

ARTICULO 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. 1ª. Parte

Analysis of the different mechanics used in space closure in the straight arch technique. Part 1

Marcelo Mochó Hyryta

Dr. Odontología UdelaR

Especialista en Ortopedia y Ortodoncia IUCEDDU

marcelomocho@gamil.com

doi 10.52887/RUOO/v7n2.3

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 Arch 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: Ansas 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

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

° - Grados

mm - Milímetros

cm² - Centímetros cuadrados

CR - Centro de Resistencia

Crot - Centro de Rotación

2. INTRODUCCIÓN

El motivo para realizar esta monografía sobre las diferentes mecánicas de cierre de espacio fue debido a que sin importar cuál ha sido el anclaje determinado en nuestra planificación, no siempre (por diferentes motivos), se pueden lograr los objetivos buscados en esta segunda etapa ortodóntica o fase de trabajo. A pesar de que estas mecánicas de cierre de espacio en sus diferentes variantes vienen siendo utilizadas desde el comienzo de la realización de extracciones para compensar las diferentes maloclusiones, lejos están de obtener siempre los resultados u objetivos esperados por la ortodoncia moderna (estética facial, estética dental, oclusión funcional, estabilidad, salud periodontal y motivo de consulta), si no se utiliza y manipula de manera adecuada y controlada por parte del especialista.

Se tratará de exponer los recursos mecánicos/herramientas más usados en el cierre de espacios, sus indicaciones más favorables según el caso, diferentes formas de activación, variantes de uso, respuesta biomecánica del diente o grupo de dientes a desplazarse y otros factores de los que debe estar al tanto para minimizar o evitar errores que se cometen durante su ejecución en el transcurso de esta fase.

No siempre es posible lograr una respuesta biomecánica acorde a lo esperado en nuestra planificación mediante las mecánicas “convencionales” que conocemos y utilizamos de manera sistemática, incluso conociendo y efectuando perfectamente su manejo clínico, debido a factores intrínsecos del caso como características biológicas y leyes físicas presentes en todo movimiento (acción y reacción), las que poco podemos controlar durante el cierre de espacio. Llamamos comúnmente a estas respuestas indeseadas e involuntarias movimientos “parásitos”. Con el advenimiento de recursos como los microimplantes interradiculares (anclaje esquelético), que hasta no hace mucho tiempo no disponíamos, se abre un nuevo horizonte en el control de estos movimientos indeseados que ocurrían en el anclaje dentario.

El cierre de espacio “no convencional” con microimplantes puede acercarnos a solucionar este “Talón de Aquiles”, además de contribuir a romper el paradigma expresado por el Dr Sheldon Peck: “los clínicos frecuentemente piensan su técnica como una religión, se resisten a imponer cambios nuevos en algo que ya está finamente puesto a punto y trabajando”. (1)

La primera fase o de Alineación y Nivelación consta de movimientos individuales de las piezas dentarias generado por el anclaje recíproco al instalar arcos de sección redonda. Estos son: inclinaciones (mesiales-distales/vestibulares-linguales), extrusiones, intrusiones y rotaciones además de la corrección Transversal y la preparación del Anclaje. Se alinean y nivelan brackets y tubos, requiriendo un tipo de actividad periodontal que requiere fuerzas menores. (2)

La segunda Fase llamada también Fase de Trabajo Biomecánico de cierre de espacios o de movimientos grupales, en la que se utilizan arcos de sección rectangular, logrando

la nivelación de las ranuras /slots, por eso los movimientos serán con Control Radicular (Control de Torque). Durante esta fase de nivelación de slots, debemos mantener un orden para realizar los Movimientos Grupales, realizando primeramente los Movimientos Dentarios Verticales (control vertical anterior) para posteriormente realizar Movimientos Sagitales en la arcada dentaria. (2)

Se requiere un perfecto manejo del cierre de espacios creados como consecuencia de las extracciones realizadas. La magnitud del cierre de espacio dependerá si el caso presentaba inicialmente las piezas perfectamente alineadas en su arcada o una discrepancia dentaria negativa, que fuera solucionada a expensas de las extracciones, en la primera fase de Alineación y Nivelación. (2,3)

Al final de esta primera fase de tratamiento con extracciones, las arcadas dentarias están divididas en tres grupos separadas por el espacio de las extracciones: uno anterior de canino a canino y dos posteriores que incluyen segundos premolares, primero y segundo molares. En caso de las extracciones de los segundos premolares, los primeros premolares se incorporan al grupo anterior, quedando constituido entonces por ocho piezas dentarias. (2,4)

Para cerrar los grupos así conformados deberán ser movilizados en la dirección que el caso requiera según nuestra planificación. El desplazamiento se basa en dos alternativas: retrusión del sector anterior y mesialización de los sectores posteriores. Se manejarán estas alternativas acordes a lo planificado de diversas maneras, que van desde lograr el cierre en un solo sentido de movimiento, ya sea retrusión anterior o mesialización de los sectores posteriores; o la combinación de ambas en distintas proporciones. A su vez, estos movimientos tienen sus variantes, determinado por característica anatómico- topográfica de los maxilares. (2,4)

Es importante la correcta elección y manejo de nuestra mecánica de Cierre de Espacio para cumplir correctamente los objetivos al finalizar la segunda Fase. Estos se logran si se producen: el cierre completo de los espacios de las extracciones (si de Índice de Bolton anterior y/o total no están alterados), centrando o manteniendo las líneas medias dento-oseas superiores e inferiores coincidentes con las Línea Media Facial y entre ellas mismas, Clase Molar I o II según la planificación realizada para el caso (cuatro extracciones o dos superiores solamente) y una correcta relación Overjet - Overbite que permitan una Guía Canina y Guía Incisiva compatibles a una Guía Anterior Funcional que genere una rápida desoclusión de los segmentos posteriores en Protrusión y desoclusión canina en el Lado de Trabajo y en el de No Trabajo (Oclusión Mutuamente-Protegida). (2,4)

Esto evitaría que toda la Cinemática Mandibular recaiga sobre las Articulaciones TemporoMandibular (aplanándolas) y sobre las piezas posteriores, las cuales recibirán fuerzas en dirección e intensidad inadecuadas, ya que tampoco se producirá el Reflejo Propioceptivo Anterior-Incisal de relajación de los músculos craneomandibulares elevadores, durante los movimientos excéntricos. (2,3,4)

Lleva a decir al Dr. Jorge Gregoret: “el Cierre de Espacio no es un objetivo en sí mismo, sino el medio por el cual se alcanzan los objetivos fundamentales de la segunda fase o fase de trabajo del Tratamiento Ortodóntico”. (2)

La información obtenida de las mecánicas de Apertura-Recuperación de Anclas y de Deslizamiento convencionales como las apoyadas por anclaje esquelético, permitirá seleccionar el recurso mecánico más conveniente, conociendo su forma de activación más adecuada según el caso, mecanismo de acción, como efectos indeseados sobre las arcadas dentales durante el cierre de espacios, esperables o no. Describiendo así la manera óptima de cómo manejar correctamente los movimientos dentarios sagitales en la segunda fase del tratamiento, no solo porque es una práctica habitual del especialista, sino porque puede ir en contra de lo que los pacientes reclaman hoy en día: obtener resultados esperados-buscados, en el menor tiempo posible.

3. CAUSAS DE CIERRE DE ESPACIOS

Por DIASTEMAS: por discrepancia positiva entre la longitud real de la arcada medida sobre la cresta ósea (Espacio Disponible) y el tamaño M-D de las piezas dentales (Espacio Requerido). Se deberá tener en cuenta el tamaño dentario (Índice de Bolton Total y Anterior) y de los diastemas en el diagnóstico, antes de asegurarle al paciente el cierre total de los mismos, ya que en muchos casos se harán hasta cierto límite, debiendo completar con coronoplastias de agregado. (2,4)

Por EXTRACCIONES: el diagnóstico y planificación puede determinar que no se realicen extracciones, o que sí sean necesarias. Éstas pueden ser en el maxilar superior, en el maxilar inferior o en ambas arcadas dentarias. La elección de las piezas a extraerse (generalmente primeros o segundos premolares) se basa: en la obtención de los objetivos de nuestra planificación, en la morfología y/o tamaño (M-D), como también la de facilitar los movimientos de Cierre de Espacios. (2) Cuando se necesita retrusión de todo el segmento anterior (corregir: perfiles protruidos, o maloclusiones con overjet aumentados o negativos), un mayor distalamiento de los caninos (para obtener una guía canina funcional), o por solución de un apiñamiento se opta por la extracción de los primeros premolares. Si por el contrario, predomina la mesialización del sector posterior a los movimientos del sector anterior, se extraerán los segundos premolares (casos de hiperdivergencia en las bases óseas/mordida abierta esquelética). (2,4)

