

Artículo de Revisión

Recibido: Mayo 2024

Aceptado: Octubre 2024

---

Análisis de las diferentes Mecánicas utilizadas en el Cierre de Espacios en la  
Técnica de Arco Recto 2a. Parte

Analysis of the different mechanics used in space closure using the straight arch technique

---

Marcelo Mochó Hyryta

Dr. en Odontología UDELAR

Especialista en Ortopedia y Ortodoncia Maxilo Facial IUCEDDU

Email: marcelomocho@gmail.com

DOI 10.52887/RUOO/v8n1.4



## RESUMEN

La mayoría de las dificultades que se presentan en el manejo de Arco Recto (si bien no son las únicas), se relacionan con el control de los movimientos sagitales del Cierre de Espacios para casos con extracciones. Este puede realizarse mediante dos maniobras diferentes: Mecánica de Apertura y Recuperación de Anclas y Mecánica de Deslizamiento. El DKL (Double Key Loop) permite al ortodoncista desarrollar ambas mecánicas mientras que el Arco con Postes sólo la segunda. Todo especialista debe conocer con precisión el manejo correcto de las diferentes recursos-herramientas (sus variantes) que cuenta el arsenal terapéutico, como el valor de las fuerzas óptimas utilizadas, además de saber predecir la respuesta biomecánica esperada según el caso como también los movimientos indeseados generados en esta segunda fase del tratamiento ortodóntico en las diferentes piezas dentarias o grupos dentarios implicados, ya que la falta de idoneidad puede retrasar, alterar e incluso impedir el logro de los objetivos finales de nuestro plan de tratamiento. El Anclaje Esquelético a través del microimplante interradicular ha sido sin lugar a dudas el aporte más significativo al avance de estas mecánicas, minimizando los movimientos indeseados (parásitos) sobre las unidades de anclaje dentarias, algo que siempre ha sido difícil de controlar utilizando una mecánica "convencional". A pesar de que el cierre de espacios "convencional" con Arco Poste o DKL se han utilizado durante años como recursos mecánicos con resultados aceptables, no siempre garantizaban una respuesta biomecánica previsible. Muchas veces por desconocimiento y/o inadecuada manipulación por parte del operador, pero en otras ocasiones se nos hace imposible evadir la tercera ley de Newton (principio de acción y reacción) presente en todo movimiento. El anclaje esquelético vino para controlarla, siendo uno de los aportes más significativos que ha tenido la ortodoncia desde que el Dr. Lawrence F. Andrews introdujera la aparatología preajustada por lo que la hace una herramienta recomendable para incorporar en nuestra práctica clínica.

**PALABRAS CLAVES:** Cierre de Espacios, DKL, Mecánica de Deslizamiento, Anclaje Esquelético.

## SUMMARY

Analysis of the different Mechanics used in the Space Closure in the Straight Arc Technique.

Most of the difficulties encountered in the management of the Straight Arch (although they are not the only ones) are related to the control of the sagittal movements of the Space Closer for cases with extractions. This can be performed by two different maneuvers: Anas Opening and Recovery Mechanics and Sliding Mechanics. The DKL (Double Key Loop) allows the orthodontist to develop both mechanics while the Arch with Posts only the second one. Every specialist should know precisely the correct handling of the different resources-tools (its variants) that the therapeutic arsenal has, such as the value of the optimal forces used, as well as knowing how to predict the expected biomechanical response according to the case as well as the unwanted movements generated in this second phase of orthodontic treatment in the different teeth or dental groups involved, since the lack of suitability can delay, alter and even prevent the achievement of the final objectives of our treatment plan. Skeletal Anchorage through interradicular micro-implant has undoubtedly been the most significant contribution to the advancement of these mechanics, minimizing unwanted movements (parasites) on the dental anchorage units, something that has always been difficult to control using "conventional" mechanics. Although "conventional" space closure with Arch Post or DKL have been used for years as mechanical resources with acceptable results, they did not always guarantee a predictable biomechanical response. Many times due to lack of knowledge and/or inadequate manipulation by the operator, but on other occasions it is impossible to avoid Newton's third law (principle of action and reaction) present in every movement. The skeletal anchorage came to control it, being one of the most significant contributions that orthodontics has had since Dr. Roth introduced the pre-adjusted appliance, which makes it a recommendable tool to incorporate in our clinical practice.

**KEY WORDS:** Space Closure, DKL, Sliding Mechanics, Skeletal Anchorage.

## 1. ABREVIATURAS

OPT - Ortopantomografía

CBCT - Tomografía Computarizada de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography)

NITI - Níquel Titanio

TMA - Titanio-Molibdeno

MBT - Mc Laughlin, Bennett, Trevisi

ATP - Arco Transpalatino

MAE - Mordida Abierta Esqueletal

CR - Centro de Resistencia

AP - Altura del Poste

AM - Altura del Microimplante

RD - Resistencia al Deslizamiento

M-D - Mesio-Distal

1º - Primer o/a 2º - Segundo/a 3º - Tercer

º - Grados

mm - Milímetros

cm<sup>2</sup> - Centímetros cuadrados

CR - Centro de Resistencia

Crot - Centro de Rotación

### 10.3- Mecánica de apertura y recuperación de ansas o de arco segmentado

Es una de las dos mecánicas de cierre de espacios, la cual consiste en dobleces o ansas en el arco de acero inoxidable o aleación de Titanio Molibdeno (TMA). En esta técnica el grupo de dientes anteriores en la retrusión son movilizados por la fuerza generada por la apertura y recuperación de las ansas (fuerza generada por el arco mismo). Por ese motivo es llamada también por algunos autores como mecánica NO Friccional, porque el grupo de dientes anteriores movilizados no se deslizan sobre el arco, pero este si lo hace sobre el grupo dentario posterior. (2,4,18,19,20)

Además sabemos que se puede desarrollar también una mecánica de deslizamiento para el cierre de espacios cuando es usado en una mecánica de Anclaje Mínimo (brackets y tubos se deslizan a lo largo del arco), donde las ansas sirven de anclaje de elementos elásticos activos o cuando resortes de espiras abiertas de NiTi (comprimidos) son ubicados a distal del diente a mesializar. Sus principales recursos /elementos mecánicos son: **Arco Doble Llave / DKL (Double Key Loop)** y **Arco de 1 Llave o Simple Llave.** (2,4,18,19,20)

### 10.3.1- DKL (double key loop) o arco doble llave

Es un arco continuo con ansas de cierre, para el Dr. J. Gregoret es el Recurso Mecánico más importante en la 2º Fase. Se utiliza como Recurso para el Cierre de Espacios bajo dos conceptos mecánicamente diferentes nombrados anteriormente:

Utilización del **Arco DKL ACTIVO**: como Muelle / Resorte / Loop de cierre. Usado para retrusión en bloque de los seis dientes anterosuperiores e inferiores. La fuerza es generada por el mismo arco debido a la Mecánica de Apertura y Recuperación de las Ansas. Las ansas se abren (activación) por medio de una retroligadura de acero (Ligadura de Suzuki) o por Tracción Distal. (2,4)

Utilización del **Arco DKL PASIVO**: las ansas no se abren y actúan como “postes” de elementos elásticos auxiliares activos que toman anclaje en él (cadenas elásticas elastoméricas o resortes de espiras cerradas de NiTi). Se utiliza en casos especiales de Anclaje Mínimo, en el que el DKL permanece pasivo con sus ansas cerradas. Las ansas distales serán el punto de apoyo de los elementos auxiliares nombrados generadores de fuerza para la mesialización planificada del sector posterior. En este caso el DKL se está utilizando como “arco con postes” bajo los principios de la mecánica de deslizamiento. (2,4)

Suele utilizarse en la arcada inferior para la finalización del cierre de espacios para traccionar los 2º molares produciendo su migración mesial, luego del uso de resortes comprimidos de NiTi para la pérdida de anclaje del premolar y 1º molar y conjugar con ligadura de acero la arcada de molar seis a molar seis. En la arcada superior suele utilizarse después de obtener la posición deseada del grupo anterior para mesializar premolares y molares, pero sólo en presencia de un buen overbite que impida la retrusión de los incisivos (2,4)

Este arco permite realizar en él una serie de modificaciones en su forma, estructura y realizar diferentes Modos de Activación que producirán en el DKL comportamientos muy diferentes, permitiendo alcanzar el objetivo del cierre de espacios. Debido a esta versatilidad no puede ser considerado un Arco único, sino varios Arcos en uno. (2,4)

Si bien se pueden confeccionar manualmente (varillas de TMA), se disponen preformados de acero rectangular en diferentes calibres, pero el más usado es .019” x .025”, que es un calibre adecuado a la técnica de slot .022”. Por hemiarcada a nivel de canino, lleva dos ansas, llaves o loops en forma de ojo de cerradura. (2,4)

Instalado en boca, estas ansas deben quedare equidistantes por mesial y por distal del bracket del canino. Es por eso que los DKL preformados cuentan con varias dimensiones, adecuadas para diferentes tamaños de arcada. Se mide la distancia existente entre ambas Ansas Mesiales con una diferencia de dos milímetros entre cada una de las medidas, en una escala mínima de 22 mm a una máxima de 46 mm. (2,4)

La Ansas entre si tienen una separación de ocho milímetros (segmento inter-llave), permitiendo la inserción del arco en el slot del canino y dejando un espacio de dos milímetros a cada lado de la aleta mesial y distal del bracket. Por estas características para el uso del DKL es indispensable que el sector anterior de la arcada no presente diastemas. En caso de haberlos previo a la instalación del arco, será necesario cerrarlos y conjugarlos con ligadura metálica que conserve los puntos de contacto. (2,4)

Para la instalación del DKL, como también el Arco Poste, las arcadas deben estar perfectamente preparadas. La secuencia previa de arcos, debe llegar hasta un calibre igual al de los arcos usados en la mecánica de cierre, y no solo se deberá haber alineado las piezas dentarias, sino también haber logrado la expresión de los Torques y Tips de la aparatología fija programada, permitiendo una fácil inserción. Al igual que el Arco Poste, se deja un mes sin activación para que se terminen de nivelar los slots, para disminuir la fricción y permitir un perfecto deslizamiento del arco sobre estos. Al instalar el DKL se debe saber anteriormente cual va a ser las variantes de movimientos sagitales, respecto a que anclaje y tipo de retrusión vamos a realizar. (2,4)

De acuerdo al diagnóstico y planificación se pueden hacer 2 tipos de activaciones diferentes para utilizar el DKL como muelle/resorte: Activación por tracción Distal y por Activación con Ligadura de Acero o de Suzuki (2,4)

#### **10.3.1.1- Activación por Tracción Distal.**

Con un Weingardt se tracciona o “cincha” el arco a distal del Tubo del 1º Molar o 2º Molar (dependiendo de los requerimientos de anclaje), provocando la aperturas de las Anclas de no más de un mm de magnitud y se completa la maniobra con un doblez del mismo (acción de traba), para mantener la activación. La respuesta a la activación se manifestará en dos tiempos. (2,4)

Primeramente, a nivel de Incisivos y de Caninos se produce una inclinación de éstos (retroinclinación coronaria) por ser la región cérvico-palatina alveolar de los incisivos y cérvico-distal alveolar de los caninos los primeros en absorber las fuerzas de activación del DKL, generando en el arco una curvatura a concavidad oclusal. En un segundo tiempo, la sección del arco actuando en las ranuras del bracket logra la recuperación de torque de los cuatro incisivos y de la inclinación de canino (debido a la magnitud de su superficie periodontal será el último en hacerlo), recuperando el arco su forma original. Solo en estas condiciones el Arco podrá ser activado nuevamente. (2,4)

Por lo que el período apropiado entre activaciones debe oscilar entre seis a ocho semanas, no obstante, es importante visualizar clínicamente para determinar si es oportuno realizarla en ese momento, como la desaparición de la curva del arco y que el canino tenga su inclinación correcta dada por la prescripción del bracket. (2,4)

En caso contrario se generará una verticalización excesiva del canino, inclinando aún más el slot del bracket a mesial e incisal, potenciando más el arqueamiento del arco a concavidad oclusal y la intrusión-inoclusión del sector lateral (premolares) de la arcada y la extrusión de los incisivos, a no dar tiempo a que se realice la segunda fase de este movimiento de los dientes anteriores. (2,4)

Esto tiende a crear una Mordida Abierta Lateral y Sobremordida Anterior (Profundización de la Curva de Spee) como se observa en la Figura 55. Como en toda maniobra ortodóntica, el exceso en la magnitud y/o frecuencia de la activación, puede provocar movimientos “parásitos” o indeseados que entorpece el objetivo de cierre de espacio. (2,4)

Igualmente, se pueden minimizar estos efectos indeseados, logrando un mejor control de la nivelación de la arcada dentaria, disminuyendo la extrusión y/o

retroinclinación del grupo incisivo, como la intrusión lateral, ligando las ansas entre sí de ambos lados del arco (Figura 56), produciendo un efecto de intrusión y aumento del torque positivo en el grupo incisivo. De hacerse sin la Tracción Distal, generaría una proinclinación de los incisivos con la aparición de diastemas a distal de los laterales. (2,4)

Por lo anteriormente expresado, debemos tener en cuenta que los dientes en tratamiento ortodóntico, presentan un ancho periodontal que pueden absorber rápidamente la tensión acumuladas en las ansas del DKL, provocando un rápido cierre de las mismas, lo que no se debe interpretar que el movimiento deseado se ha realizado en su totalidad. (2,4)

La Activación por Tracción Distal, genera por su biomecánica de acción una resultante que tiende a la sobremordida (retrusión con extrusión), estaría especialmente indicada en pacientes con escaso overbite y/o tendencia a mordida abierta anterior. (2,4)



Figura 55. Activación de DKL por Tracción Distal Se puede apreciar la curvatura de la arcada dada por la extrusión/retroinclinación del grupo incisivo e intrusión/inoclusión del sector lateral

Foto tomada en el Curso Clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por el Dr. Sebastián De Martino



Figura 56. Ligado bilateral de ansas entre sí para minimizar los efectos indeseados en la arcada-plano oclusal por la activación del DKL por Tracción Distal ya que a nivel de premolares se puede apreciar una ligera mordida abierta lateral

Foto tomada en el Curso Clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por el Dr. Sebastián De Martino

### 10.3.1.2- Activación con ligadura de Acero o de Suzuki.

Mediante una retroligadura de acero que va desde el hook del tubo vestibular del 1° o 2° Molar, hasta el ángulo distogingival del Ansa distal del DKL. Se abren las ansas con un Weingardt y se consolida y con la ligadura de acero la activación (Figura 57). (2,4)

La principal diferencia de esta activación con la de Tracción Distal, es el comportamiento del grupo anterior del DKL, por la dirección de tracción de la ligadura, generando una inclinación con el consiguiente aumento del torque positivo e intrusión del grupo incisivo. Por lo tanto, la retrusión tendrá un vector intrusivo y de torque positivo, indicado especialmente en pacientes de Clase II con sobremordida (Deck Biss). (2,4)

