción. Es por ello que era necesario realizar un control adicional, mediante compensaciones o dobleces en el arco, de la inclinación, torque y posibles rotaciones<sup>15</sup>.

Este sistema de cierre presenta algunas desventajas como la necesidad de emplear tiempo en el doblado de alambre y la intensidad de las fuerzas, además de la limitación del rango de activación. Esta mecánica puede ser útil según MBT para el cierre de espacios pequeños residuales especialmente en adultos <sup>15</sup>.

#### 2. Mecánica de deslizamiento con fuerzas intensas

En los años 70, con la aparición de los brackets preajustados, fueron evaluadas diversas mecánicas de tratamiento. Emplearon las mismas fuerzas tradicionales usadas con el

arco de canto (500-600gr). Determinaron que el uso de fuerzas intensas para el cierre de espacios provocaba efectos indeseados en los dientes <sup>15</sup>.

Diseñaron unos brackets con información adicional para controlar este tipo de efectos adversos, lo cual constituye el fundamento de los brackets de extracción diseñados por Andrews.

Uno de los inconvenientes es que la información de compensación se mantiene hasta el final del tratamiento. Estos casos manejados con fuerzas altas y brackets de extracciones requerían un mayor control del anclaje desde inicio y generalmente darían lugar a sobrecorrecciones al final de tratamiento<sup>15</sup>.

Como conclusión a esta mecánica de cierre podemos decir que:

- La retracción excesivamente rápida de los incisivos puede generar un torque inadecuado.
- El cierre rápido permite que se produzcan cambios desfavorables en el torque de molares superiores e inferiores, precisando un torque adicional para alcanzar la posición ideal.
- Va a tener lugar una rotación en los dientes adyacentes al espacio de extracción
- El cierre excesivamente rápido de los espacios de extracción va a dar lugar a la inclinación de molares inferiores, extrusión de cúspides distales, perjudicando sobre todo a los casos hiperdivergentes. Además, puede tener lugar una hipertrofia de los tejidos blandos que puede impedir el cierre total del espacio o provocar la recidiva<sup>15</sup>.

### 3. Cierre con cadeneta elástica

La cadeneta elástica no se recomienda para el cierre de grandes espacios debido a los problemas relacionados con la intensidad de la fuerza. Las cadenetas demasiado estiradas van a dar lugar a rotaciones indeseables, mientras que poco activas no consiguen cerrar los espacios<sup>15</sup>.

#### 4. Mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras

En 1990 se describió un método de cierre de espacios de forma controlada con una mecánica de deslizamiento. Este método ha resultado ser fiable, efectivo y ha sido ampliamente aceptado por los clínicos. Los autores recomiendan la siguiente técnica<sup>15</sup>:

- Arcos: empleo de arcos de acero de 0,019" x 0,025" en una ranura de 022, ya que proporcionan un buen control de la sobremordida a la vez que permiten el deslizamiento de los sectores posteriores. Los arcos más finos no controlan el torque ni la sobremordida y los arcos más gruesos limitarían el deslizamiento de los sectores posteriores.
- Ganchos soldados: los autores recomiendan ganchos soldados de latón de 0,7". Como alternativa se pueden emplear ganchos soldados de 0,6" de acero destemplado. La posición mas frecuente es de separación de 36 mm o 38 mm de los ganchos en arcada superior y 26 mm en arcada inferior. De todos modos, la variabilidad individual es mayor en la arcada superior como consecuencia de del tamaño de los incisivos laterales.
- Ligaduras distales pasivas: recomiendan que previo al inicio de cierre de espacios, se mantenga el arco de acero de 0,019" x 0,025" durante 1 mes con ligaduras distales pasivas, permitiendo los cambios en el torque de los dientes y completando la nivelación de las arcadas, realizando posteriormente una mecánica de deslizamiento con mayor suavidad.
- Ligaduras distales activas con modulos elastoméricos (figura 1): son ligaduras simples, económicas y fiables en el ejercicio clínico diario. La mayor parte de las ocasiones de prefiere utilizar ligaduras distales activas con módulos elastoméricos a pesar de que los resortes de niquel titanio han demostrado ser más efectivos.
- Niveles de fuerza: la fuerza proporcionada por los módulos varía según el módulo empleado, lo que se haya estirado antes y después de la colocación. Suelen proporcionar una fuera de 50-100 gr si se han estirado previamente. Si son empleadas sin alterar previamente la fuerza puede ser de 200 o 300 gr mayor. A

pesar de las variaciones en la técnica y en los niveles de fuerza, está ampliamente aceptado que las ligaduras elásticas consiguen un buen cierre de espacios.

- Ligadura distal activa tipo 1 (módulo distal): se coloca el arco de acero ligado a todos los brackets con módulos o ligaduras metálicas. Se engancha el módulo elastomérico en el gancho del molar. Se emplea además una ligadura metálica de 0,010", y se pasa un extremo de la ligadura por debajo del arco aumentando así la estabilidad de la ligadura activa y manteniéndola alejada de los tejidos gingivales.
- Ligadura distal activa tipo 2 (módulo mesial): en este caso el módulo elastomérico iría en el gancho soldado del arco. El arco se liga en todos los brackets, salvo en los premolares. La ligadura metálica se engancharía en el molar trenzada varias veces y se engancha por el otro extremo al módulo elastomérico. Finalmente se pondría un módulo en el premolar cubriendo la ligadura activa.

En ambos casos se tensa el módulo elastomérico hasta alcanzar el doble de su tamaño original. La ligadura se puede reactivar cada 4-6 semanas.

- Ligaduras distales activas con muelles de níquel titanio: en casos de espacios grandeso por impedimento de asistencia regular a la consulta, se pueden emplear los muelles de níquel titanio. Un trabajo de Samuel y cols. recomienda aplicar 150 gr como fuerza óptima para el cierre de espacios, siendo estos más efectivos que los de 100 gr, pero no más que los de 200 gr.

Natrass y cols. confirmaron que la fuerza de los módulos elásticos disminuye rápidamente tras 24 horas, mientras que esta pérdida de fuerza no se produce igual en los muelles. Esta sería una de las principales ventajas en el uso de los muelles de níquel titanio, siendo aún así necesaria la retirada de los arcos para comprobar su estado periódicamente<sup>15</sup>.

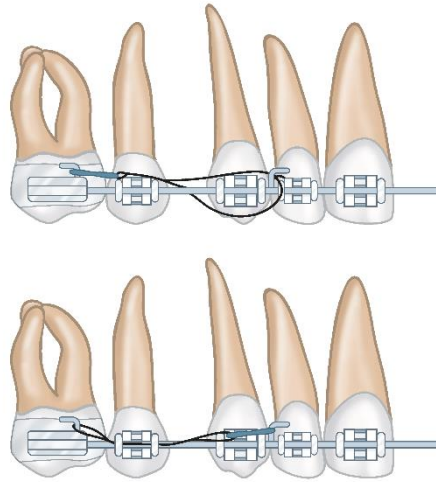


Figura 1 Ligaduras distal activas tipo 1 y 2.  
Modificada de: McLaughlin R, Bennett C, Trevisi H<sup>15</sup>.