También cabe aclarar que las extracciones no son exclusivas de los premolares. Pacientes en el pico de crecimiento puberal con hiperdivergencia de las basales, cabría la posibilidad de extracción de los segundos molares (ya que los terceros molares saldrán más tarde), cerrando el Eje Facial, además de reducir el crecimiento vertical

favorecido por el crecimiento Arquial Mandibular. Si el Bolton Anterior está alterado, por déficit superior (laterales conoides) y tenemos clases I Caninas, con apiñamiento severo en el sector anteroinferior, se podrá indicar la extracción de un incisivo. (2,3,4,5)

- **Extracciones para alineamiento dentario:** por discrepancia negativa, donde el Espacio Disponible es menor al Espacio Requerido. Se realizan en etapas tempranas del tratamiento de manera simétrica y simultánea, inmediatamente antes de la colocación de la aparatología preajustada, o inmediatamente después de comenzada la 1º Fase de Alineación-Nivelación, pueden ser simétricas y diferidas (para corrección de línea media dentaria respecto a la línea media facial) o asimétricas y simultaneas. (2)

Cabe recordar que en ésta 1º Fase se produce el Cierre de Espacios parcial o total (dependiendo del grado de apiñamiento), con solo colocar Arcos de sección redonda Superelásticos de Ni-Ti, generan Anclaje Recíproco que tiende a alinear el grupo incisivo con el desplazamiento a distal de los caninos. Cuando se extrae el 1º premolar supone romper el punto de contacto a distal del canino, que se transforma ahora como el punto de menor resistencia, y el movimiento dentario se manifiesta en mayor magnitud hacia la zona de la extracción. (2,4,5)

Los caninos son distalados solamente por la acción y reacción (anclaje recíproco) del grupo incisivo sin participación del grupo posterior (anclaje). Lo mismo ocurre con una Curva de Spee posterior, la nivelación se manifiesta, desplazando las piezas al espacio de la extracción, produciendo una “pérdida de anclaje” pero en 1º Fase. Los espacios residuales que no fueron consumidos en la Alineación – Nivelación serán cerrados por los recursos mecánicos que manejamos en la siguiente Fase. (2,4,5)

- **Extracciones NO para alineamiento dentario (sin apiñamiento):** generalmente se realizan tardíamente de manera simétrica y simultánea al comenzar la 2º Fase o Fase de Movimientos Grupales, también pueden ser simultáneas y asimétricas en caso de querer solucionar el desvío de la línea media dentaria con la facial y por diferentes requerimientos de anclajes de los segmentos posteriores. (2)

En caso de extracciones unilaterales por clase dentaria/molar-canina asimétrica, debido a una mesialización por mal control de los sectores laterales durante la dentición mixta, por lo que se planifica cada hemiarcada por separado sea clase I, II o III. (2,4) No se justifica realizarse antes, al no haber, o al ser mínima la discrepancia dentaria negativa a resolver. Además, resulta estéticamente inaceptable por parte del paciente tener los espacios de las extracciones, hasta comenzar a trabajar con arcos rectangulares y quizás el más importante, la presencia por un tiempo limitado (3-4 meses) de mediadores químicos de la inflamación post-extracción (citosinas), que generan una aceleración regional del metabolismo óseo favorable para nuestra mecánica de cierre de espacio. (5) Además, el de conservar al máximo el hueso alveolar en altura y ancho, apelando a la frase “el camino del diente es el hueso”. (2)

Las principales indicaciones para las extracciones tardías son:

-Compensar Hiperdivergencias entre las Bases Oseas Maxilo-Mandibular (Mordidas Abiertas Esqueletales) buscando "Cerrar el Eje Facial".

-Compensar Discrepancias sagitales entre las Bases Oseas Maxilares-Mandibulares de Clase II o III Esqueletal, como solución a la maloclusión.

-Compensar Perfiles Faciales Protruidos (protrusiones uni o bimaxilares de origen dentario y/o esquelético) que se alejan de un perfil decreciente armónico estéticamente aceptado (en el 1/3 facial inferior) entre el labio superior, labio inferior y mentón. (2,3,4,5)

4. CONSIDERACIONES TOPOGRÁFICAS DE LOS MAXILARES EN EL CIERRE DE ESPACIOS

La falta de una pieza dentaria conlleva la atrofia del proceso alveolar. Esta disminución en altura y ancho óseo es progresiva y de acuerdo al tiempo transcurrido desde la ausencia de la pieza dentaria, esta pérdida ósea podría dificultar o impedir el cierre completo del espacio. (2,3,4)

La clasificación de Siebert evalúa la pérdida ósea alveolar en ambos sentidos, dimensionándola por tercios, siendo importante como diagnóstico para planificar una mejor terapéutica. Pérdida del 1/3 del ancho: el espacio donde se alojaban las piezas ausentes está reducido de su ancho original, medido desde la tabla vestibular a la lingual. Esta pérdida ósea se hace a expensas de la tabla vestibular y los 2/3 restantes permite el movimiento a mesial de molares como a distal de premolares. Pérdida de 2/3 del ancho: esta pérdida conlleva una reducción mayor del ancho de las tablas ahora a expensas de las tablas lingual y vestibular. Esta reducción permite la mesialización o el distalamiento de premolares, pero difícilmente el movimiento de un molar. Pérdida de 3/3 del ancho (filo de cuchillo): este último tercio se reabsorbe a expensas del tercio vestibular posicionando el reborde residual hacia lingual. Este colapso de tablas imposibilita el movimiento anteroposterior en cuerpo (traslación) de las piezas dentarias, permitiendo en pequeños espacios el cierre completo, pero sólo por inclinaciones dentarias. (2,4)

La pérdida de altura no está relacionada con la posibilidad o no de mesializar una pieza dentaria, pero sí con una pérdida de inserción periodontal con exposición de la raíz en el caso del desplazamiento de una pieza dentaria a través del defecto óseo. Esto se observa a partir de la pérdida de los 2/3 de la altura ósea marginal. En el maxilar superior el reborde alveolar no sufre tanta reabsorción como el inferior. Sin embargo, el factor condicionante más relevante de su topografía está relacionado con la neumatización del seno maxilar. Cuando en grandes neumatizaciones se

invagina la cortical del piso entre las raíces de las piezas posteriores o se proyecta dentro de los espacios (rebordes) residuales donde deben moverse las raíces de los dientes adyacentes, los movimientos de mesialización se dificultan y en casos severos se pueden ver imposibilitados. (2,4)

Si bien la Ortopantomografía (OPT) nos permite una aproximación en el análisis del terreno, la CBCT del maxilar superior está indicada para el diagnóstico inicial del caso que requiera de mesialización de piezas superiores. (2,3,4)

5. ANCLAJE

Se define como anclaje a la resistencia que ofrecen las piezas dentarias al desplazamiento-movimiento y dependen de varios factores:

- La magnitud de superficie periodontal que se expone al movimiento dentario en la mesialización (cara mesial de raíces de molares y premolares en el sector posterior superior o inferior) y en la retrusión (superficies palatinas de las raíces de incisivos centrales/ laterales y la superficie distal de la raíz del canino).

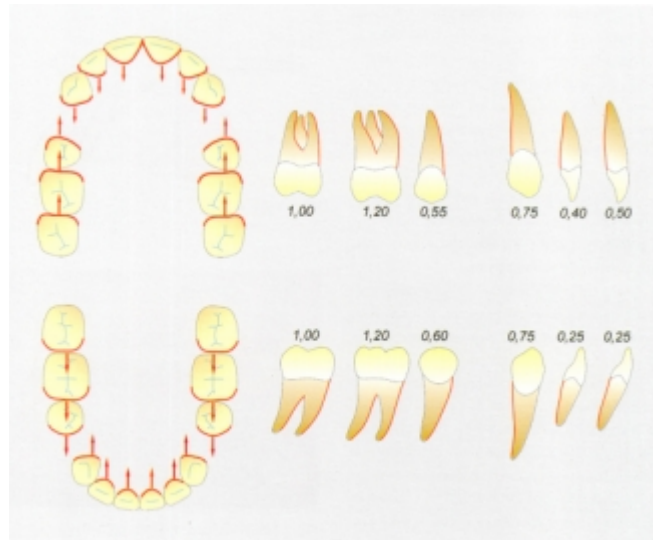


Figura1. Disposición geométrica de la pieza en la arcada dentaria (Imagen izquierda)
Magnitud de superficie periodontal expresada en cm² (Imagen derecha)

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Gregoret G.: (2003) Tratamiento ortodóntico con Arco Recto y (2015) Segunda Edición.