Las activaciones son más frecuentes, pudiéndose realizar mensualmente y al igual que en la Activación Distal a medida que se va produciendo la retrusión, el arco se desliza hacia atrás por lo que hay que ir cortándolo con el alicate de corte distal. (2)

Presenta ventajas esta forma de activación, respecto a la anterior y se la recomienda para la retrusiones de gran magnitud, donde el desplazamiento a distal del canino se produce sin una excesiva retroinclinación coronaria (verticalización), manteniendo más nivelado el plano oclusal (sin la curvatura del arco a concavidad oclusal tan marcada) al reducirse el efecto intrusivo sobre el sector lateral, y por el movimiento intrusivo sobre el sector incisivo asociado, reduciéndose los movimientos de ida y vuelta, y manteniendo en mayor grado el torque de los incisivos, aun realizando grandes retrusiones. (2,4)

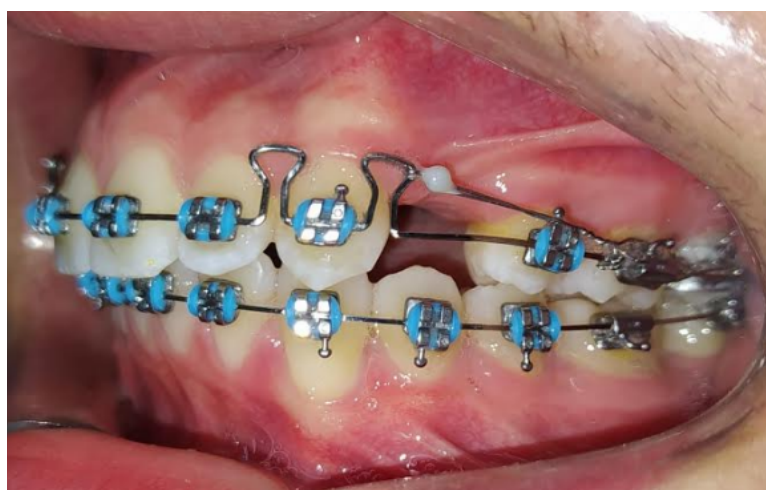


Figura 57. Activación de DKL por retroligadura de acero o de Suzuki desde el ansa distal al Hook del 1° molar (conjugado al 2°molar/anclaje moderado)

Foto tomada en el Curso Clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Eloisa Solares

Evitar la extrusión del sector anterior no siempre puede ser considerado una ventaja, ya que como se mencionó en la activación distal puede ser favorable (dependiendo del caso) para el control vertical anterior y en la obtención de una Guía Anterior Funcional. (2,4)

### **10.3.1.3- Modificaciones en el arco DKL como Arco Poste para favorecer la Mecánica de Deslizamiento.**

Se pueden realizar diferentes modificaciones al DKL y /o Arco Poste para facilitar la mesialización (pérdida de anclaje) de los segmentos posteriores en los casos donde tenemos planificado un Anclaje Mínimo, especialmente si se trata de la arcada inferior. (2,4)

Los Arcos de Trabajo no deben expresar el torque negativo del sector posterior dado por la prescripción de la aparatología fija preajustada, porque aumentaría su anclaje (cortical). Mediante el desgaste de los cantos del arco (redondeado) por medio de discos, piedras abrasivas o métodos electrolíticos por distal de las ansas, reducimos la capacidad de expresar un torque radículo-vestibular pronunciado. Esto permite ubicar las raíces en el tejido esponjoso facilitando su migración mesial, además de reducir la fricción durante la mecánica de deslizamiento. (2,4)

Otra modificación al arco con la misma finalidad es introducir un torque positivo (15° aproximadamente radículo-lingual) en los sectores posteriores del arco, llevando también las raíces de los molares al hueso esponjoso facilitando su mesialización consumiendo menos anclaje anterior. No debemos exagerar este torque en el arco inferior porque puede producir una mordida cruzada posterior. (2,4)

Siempre debemos tener presente cuando debemos realizar un cierre de espacio importante a través de la migración mesial de los molares inferior es recurrir al uso de Microimplantes. (4) Puede hacerse lo mismo usando prescripciones con menor Torque Negativo (especialmente sector posteroinferior) y con un TIP que ofrezca un menor control del anclaje que la prescripción ROTH. La prescripción MBT sería una opción al igual que una prescripción individualizada para el caso. (6)

Es importante saber que el desgaste de los cantos de los sectores posteriores de cualquier arco utilizado durante nuestra mecánica de anclaje mínimo con el propósito de favorecer el deslizamiento sobre el slot del bracket, puede hacer más marcada la giroversión y/o mesio- inclinación indeseada, (movimiento de 1° y 2° orden) de las piezas posteriores, que requerirá un trabajo adicional después de cerrados los espacios. (2,4,6)

NOTA: También debemos conocer los factores que disminuyen la Fricción facilitando el Cierre de Espacio además del “redondeado” de los arcos antes mencionado, estos se describieron anteriormente en el capítulo 10.2- (Mecánica de Deslizamiento de Fuerzas Ligeras Continuas).

### **10.3.1.4- Modificaciones en el arco DKL para reforzar Anclaje Anterior (Principalmente indicado en Incisivos Inferiores):**

- Utilizando una Arco DKL de mayor calibre (.021”x.025”) para aumentar el Torque anterior. Se desgastarán los cantos posteriores del arco, por lo expresado

anteriormente, y no se recomienda modificar el arco en la parte posterior realizándole un Torque Positivo, porque al tener un calibre mayor, aumentaría mucho la fricción, dificultando la pérdida de anclaje. (2,4)

-Ligado de Llaves mesiales y distales del DKL entre sí, con ligaduras de acero aumentamos el Torque Positivo, por lo que tenemos más anclaje a nivel de los incisivos (refuerzo de anclaje anterior). Es importante palpar el hueso alveolar por lingual. (2,4)

- Sistema SAPUNAR, utiliza un arco DKL .021"x.025" redondeado en la zona posterior y se ligan la ansas entre sí. Coloca un resorte de espiras abiertas de NiTi (actúa por presión), para mesializar el premolar (entre 1º molar y 2º premolar). Se agrega un Hook crimpable a ambos lados del arco (a distal del ansa distal) uniéndose al Hook del 1º molar por medio de un resorte de espiras cerradas de NiTi o cadena elastomérica (tracción). Esto trata de evitar fuerzas reciprocas distaladoras del resorte comprimido, logrando mesializar ambas piezas (1º molar y 2º premolar) sin "retruir" los Incisivos. (47)

- El Torque y el Tip de los caninos según la prescripción utilizada podrá modificar en más o en menos el Anclaje del Canino, influyendo directamente en el Anclaje Anterior. El torque  $-11^\circ$  y un Tip de  $+7^\circ$  en el canino inferior dado por la prescripción Roth estaría dando un mejor anclaje cortical y una mejor inclinación mesiodistal que la prescripción MBT. En el canino superior el mejor anclaje cortical están dados por los  $-7^\circ$  de MBT ( $-2^\circ$  Roth), pero lo compensa con una inclinación mesiodistal importante ( $+13^\circ$ ) que dificultará su retrusión frente a los  $+8^\circ$  de MBT. (6)

Igualmente, como se explicó anteriormente (ver capítulo 7), se podrá modificar ligeramente los valores de ambas prescripciones (cambios en la altura e inclinación en el posicionamiento del bracket) modificando la información de éste, recordando que el trabajo de todo del Ortodoncista será disminuir el anclaje del sector que se desea movilizar, y aumentarlo en el área que debe comportarse como unidad de anclaje para resistir las fuerzas de reacción. (5,6)

Siempre debemos tener presente la Tercera Ley de Newton, especialmente cuando estamos frente a una mecánica de cierre de espacio de Anclaje Mínimo y en el maxilar inferior. Hay autores que debido a la precariedad de la estabilidad de este segmento anteroinferior, afirman que no es conveniente hoy en día utilizarlo como unidad de anclaje, por lo que aconsejan la utilización de otras mecánicas que incorporan el Anclaje Esqueletal para la mesialización posterior. Pero no todos los paciente desde el punto de vista sistémico por diferentes patologías (diabetes no controlada, enfermedades inmunodepresoras autoinmunes, tratamientos oncológicos, etc.), están en condiciones de recibirlos, o dispuestos a colocarse un microimplante. Por lo tanto, el procedimiento de pérdida de anclaje basado en la mecánica de deslizamiento convencional, consiste en el movimiento dentario INDIVIDUAL de mesialización por Presión y/o Tracción. (Ver 6.4 Anclaje Moderado y 6.5 Anclaje Mínimo) (2,4,5,6,10)

#### **10.3.1.5- Modificaciones en el arco DKL para Retruir sin Torque**

Sin importar la forma de Activación, se deberá tener en cuenta que la variante de movimiento sagital planificado en el sector anterior mandibular es la Retrusión (retoinclinación) con mínima o nula expresión del Torque. Se debe a las

características anátomo-topográficas del espesor del Diploe de reborde alveolar en la zona de la sínfisis mandibular. Para lograr esto se debe desgastar los cantos del arco de la misma forma que para los sectores posteriores anteriormente mencionados, con la diferencia que se realizan en el sector anterior entre los brazos anteriores de las ansas mesiales. Aunque esta variante de movimiento sagital se realiza menos frecuentemente en el maxilar superior se hará la misma modificación del arco en caso de una retroinclinación anterior. (2)

#### 10.3.1.6- Activación unilateral del arco DKL

Puede hacerse la activación unilateral del DKL como de cualquier otro arco usado en la mecánica de cierre. Esto sucede cuando se hace una extracción unilateral (en una sola hemiarcada) como se observa en la Figura 58, o habiendo realizado dos extracciones, por asimetrías de arcadas nos encontramos durante la segunda fase, con espacio sólo en una hemiarcada. También cuando en la primera fase no pudo resolverse el desvío de la línea media dentaria con la línea media facial, persistiendo hasta la segunda fase, por lo que debe ser corregido en el primer momento de cierre de los espacios. (2,4)

Es necesario una maniobra asimétrica de cierre de espacios, abriendo las ansas donde solo requieran su acción, del lado contralateral se hará un doblez del arco a distal del tubo para evitar un desplazamiento de este por las ranuras del bracket hacia la zona activada. Si esto ocurre el arco quedará descentrado, afectando la forma general de la arcada, siendo limitado (trabado) por el contacto del brazo distal del ansa mesial-bracket del lado activado y/o brazo mesial ansa distal-bracket del lado no activado, provocando movimientos dentarios indeseados. (2,4)

La línea media se corregirá activando (unilateralmente) el arco del lado opuesto al desvío, una vez centrada se seguirá activando de manera bilateral y simultánea hasta completar la retrusión (en caso de extracciones de premolares bilaterales). Con extracciones unilaterales es idéntico, salvo que una vez logrado el objetivo se termina el cierre de espacio con pérdida de anclaje, sin intervenir para nada el lado contralateral del DKL. (2,4)



Figura 58. Activación unilateral del DKL con retroligadura, por desvío de la Línea Media Dentaria Superior con la Línea Media Facial

### 10.3.1.7- Errores más frecuentes en el uso del arco DKL

Son errores intrínsecos inherentes mal uso de la aparatología mecánica. Sin dudas son los referidos a la activación, como la exagerada apertura de las ansas del arco (no debe superar el milímetro en cada llave) para evitar una excesiva inclinación de la corona del canino hacia distal que afectaría a la parte anterior y lateral de la arcada con la extrusión de los incisivos e intrusión de premolares. (2,4)

El mismo resultado genera una exagerada frecuencia sin respetar que se cumpla el proceso biológico de reabsorción-aposición para lograr el movimiento dentario deseado sin los inconvenientes nombrados anteriormente sobre el Plano Oclusal (principalmente en la activación por Tracción Distal). Estos efectos adversos son difíciles de solucionar, prolongan el tiempo de tratamiento, porque habrá que recuperar la nivelación de plano oclusal, y esto muchas veces se logra a expensas de abrir nuevamente espacios en la arcada. (2,4)

El Dr. Fernando Ferrero, pregona que el uso del DKL necesita “paciencia” por parte del operador para que recupere los torques, controlando su horizontalidad, con un plano oclusal que debe estar plano-recto-liso. (10)

Se deberá tener precaución en la colocación de los arcos preformados en que la distancia entre el brazo distal del ansa mesial no sea menor a dos mm del bracket de canino para permitir su activación. En caso contrario la tensión de la activación será transmitida directamente al bracket, generando una distalización aislada del canino que se evidencia con la aparición de un diastema a mesial de este, sin lograr la retrusión en bloque/masa buscada de todo el segmento anterior. (2)

Error en la sincronización-coordinación en el Cierre de Espacios en un caso de cuatro extracciones en el que al inicio tenemos un overjet aumentado y los molares y caninos están en leve Clase II. (2,4)

El primer objetivo es la retrusión de los incisivos superiores y normalizar el overjet. Una vez corregida la relación horizontal entre los incisivos, se retruyen ambos sectores anteriores simultáneamente (siempre más adelantado el inferior para no llegar a establecer una relación horizontal invertida de los incisivos). Una vez establecido el primer objetivo con la retrusión como una correcta guía incisiva y canina comenzamos el tercer paso de la mesialización de los molares inferiores hasta cerrar totalmente los espacios de la arcada inferior. (2,4)

Por último, se mesializan los molares superiores consolidándose la Clase I molar. Si al mesializar los molares inferiores se retruye levemente el segmento anterior inferiores, la permanencia de del espacio en la arcada superior permitirá ajustar la clase canina y el overjet con una retrusión del grupo anterior superior, para luego finalizar de Cerrar el Espacio remanente con la mesialización del sector posteriorsuperior. (2,4)

Si se produce el Cierre de Espacio simultáneo-simétrico de ambos sectores posteriores superiores e inferiores, en caso de necesitar realizar el ajuste antes mencionado no contaremos con el espacio en la arcada superior, consolidándose una Clase II y overjet aumentado. (2,4)

Cabe aclarar también, que cuando se produce el cierre de uno de los espacios durante el movimiento retrusivo (sea un caso de dos o cuatro extracciones), todo el resto es pérdida de anclaje (de uno o los tres espacios restantes), si seguimos activando de la misma manera vamos a tener un desvío de la Línea Media con pérdida de la clase-guía canina por el colapso unilateral de la hemiarcada y de la arcada antagonista. (48)

Estos errores no ocurren por el uso del DKL exclusivamente, sino también atañe al Arco Poste. Del mismo modo, NO se puede alterar el orden de las maniobras terapéuticas pretendiendo retruir la arcada superior sin haber solucionado con antelación algún problema vertical del grupo anterior inferior o superior (Curva de Spee marcada). Al intentar la retrusión superior los incisivos inferiores entraran en contacto con el cingulo de los incisivos superiores y/o traba oclusal dada por el canino superior con el bracket de su homónimo inferior, dificultando el movimiento de retrusión, aumentando el anclaje anterior. Esta situación puede impedir establecer una Guía Anterior Funcional, generando pérdida de anclaje indeseada en la arcada superior. (2,4)