### MECÁNICA DE CIERRE CON ARCO DKL

El arco DKL (Double Key Loops) es un arco de acero con dos ansas a cada lado que se utiliza para realizar movimientos sagitales de los sectores anteriores y/o posteriores con el objetivo del cierre de espacios. Este arco obtiene un muy buen control de los grupos de dientes involucrados. Suele emplearse un arco de acero de 0.019"x0.025" en un slot de 0.022", donde a la altura de ambos caninos van las dos ansas en forma de ojo de cerradura. Las ansas deben estar equidistantes por mesial y distal del bracket del

canino<sup>16</sup>.

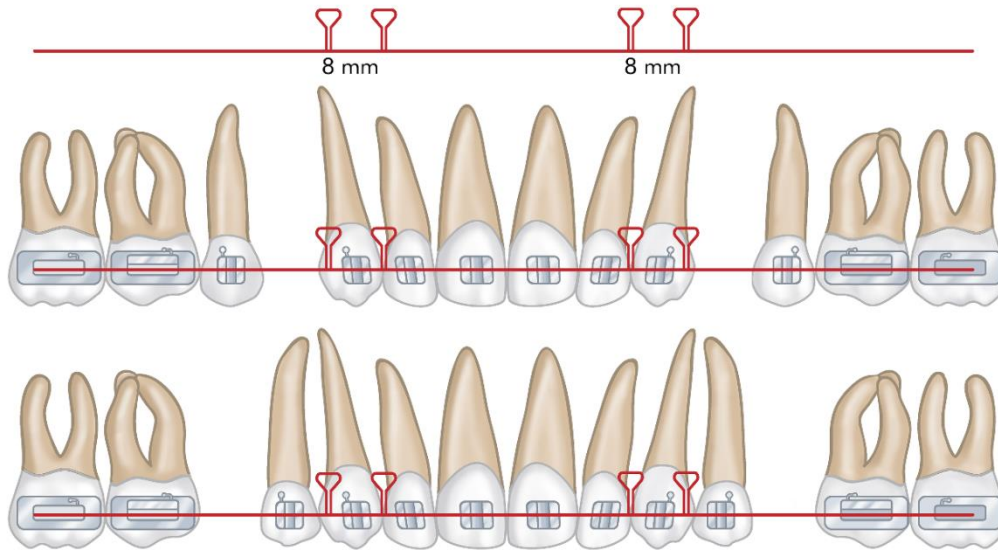


Figura 2. Posicionamiento del arco DKL. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.

Estos arcos se pueden confeccionar o pueden obtenerse en el mercado preformados en varias dimensiones, adecuados para los diferentes tamaños de arcada. Se enumeran en milímetros y miden la distancia existente entre ambas ansas mesiales con una diferencia de 2 mm entre cada medida. Las ansas están separadas por 8 mm, respetando la inserción del arco en el slot del bracket de los caninos, dejando 2 mm aproximadamente a cada lado (figura 2)<sup>16</sup>.

Es indispensable que el sector anterior no presente diastema de canino a canino. En ocasiones es necesario unir los 6 dientes anteriores con una ligadura continua rígida que conserve los puntos de contacto. De esta manera la arcada se encuentra dividida en tres sectores, dos posteriores y uno anterior. El sector anterior puede incluir los primeros premolares, en caso de exodoncias de los segundos premolares<sup>16</sup>.

Al tratarse de un arco con gran calibre, las arcadas deben de estar perfectamente alineadas y con los torques bien expresados. La secuencia previa se realiza no sólo con el objetivo de colocar un arco de igual calibre sino para favorecer el deslizamiento del arco en las ranuras. Se trata de un requisito indispensable para controlar correctamente los movimientos de los grupos dentarios. Se deben tener claros la dirección y la magnitud de los movimientos requeridos para cada grupo: retracción del sector



anterior, mesialización del posterior o una combinación de ambos. Teniendo en cuenta esto se harán las modificaciones en el arco y se seleccionará la forma más apropiada para activarlo consiguiendo el cierre de espacios con el objetivo planificado<sup>16</sup>.

### Activación del DKL

El arco y sus cuatro ansas pueden comportarse como un muelle o en algunos casos se mantendrán pasivas y se emplearán como elementos de anclaje de ligaduras elásticas o muelles que serán los elementos activos<sup>16</sup>.

En el primer caso, la activación se realiza abriendo las ansas para activarlas traccionando y doblando el arco por distal de los molares o a través de una ligadura metálica que va desde el hook molar hasta el ansa distal dando lugar a su activación<sup>16</sup> (figura 3).

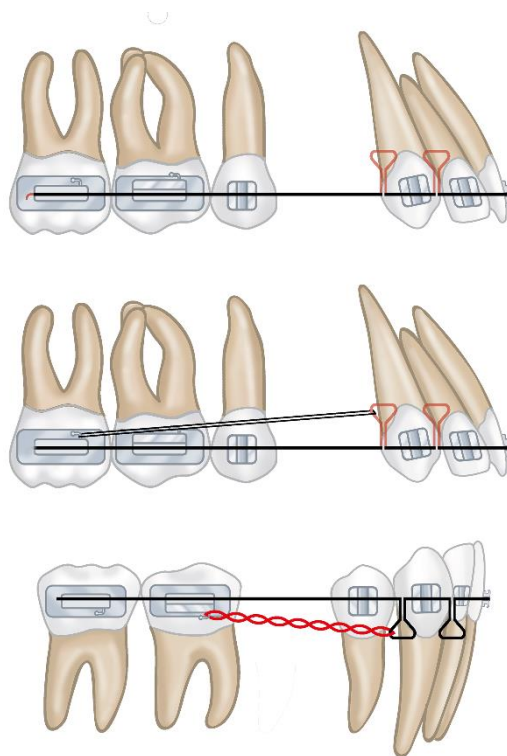


Figura 3. Activaciones del arco DKL. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.



La activación del DKL pone en antagonismo el sector anterior con los sectores posteriores y dará lugar a movimientos dentarios en el sector que ofrezca menor anclaje. En relación al anclaje es importante considerar cuales son las superficies radiculares enfrentadas al movimiento dental en el sentido sagital<sup>16</sup>.

1. Sector anterior: la retrusión de este sector involucra las superficies palatinas de las raíces de incisivos centrales y lateral y la superficie distal de la raíz del canino
2. Sectores posteriores: la superficie radicular expuesta al movimiento de mesialización es en molares y premolares, la cara mesial de las raíces.

Existen otros factores que influyen en el anclaje como la relación interincisiva o la disposición geométrica de las piezas en la arcada<sup>16</sup>.

#### Consideraciones generales para la activación del DKL

El arco DKL puede emplearse para el cierre de espacios bajo dos conceptos biomecánicos diferentes <sup>16</sup>:

1. Utilización del arco como muelle:

Se basa en que la apertura de las ansas, da lugar a una fuerza de cierre por la tendencia a recuperar la forma inicial. Podría realizarse activando el arco en distal o activándolo con una ligadura o retroligadura.