Como se observa en la Figura 1, la magnitud de superficies radiculares expresado en centímetros cuadrados (delineado en rojo), que se enfrentan al movimiento dentario sagital de mesialización y/o retrusión. Sin dudas el anclaje va a variar según los

tamaños y formas de las piezas dentarias según el sector a movilizar. Si analizamos la suma de superficies, se observa que en la arcada superior el total del sector anterior es de 1,65cm² contraponiéndose a una superficie posterior de 2,75cm². Resulta evidente el predominio de anclaje del sector posterior sobre el anterior, y al colocarlos en antagonismo es esperable mayor movilización de este último, siendo más evidente aún en la arcada inferior. La forma radicular encintada de los molares inferiores ofrecerán mayor resistencia al movimiento mesial frente a la forma cónica los molares superiores. De igual manera la forma cónica de las piezas anterosuperiores ofrecerá mayor resistencia al desplazamiento frente a las raíces “aplastadas” en sentido mesio-distal de las piezas anteroinferiores. (2,4)

- La disposición geométrica de la pieza en la arcada dentaria es otro factor importante a tener en cuenta al analizar el anclaje. Los dos molares más un premolar se dispone en línea recta en el arco dentario, por lo que constituyen un grupo de tres piezas que oponen resistencia al desplazamiento de manera conjunta. Las piezas anteriores al disponerse en la semicircunferencia del arco dental se oponen al movimiento de manera individual, ofreciendo un menor anclaje (Figura 1). (2,4)

- Las diferentes características del maxilar inferior topográficas y/o anatómicas a través de una mayor densidad trabecular y disminución de los espacios medulares del hueso esponjoso, conjuntamente a una cortical más prominente, reforzado por la línea oblicua externa, favorecen las condiciones de anclaje respecto al maxilar superior. La proximidad de los molares inferiores a la cortical vestibular (debido al torque) es mayor a la de los molares superiores, por lo que presentan mayor Anclaje Cortical. (2,4)

- Los patrones musculares fuertes poseen una implantación mayor de las piezas en el reborde alveolar que los que presentan una musculatura laxa. Por eso los pacientes braquifaciales presentan un anclaje natural mayor que los pacientes dólicofaciales. (2,4)

- Existen factores oclusales (relación Interincisiva), donde la retrusión de los grupos dentarios anteriores, se producen con mayor facilidad en el inferior. (2) Un overbite adecuado permite utilizar como anclaje los incisivos superiores, en caso de escaso o nulo overbite modificaremos la mecánica de anclaje mínimo no utilizando el sector anterosuperior como unidad de anclaje. (2) Por contraparte existe el riesgo de pérdida de anclaje en la arcada superior en caso de sobremordida, por ese motivo, siempre se realiza control vertical anterior previo a los movimientos sagitales. (2,4,6)

El ortodoncista siempre debe recordar, que los movimientos ortodónticos, no escapan a los problemas planteados en la mecánica clásica, aquellos relativos a los movimientos de los cuerpos y que Newton las llamó: Leyes de los Movimientos. La Tercera Ley de Newton (Principio de acción y reacción) se manifiesta, cuando un cuerpo A (segmento dentario posterior) ejerce una fuerza/acción sobre un cuerpo B (segmento dentario anterior), éste ejerce sobre el cuerpo A una fuerza/reacción equivalente y opuesta. (5,7)

Los factores determinantes del movimiento dentario están referidos a la Fuerza Aplicada (magnitud, frecuencia, dirección, tiempo de aplicación, etc.), y a las Condiciones de Anclaje que resisten dicho movimiento. La Fuerza Óptima (magnitud) aplicada para el logro de un desplazamiento dental óptimo, se produce dentro del rango de los 100 gramos por cm² de superficie radicular enfrentada al movimiento. (2,4)

Su comportamiento se corresponde a la curva del gráfico que se observa en la Figura 2, es decir, aumenta en forma proporcional a la presión hasta un punto en que se mantiene aproximadamente al mismo nivel durante un tramo bastante largo y después tiende a disminuir con presiones/fuerzas muy elevadas. Las fuerzas que superen ese nivel, aunque también producirán movimiento serán innecesariamente traumáticas y generarán tensiones no deseadas en el anclaje. (2,4,6,8)

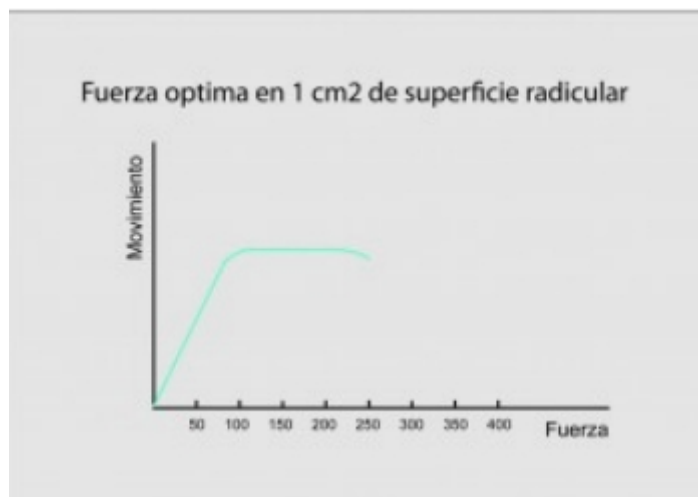


Figura 2. Gráfico que expresa la relación entre la Fuerza Aplicada y Movimiento Dentario

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

Además las fuerzas intensas (magnitud) provocan cambios indeseables en la inclinación mesio-distal (como la extrusión de las cúspides distales en los molares), en la rotación (en exceso hacia la zona de extracción) y en los torques (que no serán

adecuados para una masticación funcional), este efecto es denominado “montaña rusa”, necesitando una corrección posterior que alarga el tiempo de tratamiento. También puede producir una hipertrofia de los tejidos blandos que puede impedir el cierre de espacio o incluso provocar la recidiva. (3)

En la arcada superior, relacionando las superficies que entran en juego en cada movimiento con la Fuerza Óptima para lograrlo, podemos analizar los rangos necesarios para la Retrusión del sector anterior con y sin Torque (Figura 3); y la Mesialización del sector posterior (Figura 4). (6)

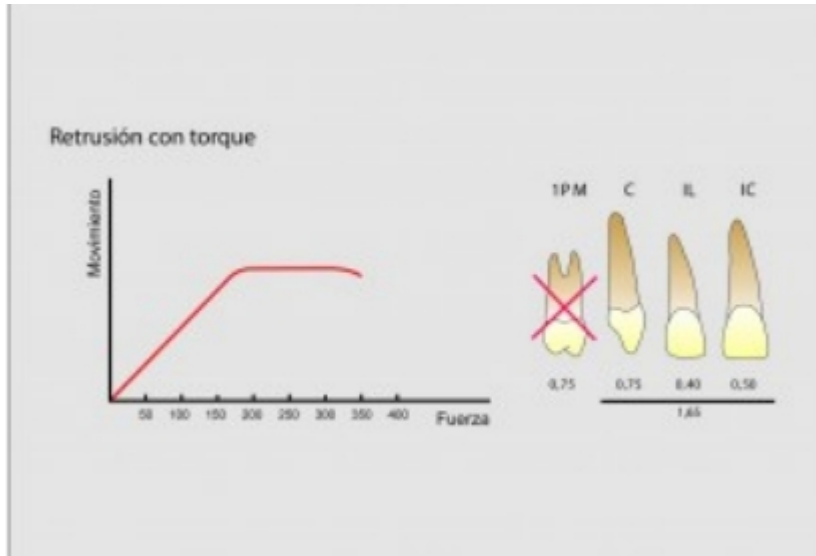


Figura 3. Fuerzas óptimas para Retrusión CON Torque de los dientes anterosuperiores por hemiarcada

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

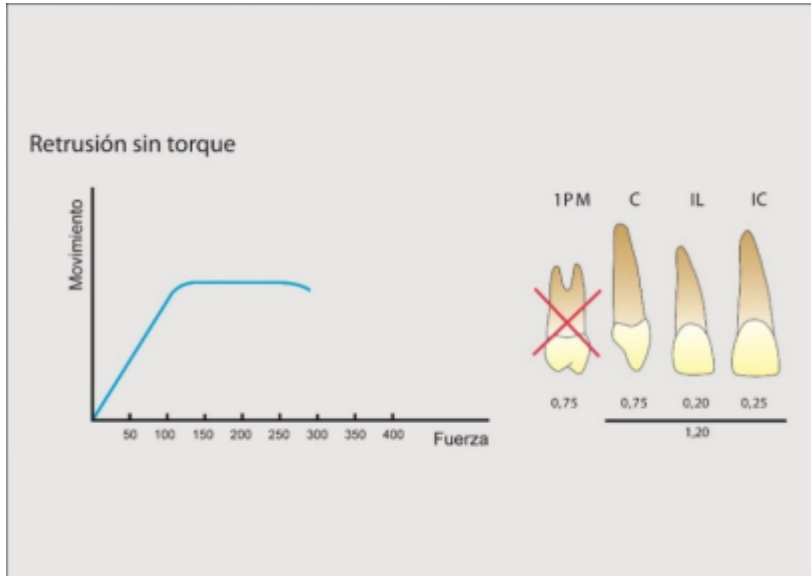


Figura 4. Fuerzas óptimas para Retrusión SIN Torque de los dientes anterosuperiores por hemiarcada

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

En la arcada inferior a nivel de los incisivos, sólo se realizarán movimientos de Retrusión sin Torque (retroinclinación), donde el ápice radicular es el Centro de Rotación o Fulcro permaneciendo fijo. En el menor de las veces se realizará en el segmento antesuperior. Dado que requiere una fuerza de menor magnitud para realizarse, le estaría dando una mayor estabilidad a la unidad de anclaje dentaria posterior. (6)