La Línea Media durante la retrusión debe ser controlada con la magnitud de activación de las ansas, si la activación es mayor de un lado, se manifestará el desvío hacia ese lado. El DKL tiene la ventaja que la cantidad de activación es menor (respecto al Arco Poste) permitiendo controlar mejor las Líneas Medias, ya que la activación puede llevarnos a una retrusión de un mm aproximado al mes, y si ese desfase se da de derecha a izquierda en la retrusión, a lo sumo se puede generar menos de 0.5mm de desvío de la Línea Media. La magnitud de activación en un Arco Poste además de ser controlada con un dinamómetro, si se rompe el Poste, o se desengancha un elemento activo elástico (resorte espiras cerradas de NiTi) de un lado, el desvío de la Línea Media de una sesión a otra es de una magnitud mucho mayor, ni hablar si el paciente se ausenta por más tiempo. (10)

### **10.3.2- Arco de una llave o simple llave**

Pueden confeccionarse en TMA o Acero y al igual que el Doble Llave el arco de trabajo más usado es .019" x .025", que es un calibre adecuado a la técnica de slot .022". Usado principalmente (por razones de anclaje) para la retrusión del sector anterosuperior en dos tiempos, distalizando los caninos individualmente, para luego retruir en bloque a los cuatro incisivos. (5)

El objetivo de esta mecánica es disminuir el anclaje del sector anterior, evitando exponer a la unidad de anclaje posterior a fuerzas mayores que produzcan su mesialización. Este concepto es el mismo utilizado en la retrusión de dos tiempos en la mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras, desarrollada anteriormente. Los casos clínicos especialmente indicados para estas mecánicas, son en la clase II molar completa con un overjet importante, donde el anclaje máximo se ve seriamente comprometido. Especialmente cuando el paciente se niega o ha fracasado la instalación de un microimplante como anclaje o refuerzo de anclaje y no

confiamos en la aparatología auxiliar (ATP) para mantener la relación molar de Clase II de cúspide entera si se retruye en bloque a las 6 piezas anterosuperiores. (5)

En un primer momento estos arcos como los DKL, se construyeron en acero, pero con la aparición de nuevas aleaciones como el TMA se presentó la alternativa de fabricarlos en ellas. El acero es una aleación con elevada dureza-rigidez, baja memoria elástica, módulo de elasticidad (moderado) mayor al TMA, bajo nivel de fricción, facilidad de dobleces en ángulo recto y bajo costo respecto al TMA, pero posee menor energía almacenada, esto hace que se produzcan fuerzas elevadas por períodos de tiempo cortos. (5)

Se realizaron estudios sobre arcos DKL y Llave Simple en acero y TMA en un calibre de .019"x.025", para comparar las propiedades mecánicas del acero y TMA en función de la fuerza ejercida y las repercusiones biológicas que tiene. También el determinar el rango de fuerzas que debe darse a los arcos (activación) para que no produzcan efectos clínicos indeseados, por último, la distribución de cargas según la superficie del diente expuesta al movimiento. Los resultados arrojaron que el estudio de las propiedades de los materiales NO se observaron diferencias apreciables entre el arco Simple Llave y Doble Llave de Acero y TMA. (49)

El acero es más duro, por lo que necesita más carga para abrir las llaves que el TMA. Se observó que un mm de apertura de la llave el arco de TMA produce una fuerza total aplicada en el orden de los 300grs y el acero de 500grs. Los arcos de acero presentan una curva de saturación y cambio de su módulo de flexibilidad lo que puede llevar a que el material se deforme alterando la distribución de carga (ocurre a los 250grs). En cambio, el TMA cumplen la Ley de Hooke (la deformación es directamente proporcional a la carga), mostrando su mayor linealidad entre los 200 y 500grs que es la carga recomendable (acero hasta los 200grs). (49)

Una de las desventajas del TMA es la dificultad para el control de torque anterior durante la retrusión, generando una retroinclinación que difícilmente la recupera por acción del arco (el ortodoncista debe conocer las maniobras y/o modificaciones del arco para contrarrestar dicho efecto). Respecto de las propiedades mecánicas se propone que el material elegido sea el TMA, ya que al conservar su linealidad con la aplicación de las fuerzas, evita el quiebre del Plano Oclusal. Además optimiza la aplicación de Fuerzas biocompatibles sobre las piezas dentarias, debido a su capacidad mayor de energía almacenada. (49)

#### **10.4- Mecánica de deslizamiento con microimplantes interradiculares**

Con el advenimiento y desarrollo del Anclaje Esqueletal-Absoluto, en la Mecánica de Deslizamiento, los elementos activos elásticos, encuentran anclaje en los **Microimplantes**, siendo este recurso, elemento o herramienta, el representante más simple del Anclaje Temporal Esqueletal. Tienen la ventaja de no comprometer la estabilidad de los segmentos anteriores y/o los posteriores, usados como anclaje directo o indirecto (de acuerdo a nuestra planificación) evitando movimientos parásitos (indeseados) causados por el efecto de la acción y reacción (Tercera ley de Newton), generados durante la mecánica de cierre de espacios. (6,9,10,50)

La incorporación de los Microimplantes a la ortodoncia revoluciona la mecánica de cierre de espacio por deslizamiento “convencional”, ya que mejora sus dos puntos débiles: el ANCLAJE y el CONTROL DENTARIO TRIDIMENSIONAL. (45)

El concepto de Anclaje Absoluto comienza a utilizarse a partir de la aparición del Anclaje Esqueletal y como contraposición a anteriores conceptos de anclaje como máximo, moderado y mínimo. Ante la ausencia de una mejor situación de anclaje mecánico, el anclaje máximo era la representación de la ausencia de Mesialización de piezas posteriores durante las maniobras de Retrusión de los segmentos anteriores. Y este concepto se mantuvo como “correcto” hasta la aparición del Anclaje Esqueletal, aun sabiendo que ante determinadas situaciones ninguna maniobra era suficiente para mantener estacionarias a las piezas posterosuperiores a pesar de la colocación de aparatología auxiliar como refuerzo de anclaje (Barra Transpalatina con Botón de Nance). (6)

El Anclaje Esqueletal está indicado cuando las piezas posteriores no pueden ser utilizadas como elementos de anclaje ya sea porque están ausentes o porque la maniobra de retrusión planificada comprometería su estabilidad malogrando el resultado final del caso. (6)

A principios de la década del noventa comenzaron a utilizarse implantes como anclaje ortodóntico y este elemento ha evolucionado considerablemente desde entonces. Los implantes se dividen en cuatro grupos: Osteointegrados (implante de reposición protésica), Biointegrados (onplants), Atornillados (miniplacas, microimplantes) e Impactados. (26) Los más utilizados en la Mecánica de Deslizamiento son los atornillados y dentro de ese grupo los Microimplantes (Dispositivo de Anclaje Temporal Esqueletal). Se trata de tornillos, con un diámetro entre 1,0-2,0mm y una longitud entre 6,0-15,0mm. El material más usado es el titanio, pero los hay de acero (generalmente los extraalveolares), y su superficie es maquinada. No se oseointegran, sino que se retienen por fricción por lo que son de carga inmediata. (11,44,50,52)

Son aditamentos intraorales que no afectan la estética, cómodos, fáciles de usar y versátiles. Las principales desventajas del anclaje esquelético temporal son el costo y algunas complicaciones que pueden presentarse especialmente durante la fase de estabilización primaria del implante asociadas con su ubicación. (52)

Sin dudas, éste ha sido de todas las innovaciones, el más aceptado por los especialistas (no solo por cambio de la biomecánica), sino también por ser de instalación y retiro simple, universal, económica y es el propio ortodoncista el que puede colocarlo. (53)

En la biomecánica de Cierre de Espacios “Convencional”, se genera un sistema de fuerzas reciproco. Significa que por ejemplo cuando retruimos la “acción” se encuentra en las piezas anteriores por un lado (sector a movilizar) y la “reacción” (unidad de anclaje) en las piezas posteriores por otro, dentro de la misma arcada dentaria. En contraste los microimplantes generan un sistema de fuerzas NO reciproco, es decir la “acción” se genera en las piezas anteriores y la “reacción” es sobre él, generando un mayor control de los movimientos de las piezas dentarias durante el cierre. Además, permite controlar los Vectores de Fuerzas más fácilmente de las piezas retruidas (gracias a la elección de la posición ocluso-gingival del Microimplante. (44)

Para la mecánica de Retrusión y/o Perdida de Anclaje puede ser utilizado tanto como anclaje Directo o Indirecto. El primero implica la utilización del microimplante como sitio de anclaje de elementos elásticos que generan fuerza para el cierre de espacio y el segundo como elemento que refuerza a la pieza o grupo dentario que está sirviendo como anclaje. (4,6)

Una revisión sistemática de literatura publicada por la Revista Universidad CES Odontología 2011; 24(2)49-58, con el objetivo de evaluar la efectividad del anclaje esquelético para el cierre de espacios en el arco del maxilar superior. En donde se identificaron 324 artículos, de los cuales 316 fueron rechazados después de la evaluación, de los ocho estudios inicialmente seleccionados, cinco fueron excluidos, por lo que sólo tres estudios cumplieron con los criterios de inclusión. (52)

Se realizó un metanálisis con el método de efectos aleatorios para el movimiento mesial del molar superior, en el cual los dispositivos de anclaje esquelético temporal mostraron ser más efectivos en el control del anclaje en -2,72 mm (-4,10, -1,33 IC 95%) al compararlos con los métodos de anclaje ortodóntico convencional, esta diferencia fue estadísticamente significativa. (52)

En los tres estudios incluidos se encontró que la mesialización molar con el anclaje ortodóntico convencional estuvo entre 3,0 - 3,22 mm, la cual es clínicamente significativa si se considera que en promedio el espacio obtenido con la extracción de premolares es de 7 mm; de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, cerca de la mitad del espacio se estaría ocupando por la mesialización del molar, de modo tal que estos dispositivos de anclaje ortodóntico convencional catalogados como de máximo anclaje estarían ofreciendo realmente un anclaje de moderado. (52)

Los dispositivos de anclaje esquelético temporal mostraron ser más efectivos en el control del anclaje en 2,72 mm, al compararlos con los métodos de anclaje ortodóntico convencional, esta diferencia estadísticamente significativa, lo es también desde el punto de vista clínico, especialmente en casos donde se tienen requerimientos de anclaje máximo. Los escasos estudios identificados parecen indicar que el anclaje directo con mini implantes disminuye la mesialización del molar. (52)

Futuros estudios clínicos controlados y aleatorizados con adecuado tamaño de muestra son necesarios para comparar el anclaje esquelético temporal y convencional que evalúen especialmente la efectividad del anclaje esquelético temporal utilizado de manera directa e indirecta. Como conclusión el anclaje esquelético temporal parece ser más efectivo para controlar el movimiento mesial del molar durante el cierre de espacios, sin embargo, la evidencia científica en la literatura es escasa. (52)

#### **10.4.1- Retrusión con microimplantes**

El uso de microimplantes como refuerzo de anclaje durante la retrusión es quizás el uso más frecuente del anclaje esquelético. Esta fundamentalmente indicado para retrusión con anclaje máximo superior. En la ortodoncia tradicional, el anclaje posterosuperior demandaba mucho esfuerzo, se debía recurrir a aparatología auxiliar y, aun así, en muchos casos se debía resignar un buen resultado final debido a la pérdida del anclaje (como hemos mencionamos anteriormente) y se observa en la Figura 59. (4)

En la arcada inferior, el anclaje máximo está prácticamente asegurado por las condiciones anatómicas del terreno, al tamaño de las piezas posteriores, sumado al tipo de movimiento retrusivo que compromete muy poco la estabilidad del anclaje (retroinclinación), constituyen factores suficientes para evitar la mesialización. (Ver Capítulo 5- Anclaje) (4)

Sin embargo en ocasiones podrían utilizarse de manera indistinta en la arcada superior o inferior en aquellos pacientes que presenten pérdida de molares o, aun estando en boca tengan un compromiso periodontal tal que no puedan servir como anclaje porque no resistirán las fuerzas generadas por las maniobras mecánicas de retrusión convencionales. (4)

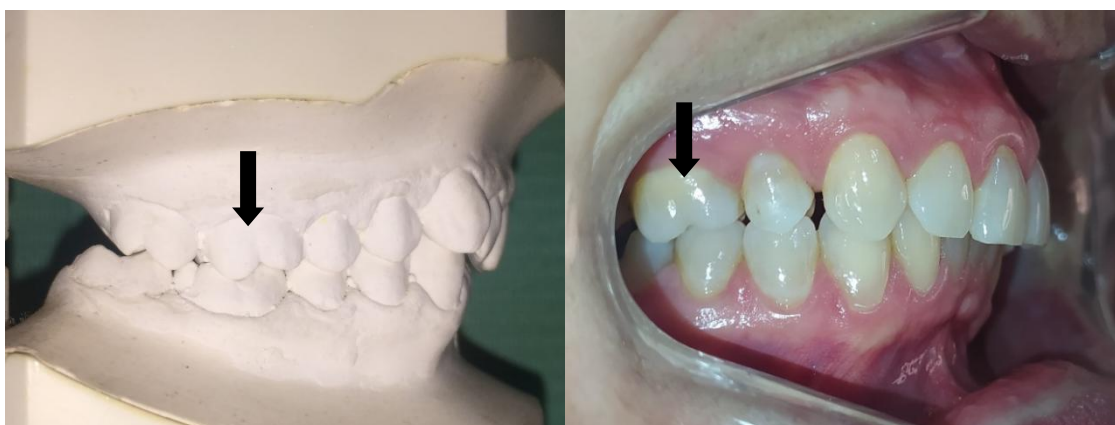


Figura 59. Movimiento indeseado de la mecánica convencional en un caso de anclaje máximo en el cual los objetivos buscados no fueron alcanzados, ya que el cierre de espacio se logró con una escasa retrusión del sector anterosuperior (overjet aumentado y canino en clase II) y con una excesiva pérdida de anclaje del sector posterior (llave molar en “súper” clase II) que podría haber sido evitado con anclaje esquelético.

Foto tomada por Marcelo Mochó Hyryta a paciente que consultaba para corregir el resalte (overjet) aumentado.