Con la activación se abren las ansas mediante la tracción del arco desde distal del molar, abriendo las ansas en una magnitud no mayor de 1mm y se dobla el arco por distal del tubo. La respuesta se observa en dos tiempos, en un primer lugar a nivel del sector anterior se produce una retroinclinación coronaria. En un segundo momento la sección del arco logra la recuperación del torque de incisivos e inclinación de los caninos. Es por ello que debe respetarse un tiempo entre activaciones, que según los autores del libro recomiendan sea de entre 6 y 8 semanas, siempre observando clínicamente antes de

realizar una nueva activación. En caso de realizarlo con una frecuencia mayor, no daremos tiempo a la segunda fase, de forma que obtendremos unos efectos adversos indeseados, que tendrán repercusión no sólo en la dificultad de finalización del caso, sino en los requisitos estéticos de nuestro paciente, como venimos a demostrar con esta revisión<sup>16</sup>.

Otra alternativa de activación del arco es a través de una ligadura metálica que va desde el hook del molar al ansa distal del DKL. En esta ocasión el arco no se cincha a distal del molar. La principal diferencia se encuentra en la posición que asume el sector anterior del arco. La tracción realizada en el ángulo distogingival del loop distal da lugar a una inclinación hacia gingival del sector anterior, obteniendo un torque positivo aumentado en el este grupo<sup>16</sup>.

Esta mecánica constituye numerosas ventajas:

- Mejora en la capacidad de recuperación de torque de los incisivos superiores
- Evita la extrusión del sector anterior
- Moviliza el canino hacia distal minimizando el efecto de retroinclinación coronaria
- Reduce el efecto de intrusión lateral, que, asociado al movimiento intrusivo anterior, mantiene el plano oclusal nivelado.

Según los autores, en situaciones donde es necesaria una retrusión de gran magnitud la activación con retroligadura sería la más apropiada<sup>16</sup>.

Existe una variación posible en el manejo del DKL cuando en el movimiento de retrusión debe realizarse sin torque, lo cual se planifica en pocas ocasiones a nivel maxilar y es muy adecuado en la arcada inferior donde la retracción debe planificarse con mínima o nula expresión de torque, debido a las características anatómicas del reborde alveolar inferior<sup>16</sup>.

Para conseguir esta retrusión sin torque deberán desgastarse los cantos del arco en el sector anterior y con ello la posibilidad de torquar las raíces. De todos modos, la forma



y frecuencia de activación siguen siendo iguales en ambos casos para prevenir los efectos secundarios de profundización de la curva de Spee<sup>16</sup>.

## 2. El arco como elemento de anclaje para elementos auxiliares

El arco se emplea como elemento de anclaje para la instalación de módulos elásticos o muelles. El arco permanece pasivo con las ansas cerradas. Serán las distales las que harán de anclaje para los elementos auxiliares que ejercerán el papel de punto de apoyo para aplicar las fuerzas al sector posterior que deseamos movilizar. <sup>16</sup>

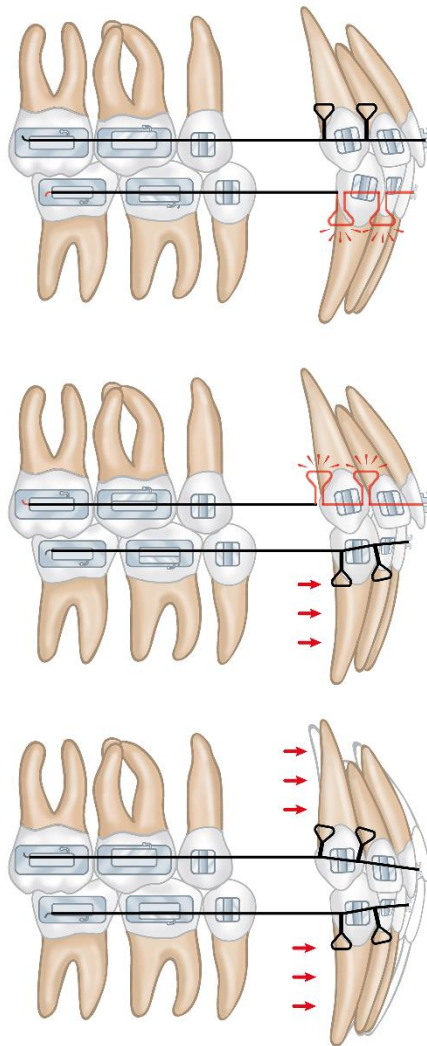


Figura 4. El exceso de activación de las ansas por una mayor apertura o por una frecuencia mayor de activación da lugar a una pérdida de torque y un aumento de la sobremordida. Modificada de: Gregoret y cols<sup>16</sup>.

## BIOMECÁNICA CON MICROTORNILLOS

El anclaje extraoral ha sido durante años el elemento auxiliar ideal para el control del anclaje. Pero las fuerzas intermitentes que genera, así como la necesidad de una colaboración por parte del paciente, han hecho que los ortodoncistas buscaran una alternativa, como son los microtornillos<sup>17</sup>.

Los microtornillos constituyen un elemento auxiliar que ha ganado una gran popularidad entre los profesionales por sus numerosas aplicaciones clínicas, como su facilidad de



colocación y retirada, su versatilidad, bajo coste, la no necesidad de colaboración por parte del paciente y su coste entre otros <sup>17,18</sup>.

Sin embargo, para maximizar la efectividad de los microtornillos y para conseguir el sistema de fuerzas deseado es fundamental entender las características del sistema de fuerzas creado por los microtornillos <sup>18</sup>.

Para obtener una mayor predictibilidad del movimiento, lo ideal sería seguir los siguientes pasos<sup>18</sup>:

1. Determinar la parte activa del sistema de fuerzas
2. Estimación de la fuerza necesaria requerida
3. Diseño de elemento auxiliar
4. Control clínico y posibles efectos adversos

Teniendo en cuenta las biomecánicas convencionales de deslizamiento en casos de extracciones y cierre de espacios, la retracción del sector anterior afecta al sector posterior. La aplicación de la fuerza tiene lugar a lo largo del arco, por debajo del centro de resistencia, por lo que deben pensarse en métodos que compensen y contrarresten los efectos adversos, como el tipeo de sectores anterior y posteriores. Sin embargo, las mecánicas de deslizamiento empleando microtornillos interradiculares difieren con la mecánica convencional en dos principales aspectos <sup>17,18</sup>:

- El vector de fuerza se encuentra en una posición más gingival, generando unas fuerzas intrusivas en la retracción
- La fuerza recíproca en el sector posterior es inexistente.

La pregunta más importante sería como ese vector de fuerza desplaza el sector anterior<sup>18</sup>.