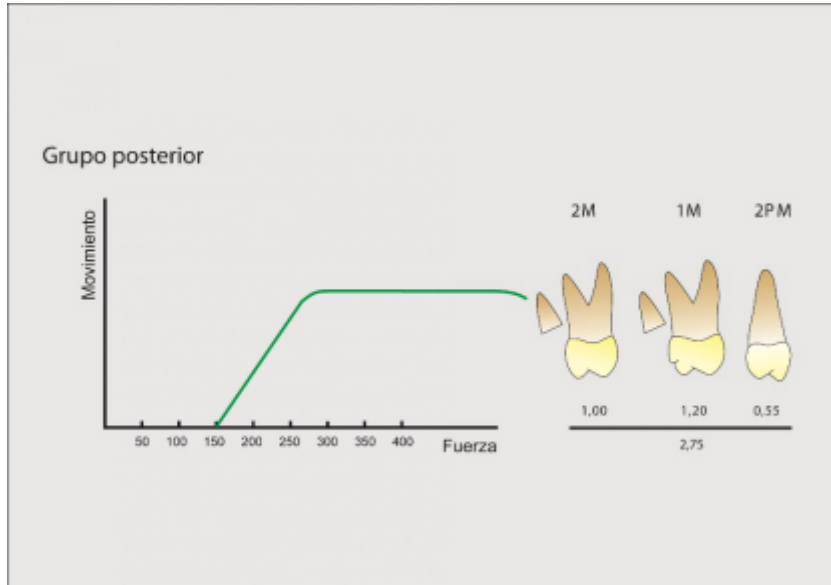


Figura 5. Fuerzas necesarias para la Mesialización del grupo posterior por hemiarcada

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

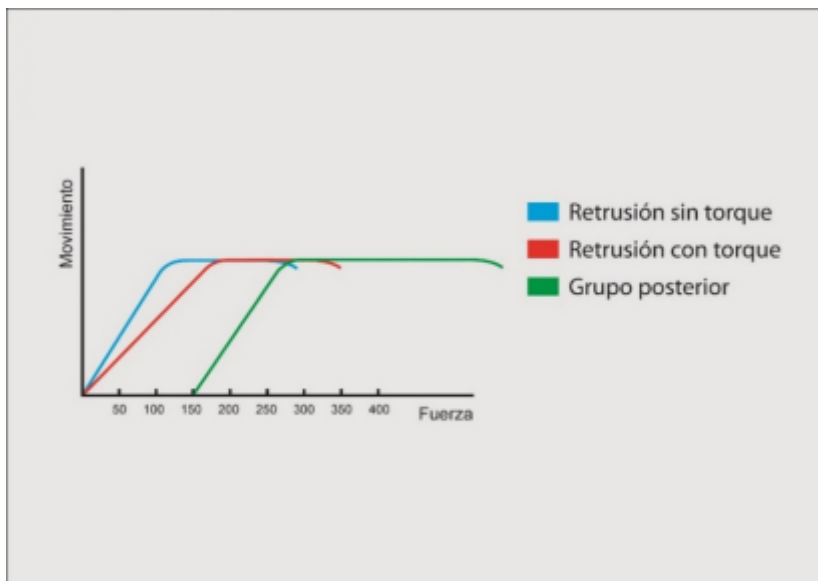


Figura 6. Comparación entre los gráficos. 300 grs. aproximadamente es la fuerza óptima a aplicar para retruir con torque el sector anterior permitiendo la mesialización posterior.

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

La comparación de las tres mesetas (Figura 6) nos muestra un área donde la aplicación de una Fuerza necesaria para Retruir con Torque el sector anterior es de tal magnitud que provoca la Mesialización / Pérdida de Anclaje del sector posterior. Se desarrolla en detalle sólo la Arcada Superior, porque en la Arcada Inferior las Fuerzas Óptimas para Retruir el sector anterior y las de mesialización del sector posterior son muy disímiles, por lo que no se aplican rangos de fuerza que puedan facilitar la Pérdida de Anclaje al realizar una mecánica de Retrusión. (2,4,6,8)

Si bien la Magnitud de la Fuerza es un factor sumamente importante, se debe considerar además que las Condiciones de Anclaje de las piezas dentarias presentan variables que inciden sobre la respuesta a la aplicación de una Fuerza Óptima. La labor del Ortodoncista será disminuir el anclaje del sector que se desea movilizar, y aumentarlo en el área que debe comportarse como unidad de anclaje resistiendo las fuerzas de reacción. (2,4,6,8)

6. VARIANTES DE MOVIMIENTOS EN LA PLANIFICACIÓN DE CIERRE DE ESPACIOS

Referidas al movimiento de los incisivos solo en sentido sagital.

6.1- Retrusión sin torque o Retroinclinación: es el movimiento sagital exclusivo de los incisivos inferiores, que se planifican en base a inclinaciones de la corona (mientras la raíz termina donde empezó), debido a las características anatómicas de estrechez del reborde alveolar inferior en esa zona y la proximidad de las corticales vestibulares y linguales con las raíces dentarias (Figura 7). (8)

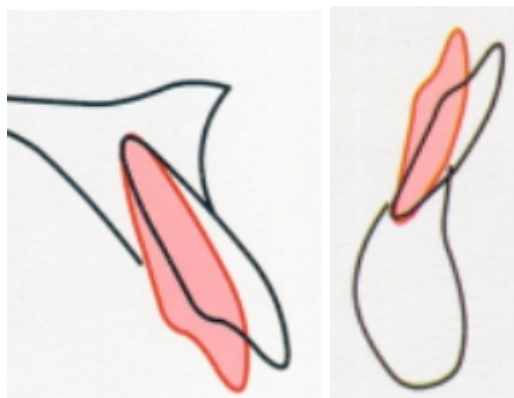


Figura 7. Tipo de Retrusión SIN Torque en ambos maxilares y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento ortodóntico con Arco Recto

6.2- Retrusión con torque: al compensar discrepancias basales, la necesidad de comprometer la inclinación de los incisivos superiores al corregir su posición sagital, es menor que en el incisivo inferior, porque en el sector anterosuperior el volumen del reborde alveolar (mayor espesor del diploe), permite realizar movimientos retrusivos en paralelo desde el ápice radicular al borde incisal de la corona (con torque) como se observa en la Figura 8. (14)

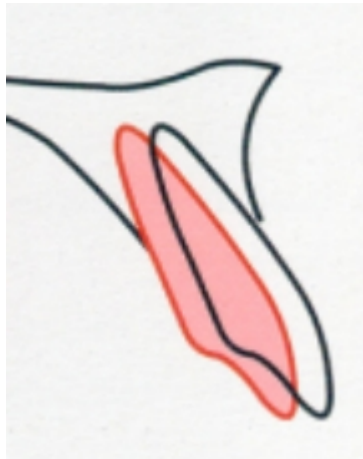


Figura 8. Tipo de Retrusión CON Torque únicamente en el maxilar superior y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento ortodóntico con Arco Recto

Referidas al movimiento del sector posterior solo en sentido sagital.

6.3- Anclaje máximo: se considera cuando el movimiento sagital es fundamentalmente la retrusión del sector anterior respecto a la mesialización posterior (perdida de anclaje), como se observa en la Figura 9. Es una mecánica de retrusión pura donde la mayor parte del espacio de la extracción se utiliza para solucionar el apiñamiento (en caso de haberla durante la alineación y nivelación) y/o retruir el sector anterior (Clase II cúspide completa) permitiendo obtener los objetivos planificados de una clase-guía canina y overjet- overbite adecuados, que permitan establecer una Guía Anterior Funcional. (2,4,6)

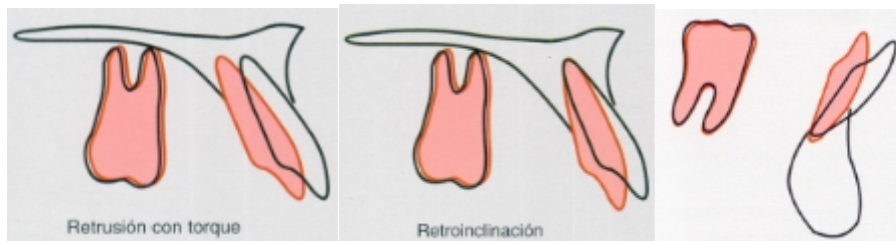


Figura 9. Mecánica para la Retrusión con Anclaje Máximo y su interpretación en las Áreas de Superposición

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto

Se puede dividir el sector anterior, distalizando en un primer tiempo los caninos y luego los cuatro incisivos, disminuyendo las exigencias de anclaje sobre el primer y segundo molar, y el segundo premolar. En el maxilar superior, si bien la superficie radicular del sector posterior es mayor a la anterior, no lo es en la misma proporción que en la maxilar inferior, haciendo que el anclaje máximo en la arcada superior sea crítico, siendo difícil la estabilidad posterior como unidad de anclaje. (2,4,6)