La retrusión con microimplantes implica un deslizamiento del arco por las piezas del sector posterior. Es una maniobra de segunda fase y como tal se realiza con arcos cuadrangulares de acero .019, .018 o .017 x .025., teniendo en cuenta que a mayor calibre se conseguirá mayor control de torque de las piezas a retruir pero también aumento de la fuerza friccional. La aleación utilizada obligadamente es el acero por su costo, dureza, rigidez (expresa mejor el torque) y baja fricción. (4)

Es importante durante la fase de deslizamiento del arco que no esté produciendo movimientos de torque o inclinación en aquellas piezas donde este deslizándose debido a que aumenta notablemente la fricción. Para ello, el Dr. Horacio Escobar propone que el arco utilizado deberá permanecer en boca un mínimo de dos meses antes de comenzar la retrusión, como ya lo hemos expresado con anterioridad. (2,4,51)

El uso del microimplante en forma directa implica su colocación por mesial del primer molar o más difícilmente a mesial del segundo molar y a una altura variable según el movimiento de retrusión buscado. La posición estará condicionada también por la separación existente entre las raíces de piezas contiguas. Son de seis a ocho milímetros de longitud ubicado a unos ocho a diez milímetros por encima del arco,

en lo posible la cabeza debe quedarse en encía adherida o hasta dos milímetros sobre la unión mucogingival para conseguir mayor estabilidad. Pero si a nivel de separación de las raíces es insuficiente la punta del micro puede inclinarse hacia apical para que la cabeza quede en la posición deseada. (4,6)

Se utilizará resortes de espiras cerradas de NiTi (6-9-12mm), ligaduras conjugadas o cadenas elásticas de 1º o 2º generación como elementos elásticos generadores de la fuerza de retrusión (tracción), que irán unidos al microimplante por un lado y al Poste del arco ubicado sagitalmente a mesial o distal de canino. Pueden también utilizarse Postes de diferentes alturas y esto tendrá un efecto diferente a nivel del Torque de las piezas anteriores. Hay Postes crimpables/prensables o atornillados al arco (tipo Gurin). La retrusión puede realizarse con arco continuo (hasta los molares) o seccionado por distal de los caninos para disminuir la fricción del deslizamiento (que mencionaremos posteriormente). (4,6)

Juegan un papel fundamental la relación entre Centro de Resistencia (CR) de las piezas del sector anterior, Altura del Poste (AP) y altura a la que está colocado el Microimplante (AM). Cuanto más nos acerquemos con la AP al CR y al AM, va permitir que el vector de fuerza para la retrusión del segmento anterior genere un movimiento de Traslación, o corporal. (6)

Según Sang-Jin Sung (2010) y Kee-Joon Lee (2011), consideran que para una retrusión del sector anterior con movimiento de translación pura en paralelo del ápice radicular y la corona (todos los puntos dentarios se desplazan la misma cantidad de distancia) y sin variación de torque, los microimplantes deben estar a una altura de 10mm en relación al arco (entre 1º molar y 2º premolar) y la altura del Poste a 8mm es decir cerca del Centro de Resistencia ubicado entre el incisivo lateral y canino. (46,54)

A manera de resumen podemos decir que la relación entre CR y AP controlan el Torque del grupo anterior en el movimiento retrusivo y la relación entre AP y AM controlan la posición vertical del grupo retruido (overbite). (6)

El TORQUE de las piezas del sector anterosuperior depende de la AP crimpables en relación al CR del bloque anterior. Si el Poste se ubica a la misma altura del CR, se consigue un movimiento del diente con mantención del torque. Si se utiliza un AP corta (oclusal con respecto al CR) se consigue retrusión con pérdida de torque. Si la AP es más gingival, por encima del CR, se consigue retrusión con aumento de torque. (42)

El OVERBITE depende de la ubicación en AM en el sector posterior en relación al Poste anterior, se puede conseguir una retrusión con intrusión, con extrusión o con mantención del overbite según los vectores de fuerza que se generan entre ambos puntos. Intrusión: el microimplante se encuentra en una posición más apical con respecto al hook. Mantención del overbite: microimplante se ubica a la misma altura que el hook. Extrusión: el microimplante se encuentra en una posición más oclusal con respecto al hook. (42)

Carlos y Cesar Marassi (2008) consideran importante los Vectores de Fuerza en la biomecánica de la retrusión sector anterior. La mecánica de cierre de espacios convencional, tiende a aumentar generalmente la sobremordida, igualmente los ortodoncistas tienen diferentes mecanismos de compensación para el control vertical y/o torque incisivo (mencionados anteriormente). (45)

Como los microimplantes por lo general se insertan más apicalmente que los ganchos/hook de los molares, se observó que la retrusión anterior con Anclaje Directo a él, tiende a generar un vector de fuerza más intrusivo que la mecánica tradicional. Este vector puede controlarse cambiando la altura de inserción del microimplante y/o la altura del poste del sector anterior. Por lo tanto deberíamos, previamente definir que líneas de acción de fuerza se emplearan y determinar el efecto vertical que el Vector de Fuerza ejercerá sobre los dientes anteriores. (45)

La Retrusión Anterior con vector de Fuerza Intrusiva, está indicada en pacientes que presentan sobremordida, por extrusión incisiva (erupción pasiva dentoalveolar). El microimplante se coloca alejado del arco de trabajo (más apical de la cresta ósea), combinado con un poste corto en la parte anterior de este. Este tipo de vector hace que el plano oclusal en el maxilar superior rote en sentido antihorario, y en el maxilar inferior la rotación se da en sentido horario. Para mejorar el efecto intrusivo en los incisivos, el poste/gancho del arco se puede girar hacia el plano oclusal, en lugar de su orientación habitual (mecánica contraindicada con escaso overbite), como se observa en la Figura 60. (45)

Los vectores de fuerza intrusivos por microimplantes pueden generar resultados desfavorables en retrusiones unilaterales, ya que puede causar inclinación frontal del plano oclusal (“canteado”), debido a la intrusión de un solo lado del arco de acero. Para mantener frontalmente el Plano Oclusal equidistante/paralelo al plano de Camper o a la línea bipupilar, es importante la colocación de los microimplantes a la misma altura en ambos lados, evitando generar la inclinación del plano oclusal (“canteado”) en el sector anterior, estéticamente y funcionalmente inaceptable (Figura 61). (45)

Es aconsejable medir la distancia entre el arco de acero y el punto de instalación del microimplante en un lado para después replicarlo en el lado opuesto, siendo también similares los ángulos de inserción, ya que al variar este, también cambia la altura en relación al arco. En contrapartida, en pacientes con plano oclusal inclinado frontalmente, está indicado colocar implantes a distintas alturas, que generen vectores de fuerza desiguales permitiendo corregir el plano oclusal “canteado”. (45)

Cabe aclarar que en caso de realizar una retrusión unilateral la mecánica indicada para evitar un canteo del plano oclusal (canteo en la curva de la sonrisa) es colocando un Poste alto coincidente con la altura del Microimplante anulándose el vector de intrusión. (4)

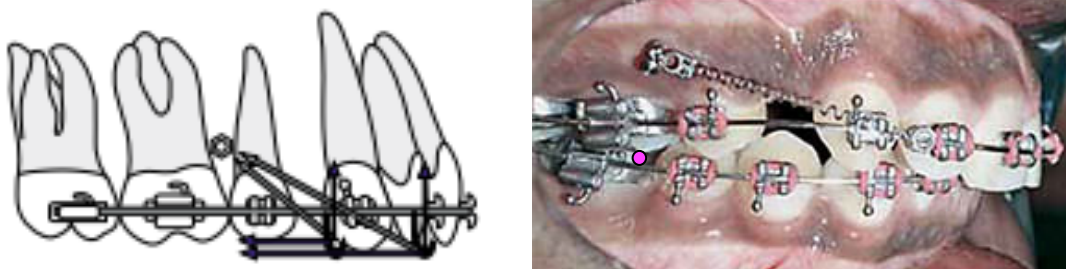


Figura 60. Retrusión Anterior con vector de Fuerza Intrusiva

Tomado de Marassi Carlo, Marassi Cesar: (2008) Retrusión anterior asistida con microimplantes. Dental Press J. Orthod. v. 13, no. 5, p. 57-74)

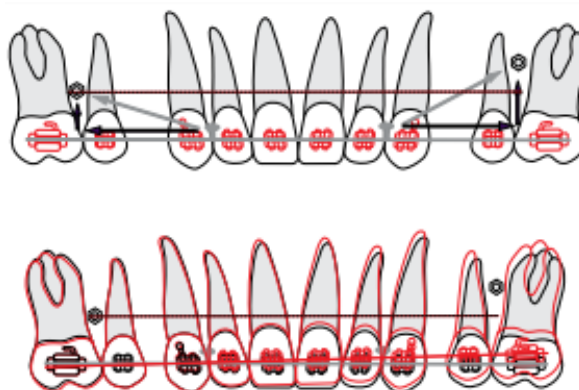


Figura 61. Diferentes posiciones verticales del microimplante interradicular y sus consecuencias en la orientación del plano oclusal

Tomado de Marassi Carlo, Marassi Cesar: (2008) Retrusión anterior asistida con microimplantes. Dental Press J. Orthod. v. 13, no. 5, p. 57-74)

La Retrusión Anterior con vector de Fuerza Extrusiva, está indicado con escaso overbite o tendencia a la mordida abierta anterior. Es importante valorar previamente el grado de exposición de los incisivos superiores frente a esta mecánica, pues este vector hace que el plano oclusal gire en sentido horario y puedan quedar sobreexpuestos (sonrisa gingival). En el maxilar inferior el plano oclusal tiende a rotar en sentido antihorario, lo que ayuda al cierre de la mordida (Figura 62). (45)



Figura 62. Retrusión Anterior con vector de Fuerza Extrusiva  
Tomado de Marassi Carlo, Marassi Cesar: (2008) Retrusión anterior asistida con microimplantes. Dental Press J. Orthod. v. 13, no. 5, p. 57-74)

Por lo tanto, para optar por vectores intrusivos/extrusivos que contribuyan a la corrección del overbite alterado, debemos tener en cuenta las medidas cefalométricas: distancia del incisivo inferior al plano oclusal, ubicación del plano oclusal en relación a la comisura y el grado de la exposición del incisivo superior. (4)

La Retrusión Anterior con vector de Fuerza Intermedia (traslación), indicado en pacientes con overbite normal, cuando hay poca o ninguna alteración del plano oclusal. Incluso con un overbite normal, un vector de fuerza ligeramente intrusivo, se puede utilizar para compensar el aumento de la exposición de los

incisivos superiores por efecto de la extrusión aparente que tiene este movimiento (Figura 63). (45)

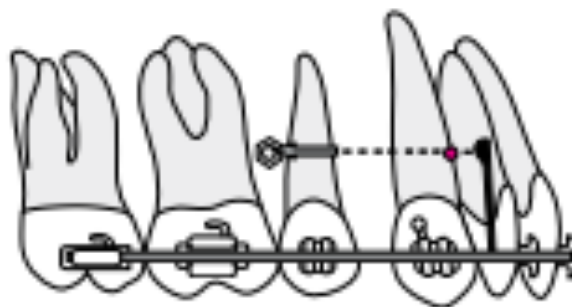


Figura 63. La Retrusión Anterior con vector de Fuerza Intermedia. Vectores de Fuerza pasan por el Centro de Resistencia (CR) de las piezas anteriores, por lo que la retrusión será sin modificaciones tanto verticales del plano oclusal anterior, como del Torque (Traslación)

Tomado de Marassi Carlo, Marassi Cesar: (2008) Retrusión anterior asistida con microimplantes. Dental Press J. Orthod. v. 13, no. 5, p. 57-74)

El control vertical de los incisivos también se puede lograr mediante la inserción de un microimplante en la región anterior para lograr intrusión durante la retrusión, esta mecánica está indicada en pacientes que presentan escasa altura de encía adherida (queratinizada) en el sector posterior, o un seno maxilar muy neumatizado que impide la colocación del microimplante más apicalmente. (45)

La altura del Poste / Gancho, como su ubicación sagital en el arco de acero, son también determinante en los vectores de fuerza generados durante la retrusión del segmento anterior. Con Postes cortos, los vectores son intrusivos sobre el sector que se va a retruir (control sobremordida) y si invertimos el poste hacia oclusal y cambiamos su ubicación de mesial a distal de canino, aumenta aún más el vector intrusivo sobre las piezas a retruir, para tener en cuenta también en pacientes con escasa altura de encía adherida en el sector posterior, o un seno maxilar muy neumatizado (Figura 60). (45)

Postes/Ganchos altos (tendencia Mordida Abierta anterior), proporcionando un vector de fuerza extrusivo sobre los incisivos, es estéticamente menos aceptado y depende de la profundidad del vestíbulo (Figura 62). (45)

Postes/Ganchos de altura intermedia a nivel del Centro de Rotación de las piezas anteriores, utilizadas cuando NO se desea realizar cambios verticales en el sector anterior a retruir. Vector de fuerza coincide con el centro de rotación del segmento anterior logrando un movimiento retrusivo en paralelo (Figura 63). (45)

La línea mucogingival establecería el límite apical de los microimplantes, ya que la encía adherida produciría mejores resultados y es más cómoda para el paciente (menos posibilidades de inflamación y movilidad del microimplante), por lo tanto el ortodoncista debería evaluar si lo coloca en la mucosa alveolar para lograr un vector más intrusivo, habiéndose descartado colocarlo de rutina sobre ella. (45)

Para la retrusión anterior con Anclaje Indirecto, la altura de colocación del microimplante NO es tan crucial como en el directo, ya que su papel será solo para

estabilizar el anclaje de los segmentos posteriores, mientras que el ortodoncista es probable que use la misma biomecánica de los tratamientos convencionales. (45)

A medida que avanza la retrusión anterior, el Punto de Aplicación de la Fuerza (Poste/Gancho) se acerca más al microimplante por lo que el vector de fuerza intrusivo se vuelve más marcado (vertical) sobre los incisivos. Puede ser necesario aumentar la altura del Poste durante la fase retrusiva para control del vector intrusivo (no continúe aumentando) y el plano oclusal anterior se mantenga estable sin sufrir modificaciones, más que las planificadas. (45)

La Inclinación de las piezas dentarias en los tres planos del espacio se debe a que un objeto responderá con un movimiento de rotación cada vez que se le aplique una Fuerza que no pase por el Centro de Resistencia del diente (Momento).(5,35,36) Si las Fuerzas Aplicadas coinciden con el centro de resistencia como para producir un movimiento lineal horizontal, en paralelo desde el ápice radicular al borde incisal (Traslación), la retrusión de las piezas anteriores se realizará manteniendo el Torque de éstas (los vectores de fuerza pasan por los centros de resistencia de ellas). (45)

Si esto no sucede se generan momentos alrededor del eje mayor del diente (rotación), en sentido vestibulo-lingual/palatina (Torque) a nivel de incisivos y mesio-distal (Tip) en los caninos. La Línea de Fuerza Aplicada durante la retrusión generalmente está por debajo del Centro de Resistencia de las piezas anteriores (con vector de fuerza intrusivo) generando una rotación hacia lingual/palatino obteniendo una disminución del Torque incisivo y del Tip en los caninos (Retroinclinación coronaria). (45)

Esa inclinación “incontrolada” continuará ocurriendo en la medida que la “holgura” o espacio entre el slot/ranura del bracket y las aristas del arco de acero sea eliminada. El arco de trabajo para la mecánica de cierre de espacio que se recomienda es .019”X .025” en brackets .022”X .028”, esa “holgura” entre el slot y el arco de 10° aproximadamente puede causar pérdida de inclinación vestibular (Torque) de los incisivos, especialmente en grandes retrusiones. Para obtener retrusión con aumento del Torque incisivo (Proinclinación coronaria), el vector de fuerza debe pasar por encima del Centro de Resistencia generando un momento de torque radiculopalatino. (45)