El centro de resistencia del sector anterior parece no estar definido con claridad, ya que puede cambiar con el movimiento dental. Melsen y cols. indicaron que el centro de resistencia de los dientes anteriores se encuentra a 13,5 mm por detrás y 9,5 mm por encima del centro del arco. Otros investigadores en cambio estimaron que el CR de los 6 dientes anteriores se encontraba a 13,5 mm hacia apical y 14 mm por detrás del borde incisal de los incisivos centrales<sup>19</sup>.

La retracción del sector anterior implica unas claras estrategias de control vertical y de los diferentes tipos de movimiento dentario que tienen lugar. Los ortodoncistas a menudo se preocupan por este control vertical de los incisivos en pacientes con problemas de sobremordida o de sonrisa gingival<sup>19,20</sup>.

Mientras que la efectividad clínica de los minitornillos como sistema de anclaje ya está muy demostrada, las diferentes localizaciones de los minitornillos para la retracción del sector anterior es algo que requiere un mayor número de estudios<sup>20</sup>.

En la mecánica convencional, al emplear un arco de plena talla, pero donde la línea de fuerza pasa por debajo del centro de resistencia del segmento anterior, va a dar lugar a inclinaciones indeseadas en este segmento, junto con un aumento de la sobremordida. En cambio, la colocación de los minitornillos en el hueso alveolar, generalmente va a dar lugar a un componente intrusivo, evitando en casos de importancia vertical, los efectos extrusivos indeseados<sup>20</sup>.

La fuerza del elástico desde el minitornillo, no afecta en principio al sector posterior. Por otro lado, el deslizamiento del segmento anterior puede generar unos movimientos indeseados en el sector posterior al estar conectados por un mismo arco continuo<sup>20</sup>.

Lee et al., dicen que las mecánicas de deslizamiento con microtornillos entre el segundo premolar y el primer molar no generan fuerzas extrusivas en el sector anterior y eliminan la necesidad de emplear elementos auxiliares o mecánicas para generar intrusión<sup>20</sup>.

Un estudio realizado por Lee y cols demostró la relevancia de la ubicación del minitornillo. 36 pacientes fueron seleccionados y divididos en dos grupos, en el primero colocaron el minitornillo entre primer molar y segundo premolar, en el segundo grupo estaba localizado entre los dos premolares<sup>20</sup>.

En el estudio vieron también que se produjeron inclinaciones indeseadas en la retracción incisiva. Los autores relacionan este hecho con el uso de un arco de 16x22 de acero en un slot de 018, teniendo una libertad de torque de 9.3º. Lo cual insisten, podía haberse compensado con unas compensaciones de segundo orden en el segmento anterior, o incluso con brackets de extratorque<sup>20</sup>.

Lo hallazgos más relevantes del estudio de Lee y cols. fueron los encontrados en la posición vertical de los incisivos. La localización del borde incisal en relación con el plano oclusal, no cambió prácticamente en el primer grupo durante la retracción. Sin embargo, si se vio alterada en el segundo, donde el microtornillo se encontraba ubicado entre los dos premolares. Por otro lado, el efecto intrusivo a nivel apical fue mucho mayor en el segundo grupo<sup>20</sup>.

Del mismo modo, los vectores de fuerza en ambos casos, pasaban por debajo del centro de resistencia del segmento incisivo, al emplear un hook demasiado corto<sup>20</sup>.

Un estudio de elementos finitos realizado posteriormente por Hedayati y Shomali, si tiene en cuenta además de la localización del microtornillo, la longitud del power arm de tracción. Emplearon dos posiciones de los microtornillos, a mesial de 2º premolar o a distal del 2º premolar, ambos ubicados a 6 mm del arco. Las fuerzas se aplicaron desde el microtornillo hasta cuatro niveles diferentes de power arm: 0, 3, 6 y 9mm. La fuerza aplicada fue de 150 gr por lado<sup>19</sup>.

En los resultados del estudio, obtuvieron que, en lo referente al plano vertical, las mayores intrusiones se producían cuando la distancia de tracción al arco era de 0 mm, y ya con el power arm de 3 mm la intrusión empezaba a disminuir. Cuando la fuerza fue aplicada a los 9 mm, se observó una leve extrusión. Teóricamente con un power arm de 6 mm, no debería de producirse ni extrusión ni intrusión, ya que tanto el microtornillo como el power arm se encuentran a la misma altura, pero en su estudio de elementos





finitos, se observó una leve intrusión realmente insignificante, la cual se asoció a la distancia existente hasta el CR<sup>19</sup>.

En cuanto a la ubicación del minitornillo coinciden con Lee y cols, estableciendo que el uso de un power arm de 6 mm y la ubicación del elemento auxiliar a distal del 2º premolar asegura uno efectos mínimos en el plano vertical<sup>19</sup>.

La evaluación del movimiento inicial en el plano sagital mostró un tipeo incontrolado con los power arms de 0, 3 y 6 mm en ambas localizaciones del minitornillo. Esto se explica con el hecho de que, en las 3 situaciones, estaríamos pasando por debajo del CR. Evidentemente, esta rotación horaria se ve reducida a medida que aumenta a longitud del power arm<sup>19</sup>. Este hecho, fue también comprobado y afirmado en un estudio de elementos finitos realizado por Kojima y cols<sup>21</sup>.

Durante la retracción en masa con el power arm de 9 mm, se producía lo que era el movimiento más cercano a un movimiento en masa (el tipeo de la raíz y de la corona era el mismo y en la misma dirección), pero recordemos si que había una leve extrusión<sup>19</sup>.

La ubicación del minitornillo también influye en el plano sagital. La ubicación distal del 2º premolar genera una mayor pérdida de torque en el plano sagital, a pesar de que produjera menos efectos en el plano vertical<sup>19</sup>.

Por todo ello, es importante decir que debemos valorar nuestras preferencias clínicas en cada caso, para así seleccionar correctamente nuestros elementos auxiliares<sup>19</sup>.

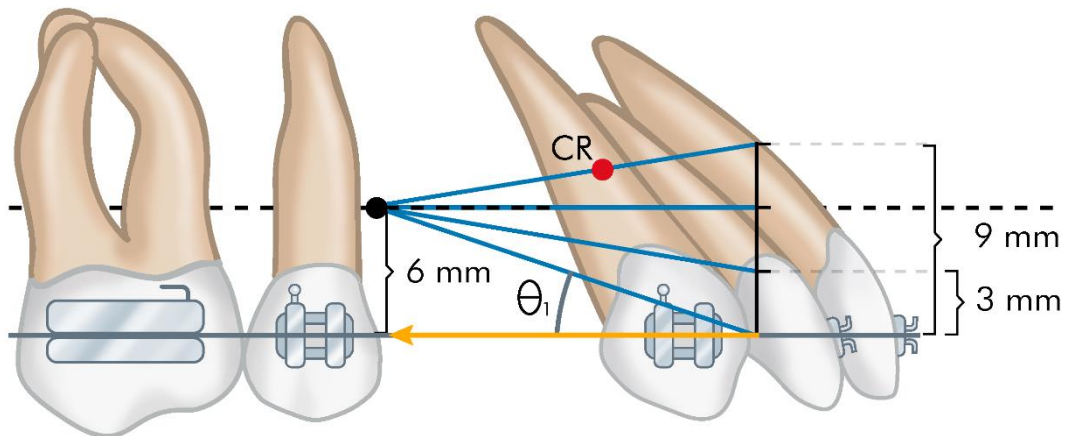


Figura 5. Biomecánica con minitornillo posicionado entre el primer molar y el segundo premolar superior. Modificada de: Hedayati y Shomali <sup>19</sup>.