La cantidad de superficie periodontal/radicular que se opone al movimiento sagital de retrusión y el tipo de movimiento (generalmente retrusión con torque), es más propenso a “consumir anclaje” Este tipo de movimiento retrusivo en comparación a la retroinclinación genera un aumento del anclaje del grupo de los dientes anteriores que se estima en un porcentaje cercano al 30-40%. (2,4,6)

La mesialización de los segmentos posterosuperiores no solo puede ser favorecida por una biotipología dólicofacial, o al mal manejo del Anclaje Diferencial (cuando resolvemos extraer el segundo premolar por diferentes razones de integridad, y distalizamos el primer premolar para ubicarlo en su lugar, el anclaje va a estar disminuido ya que esa pared mesial está en neoformación), o a la falta de alguna pieza en el sector posterior y/o aumento de corona clínica en pacientes periodontales que disminuyen el valor de anclaje de este sector. (2,4,6)

Sino también por un aumento del Anclaje Anterior generado por un excesivo torque negativo de los caninos (anclaje cortical), por trabas oclusales incisivas y/o caninas por falta de control vertical el sector anterior (sin previa corrección de la sobremordida) provocando el contacto del cúngulo de los incisivos superiores con el borde incisal de los inferiores y/o cúspide canina superior con el brackets de su homólogo inferior, o por un aumento en el torque positivo de los incisivos y/o mesioinclinación del canino. Debido a esto el especialista cuenta con aparatología auxiliar para reforzar el anclaje posterosuperior como el Arco Transpalatino (ATP) y/o Botón de Nance. (2,4,6)

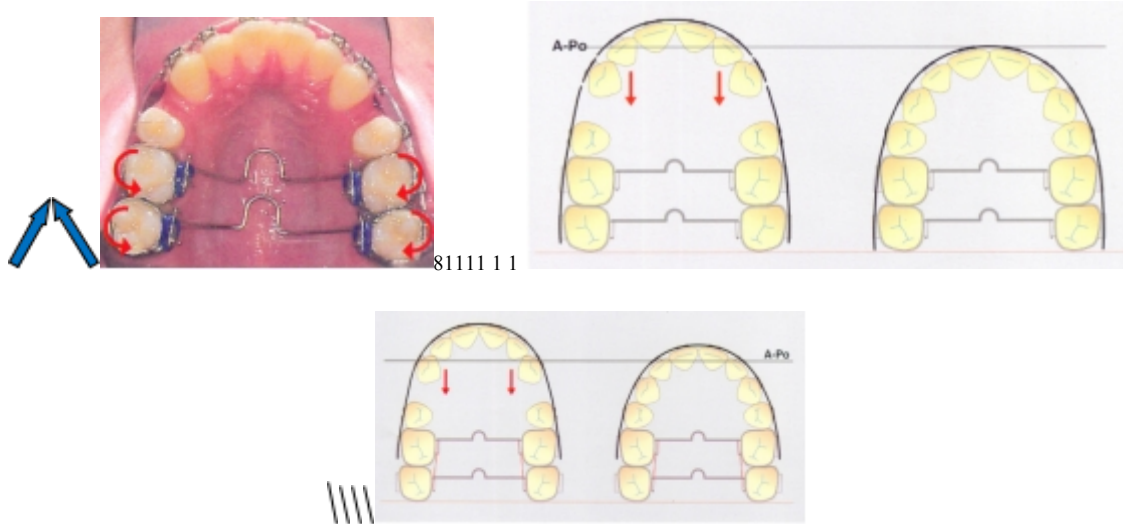


Figura 10. Anclaje Máximo y refuerzo de anclaje con doble ATP con ligera rotación distal (foto superior). Variante sin tomar con el arco al 2º molar (no abrir el eje facial), pero se incluye con ligadura de acero para reforzar el anclaje (ilustración inferior)
Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento ortodóntico con Arco Recto

El ATP refuerza el anclaje ya que la resultante de la fuerza de mesialización de las piezas posteriores es hacia la sutura palatina media (Figura 10, flechas azules), por lo que habrá mayor cantidad de hueso para oponerse al desplazamiento mesial. Puede ser instalado en los primeros y segundos molares conjuntamente, y podrán ser activados con una ligera rotación distal y un torque radículo-vestibular (aumento anclaje cortical) para dificultar la pérdida de anclaje. El anclaje posterior debe incluir siempre el segundo molar salvo en pacientes con patrones esqueléticos de mordida abierta (dólicofacial), Curva de Spee posterior marcada y escaso overbite, donde no lo tomamos con el arco para no abrir más el Eje Facial y poner en riesgo la relación vertical anterior. En este caso el segundo molar puede reforzar el anclaje con un ATP, conjugándolo con ligadura de acero al primer molar o entre ambos ATP, como se observa Figura 10 en la ilustración inferior (ligadura de acero marcada en color negro). (2,4)

También es conveniente decir que hay un exceso de confianza en la aparatología auxiliar (ATP) usada en el refuerzo de anclaje, no siendo algunas veces una buena alternativa, como lo es para desrotar, corregir torques y descruzar molares. Estas situaciones clínicas deben ser detectadas rápidamente ya que se podrá dificultar o impedir establecer una guía anterior funcional, uno de nuestros objetivos principales en el cierre de espacios. (2,4,6,8,9,10)

NOTA: es necesario conocer la mesialización temprana del segmento posterior, sin la mediación de recursos mecánicos utilizados en la segunda fase del tratamiento.

Analizando los casos donde ocurría ese comportamiento, se observó un común denominador: todos presentaban en mayor o menor grado Curva de Spee posterior. (6)

Relación entre la nivelación de la Curva de Spee Posterior y la Pérdida de Anclaje. En los casos de extracciones superiores con Curva de Spee Profunda Posterior que requieran Anclaje Máximo o Moderado, se deberá evitar o minimizar esa Pérdida de Anclaje del sector posterior de manera temprana (1º Fase), como se observa en la Figura 11. Para ello, se puede realizar primeramente la nivelación de los molares antes de realizar las extracciones de premolares, cuando la arcada superior no presenta apiñamientos y éstas se realicen de forma tardía. Al no existir espacio por mesial de los molares, se podrá trabajar con arcos continuos y la respuesta del molar será extruirse con la consecuencia clínica de una apertura del Eje Facial. (6)

Pero cuando el apiñamiento hace necesario realizar las extracciones en el comienzo del tratamiento, se puede realizar en una primera etapa la nivelación de la Curva de Spee Posterior con arco seccional (de segundo premolar hasta segundo molar). Recién en una segunda etapa se realizarán las extracciones y se instalará un arco continuo, permitiendo aprovechar todo el espacio para solucionar el apiñamiento y la protrusión (en caso de tenerlo) de la arcada superior. (6)



Figura 11. Caso con Curva Spee Posterior. La nivelación producirá una pérdida de anclaje hacia el espacio de la extracción.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

6.4- Anclaje moderado: la mayoría de los pacientes corresponden a esta categoría, y se considera cuando el movimiento de retrusión anterior es aproximadamente similar al

de la mesialización posterior (Figuras 12 y 13). Nos presenta dos alternativas mecánicas, una es que el anclaje del sector posterior involucre a menos piezas (sin ningún refuerzo de anclaje), permitiendo alguna mesialización del sector posterior conjuntamente con la retrusión. Esta alternativa es usada en el maxilar inferior como una manera de “desestabilizar” el anclaje del sector posterior tan desproporcionado en relación al anclaje que ofrece el sector anteroinferior. La segunda alternativa es trabajar el caso inicialmente en condiciones de Máximo Anclaje (incluyendo aparatología auxiliar), para luego de logrados los objetivos de la retrusión (corrección de overjet y/o clase-guía canina), terminar con Anclaje Mínimo cerrando el espacio con la mesialización del segmento posterior. (2,4,6,10)

Por lo tanto, el Anclaje Moderado, combina inicialmente el Anclaje Máximo para luego de alcanzados los objetivos, terminar con Anclaje Mínimo con un movimiento individual de las piezas posteriores por presión y/o tracción. El sector anterosuperior será usado como Unidad de Anclaje para traccionar individualmente las piezas del sector posterior para su mesialización con elementos activos elásticos (resortes de espiras cerradas de NiTi o cadenas elastoméricas), si presenta un correcto entrecruzamiento. (2,4,6,10)

En caso de overbite insuficiente, no es aconsejable usar el sector anterior como tal, ya que el efecto de la reacción (movimiento parasito) podría derivar en fuerzas sobre los incisivos de mayor retrusión, creando una relación de borde a borde o hasta una mordida cruzada, incompatible con los objetivos gnatológicos establecidos para una oclusión mutuamente protegida. (2,4,6,10)