En la mecánica de retrusión con anclaje esquelético, Carlos y Cesar Marassi consideran que para corregir la sobremordida se coloca el microimplante a 8,0 mm del arco en el sector posterior y la altura del Poste lo más cercana al arco de acero entre el canino y el lateral. Si el caso fuera una mordida abierta o escaso overbite, el Poste se coloca a 8.0mm del sector anterior del arco y el microimplante en el sector posterior lo más cerca del arco de acero, para generar la extrusión incisiva. Para que la retrusión del sector anterior se realice en Paralelo (Traslación Pura) este autor considera colocar el microimplante en la unión de la línea mucogingival que va de seis a ocho milímetros por encima del arco, si sobrepasa ya genera fuerzas de intrusión, en el sector anterior recomienda la altura del Gancho/Poste a la altura de la línea mucogingival (coincidiendo con el Centro de Resistencia de las piezas anteriores). (45)

En resumen: considerar que no existe medidas exactas para la retrusión en bloque de los seis dientes anteriores con microimplantes, se toma en cuenta las condiciones con las que llegue el paciente si tiene sobremordida/mordida profunda anterior o tendencia a la mordida abierta anterior/leve overbite, se toma en consideración el

Punto de aplicación de las Fuerza (altura de los Postes) y la ubicación gingivo-oclusal y/o sagital de los microimplantes en el reborde alveolar. (45)

También Marassi recomienda en el momento de retracción hacer dobleces de compensación en el arco para evitar efectos de palatinización o vestibularización, intrusión y extrusión, en cambio San-Jin Sung y Kee-Joon Lee no manifiestan la importancia de los dobleces de compensación. (45,46,54)

Se recomienda la retrusión en bloque del sector anterior con anclaje directo al microimplante al no comprometer el anclaje de los sectores posteriores ya que no los utiliza como tal, además de ahorrar tiempo y ser más estética evitando los diastemas entre caninos y laterales. (4)

La retrusión del bloque anterior de canino a canino requiere una fuerza aproximada de 165 gramos por lado controlados por un dinamómetro, si las necesidades del caso implican que el sector anterior a retruir esté formado también por los premolares, no será necesario distalarlos por separado ya que el anclaje esquelético es suficiente para retruirlos juntos a los seis dientes anteriores. Solamente deberíamos aumentar la fuerza sumándole a los 165 gramos otros 75 gramos correspondientes al premolar. (4)

Dixon, manifiesta que la fuerza ideal de retrusión es de 150-200 gramos (43). Marassi en el 2008 consideró que la fuerza va de 150-300 gramos por cada lado para el cierre de 0,5 a un milímetro por mes, utilizando resortes de nitinol superelásticos, cadenas elásticas, módulos elastoméricos con ligadura metálica para la retrusión, siendo los más efectivos los resortes de NiTi. Aunque son supuestamente superelásticos, la fuerza ejercida por estos resortes debe medirse ya que la intensidad varía con la distancia entre el microimplante y el poste. (45,10)

Teniendo en cuenta que los resortes de espiras cerradas de NiTi de 9mm y 12mm leves generan una fuerza de 150 gramos si se extienden 12mm y 24mm respectivamente, aumentando a 200 gramos si son de fuerza media. (51)

Los ortodoncistas tienden a aplicar más fuerzas de las que creen que están aplicando, por eso es importante el uso del Dinamómetro. Los microimplantes pueden soportar fuerzas de aproximadamente 200-400 gramos, este límite suele variar según la biotipología del paciente. Los braquifaciales tienen límites mayores debido a que su tejido óseo presenta una cortical más gruesa y compacta, el trabeculado de la esponjosa es más denso con espacios medulares pequeños. (45)

La carga del microimplante puede realizarse el mismo día de su instalación, debido a que su estabilidad primaria es en gran medida a la retención mecánica y no a la oseointegración. El ortodoncista debe evitar fuerzas excesivas iniciales dado que los microimplantes tienden a aumentar gradualmente la estabilidad con el uso, como resultado de un aumento en la densidad en el hueso a su alrededor como respuesta a la demanda funcional (estabilidad secundaria). Por lo tanto, es recomendable comenzar la retrusión/mesialización con una fuerza más baja a lo planificada, para aumentar el éxito del anclaje esquelético. (45)

Es importante la simetría bilateral en la colocación de los microimplantes, pero pueden también utilizarse en forma unilateral para el control de línea media durante la retrusión. (45)

Kee-Joon Lee estudió la respuesta Biomecánica del segmento anterior durante la retrusión, según la posición sagital de inserción del microimplante en el reborde alveolar. En 2011, evaluó a Treinta y seis mujeres que requieren máxima retracción de los incisivos porque tienen biprotrusión, las cuales se dividieron en dos grupos: grupo A: utilizaron un microimplante entre el premolar y el molar, y grupo B: utilizaron el microimplante entre los premolares (mesial de segundo premolar), como se observa en la Figura 64. (54)

Se realizaron mediciones cefalométricas, esqueléticas y dentales, donde se obtuvieron los cambios luego del cierre del espacio. El valor de la retrusión anterior (medido en milímetros) fue significativo y prácticamente igual en ambos grupos sin cambios en la posición del molar. Durante la retrusión tanto el grupo A como el B se modificó la posición vertical de los bordes incisales como los de sus ápices radiculares (intrusión). El grupo B mostró una intrusión significativamente mayor tanto en el borde incisal (1,59 +- 1,53mm) como en el ápice de la raíz (2,89+- 1,53mm) respecto al grupo A. (54)

Según los resultados, la retrusión con la intrusión simultánea, se puede conseguir de manera efectiva mediante el uso de microimplantes entre los premolares en pacientes con extracciones, sin la intervención de una mecánica intrusiva. La selección del sitio de colocación/inserción pareció ser un determinante importante para el patrón de desplazamiento resultante del segmento incisivo. (54)

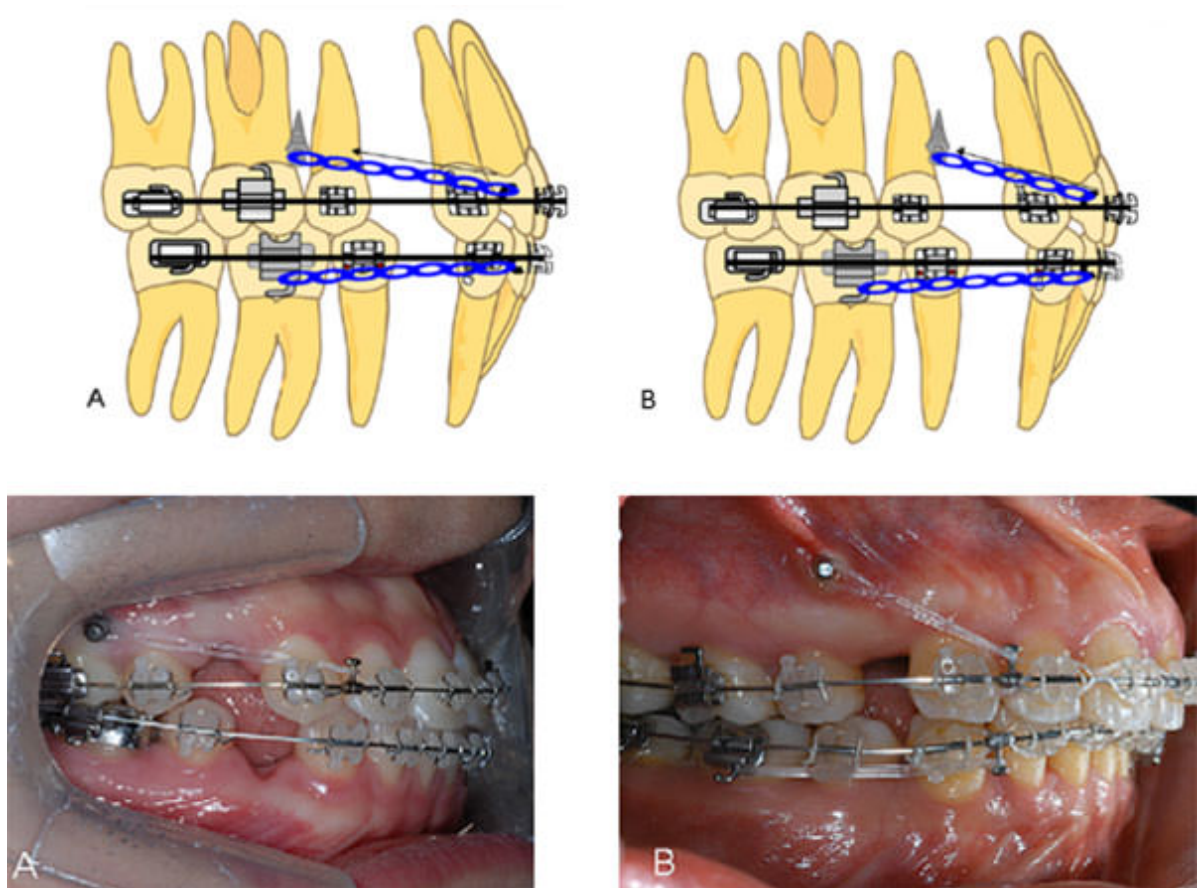


Figura 64. Esquema y fotografías intraorales. Grupo A: inserción del microimplante entre el premolar y el molar. Grupo B: inserción del microimplante entre los premolares (mesial de segundo premolar).

Tomado de Kee-Joon Lee y col. (2011) Patrón de desplazamiento del arco maxilar en función de la posición del minitornillo en la mecánica de deslizamiento Am J Orthod Dentofacial Orthop; 140:224-32

Para casos donde se trabaja con Arcos Seccionados por distal de los caninos, el Centro de Resistencia sufre un desplazamiento hacia adelante, quedando a nivel del incisivo central, sobre la línea media del paladar y a nivel de la unión del tercio cervical con los 2/3 apicales de la raíz. (4)

La tracción desde un Poste Bajo genera una rotación del bloque dentario anterior porque la dirección de la fuerza pasa por abajo del Centro de Resistencia, de tal manera que los caninos se intruyen y los incisivos se extruyen. Por lo tanto, se genera un momento de rotación en el bloque anterior donde las estructuras dentarias ubicadas por detrás del Centro de Resistencia suben (canino) y las ubicadas por delante descienden (incisivos). (4)

La manera de evitar este tipo de movimiento raras veces deseado, es colocando un Poste Alto por distal de caninos, donde su parte activa coincide con la posición del Micro, de manera que la tracción tenga una dirección paralela al Plano oclusal. Esta mecánica se denomina: de Cero Fricción, porque no interviene el deslizamiento del arco dentro de los brackets y tubos. (4)

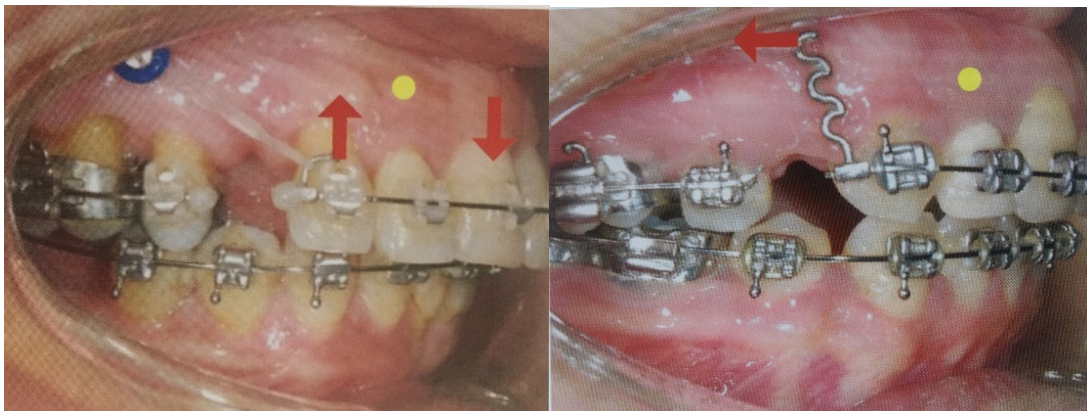


Figura 65. Mecánica de retrusión de Cero Fricción. La forma de evitar el movimiento indeseado de la foto de la izquierda, es colocar un poste alto que eleve el vector de retrusión haciéndolo pasar a la altura del Centro de Resistencia, de esta manera el bloque dentario anterior se retruye sin movimientos verticales.

Tomado de: Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Gregoret G. (2015) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto Segunda Edición (p. 272)

**10.4.2. Resumen de cómo controlar el OVERBITE y el TORQUE en la retrusión anterosuperior (Figuras 66,67 y 68)**

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

Figura 66. TORQUE INCISIVO EN LA NORMA: AP misma altura CR

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

Figura 67. TORQUE INCISIVO AUMENTADO AP a incisal (por debajo) de CR

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

Figura 68. TORQUE INCISIVO DISMINUIDO AP a gingival (por encima) de CR

Figuras 66,67 y 68 tomado de Muño E. J; Haenggi M; Gumiela M. A.; Carthy M. J. (2020) Vectores de fuerza generados con microimplantes en la retrusión en masa del sector anterosuperior. Rev. Ateneo Argent. Odontol; 62(1): 40-51, jun. 2020.

### 10.4.3- Mesialización con microimplantes

La mesialización de los sectores posteriores siempre es una tarea complicada que implica el movimiento de piezas dentarias con una superficie periodontal de mayor magnitud. Esto se ve acentuado en el maxilar inferior debido a las características topográficas de la mandíbula y también por la fragilidad del anclaje del grupo anterior si lo utilizamos como punto de apoyo para la mesialización de molares inferiores como se observa en la Figura 69. (4,6)

Con la mecánica convencional la mesialización de los sectores posteriores se refieren a dos aspectos: la calidad y cantidad de los efectos parásitos que se generan como consecuencia de la Tercera Ley de Newton y que deriva en la generalmente indeseada retrusión del sector anteroinferior y en el tiempo que conlleva el cierre de espacios por mesialización. (4,6)

Esto ocurre porque dentro de la mecánica convencional, para minimizar el compromiso del sector anteroinferior, generalmente se opta por mesializar diente a diente, con resortes comprimidos de NiTi (por presión) que movilizan la pieza a mesial de este y que en definitiva, siempre termina generando un desfavorable efecto de distalamiento sobre las piezas posteriores debido a su acción recíproca, aunque lo minimicemos rebatiendo/doblando el arco a distal del segundo molar. (4,6)

Este movimiento de “ida y vuelta” deberá recuperarse en la finalización de la maniobra mecánica, prolongando el tiempo de tratamiento cuando en esas etapas la cooperación y motivación del paciente podrían ser escasas. Por lo tanto resulta muy útil recurrir al anclaje esquelético para auxiliarnos en estos dos aspectos: disminución de los efectos parásitos asociados y del tiempo de la maniobra. (4,6)



Figura 69. Efecto típico de la mesialización con mecánica tradicional donde la pérdida de anclaje del sector posterior produce una retrusión del sector anteroinferior perdiendo la clase I canina. La flecha azul representa la acción. La flecha roja y verde representa la reacción y sitio de anclaje.