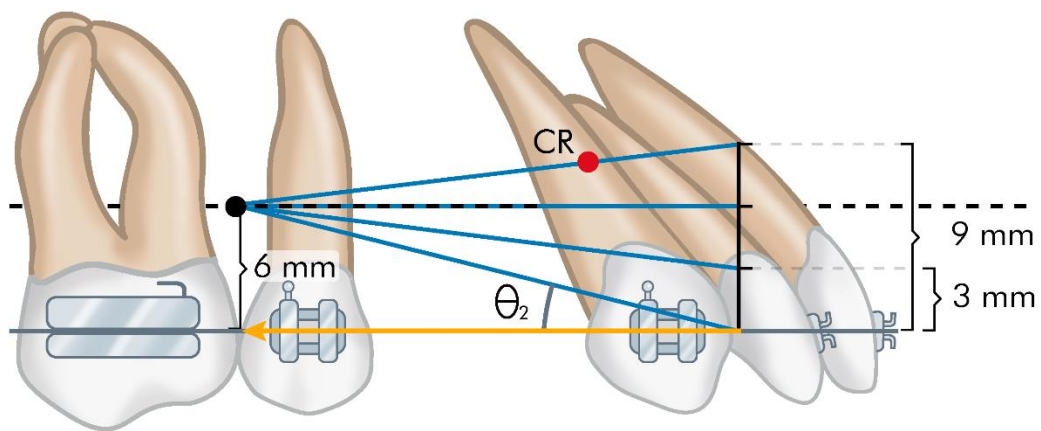


Figura 6. Biomecánica con minitornillo posicionado entre el primer premolar y el segundo premolar superior. Modificada de: Hedayati y Shomali <sup>19</sup>.

En 2018, Ruenpol y cols. publican un nuevo estudio de elementos finitos para determinar también como afecta la posición de los minitornillos y elementos auxiliares a la retracción del sector anterior. En su caso, emplean diferentes alturas de power arm, 7 y 9 mm, y diferentes alturas del microtornillo con respecto al arco, 7 y 9 mm. La

principal diferencia se encuentra en que ellos al igual que Lee y cols, no varían la posición sagital del microtornillo, colocándolo en todos los casos a distal del 2º premolar<sup>22</sup>.

Los mejores resultados, con mayor control del sector anterior tanto en el plano vertical como sagital, los obtuvieron cuando tanto el microtornillo como el power arm estaban ubicados a 9 mm<sup>22</sup>.

### BIOMECÁNICA CON ORTODONCIA LINGUAL

Un estudio de elementos finitos realizado por Yi Feng y cols. estudian la variabilidad de movimiento dentario en el cierre de espacios con diferentes localizaciones de los power arms y microtornillos como sistema de anclaje, en un sistema de ortodoncia lingual.<sup>23</sup>

Crearon dos grupos, en el primero los power arms estaban localizados en el punto medio entre incisivos laterales y los caninos y los microtornillos estaban ubicados entre el primer molar y segundo molar, estando a 8 mm de distancia del arco. En el segundo grupo el power arm estaba localizado a distal de los caninos y el microtornillo estaba también entre el primer molar y el segundo molar, con 8 mm de distancia vertical al arco<sup>23</sup>.

- Plano sagital

Al aplicar una fuerza de 1,5 N de retracción en el primer grupo, localizado el power arm en el medio de incisivo lateral y canino, observaron que se producía una inclinación lingual de la corona y una inclinación radiculovestibular, las cuales iban disminuyendo a medida que aumentaba la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza en power arm y el arco de 6 mm a 10 mm. En el caso de los caninos, tenía lugar una inclinación vestibuloradicular y coronolingual, la cual se veía aumentada a medida que aumentaba la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza y el arco<sup>23</sup>.

En el segundo grupo se aplicó la misma fuerza de 1.5 N, estando el power arm localizado a distal de caninos, se observó una inclinación coronolingual y vestibuloradicular que iba aumentando a medida que lo hacía la distancia vertical del power arm al arco. Comparados con el primer grupo los incisivos y los caninos presentan una tendencia mucha mayor de inclinación<sup>23</sup>.

- Plano vertical

Valoraron también los efectos a nivel del sector anterior en el plano vertical. En el primer grupo, los incisivos centrales mostraban una menor tendencia a la extrusión coronal y una mayor intrusión apical, y los caninos mostraban una mayor intrusión apical a medida que aumentaba la distancia del power arm al arco. En el segundo grupo, con la misma aplicación de fuerza vieron en cambio un aumento de extrusión coronal a medida que aumentaba la distancia vertical desde el power arm al arco<sup>23</sup>.

- Plano transversal

Por último, valoraron el plano transversal, viendo en el primer grupo que, tras la aplicación de la fuerza, el ancho intercanino, premolar y molar aumentaba a medida que lo hacía la distancia entre el elemento auxiliar y el arco. En el caso del segundo grupo, la anchura premolar y molar se veía aumentada, mientras que en el caso de la anchura intercanina tendía a disminuir en función de los puntos de tracción<sup>23</sup>.

Podemos concluir que las inclinaciones coronolinguales y radiculovestibulares de los incisivos durante la retracción del sector anterior, eran mayores cuando se colocaba el power arm a distal de caninos, que al hacerlo entre lateral y canino<sup>23</sup>.

Existe también una relación entre la zona de tracción, los power arms y los minitornillos con los cambios producidos a nivel vertical en la posición incisiva. El torque incisivo va a influir en gran medida en el control vertical de los mismos. En el estudio observan una disminución de la extrusión coronal incisivo y un aumento de la intrusión radicular en incisivos, a medida que aumenta la distancia del power arm. Lo mismo se observa en los caninos, viendo aumentada la intrusión radicular de los caninos a medida que aumenta esta distancia<sup>23</sup>.

Dependiendo de las diferentes posiciones y longitudes de los microtornillos y power arms tendrán lugar diferentes patrones de movimiento dentarios<sup>23</sup>.

La colocación del power arm a distal del canino resulta más desfavorable para el control del torque y la anchura intercanina, en el sistema ortodoncia lingual, que en los casos

ubicados en el punto medio de lateral y canino. A pesar de esto, no es posible conseguir un buen control del torque en el sector anterior, sin recurrir a métodos de extratorque<sup>23</sup>.

En los casos de exodoncias tratados con lingual, el sector anterior debe ser tratado como uno desde canino a canino, debido a la morfología de champiñón del arco. Además, insisten en que debe evitarse la retracción en dos pasos por las consecuencias estéticas que esto implica en el paciente<sup>23</sup>.