Por lo tanto, igual a lo que realizamos la mayoría de las veces en los casos de anclaje mínimo en el maxilar inferior (por bajo valor de anclaje anterior), se realizará la pérdida de anclaje del segundo premolar y del primer molar diente por diente. Ésta se realizará con una mecánica de resortes de espiras abiertas de Ni-Ti (presión). Se enhebra en el arco y se coloca comprimido a distal de la pieza a mesializar, con doblez distal del arco para minimizar la acción reciproca de éste sobre el segundo molar, para posteriormente traccionarlo con elementos activos elásticos, previo ligadura conjugada de acero en “ocho” de primer molar a primer molar (cuando se finaliza la mesialización de una pieza, se consolida su posición con una ligadura a las piezas anteriores). Esta tracción puede ser desde la segunda ansa de un DKL, de un poste, o desde el primer molar. (2,4,6,10)

Indudablemente la mecánica de anclaje moderado no siempre ocurre así, por lo que es importante controlar clínicamente el comportamiento tanto de los segmentos posteriores como los anteriores, si hubo una pérdida de anclaje mayor a lo esperado sin la retrusión deseada (cuando pasamos de una Clase II molar incompleta- media cúspide, a una Clase II molar completa sin haber logrado el movimiento retrusivo para establecer una guía anterior funcional), para ver si es necesario cambiar la mecánica de cierre a una de Máximo Anclaje o incluso Anclaje Esqueletal, considerando la relativa facilidad con que se mesializan los sectores posterosuperiores (posibles causas

descriptas en anclaje máximo), y no llevar al fracaso los objetivos gnatólogicos de nuestro plan de tratamiento. (10)

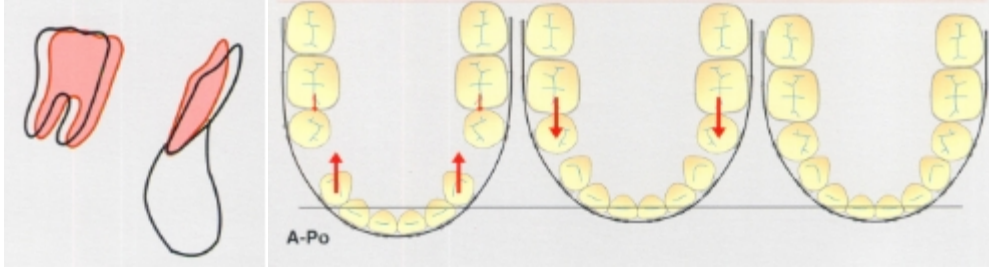


Figura 12. Mecánica de Anclaje Moderado Maxilar Inferior y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto

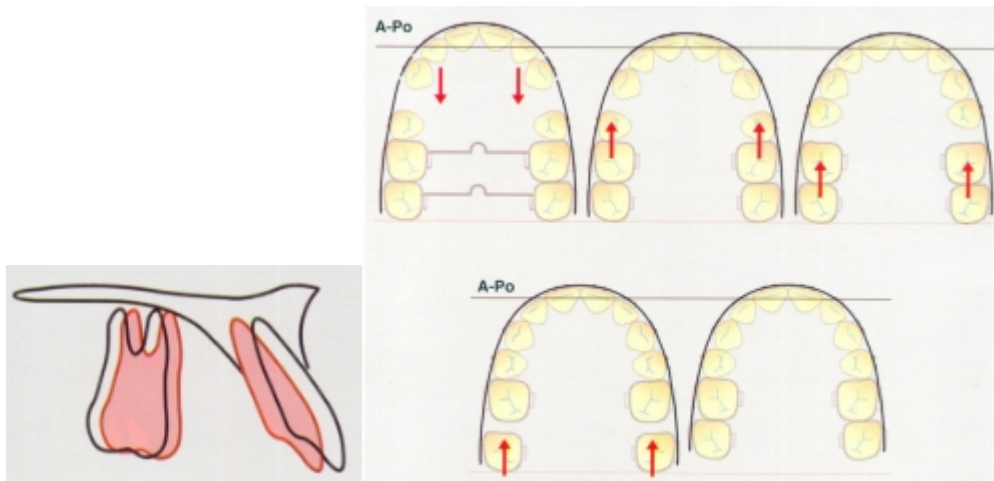


Figura 13. Mecánica de Anclaje Moderado Maxilar Superior y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto

6.5- Anclaje mínimo: es cuando se requiere las mesializaciones de los sectores posteriores con poca o ninguna retrusión del segmento anterior (Figura 14 y 15). Mecánica utilizada en el caso de patrones esqueléticos de mordida abierta, para el cierre del Eje Facial (en estos casos se ha optado por las extracciones de los segundos premolares). (4,6,11)

Similar a lo mencionado en el anclaje moderado para la mesialización posterior, donde se aconseja un movimiento individual de las piezas posteriores por presión y/o tracción. Con resortes de espiras abiertas (comprimidos) de Ni-Ti para mesialización del segundo premolar y/o primer molar como se observa en la Figura 15, para posteriormente traccionar el segundo molar con resorte de espiras cerradas de Ni-Ti o cadena elastomérica, previamente se consolida con ligadura de acero la arcada de primer molar a primer molar. (4,6,11)

Mayormente utilizado en el maxilar inferior debido a la precaria estabilidad del segmento anterior como unidad de anclaje. También puede utilizarse el segmento anterior como unidad de anclaje para traccionar de manera individual las piezas posteriores, para eso en el maxilar superior debemos de tener un buen entrecruzamiento anterior (como se mencionó anteriormente), y en el maxilar inferior la estrategia obvia es incorporar tantos dientes como sea posible a la unidad de anclaje, se podrá aumentar el torque (centrales y laterales) como refuerzo de anclaje, además de modificaciones en el Arco (torques o desgastes) para facilitar la pérdida de anclaje / cierre de espacios, todos ellos los desarrollaremos posteriormente. (3,4,6,11)

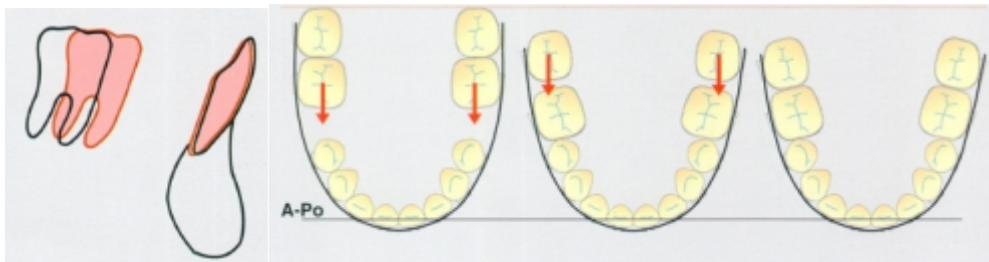


Figura 14. Mecánica de Anclaje Mínimo Maxilar Inferior y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto

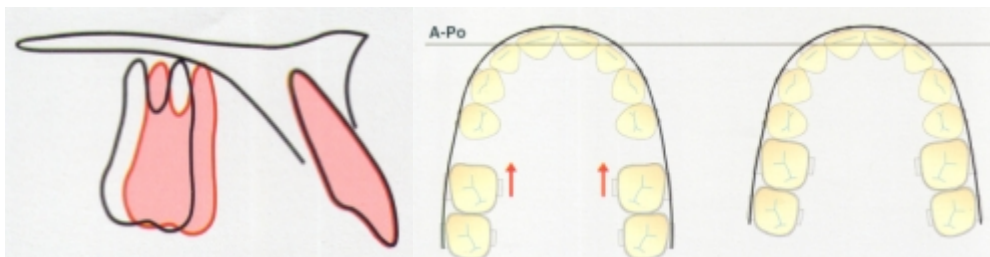


Figura 15. Mecánica de Anclaje Mínimo Maxilar Superior y su interpretación en las Áreas de Superposición.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H.: (2003) Tratamiento Ortodóntico con Arco Recto



Figura 16. Izquierda: resortes de espiras abiertas de NiTi (comprimido) a distal de la pieza a mesializar. Derecha: pérdida de anclaje del 2º premolar a dos meses de instalados

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

6.6- Anclaje Esqueletal: hoy en día hay un cuarto Anclaje que se puede agregar a la Clasificación de Burstone, debido a que clínicamente era muy difícil evitar el movimiento de la Unidad de Anclaje Dentaria Pasiva (por lo expresado en la 3ª Ley de Newton (acción-reacción), sin poder ser solucionado por el especialista aun tomando todos los recaudos que tenía hasta ese momento a su alcance. Sin embargo gracias al Anclaje Esquelético (Figura 17 y 18) a través de los Microimplantes interradiculares se han dado pasos significativos al ANCLAJE ABSOLUTO. (6)

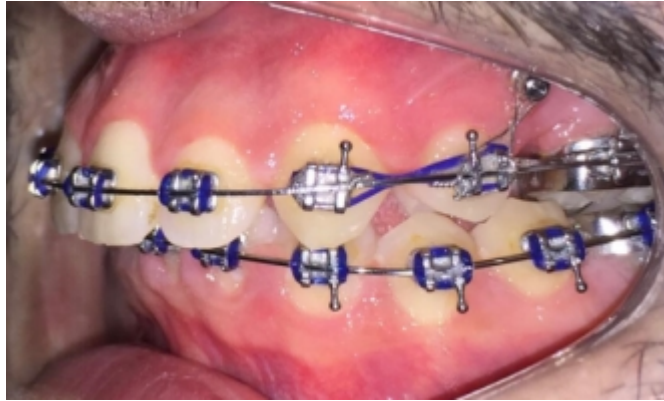


Figura 17. Forma Indirecta de Anclaje Esqueletal que actúa reforzando el anclaje del sector posterior con ligadura de acero