Tomado de Gregoret J, Tuber E., Escobar H., Gregoret G. (2015) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto Segunda Edición (p. 274)

No existen ventajas mecánicas significativas en la arcada superior con la utilización de microimplantes frente a la mecánica tradicional debido a que en la mayoría de los casos el sector anterior puede ser usado como anclaje para la mesialización posterior como se ha explicado anteriormente. Sin embargo, en casos de escaso overbite, piezas tratadas periodontalmente con pérdida de inserción y magnitudes importantes de mesialización se indica la utilización de Microimplantes para evitar los movimientos “parásitos” sobre la unidad de anclaje anterosuperior, como muestra la Figura 70. (4,6)



Figura 70. Otro caso de movimiento indeseado de la mecánica convencional, esta vez en la arcada superior al colocar un resorte de tracción de NiTi del hook del 13 al del 17, (presentaba pérdida del 16 y agenesia del 14). Se cambia la mecánica colocando un resorte comprimido de NiTi entre el 2º y 3º molar con doblez del arco a distal de este último, para que la reacción no se manifieste más sobre la Unidad de Anclaje Anterior, ya que ha alterado la correcta guía anterior (incisiva/canina) que tenía la paciente

Fotos tomadas en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por Marcelo Mochó Hyryta

Para la biomecánica de mesialización, por ser una maniobra de segunda fase, la sección del arco debe ser acero de .017" hasta .019"x .025". Estos diferentes calibres de arco poseen las mismas características de comportamiento nombradas anteriormente durante la fase retrusiva. Se utilizan micros de una longitud cercana a los seis-ocho milímetros por cada hemiarcada que debemos mesializar, con los mismos elementos auxiliares activos elásticos antes nombrados. (4,6)

Si el microimplante se utiliza como anclaje indirecto se necesitará además una sección de alambre de acero rectangular para que se solidarice el micro a las piezas dentarias anteriores, este dispositivo puede variar en diseño, pero siempre busca el mismo efecto. (4,6)

La zona primaria de recepción del microimplante para mesializar molares inferiores es en el proceso alveolar, la tabla vestibular por distal de caninos (espacio interradicular) y a una altura cercana a la unión mucogingival si la separación de las raíces lo permitiera. Desde esta posición se podrá trabajar tanto por anclaje directo como indirecto. Cuanto más cercano al fondo de surco se coloque mayor será el vector de intrusión generado. También el micro puede ser ubicado por mesial de canino, espacio con buena separación de raíces debido a la inclinación distal de la raíz del canino dada por información de la aparatología. (4,6)

Conviene, para la colocación y la maniobra de mesialización, tener consolidado el punto de contacto entre canino y premolar. La tracción hacia adelante del primer molar se realizará por anclaje directo, donde el elemento elástico activo tracciona al molar directamente desde el microimplante. (4,6)

El Punto de Aplicación de la Fuerza está a nivel del hook del tubo del molar y el Centro de Resistencia se encuentra por debajo, entre la furcación de las raíces. Sabemos que cualquier Fuerza aplicada por fuera del Centro de Resistencia de la pieza dentaria genera una rotación/inclinación alrededor de su eje mayor (Momento) y éste puede darse en los tres planos del espacio. (4,6)

En el plano sagital se dará la Inclinación mesio-distal o movimiento de 2º orden (tip), en el plano frontal o coronal Inclinación vestibulo-lingual o movimiento de 3º orden (torque) y en el horizontal/oclusal se da la Rotación alrededor de su eje mayor o movimiento de 1º orden. Durante la mesialización del 1º molar, el Momento generado en cuanto a la Inclinación (2º orden) es en sentido antihorario en el cuadrante III y horario en el IV y, en cuanto a la Rotación (1º orden), es horario en el cuadrante III y antihorario en el IV, como muestra la Figura 71. (4,6)

La pieza se inclinará hacia mesial e intentará rotar hacia mesio-lingual. Como el arco que se está utilizando es un arco de acero de .019 x .025, la pieza dentaria sólo se Inclinará y Rotará los grados que le permita el desajuste que existe entre las aristas del arco y el tubo molar, siendo contenido por la rigidez del arco. Esto hace que el rozamiento aumente notablemente en esta sección del arco. Se genera, allí, una Traba Real al generarse puntos de fricción allí donde entran en contacto el tubo con el arco (Binding). Los sucesivos intentos por mesializar al molar intentarán mesializar, también, a todo el arco de acero. Como este arco se halla ligado a las piezas anteriores, el efecto parásito asociado es la Protrusión de toda la Arcada Dentaria con pérdida de la Guía Anterior (guía Incisiva y/o canina) como se observa en la Figura 72. (4,6)

Esto resulta prácticamente inevitable, pero, de cualquier modo, se puede prevenir la aparición del efecto “parásito” asociado si se tiene en cuenta que:

- Es importante la presencia de un muy buen overbite en el sector anterior que minimice la protrusión incisiva (inferior). (4,6)
- La mesialización debe realizarse con algún elemento elástico que le permita al molar realizarla en dos tiempos. Cuando el molar se inclina hacia mesial, en un segundo momento lo intentará hacer la raíz. Pero si el elemento activo elástico no cesa de traccionar (ej.: resorte cerrado de NiTi), este último movimiento no se realizará y se mantendrá la traba del tubo sobre el arco (efecto binding permanente); para evitar esto, utilizamos cadena elástica elastomérica con 150 gramos de tracción que se cambia cada 30 días, aproximadamente. De esta manera, permitimos que la cadena elástica elastomérica cumpla con dos ciclos. El primer ciclo de actividad que mesializará la Corona y, luego de degradada por su permanencia dentro de la boca, un segundo ciclo de inactividad que mantiene a la corona mesializada al tiempo que permite la recuperación/enderozamiento mesial de la Raíz. (4,6)
- Se puede trabar la protrusión uniendo al canino con el microimplante mediante un elemento rígido (trozo de alambre de acero .016”x.022”). (4,6)

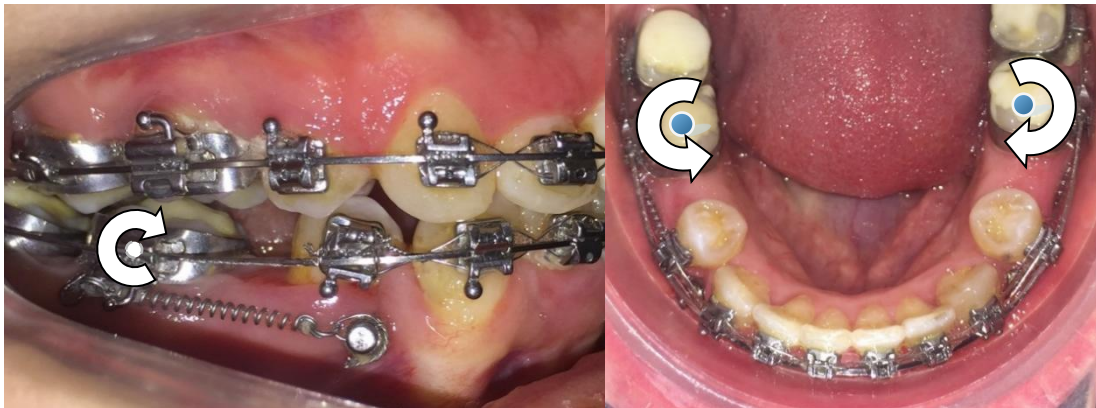


Figura 71. La tracción por encima del Centro de Resistencia genera una Inclinación Mesial del molar (izquierda). La tracción por vestibular del Centro de Resistencia genera una Rotación mesio-lingual del molar (derecha). Ambas rotaciones generan un efecto BINDING sobre las cuatro caras del arco.

Fotos tomadas en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por Marcelo Mochó Hyryta

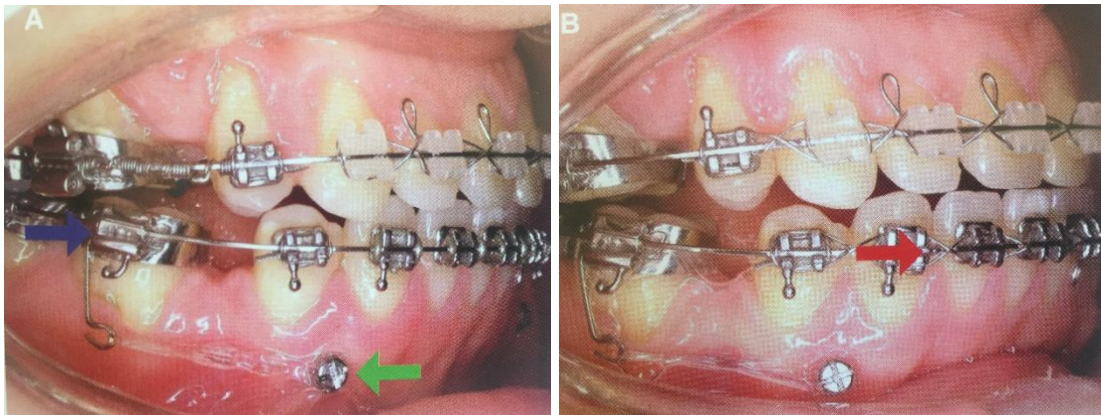


Figura 72. Respuesta biomecánica de la mesialización molar con anclaje esquelético. Flecha azul: acción, flecha verde: sitio de anclaje y flecha roja: reacción. La tracción se produce con un poste bajo (a nivel del Centro de Resistencia) minimizando la inclinación mesial del molar, buscando la traslación. Igualmente esta forma de activación tampoco controla la rotación mesio-lingual del molar (el poste bajo sigue manteniendo la tracción a vestibular del Centro de Resistencia) generando un aumento de fricción entre el tubo y el arco de acero, este efecto BINDING produce el avance de todo el arco y la consecuente protrusión de los incisivos, con pérdida de la guía anterior.

Tomado de: Gregoret J, Tuber E, Escobar H., Gregoret G. (2015) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto Segunda Edición (p. 278)

Una vez finalizada la mesialización del 1º molar, se lo ligará con ligadura metálica en “ocho” a todo el sector anterior para evitar la recidiva del reciente movimiento. Durante el trabajo con el 1º molar, el 2º también se estuvo mesializando por acción de las fibras transeptales que unen las coronas. Si el espacio entre premolar y molar era de cuatro milímetros, el espacio remanente para terminar de cerrar los espacios entre los molares será, aproximadamente, de la mitad del anterior. (4,6)

Para terminar la mesialización de los 2º molares, podemos recurrir a la misma maniobra utilizada en el 1º molar. El nuevo efecto parásito que puede presentarse es la Expansión Lateral del 2º molar con la aparición de una relación cúspide a cúspide que abre la mordida, como lo muestra la Figura 73. Este efecto se da porque el punto de aplicación de la fuerza es por fuera (vestibular) del centro de resistencia que controla la rotación del molar y genera un momento de rotación mesiolingual que lo expande. (4,6)

Si bien en el 1º molar también está presente este momento de fuerza que intenta expandir la arcada, se compensa por la presencia del segundo molar que lo contiene. Sin embargo, cuando llega el momento de mesializar al segundo molar, no existe por distal ninguna pieza capaz de contener este efecto parásito (el arco en el extremo aumenta su flexibilidad y cualquiera sea la última pieza se podría expandir al intentar mesializarla desde un microimplante). (4,6)

Para controlar este efecto parásito, conviene tomar la distancia de la fosa principal del 2º molar derecho al izquierdo. Así, de mes a mes, tendríamos la posibilidad de diagnosticar una expansión indeseada cuando recién esté comenzando y no en un estadio más avanzado que resultaría más difícil de corregir. Este efecto NO ocurre

siempre porque el molar puede estar contenido por la rigidez del arco de acero y/o línea oblicua externa, elemento natural de contención. (4,6)

Para solucionarlo, podemos:

- Contraer ligeramente el arco de acero en la zona de molares (aproximadamente 7 mm por lado). (4,6)
- Traccionar el 2º molar con anclaje indirecto (cadena elástica de 1º molar a 2º molar y ligadura metálica de .020/.025 de 1º molar a microimplante). El efecto de expansión es mucho menor, pero, si el microimplante se afloja, se puede retruír toda la arcada, efecto típico de la mecánica tradicional. (4,6)
- Utilizar tracción lingual, además de la vestibular, mediante la colocación de un par de botones adhesivos en las caras linguales de los molares y/o premolares. Es necesario, asimismo, unir el 1º molar con el microimplante para evitar la retrusión de la piezas que sirven de anclaje al botón. (4,6)



Figura 73. Expansión lateral al colocar la cadena elástica desde el micro al hook de la banda del 37 para su mesialización

Tomado de: Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Gregoret G. (2015) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto Segunda Edición (p. 279)

La fuerza aproximada necesaria para la mesialización de un premolar y un molar se realiza con 60 y 100 gramos respectivamente. La frecuencia de los controles tanto en la mesialización como retrusión con microimplantes debe ser mensual (cambio de cadenas elásticas elastoméricas), aunque con los resortes de NiTi no necesitan recambio, al no desactivarse por el uso continuo y con solo estar estirados aportan la fuerza suficiente para el cierre de espacios, pero se controlarán que no estén produciendo alguna laceración de los tejidos blandos. (4)

También en los controles deberá confirmarse que el sistema desliza sobre los brackets y los tubos del sector posterior (solo en los casos donde se utilice arco continuo hasta molares). La fricción a ese nivel puede aumentar por dos razones: depósito de detritus/sarro o cemento sobre la aparatología y la deformación del arco que genera el efecto Notching. Cualquiera de estos dos efectos por separado puede perfectamente detener el movimiento de cierre de espacios, por lo que deben ser cuidadosamente controlados durante el transcurso de la utilización de esta mecánica de deslizamiento. (4)

## 11. PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS QUE ACELERAN EL CIERRE DE ESPACIOS

Uno de los problemas con los pacientes adultos consiste en la duración de los tratamientos de ortodoncia, lo que puede llevar algunas veces a rechazar el inicio de un tratamiento. Muchas veces se ha intentado acortar la duración de este mediante estimulación mecánica, cirugía, fibrotomías, inyección de medicinas. En la última década han proliferado los procedimientos que aceleran el recambio óseo mediante procedimientos quirúrgicos, lo que conlleva la aparición del Regional Acceleratory Phenomenon (RAP) o Fenómeno de Aceleración Regional (FAR), aumentando el movimiento dentario. (55)