En teoría, el control del anclaje en ortodoncia lingual es mejor que en la vestibular, teniendo en cuenta que la fuerza que actúa sobre el sector anterior pasa por la parte lingual del centro de resistencia y produce un torque coronolingual en los dientes anteriores, sin embargo, lawson sugirió que no había diferencia entre el control de anclaje entre la ortodoncia vestibular y la lingual<sup>23</sup>.

El control del anclaje tanto en ortodoncia lingual como en convencional es la clave para conseguir un tratamiento exitoso, y la pérdida de anclaje indeseada va a conducir a resultados más pobres<sup>23</sup>.

#### DIFERENCIAS DE RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR CONVENCIONAL VS MICROTORNILLOS

El uso de microtornillos para la retracción del sector anterior constituye un gran cambio con respecto a las técnicas convencionales. La gran diferencia se encuentra no sólo en relación al anclaje sino en la biomecánica empleada<sup>24</sup>.

En las mecánicas convencionales la fuerza de aplicación es normalmente paralela al plano oclusal, por ello el ortodoncista solo debe analizar la fuerza en un único plano. Sin embargo, con el uso de minitornillos, estos suelen ubicarse apicalmente al plano oclusal, entre las raíces de los dientes, de forma que la fuerza de aplicación es siempre angular. Esta fuerza angular, se divide en dos vectores, uno de retracción horizontal y uno vertical intrusivo. En estos casos, la fuerza pasa más cerca del Centro de resistencia del sector anterior, por lo que el momento generado es también menor, comparado con el

obtenido en las mecánicas convencionales. Clínicamente esto se traduce en una menor inclinación o pérdida de torque, en la retracción del sector anterior<sup>24</sup> (figura 7).

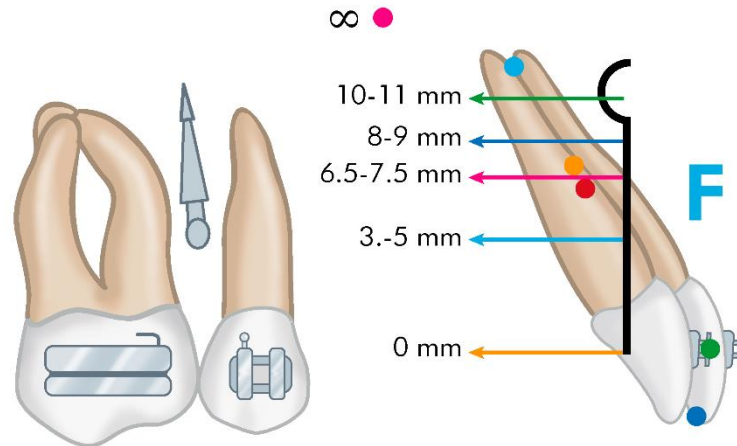


Figura 7. Retracción con anclaje esquelético en función de longitud del power arm.  
Modificado de: Nanda y cols<sup>24</sup>.

Por otro lado, la cantidad de inclinación o de pérdida de torque observada durante la retracción, depende también de la cantidad de espacio y de movimiento dentario anterior que se va a realizar. Hay que tener en cuenta que en los casos con técnica convencional se va a producir una pérdida de anclaje de unos 2 o 3 mm por mesialización de los molares, aun no siendo esto lo deseado. De esta forma, los casos con minitornillos, donde no obtenemos una pérdida de anclaje indeseada, el sector anterior va a ser retraído en una mayor cuantía, de forma que la inclinación observada va a ser mayor, pero porque la cantidad de movimiento será mayor que en un caso con técnica convencional. Sin embargo, esto no elimina el hecho de que está garantizado un mejor control del torque con minitornillos.<sup>24</sup>

### INFLUENCIA DE LA LIBERTAD DE TORQUE EN LA RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR

El cierre de espacios es un proceso dinámico y va cambiando a medida que los dientes cambian de posición. Nanda y cols realizaron una revisión a cerca del movimiento

incisivo y sus efectos sobre el resto de la dentición. Basados en la evidencia obtenida de esta gran búsqueda, establecieron unas fases de comportamiento incisivo durante la retracción con anclaje esquelético (figura 8) <sup>24</sup>:

1. Fase I. El inicio de la retracción: una única fuerza es empleada en una dirección distal y apical. Esta fuerza produce un momento que genera un tipeo a medida que el segmento va siendo distalado. Desde que existen unos grados de libertad de torque entre el arco y el slot del bracket en esta fase, el diente es propenso a tipearse en sentido mesiodistal generando un centro de rotación apical al centro de resistencia. A esta fase la llaman el “estadio inestable”, caracterizada por ese tipeo incontrolado. Es fácil observar que a mayor libertad de torque (a menor sección de arco) mayor inclinación incontrolada va a ocurrir.
2. Fase II. El incisivo se encuentra inclinado hasta que desaparece ese juego del arco en el slot, porque existe en ese momento un contacto en dos puntos. Estos nuevos puntos generan un momento en dirección opuesta a la fuerza de retracción, que va a dar lugar a una menor inclinación incisiva comparada con la fase I. Es el conocido como “estadio estable”. A partir de este punto, el comportamiento incisivo va a depender de la fuerza de retracción, de si se trata de una fuerza estable continua o una fuerza que va disminuyendo con el tiempo.
3. Fase III. La fuerza va disminuyendo, sobre todo en los casos de cadeneta o de ligadura activas. A medida que la fuerza de retracción va disminuyendo, lo va haciendo el momento inicial, pero debido a la libertad de torque la fuerza de la deflexión del arco se mantiene constante. Esto va a resultar en la recuperación de la inclinación correcta incisiva. Esto es lo que llamaron “estadio restaurador”
4. Fase IV: (en fuerzas continuas o fuertes). La fuerza empleada es muy fuerte y constante como en los casos de muelles de niquel titanio o cadenetas muy fuertes). En estas situaciones, la fuerza de retracción siempre va a superar al momento generado por la deflexión del arco, de forma que nunca van a

recuperar la inclinación deseada incisiva, dando lugar a una retroinclinación incisiva, aumento de la sobremordida, incluso en ocasiones acompañada de una mordida abierta lateral (efecto bowing) y un tip mesial de los molares<sup>24</sup>.