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Heliana García

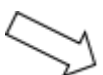


Figura 18. Forma Directa de Anclaje Esqueletal, a través de un resorte de espiras cerradas de NiTi de 9 mm se realiza la tracción del 1º molar a través de un aditamento de acero encastrado en el tubo secundario de la banda, para que el punto de aplicación de la fuerza sea lo más cercano a su Centro de Resistencia (Traslación)

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

7. ANÁLISIS DE LA PRESCRIPCIÓN ROTH Y MBT VINCULADA AL CIERRE DE ESPACIOS

Cuando en la práctica diaria, utilizamos una única prescripción (ROTH) en Arco Recto, esto puede generar inconvenientes, dado la gran variación de movimientos dentarios. No podemos suponer que una programación estandarizada será la óptima en el cierre de espacios, para ubicar las raíces en posiciones que faciliten los movimientos requeridos. Probablemente en algunas oportunidades determinadas, la prescripción utilizada facilitará los movimientos planificados, pero en otras no sólo los dificultará, sino que hasta podrá ser un impedimento. Por lo que se requerirá maniobras diferenciales tanto en la instalación de la aparatología fija (prescripción individualizada), como con los arcos de trabajo (modificación de torques / redondeado posterior de las aristas de los arcos rectangulares / ligado de ansas del DKL, etc) y también en la utilización de elementos auxiliares que refuercen el anclaje (Gomas Intermaxilares, ATP, Botón de Nance, Arco Lingual y Microimplante). (2,4,5)

Por este motivo podemos sumar la prescripción MBT para facilitar los movimientos sagitales planificados, ubicando las raíces (en algunos casos), en posiciones más ventajosas para facilitar el movimiento deseado, debido a diferentes Torques y Tip respecto a la prescripción ROTH. En este punto es donde entra en juego el análisis de la Prescripciones utilizadas para comprender en qué medida la información de Brackets y Tubos colabora o no con los movimientos planificados, y poder realizar los ajustes necesarios para que sean factibles. (5,6)

Las prescripciones ROTH, MBT como tantas otras, introducen modificaciones a la prescripción original de ANDREWS, con el propósito de mejorar la finalización oclusal sobrecorrigiendo el caso y además para facilitar determinadas maniobras mecánicas (Figuras 19, 20 y 21) . (2,3,4)

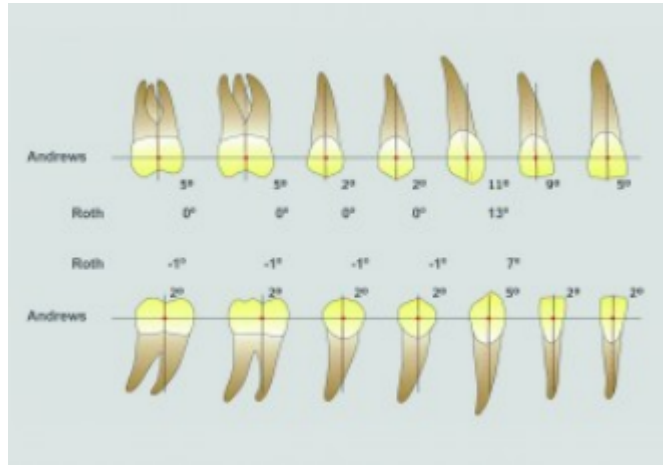


Figura 19. Valores de Inclinación hallados por **Andrews** (Primera Generación de Aparatología Preajustada) y modificaciones introducidas por **Roth** (Segunda Generación de Aparatología Preajustada).

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto. <http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

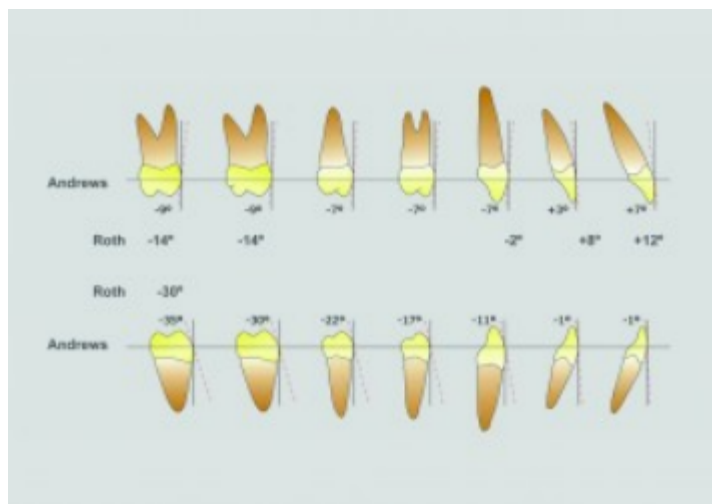


Figura 20. Valores de Torque coronario hallados por **Andrews** y modificaciones introducidas por **Roth** en su prescripción.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto. <http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

Torque Superior: IS 17° / IL 10° / C -7° / 1PM -7° / 2PM -7° / 1M -14° / 2M -14°

Tip Superior: IS 4° / IL 8° / C 8° / 1PM 0° / 2PM 0° / 1M 0° / 2M 0°

Torque Superior: IS -6° / IL -6° / C -6° / 1PM -12° / 2PM -17° / 1M -20° / 2M -10°

Tip Superior: IS 0° / IL 0° / C 3° / 1PM 2° / 2PM 2° / 1M 0° / 2M 0°

**Esta prescripción cuenta además con torques de Caninos superior e inferior de 0°.
También 7° para el superior y 6° inferior.**

Figura 21. Prescripción **MBT** (Tercera Generación de Aparatología Preajustada)

Valores tomados de Mc. Laughlin R., Bennett J., Trevisi H.: (2002)
Mecánica Sistematizada del Tratamiento Ortodóntico.

Puntualización de algunas dificultades con las prescripciones ROTH y MBT presentadas durante algunas variantes en la planificación del cierre de espacio:

A-Retrusión del sector anterosuperior con anclaje máximo o moderado

El bracket del canino tiene una inclinación distal de 13° y un torque de -2° en la prescripción ROTH. Este torque no es desfavorable para el distalamiento, pero la gran inclinación distal de 13° (Figura 22), si bien es apropiada para la finalización del caso, crea dificultades en la retrusión al aumentar notablemente el anclaje del sector anterior y nos exige un cuidado adicional del anclaje posterior. De la misma manera ocurriría con la prescripción MBT, aunque la inclinación distal es algo menor, el anclaje cortical se va a ver aumentado por el mayor valor negativo de su Torque (-7°). El anclaje del sector anterosuperior se verá aumentado con la prescripción MBT, por el mayor Anclaje Cortical de los caninos (mayor torque ridículo-vestibular) y un mayor Torque positivo de los incisivos. No es conveniente, por ejemplo, la utilización de brackets de Supertorque que aumentan el anclaje del sector anterior (22° centrales y 17° laterales). (4,6)

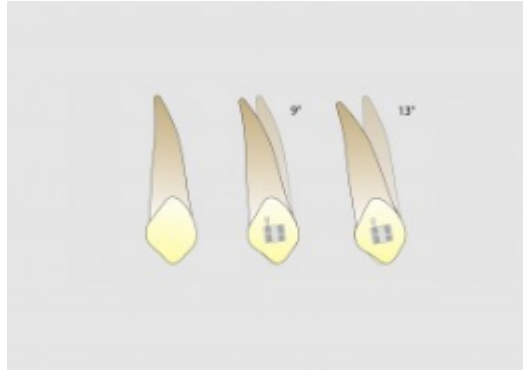


Figura 22. Efecto de la inclinación de un canino superior con prescripción Andrews (11°) y Roth (13°), este último aumenta el anclaje inferior.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

Para favorecer la retrusión del sector anterosuperior, sobre todo en casos de mecánica con Anclaje Máximo, se puede disminuir el anclaje del canino facilitando su distalamiento variando la posición de cementado del bracket en lo referente a la ALTURA e INCLINACIÓN con el consiguiente aumento de la estabilidad del sector posterosuperior que actúa como Unidad de Anclaje (Figura 23). (4,6)

Variando la altura: cementado del bracket más hacia incisal, para que la pieza quede “intruída” respecto a las piezas vecinas. Esto tiene dos efectos: evitar una interferencia oclusal, fundamentalmente con el canino inferior, traba que suele presentarse en pacientes Clase II braquifaciales y además expresará un torque más positivo (torque radículo-palatino), alejándolo de la cortical vestibular (disminuye anclaje cortical). Tener en cuenta que por cada milímetro por encima o debajo del centro de la corona clínica se modifica en +/-5° el torque (Figura 24). (4,6)