Básicamente, este fenómeno se explica por la liberación de calcio desde el hueso alveolar, creando una osteopenia reversible y, por lo tanto, un descenso de la masa ósea en densidad, pero sin cambio en el volumen. Algunos estudios han señalado que el tratamiento ortodóncico puede acortarse tres o cuatro veces más mediante estos procedimientos. (55)

En la especialidad de Ortodoncia se utilizan las CORTICOTOMÍAS de forma previa al tratamiento con aparatología fija para producir un Fenómeno de Aceleración Regional (FAR) que facilita el movimiento dental. Es un procedimiento quirúrgico que acelera de manera significativa el cierre de espacios por extracción, definiéndose como una osteotomía controlada y limitada a la tabla ósea cortical. (55)

Consiste en una maniobra quirúrgica en la cual se realiza un corte o una perforación en la porción cortical del hueso. La principal diferencia entre la Corticotomía y Osteotomía es que la primera es un adelgazamiento de la cortical sin penetrar la medular (esponjosa), en tanto que la segunda es un corte completo a través de la cortical hasta el hueso medular. (55)

Las corticotomías o la decorticación alveolar selectiva (SAD), solo el hueso cortical es cortado, perforado o mecánicamente alterado, pudiéndose realizar con instrumental cortante de mano como rotatorios de baja o alta velocidad e instrumentos piezoeléctricos; todos éstos con abundante irrigación. (55)

Mediante este procedimiento se activan los osteoblastos y osteoclastos facilitando el movimiento dental con una respuesta favorable para el hueso. La corticotomía para el tratamiento de ortodoncia puede ser considerada una terapia intermedia entre la cirugía ortognática y ortodoncia convencional. (55)

Ventajas: aumento en los límites de los movimientos dentales; disminución del tiempo del tratamiento; incremento de la tasa de movimiento dental; disminuye la hialinización del ligamento periodontal en las paredes alveolares que ocasionan los movimientos fuertes y extensos; reduce en gran medida el tiempo de tratamiento sin producir efectos adversos en el periodonto y la vitalidad de los dientes; permite corregir los defectos anatómicos vestibulares en forma de depresión que suelen acompañar a la cresta alveolar estrecha. Menos reabsorción radicular debido a la resistencia disminuida del hueso cortical. (55,56)

No es aplicable para todos los pacientes en general, la selección del paciente dependerá de su situación sistémica y oral para determinar si es candidato o no para este procedimiento (que ya de por sí estaría contraindicado el tratamiento ortodóncico). Pacientes con algún signo de enfermedad periodontal activa y con problemas endodónticos tratados de forma inadecuada. No se indican en pacientes

que toman suplementos de calcio, por ejemplo; para el tratamiento de osteoporosis, o medicación a largo plazo como bifosfonatos, inmunosupresores, ya que interfieren en el RAP al disminuir el recambio o metabolismo óseo, la actividad osteoclástica por aumentar la captación de calcio. (56)

De igual manera los pacientes que toman antiinflamatorios no esteroideos (AINES) a largo plazo (frecuentes para el tratamiento de artritis reumatoide) no se consideran candidatos a realizar esta técnica porque el AINE interfieren en el proceso inflamatorio sobre la producción de prostaglandinas, y la osteopenia que ocurre como parte del RAP se considera un proceso inflamatorio estéril. (56)

La ausencia de hueso medular que proporcione adecuada vascularización, enfermedad periodontal activa, una cresta ósea delgada o dientes con tratamiento de endodoncia inadecuado o con reacción periapical previa a la cirugía, anquilosis, enfermedades sistémicas como diabetes no controlada, discrasias sanguíneas o coagulopatías. (56)

Una de las limitantes de la corticotomía es el volumen de la tabla ósea bucal. Dado que el procedimiento requiere del levantamiento del colgajo a espesor total más allá de los ápices dentarios, estaría contraindicado en zonas con ausencia de las tablas óseas bucales lo cual resultaría en recesión del tejido marginal. (56)

En la Anquilosis: el aumento de recambio óseo y la baja densidad ósea forman el entorno para que el ligamento periodontal medie el proceso por el cual los dientes se mueven más rápido. La ausencia de ligamento periodontal en los casos de anquilosis impide este proceso. (56)

Es importante tener un remanente óseo de diez milímetros en sentidoápico-coronal, en sentido vestíbulo lingual debe tener un ancho de siete milímetros como mínimo, el espesor del hueso cortical debe ser de al menos tres milímetros, existiendo una cantidad suficiente de hueso medular entre las corticales óseas para evitar fracturas. (56)

Las complicaciones más frecuentes son periodontales. A pesar de las ventajas comentadas al respecto, contradictoriamente, los principales efectos adversos de la técnica también se dan a ese nivel, siendo las más relevantes la posible pérdida de papila interdental, disminución de encía insertada, recesiones gingivales, reabsorción del hueso alveolar y defectos periodontales en casos de distancia interdental corta. (56)

Por lo tanto, se recomienda realizar controles periodontales mensuales simultáneos al tratamiento de ortodoncia, en los cuales debe observarse una buena preservación de la papila interdental, así como la ausencia de bolsas mayores de tres milímetros, recesión gingival mayor de un milímetro, necrosis, pérdida de altura del hueso alveolar en las radiografías y reabsorción radicular en las mismas. Pueden aparecer hematomas subcutáneos en la cara y cuello tras realizar corticotomías intensas. Además, pueden esperarse signos de inflamación postoperatoria y dolor de carácter leve durante algunos días. (56)

El siguiente estudio de Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A.: ¿La corticotomía alveolar acelera el movimiento dental ortodóncico al retraer los caninos superiores? J. Oral Maxillofac Surg. 2014; 72[10]:1880-9, fue evaluar la eficacia de la corticotomía en el aceleramiento del Cierre de Espacios por extracción. (55)

Para realizar el estudio se escogieron 30 pacientes (15 hombres y 15 mujeres) con dentición permanente entre 15 y 24 años, a los que el tratamiento de ortodoncia comprendía la extracción de premolares y la consecuente retracción de los caninos. Al ser un diseño de estudio splitmouth, en un lado de la boca del paciente se retrajo el canino de manera convencional y en el otro lado se practicó la corticotomía descrita por Wilcko. (55)

En ambos lados el cierre de espacios se realizó sobre un arco de acero de .019" × .025" y con resortes de nitinol de 120 gramos de fuerza. Se midió la velocidad del cierre de espacio en ambos lados a la primera, segunda, cuarta, octava y doceava semanas, y también los niveles de dolor y discomfort durante la primera semana tras la cirugía. Los resultados del estudio mostraron que en el lado donde se practicó la corticotomía el movimiento fue cuatro veces más rápido que en el lado control, tanto en hombres como en mujeres. (55)

Respecto a los niveles de dolor, el 50% de los pacientes reportaron dolor extremo durante la masticación los dos primeros días, pero al cabo de una semana el dolor disminuyó de manera significativa y ningún paciente refirió dolor extremo. No se permitió la toma de antiinflamatorios no esteroideos durante la duración del estudio por posible interferencia con el fenómeno RAP. Al preguntar a los pacientes qué procedimiento quirúrgico fue más molesto (extracciones o corticotomía), la mayoría indicó que las extracciones fueron más traumáticas. La aceleración del movimiento dental fue más significativa en las primeras semanas, disminuyendo de manera importante entre las semanas ocho y doce. (55)

## **12. CONCLUSIÓN**

El cierre de espacios ha sido realizado con dos tipos diferentes de Mecánicas "convencionales" (Arco Poste y DKL), de las cuales, si se realizaban teniendo la idoneidad necesaria en su manejo clínico y conocimiento de sus limitaciones, se podían conseguir generalmente los objetivos planificados en la segunda fase en un lapso de tiempo acorde a lo programado. Pero sin dudas la llegada del anclaje esquelético a través del microimplante contribuyó notoriamente a solucionar muchos de los inconvenientes que se presentaban en la ortodoncia y específicamente en lo relacionado al cierre de espacios como resolver el anclaje del sector anterosuperior o la mesialización del sector posteroinferior, que a pesar de haberse tomado todos los recaudos necesarios, muchas veces no lográbamos los resultados esperados por los inconvenientes propios de la mecánica (acción y reacción). Por lo tanto ha sido una herramienta de incalculable valor para el especialista incorporar su uso en la práctica diaria, sin desestimar o desechar las mecánicas convencionales descriptas.

El DKL o el Arco Poste a distal del canino (en un tiempo), han sido herramientas muy versátiles y fueron utilizadas desde mecánicas de anclaje máximo al anclaje mínimo, pero su principal indicación fue en mecánicas de anclaje moderado (Clase II de media cúspide/incompleta). En ambos casos fue difícil que se obtuviera el desplazamiento distal del sector anterior sin que se produjera algo de mesialización del segmento posterior, ya que entre ambas mecánicas no hubo diferencias significativas en relación a la pérdida de anclaje, aunque erróneamente se afirmaba que la Mecánica de Deslizamiento consumía más anclaje que la Mecánica de Anclas.

Igualmente, el especialista siempre tuvo que estar atento al comportamiento del anclaje posterosuperior durante la retrusión, por si se produjo una pérdida de anclaje sin haberse producido el distalamiento anterior planificado, para imponer un cambio en la mecánica.

Una ventaja notoria del DKL ha sido principalmente en que el grado de retrusión radicaba en la magnitud de activación de sus ansas (generalmente no más de 1mm), en cambio el Arco Poste la magnitud de retrusión variaba según qué tipo de elemento auxiliar generador de fuerza que estábamos usando (sea resorte de espiras cerradas de NiTi o cadena elastomérica). Esto resultaba en un problema si el paciente se ausentaba por un periodo de tiempo prolongado y si uno de estos elementos auxiliares se averiaba o se salía de su anclaje, donde se generaba una activación unilateral con el probable desvío de la línea media.

La biomecánica del arco DKL ha permitido compensaciones (ligando las ansas), las cuales disminuyeron las inclinaciones vestibulo-palatina y extrusiones dentarias (control del torque anterior), en comparación con el Arco Poste que no aceptaba compensaciones.

Según la forma en que se activaba el DKL nos permitía un mayor control vertical anterior. Por tracción distal en pacientes con tendencia a la mordida abierta y con retroligadura de acero al ansa distal, para control de la sobremordida.

Constantemente se evalúan como se han comportado clínicamente los segmentos posteriores y anteriores, para determinar si estos necesitaban un cambio de mecánica durante el cierre de espacios. De una mecánica de anclaje moderado pudimos pasar a una de mínimo, máximo anclaje o incluso anclaje esquelético para cumplir con los objetivos gnatológicos (oclusión mutuamente protegida), que propusimos en nuestro plan tratamiento.

En caso de aplicada una mecánica de anclaje moderado para una Clase II incompleta (cúspide-cúspide) y en el transcurso del tratamiento pasamos a una Clase II completa (se mesializa más de lo que se retruye), los requerimientos de anclaje pasaron a ser máximos. Aunque nos apoyábamos en todo el arsenal de aparatología auxiliar que reforzaba el anclaje, estaba además indicado principalmente la mecánica de deslizamiento con Arco Poste en dos tiempos "convencional". Esta mecánica también es utilizada en caso que la unidad de anclaje se encuentre debilitada por falta de alguna pieza o la cantidad de superficie radicular que se opone a la mesialización se encuentra disminuida por ser un paciente periodontal (en etapa de mantenimiento), o se modificó la mecánica a un Anclaje Esquelético directa o indirecta. En caso que se hayan realizado compensaciones de Clase III, tanto con una mecánica de anclaje máximo o moderado, es indistinto utilizar como recurso al DKL o el Arco Poste en un tiempo por las características de anclaje dispares del sector anterior y posterior. En caso de anclaje moderado se incluye hasta el 1º molar de manera de "desestabilizar" el sector posterior facilitando el cierre de espacio. La mesialización del 2º premolar y el 1º molar en casos de anclaje mínimo, o en los casos de anclaje moderado, cuando habiendo conseguido la posición sagital del grupo anterior y quedan espacios por cerrar, se debió realizar involucrando lo menos posible la unidad de anclaje anterior (a pesar de las variantes para aumentar su anclaje). La utilización de resortes de espiras abiertas de NiTi comprimidos a distal de la pieza a mesializar ha sido opción válida, y posterior tracción del 2º molar con elementos activos elásticos, del que no estamos exentos

de movimientos retrusivos indeseados en el sector anterior. Una mecánica de deslizamiento con anclaje esquelético ha sido lo indicado para evitarlo.

Aunque la unidad de anclaje anterosuperior no había presentado una disparidad tan elocuente al sector posterosuperior en lo que respecta a la cantidad de superficie radicular como ocurre en la arcada inferior, es conveniente para minimizar la reacción de la 3ª Ley de Newton al máximo y evitar contratiempos mayores, que la mecánica de deslizamiento utilizada sea igual al del maxilar inferior. Se ha mesializado las piezas posteriores de manera individual con resortes comprimidos y tracción el 2º molar. La tracción de manera individual de todas las piezas posteriores con los elementos activos elásticos, anclados en el ansa distal del DKL o al Poste (a distal del canino) o al Hook de éste, no ha sido recomendable debido a que los movimientos parásitos en el sector anterior fueron inevitables, aún con un correcto overbite (generando movimientos de ida-vuelta). La mejor manera de evitar estos movimientos indeseados (parásitos) ha sido utilizando la mecánica con microimplantes como anclaje indirecto, (reforzando la unidad de anclaje anterior), o utilizarlos como anclaje directo para realizar la tracción del sector posterior.

En mecánicas en el cual se precisaban cerrar grandes espacios (extracciones NO por alineamiento) para el Cierre de Eje Facial en pacientes con patrones de MAE, o en Discrepancias Sagitales de Clase II Esquelético que pueden ser compensadas, la utilización de una mecánica de deslizamiento con microimplantes (Anclaje Esquelético) ha sido de mucha utilidad evitando los movimientos parásitos, reduciendo el tiempo de tratamiento.

El tamaño de Arco que más se aceptó para el Cierre de Espacio fue el .019"x .025". Optimizaba la mejor relación deslizamiento del sector posterior con la expresión del torque anterior. El Acero ha sido la elección por su dureza, rigidez torsional y flexional, baja resistencia friccional, facilidad de dobleces en ángulo y bajo costo, por lo que superó con creces su baja memoria/deformación elástica y una menor energía almacenada.

Se han utilizado los resortes cerrados de NiTi como elementos elásticos generadores de fuerza de forma continua y constante, ofreciendo para algunos autores ventajas clínicas indiscutibles en el cierre de espacios respecto a las cadenas elastoméricas que justifican su mayor costo. Pero para otros la degradación estructural que sufrían estas con el paso de los días actuando en boca permitían generar movimientos dentarios (en algunos casos) de mayor magnitud en el mismo período de tiempo y/o minimizar movimientos parásitos como en la mesialización de molares durante la mecánica de deslizamiento con microimplantes. Por lo tanto, todavía NO hubo ensayos clínicos concluyentes que justifiquen el uso exclusivo de los resortes de NiTi en la mecánica de cierre de espacios, salvo la facilidad de que no siempre en cada cita necesitan ser ajustados o que esta se tenga que postergar más de acostumbrado.