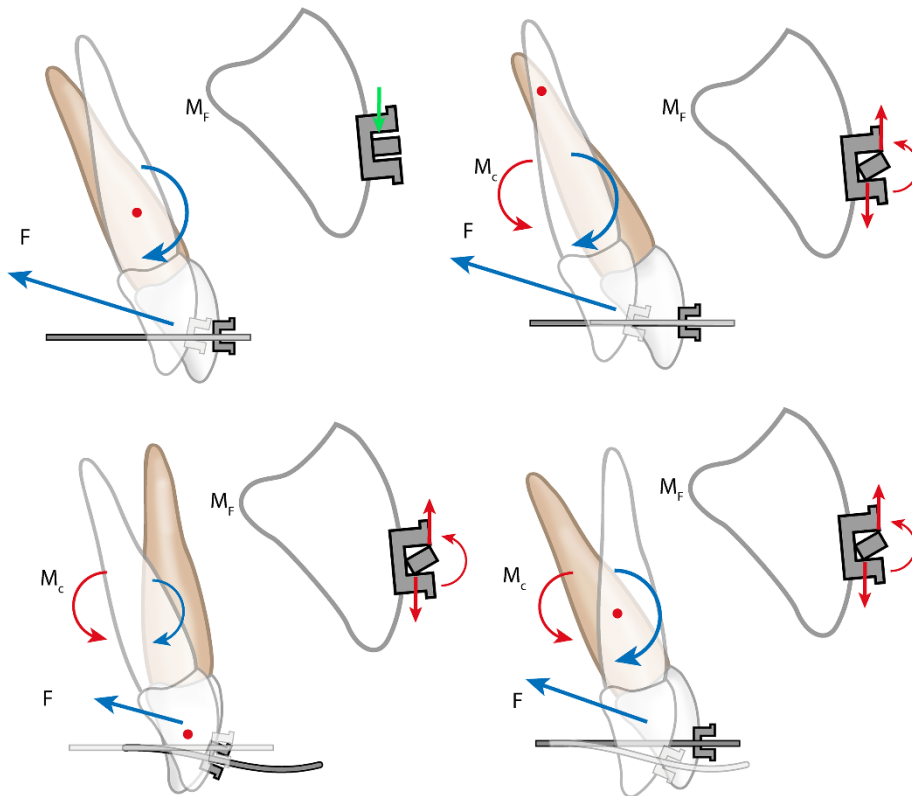


Figura 8. Fases del comportamiento incisivo durante la retracción con anclaje esquelético. Modificada de Nanda y cols<sup>24</sup>.



En la siguiente tabla se explican los grados de libertad de torque según la sección de arco 24.:

Wire size (inches)	Amount of play (°)
0.016 × 0.022	16–18
0.017 × 0.025	12–14
0.019 × 0.025	6–8
0.021 × 0.025	2–3

Tabla 1. Libertad de torque para los diferentes arcos en un slot de 0,022 x 0,028 24. Tomada de: Nanda y cols <sup>24</sup>.

### INFLUENCIA DE LA FUERZA DE RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR

Existe un debate continuado a cerca de la fuerza ideal a emplear en las retracciones del sector anterior<sup>25</sup>.

Andrews usaba fuerzas de 600 gramos para el cierre de espacios. Posteriormente McLaughlin y Bennett apostaban por fuerzas de 200 gr, que también se vió apoyado en otros estudios. Burnstone y Groves encontraron unas fuerzas óptimas entre 50 y 70 gr. Un estudio muy reciente estudió la influencia de la fuerza empleada en el control del torque anterior<sup>25</sup>.

En este estudio de Li J y cols. fueron tratados 41 con pacientes con biprotrusión y extracciones de 4 premolares. Los dividieron en 2 grupos. Ambos fueron tratados con autoligado y biomecánica de deslizamiento. En el primer grupo el cierre de espacios se realizó mediante elásticos y fuerzas ligeras de 100 gr, mientras que en el segundo grupo se utilizaron cadenas y fuerzas de 250 gr para la retracción del sector anterior<sup>25</sup>.

Los autores concluyeron que las mecánicas de deslizamiento empleando elásticos de fuerzas ligeras conseguía un mejor control de torque, que el uso de cadenas o muelles de níquel titanio<sup>25</sup>.

## INFLUENCIA DE LA PRESCRIPCIÓN EN LA RETRACCIÓN DEL SECTOR ANTERIOR

Otro de los factores que pueden tener relación con la retracción del sector anterior, es la prescripción de elección. En 2019 Cozzani y cols. publicaron las diferencias en retracción del sector anterior según 4 prescripciones empleadas. Compararon los sistemas de MBT, Roth, Gianelly y Alexander, a través de un estudio de elementos finitos<sup>26</sup>.

En el estudio, tres fuerzas diferentes fueron aplicadas teniendo en cuenta que la variabilidad de las mismas según la técnica para la retracción del sector anterior<sup>26</sup>:

1. Gianelly (técnica bidimensional): emplea una mecánica de deslizamiento, con una fuerza de 3 N con un coil de NiTi superelástico para la retracción.
2. Alexander utiliza un arco de acero .018 x .025 con resortes de cierre. Se estimó una fuerza de 3 N de activación, con una pérdida de 1 N.
3. MBT emplea mecánicas de deslizamiento, un módulo elástico de 1 N para la retracción en masa.
4. Roth utiliza el arco DKL (double keyhole loop) en un arco de .019 x .015 para la retracción en masa. Se estimó una fuerza de 1 N. Más recientemente se ha empleado una mecánica de deslizamiento en este sistema con un coil NiTi superelástico con 1.5 N de fuerza<sup>26</sup>.

La cantidad de movimiento apical e incisal aumentaba a medida que incrementaban la fuerza empleada de 1 a 3 N. Gianelly tuvo el menor desplazamiento a nivel incisal y apical, mientras que MBT obtuvo el mayor desplazamiento con las mismas fuerzas. La inclinación incontrolada fue menor en Gianelly y la más alta con MBT. En cuanto a la pérdida de torque Gianelly y Alexander tuvieron los valores más bajos y MBT el más alto<sup>26</sup>.

A continuación, se presenta una tabla resumen donde aparecen las mejores técnicas según la bibliografía para la retracción del sector anterior con un buen control del torque anterior (tabla 2)

	IDEAL	AUTOR	AÑO	REVISTA LIBRO	MÉTODO UTILIZADO
<b>SECCIÓN DE ARCO</b>	0.021x0.025	Nanda y cols.	2014	American Journal of Orthodontics	Revisión sistemática
<b>PRESCRIPCIÓN</b>	Gianelly Coil de niti	Cozzani y cols	2019	Clinical Oral Investigations	Estudio de elementos finitos
<b>FUERZA DE TRACCIÓN</b>	Fuerzas leves EIM	Li y cols	2020	Journal of Orthodontic Science	Estudio caso-control
<b>RETRACCIÓN EN UN PASO VS EN DOS PASOS</b>	Retracción en un paso (caninos e incisivos)	Burnstone y cols	2015	The biomechanical foundation of clinical orthodontics	Revisión Bibliográfica
	Retracción en un paso	Scheider P y cols	2019	Angle Orthodontist	Ensayo clínico
<b>RETRACCIÓN SEGÚN MBT</b>	Ligadura distal activa	McLaughlin Bennet Trevisi	2004	Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóntico	Libro editado
<b>RETRACCIÓN SEGÚN ROTH</b>	Arco DKL activado con retroligadura	Gregorett y cols	2003	El tratamiento ortodóntico con arco recto	Libro editado
<b>UBICACIÓN DEL MICROTORNILLO (horizontal)</b>	Entre 2º premolar y 1º premolar	Hedayati Lee	2016 2011	Progress in orthodontics AJODO	Estudio de elementos finitos
<b>UBICACIÓN DEL MICROTORNILLO (vertical)</b>	A 9 mm del arco	Ruenpol y cols	2019	Journal of dental Sciences	Estudio clínico y de elementos finitos
<b>LONGITUD DEL POWER ARM</b>	Power arm de 6 mm (con minitornillo a la misma altura)	Hedayati y cols	2016	Progress in orthodontics	Estudio de elementos finitos
<b>RETRACCIÓN EN TÉCNICA LINGUAL</b>	Power arm largo (10mm) entre lateral y canino	Feng Y y cols	2019	American Journal of Orthodontics	Estudio de elementos finitos
	Con minitornillo entre 1 molar y 2º molar				

Tabla 2. Tabla resumen con las condiciones ideales para el correcto manejo del torque incisivo durante la retracción anterior.