La Fuerza Óptima (magnitud) aplicada para el logro de un desplazamiento dental óptimo, se produce dentro del rango de los 100 gramos por cm<sup>2</sup> de superficie radicular enfrentada al movimiento. La retrusión en bloque de los 6 dientes anterosuperiores que se ha utilizado en la mecánica de apertura y recuperación de ansas, como con la mecánica de deslizamiento convencional es de 150-200 gramos por hemiarcada para minimizar la reacción sobre la unidad de anclaje posterior.

El Binding y el Notching han sido los principales factores de la Resistencia al Deslizamiento, donde la Fricción ha sido también una parte de la misma, habiendo tenido una influencia clínica baja durante la Mecánica de Deslizamiento, por lo que no era un término adecuado denominarla “Mecánica con Fricción”.

El Binding no puede ni debe eliminarse en la mecánica ortodóncica de deslizamiento, debe conocerse y/o manejarse adecuadamente para un control dentario adecuado, ya que permitió el efecto “cupla” necesario para el enderezamiento/verticalización de las raíces luego de haber sido inclinadas las coronas (efecto incremental) frente a fuerzas adecuadas que generaron los elementos auxiliares activos elásticos usados en la retrusión y/o mesialización, además de haber controlado inclinaciones, rotaciones, torques (limitó el movimiento coronario en los tres planos del espacio).

La posición sagital del Poste (mesial canino) en el arco de acero, en la mecánica por deslizamiento convencional permitió “disminuir” el anclaje del sector anterior, al ser distalizado el canino en un primer tiempo y los cuatro incisivos en un segundo tiempo. La respuesta Biomecánica del Sector Anterior en la Retrusión varió si el poste está ubicado a mesial o distal del canino. Si estaba a mesial del canino, permitía tener un mejor Control del Torque Anterior en relación a la Atura del Poste con el Centro de Resistencia por ubicarse más cerca de este con respecto al Poste a distal del canino, que produjo solamente una retroinclinación variable dependiendo la altura del poste.

En la biomecánica de deslizamiento con anclaje esquelético, la relación de la Altura del Poste con la Microimplante en el reborde alveolar, permitió el control Vertical del diente o grupo dentario a desplazarse, y la relación de la Altura del Poste con el Centro de Resistencia del diente o grupo dentario, permitió el control del Torque en la retrusión del sector anterior y de la Inclinación en la mesialización del sector posterior.

La respuesta biomecánica del segmento anterosuperior durante la retrusión, se modificó según la posición sagital de inserción del Microimplante en el reborde alveolar, si este estaba ubicado entre el primer molar y el segundo premolar el vector de fuerza era menos intrusivo que si se encontraba a mesial del segundo premolar.

La biomecánica de retrusión anterior con Arco Seccionado o de “Cero Fricción” con microimplante, se ha realizado con un Poste Alto a la altura de este para evitar movimientos indeseados.

La mesialización posteroinferior o posterosuperior durante la mecánica de deslizamiento con microimplantes pudo generar una protrusión de toda la arcada inferior o superior con una pérdida de la guía anterior.

Se han utilizado las Corticotomías de forma previa al tratamiento con aparatología fija, consistiendo en un procedimiento quirúrgico en el cual se ha de realizar un corte o una perforación controlada y limitada a la tabla ósea cortical para acelerar el cierre de espacios por extracción.

A pesar de que el cierre de espacio “convencional” con Arco Poste o DKL se han utilizado durante años como recursos mecánicos con resultados aceptables, no siempre han sido predecibles. Por lo que sin dudas el anclaje esquelético ha sido uno de los aportes más significativos que ha tenido la ortodoncia desde que el Dr. Andrews introdujera la aparatología preajustada. Los tiempos que corren no

perdonaron al profesional que no logró “aggiornarse” a los cambios tecnológicos que mejoraron los resultados de su terapéutica como la reducción del tiempo de esta. La utilización de microimplantes interradiculares en el cierre de espacios por extracciones llegó para quedarse, (como para otras aplicaciones en la ortodoncia moderna). Su bajo costo, biocompatibilidad, relativa sencillez en su colocación (sin necesidad de derivar a otro especialista) y una respuesta biomecánica mucho más previsible, la hizo una herramienta recomendable para incorporar en nuestra práctica clínica.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1-Peck S.: (2001) Orthodontic slot size. It's time to retool. Angle J Orthod. 2001 71(5):329-30.

2- Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003), Tratamiento ortodóntico con Arco Recto. NM Ediciones. Madrid - España.

3- Mc Laughlin R., Bennett J., Trevisi H.: (2002), Mecánica Sistematizada del Tratamiento Ortodóntico. Editorial Elsevier Iberoamericana.

4- Gregoret J., Tuber E., Escobar H. Gregoret G.: (2015), Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto. Segunda edición. Actividades Médico Odontológicas Latinoamerica, C.A. (AMOLCA).

5- Rodriguez Yañez E., Casasa R., Natera A.: (2007), 1001 Tips en Ortodoncia y sus secretos. Primera Edición. Actividades Médico Odontológicas Latinoamerica, C.A. (AMOLCA).

6-Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto. <http://horacioescobar.gnathos.net/?m=201103>

7- Jun-Ya Tominaga, Motohiro Tanaka, Yoshiyuki Koga, Carmen Gonzales, Masaru Kobayashi, Noriaki Yoshida: (2009) Optimal Loading Conditions for Controlled Movement of Anterior Teeth in Sliding Mechanics Angle Orthod. ; 79:1102-1107.

8- Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Matos da Fonseca A.: (2008) Ortodoncia y Cirugía Ortognática diagnóstico y planificación - 2ª edición NM Ediciones. Madrid-España

9- Escobar L.H.: (2016) Orthoquick SL Cierre de espacio en 2 tiempos. Canal de Cirugía bucal, Madrid-España. [hescobar@orthoquick.es](mailto:hescobar@orthoquick.es)

10- Ferrero F.: (2016) Orthoquick SL Dificultades clínicas en el cierre de espacios. Canal de Cirugía bucal, Madrid-España.

11- Profit W.R., Fields H.W., Sarver D.M.: (2007) Ortodoncia Contemporánea. 3ª Edición Mosby Elsevier.

- 12- Perez Benitez S. (2019) Características de las cadenas elásticas de primera y segunda generación y su comportamiento durante el tratamiento de ortodoncia. Revista Dentista y Paciente Ciudad de México Feb. 2019, N° 126: 20-28.
- 13- Palathottungal J.A., Joby P. (2014) An in-vitro study to compare the force degradation of pigmented and non-pigmented elastomeric chains. Indian Journal of Dental Research, 25 (2) 2014, 208-213.
- 14- Alex Calderón Vera. (2007) Microimplantes como Anclaje Absoluto <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/519>
- 15-Mohammed H, Rizk M.Z., Wafaie K, Almuzian M.: (2018) Effectiveness of nickel-titanium springs vs elastomeric chains in orthodontic space closure: A systematic review and meta-analysis. Orthodontic Craniofacial Research. 2018 Feb; 21: 12-19. <https://doi.org/10.1111/ocr.12210>
- 16- Kevin O' Brien's Orthodontics Blog: What is faster for closing spaces? Ni-Ti springs or power chains? February 26, 2018
- 17- Valdez M. (2018): Efectividad: resorte de NiTi vs cadenas elásticas para cierre de espacios. Ortodoncia basada en Evidencia. Marzo 18, 2018
- 18- Ribeiro M., Correa W., Douglas D.: (2012) The role of friction in orthodontics. Dental Press J Orthod.; 17(2):170-7.
- 19- Pacheco M.R., Jansen W.C., Olivera D.D.: (2012) The role of friction in orthodontics. Dental Press J Orthod. Mar-Apr, 17(2):170-7.
- 20-Mitra R, Londhe S, Kumar P. (2011) A comparative evaluation of rate of space closure after extraction using elastomeric chain and stretched modules in bimaxillary dentoalveolar protrusion case. MJAFI 2011; 67:152-156.
- 21- Camargo L., García S., Peláez A., García C., Oberti G.: (2007) Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia: revisión de la literatura. Revista CES Odontología; 20(2):57-63.
- 22- Burrow J.: (2009) Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. Am J Orthod Dentofacial Orthop; 135: 442-47.
- 23- Kusy R., Whitley J.: (1999) influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. Eur J Orthod: 21. 199-208.
- 24-Segovia W.D.: (2011) Actualización sobre la Clínica de Cierre de Espacio por Mecánica de Deslizamiento. Revista de actualización de la Sociedad Argentina de Ortodoncia (SOA) Volumen 74, Numero 150, Jul-Dic 2011: 58-69.
- 25- Kojima Y., Kawamura J., Fukui H., (2012) 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: 142: 501-08.
- 26- Stefanos S., Secchi A., Coby C., Tann N., Mante F.: (2010) Friction between various self-ligating brackets and archwire couples during sliding mechanics. Am J Orthod Dentofacial Orthop: 138: 463-67.

- 27- Krishnan M., Sukumaran K., Kurian M.: (2009) Comparative evaluation of frictional forces in active and passive self-ligating brackets with various archwire alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 136: 675-82.
- 28-Kula K, Phillips C, Gibilaro A, Proffit WR. (1998) Effect of ion implantation of TMA archwires on the rate of orthodontic sliding space closure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 Nov; 114(5):577-80.
- 29-Regis S, Soares P, Camargo E, Guariz F, Tanaka O, Maruo H.: (2011) Biodegradation of orthodontic metallic brackets and associated implications for friction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 140(4):501-9.
- 30- Vargas Pérez L.F.: (2019) Tips para el cierre de espacios en ortodoncia Wikiortodoncia Curso Online de Ortodoncia. <https://www.youtube.com/watch?v=lejVeh-MGcl>
- 31-Miles P.G.: (2007) Self-ligating vs conventional twin bracket during enmasse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Aug; 132(2): 223-5.
- 32-Mezomo M., de Lima E.S., de Menezes L.M., Weissheimer A, Allgayer S: (2011) Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional bracket. *Angle Orthod*. 2011 Aug; 81(2): 292-7.
- 33-Fleming PS, DiBiase AT, Sarri G, Lee RT.: (2011) Efficiency of mandibular arch alignment with 2 preadjusted edgewise appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 May; 135(5):597-602.
- 34- Huffman D.J., Way D.C.: (1983) Una evaluación clínica del movimiento dental a lo largo de arco de dos tamaños diferentes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Volumen 83, Issue 6, junio 1983, páginas 453-459.
- 35- Vellini Ferreira Flavio: (2002) Ortodoncia, Diagnostico y Planificación Clínica. Capítulo: Biomecánica del movimiento dentario. Artes Médicas Ltda.
- 36- Uribe Restrepo G.A.: (2010) Fundamentos de la Ortodoncia, Teoría y Clínica, Editor CIB, Principios de la Física que se aplican a la ortodoncia, con el Ing. Jiménez Mejía J. F., Cap 21: 339-81.
- 37- Fleming P.S., Johal A. (2010) Self ligating brackets in Orthodontics. *Angle Orthod*; 80: 575-584.
- 38- Ventureira C. (2010), Prescripción variable en ortodoncia: lo que todo ortodoncista debería saber. *Revista Española de Ortodoncia*. 2010; 40:93-108.
- 39-Melsen B. (1990) "Vertical force considerations in differential space closure." *Clin Orthod*, 1990: 678. 7.
- 40- Hedayati Z, Shomali M. (2016) "Maxillary anterior en masse retraction using different antero-posterior position of mini screw: a 3D finite element study." *Orthodontic Research Center (Progress in Orthodontics)*, 2016 8.
- 41-Sung S. (2009) "Finite-element investigation of the center of resistance of the maxillary dentition." *Korean J Orthod*, 2009: 83-94
- 42- Muiño E. J; Haenggi M; Gumiela M. A.; Carthy M. J. (2020)

Vectores de fuerza generados con microimplantes en la retrusión en masa del sector anterosuperior. Rev. Ateneo Argent. Odontol; 62(1): 40-51, jun. 2020.

43- Dixon V, Read M, O'Brien K, Worthington H, Mandall N. (2002) A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. Journal of Orthodontics Vol 29: 31-36.

44- Park H, Kwon T. (2004) Sliding Mechanics with Microscrew Implant Anchorage. Angle Orthodontist. 2004;74(5); 703-10.

45- Marassi C., Marassi C.: (2008) Mini-implant assisted anterior retraction. Dental Press J. Orthod. v. 13, no. 5, p. 57-74.

46- Sang-Jin Sung, Gang-Won Jang, Youn-Sic Chun, Yoon-Shik Moon: (2010) Effective en-masse retraction design with orthodontic mini-implant anchorage: A finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop; 137: 648-57.

47- Anclaje Mínimo en el Maxilar Inferior Sistema SAPUNAR <https://baixardoc.com/preview/dkl-ortodoncia-5cb0f57a890d6>

48- Escobar L.H.: (2016) Orthoquick SL Cierre de espacios con DKL. Canal de Cirugía bucal, Madrid-España. [hescobar@orthoquick.es](mailto:hescobar@orthoquick.es)

49- Bass A, Bass R., Gelos C., Mondino N., Lamisovsky D.: (2005), Estudio comparativo entre arcos simple y doble llave en acero y TMA y distribución de cargas sobre elementos dentarios. Córdoba, Argentina. Ortodoncia Clínica; 8(1); 44-49.

50- Shapiro P, Kokich V. Uses of implants in orthodontics. Angle Orthodontist. 1988; 32(3):539-550.

51- Escobar L.H.: (2016) Orthoquick SL Microimplantes. Canal de Cirugía bucal, Madrid-España. [hescobar@orthoquick.es](mailto:hescobar@orthoquick.es)

52- Amaya S., Navarrete G., Barrera J. P., Godoy S., Prado E., Ramírez A. (2011): Efectividad del anclaje esquelético temporal para el cierre de espacios. Revista Universidad CES Odontología 2011; 24(2) 49-58.

53- Razquin Gustavo (2018) Anclaje Absoluto. Microtornillo-Microimplante. Rev Uru Ortop Ortod No2 Dic 2018-Julio2019 p79-105 ISSN: 2393-767X.

54- Kee-Joon Lee, Young-Chel Park, Chung-Ju Hwang, Young-Jae Kim, Tae-Hyun Choi, Hyun-Mi Yoo, Seung-Hyun Kyunge.:(2011) Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. A J Orthod Dentofacial Orthop; 140:224-32.

55- Rosell Capell J.; Aguilar Almirall L.; Clusellas Barrionuevo N.: Revista Española de Ortodoncia 2014, Volumen 44 Issue 3, p 193-193.

56- Guzmán Córdova K.M.; Palacios Alva E.-asesor- (2017): Cirugía Bucal Complementaria a La Ortodoncia: Tracción Quirúrgica Ortodóntica, Corticotomía, Disyunción Palatina, Técnicas Quirúrgicas. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Estomatología Lima – Perú.