## **CONCLUSIONES**





## 5. CONCLUSIONES

1. Existe un rango muy amplio de opciones para retraer el sector anterior y controlar el torque incisivo durante el desplazamiento.
2. Es importante que el ortodoncista conozca todas las alternativas para poder seleccionar la correcta en función de los objetivos de tratamiento deseados y las características faciales de nuestros pacientes.
3. No hay estudios clínicos con muestras significativas para establecer objetivamente las ventajas reales de cada una de ellas.





## **FUTURA INVESTIGACIÓN**





## **6. FUTURA INVESTIGACIÓN**

La ausencia de estudios clínicos con una muestra considerable que compare de forma objetiva la efectividad y el control de torque de cada técnica, hace posible el planteamiento de una futura línea de investigación con esta premisa.



## **BIBLIOGRAFÍA**





## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Allgayer S, Mezomo MB. Do premolar extractions necessarily result in a flat face? No, when properly indicated. *Dental Press J Orthod.* 2018 Sep-Oct;23(5):82-92
2. Burstone CJ. Lip posture and its significance in treatment planning. *Am J Orthod.* 1967 Apr;53(4):262-284.
3. Moseling KP, Woods MG. Lip curve changes in females with premolar extraction or nonextraction treatment. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):51-62.
4. Hodgkinson D, Firth FA, Farella M. Effect of incisor retraction on facial aesthetics. *J Orthod.* 2019 Jun;46(1):49-53.
5. Kouli A, Papagiannis A, Konstantoni N, Halazonetis DJ, Konstantonis D. A geometric morphometric evaluation of hard and soft tissue profile changes in borderline extraction versus non-extraction patients. *Eur J Orthod.* 2019 May 24;41(3):264-272
6. Araújo TM, Caldas LD. Tooth extractions in Orthodontics: first or second premolars? *Dental Press J Orthod.* 2019 Aug 1;24(3):88-98.
7. Bruce G. Labial root torque: Effect on the maxilla and incisor root apex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Mar;95(3):208-219.
8. Talass MF, Talass L, Baker RC. Soft-tissue profile changes resulting from retraction of maxillary incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 May;91(5):385-394.
9. Sarver DM, Ackerman MB. Dynamic smile visualization and quantification: Part 2. Smile analysis and treatment strategies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Aug;124(2):116-117.
10. Waldman BH. Change in lip contour with maxillary incisor retraction. *Angle Orthod.* 1982 Apr;52(2):129-134.
11. Guo QY, Zhang SJ, Liu H, Wang CL, Wei FL, Lv T, Wang NN, Liu DX. Three dimensional evaluation of upper anterior alveolar bone dehiscence after incisor retraction and intrusion in adult patients with bimaxillary protrusion malocclusion. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2011 Dec;12(12):990-997.



12. Ramos AL, Sakima MT, Pinto Ados S, Bowman SJ. Upper lip changes correlated to maxillary incisor retraction. A metallic implant study. *Angle Orthod.* 2005 Jul;75(4):499-505
13. Burnstone CJ, Choy K. Extraction therapies and space closure. En: *The biomechanical foundation of clinical orthodontics.* Quintessence; 2015:275-317.
14. Scheider P, Gonzana L, DA costa A, Dos Santos A, Kim KB. Comparison of anterior retraction and anchorage control between en masse retraction and two-step retraction: a randomized prospective clinical trial. *Angle Orthod.* 2019 Mar;89(2):190-199
15. McLaughlin R, Bennett C, Trevisi H. Cierre de espacios y mecánica de deslizamiento. En: *MgLaughlin, Bennett y Trevisi. Mecánica sistematizada del tratamiento de ortodoncia.* Elsevier Science. 2004; 9:252-259.
16. Gregoret J, Tuber E, Escobar H. Arco DKL. En: *El tratamiento ortodóntico con arco recto.* NM Ediciones. 2003; 2:147-169
17. Monga N, Kharbanda OP, Samrit V. Quantitative and qualitative assessment of anchorage loss during en-masse retraction with indirectly loaded miniscrews in patients with bimaxillary protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Aug;150(2):274-282
18. Lee KJ, Park YC. The biomechanics of miniscrews. En: *Burnstone CJ, Choy K. The biomechanical foundation of clinical orthodontics.* Quintessence; 2015:433-447.
19. Hedayati Z, Shomali M. Maxillary anterior en masse retraction using different antero-posterior position of mini screw: a 3D finite element study. *Prog Orthod.* 2016 Dec;17(1):31.
20. Lee KJ, Park YC, Hwang CJ, Kim YJ, Choi TH, Yoo HM, Kyung SH. Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Aug;140(2):224-232.
21. Kojima Y1, Kawamura J, Fukui H. Finite element analysis of the effect of force directions on tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Oct;142(4):501-508.





22. Ruenpol N, Sucharitpwatskul S, Wattanawongskun P, Charoenworarluck N. Force direction using miniscrews in sliding mechanics differentially affected maxillary central incisor retraction: Finite element simulation and typodont model. *J Dent Sci.* 2019 Jun;14(2):138-145.
23. Feng Y, Kong WD, Cen WJ, Zhou XZ, Zhang W, Li QT, Guo HY, Yu JW. Finite element analysis of the effect of power arm locations on tooth movement in extraction space closure with miniscrew anchorage in customized lingual orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Aug;156(2):210-219.
24. Upadhyay M, Yadav S, Nanda R. Biomechanics of incisor retraction with miniimplant anchorage. *J Orthod.* 2014 Sep;41(1):15-23.
25. Li J, Zhao Y, Li H, Li H, Lei L. Effects of force magnitude on torque control in the correction of bimaxillary protrusion with mass retraction. *J Orthod Sci.* 2018 Jun 6;7-13.
26. Cozzani M, Sadri D, Nucci L, Jamilian P, Pirhadirad AP, Jamilian A. The effect of Alexander, Gianelly, Roth, and MBT bracket systems on anterior retraction: a 3-dimensional finite element study. *Clin Oral Investig.* 2020 Mar;24(3):1351-1357. doi: 10.1007/s00784-019-03016-6. Epub 2019 Jul 28.