Cabe recordar también que la prescripción MBT cuenta con dos opciones más de torque para el canino superior e inferior (0°, 7° y 6° respectivamente), ubicando las raíces más sobre el hueso esponjoso (mayor torque radículo-palatino/lingual). (3)

Variando la inclinación: en la arcada superior, una mínima rotación antihoraria del lado derecho y horaria del lado izquierdo, que tiende a horizontalizar la ranura del bracket, quitará inclinación distal a la raíz., verticalizándola. En caninos inferiores se realiza de manera inversa. (4,6)

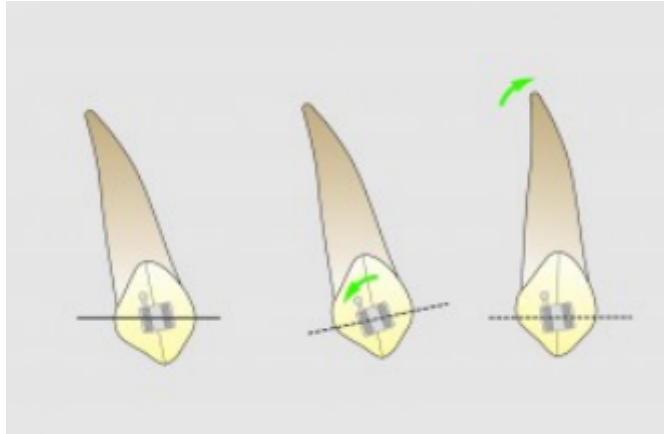


Figura 23. Para generar una posición más vertical del canino facilitando la distalización realizamos una ligera rotación del bracket antihoraria en el 13 y horaria en el 23

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Gregoret G.: Tratamiento Ortodóntico con Arco recto. Segunda edición.

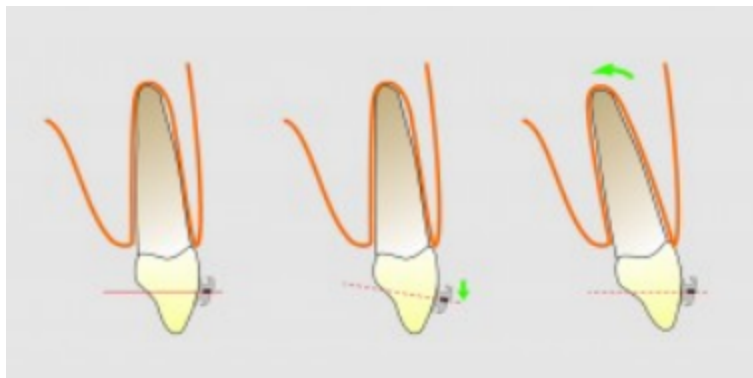


Figura 24. Para darle menos torque negativo y reducir el anclaje cortical, se cementa el brackets más a incisal, al horizontalizarse el slot se genera un torque radículo-palatino ubicando la raíz más en la esponjosa. NOTA: colocar el brackets 1mm por encima o debajo del centro de la corona clínica produce un cambio en la prescripción de -5° y 5° respectivamente.

Tomado de Gregoret J., Tuber E., Escobar H., Gregoret G.: Tratamiento Ortodóntico con Arco recto. Segunda edición.

B- Anclaje del sector postero-superior y mesialización del sector postero-inferior

En el sector posterior la prescripción de ROTH y MBT anula la inclinación mesial de las coronas, lo cual aumenta el anclaje (Figuras 25 y 26). (2,4,6)

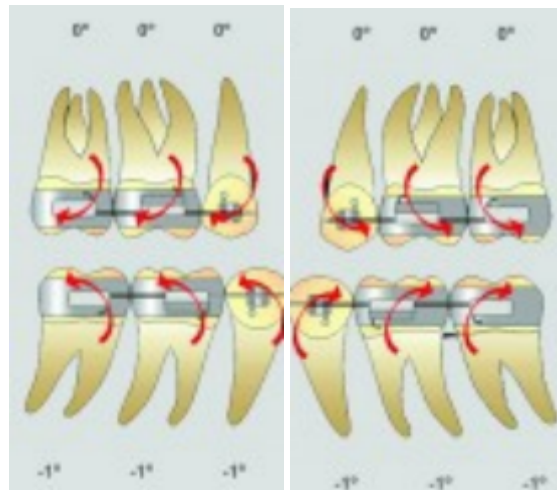


Figura 25. Se muestra como los valores de la prescripción ROTH refuerzan el Anclaje al verticalizar la inclinación mesio-distal de los sectores posteriores.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>



Figura 26. Efecto de la inclinación mesio-distal de un molar superior con la prescripción Andrews (+5°) y ROTH y MBT (0°). La posición más vertical otorga mayor anclaje.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

Además ambas prescripciones (ROTH-MBT), para facilitar la eliminación de posibles contactos prematuros del sector postero-superior, aumentan el Torque negativo de los molares superiores (de -9° Andrews a -14°) permitiendo un mayor control vertical de las cúspides palatinas. No solo ayudará a evitar interferencias en los movimientos excéntricos, mejorará el asentamiento de la oclusión permitiendo un mejor control vertical anterior, aumenta el Anclaje Cortical (aumento del torque radículo-vestibular), el cual está más disminuido en relación al sector posteroinferior. En el sector posterosuperior, la inclinación de las raíces de 0°, el torque negativo aumentado a -14° y la rotación distal en los molares refuerza el anclaje en ambas prescripciones, pero en los casos de anclaje máximo es aconsejable elementos auxiliares como por ejemplo Gomas Intermaxilares, Arcos Transpalatinos (ATP) activados de manera de dificultar la mesialización y/o Botón de Nance. Igualmente debemos ser precavidos, y no confiar excesivamente en esta aparatología auxiliar ya que NO brinda la seguridad dada por el anclaje esquelético. (2,4,6)

Como mencionamos anteriormente, la mesialización de los molares inferiores ofrece dificultades inherentes, por una parte, a la anatomía dentaria y a las características del hueso circundante, y por otra, a la información de la aparatología preajustada. Si bien Andrews describió una inclinación de dos grados (2°) del eje de la corona clínica para molares y premolares inferiores que va desde distal y gingival a oclusal y mesial, las prescripciones más usadas introducen valores de cero grado (0°) MBT y en el caso de ROTH, de menos un grado (-1°), generando una verticalización y hasta una ligera inclinación del eje de la corona clínica desde oclusal y distal hacia mesial y gingival proporcionando un mayor anclaje. El Torque negativo progresivo de la información dada por la aparatología inferior en la prescripción ROTH, que va de -17° en el primer premolar a -30° en el segundo molar, genera un fuerte anclaje cortical (Torque radículo-vestibular). A esto se agrega una ligera rotación distal de molares y premolares de menos cuatro grados (-4°). La prescripción MBT ofrecería un menor Anclaje en comparación a ROTH en el sector posteroinferior al programarse con un Torque más radículo-lingual y un Tip ligeramente más verticalizado. (2,4,6)

Como se puede observar, las características de la aparatología preajustada en los tres planos del espacio tienden a aumentar el anclaje del sector posteroinferior. El sector anteroinferior dada su reducida superficie radicular, su disposición geométrica en la arcada, tipo de movimiento y características oclusales, permite realizar fácilmente los movimientos de retrusión sin compromiso del anclaje. (2,4)

Cuando la planificación indica la mesialización del sector posteroinferior por las características anteriormente señaladas, sumadas a la condiciones de anclaje que presenta naturalmente, el sector anteroinferior resulta ser muy vulnerable como unidad de anclaje por lo que NO es conveniente utilizarlo como tal. En la arcada inferior, se hace necesaria una preparación previa de los sectores posteriores con el objeto de facilitar la Pérdida de Anclaje. Se podrá realizar cambiando a la prescripción que brinde menor anclaje del sector posteroinferior como MBT y/o realizando modificaciones en la estructura (forma) del arco de acero para facilitar la mesialización posterior (estas modificaciones se describirán de manera oportuna). (2,4,5,6,11)

Si bien estos cambios cumplen los propósitos previstos, se han observado dificultades puntuales, como son lógicas de encontrar en cualquier prescripción estandarizada. Sería utópico pensar que una sola prescripción, cualquiera de las que existen en el mercado, es óptima para realizar con eficiencia el 100% de la infinita variedad de maniobras mecánicas a la que se enfrenta el ortodoncista diariamente. (6,10)

Hoy en día con el advenimiento de los Microimplantes, a los ortodoncistas se les ha solucionado los problemas suscitados por la mecánica de anclaje mínimo en el maxilar inferior, pudiendo dejar como segunda elección el uso de resortes comprimidos de Ni-Ti para mesializar el segundo premolar (en caso de no haberlo extraído), al primer molar y una vez que formaran parte del sector anterior, se conjugaría toda la arcada para traccionar el segundo molar con cadena elástica o resorte cerrado de NiTi. (2,3,4,6)

C- Variantes en la ubicación de los Bandas /Tubos de los Primeros Molares según la finalización del caso en Clase I o II molar y su efecto en el anclaje

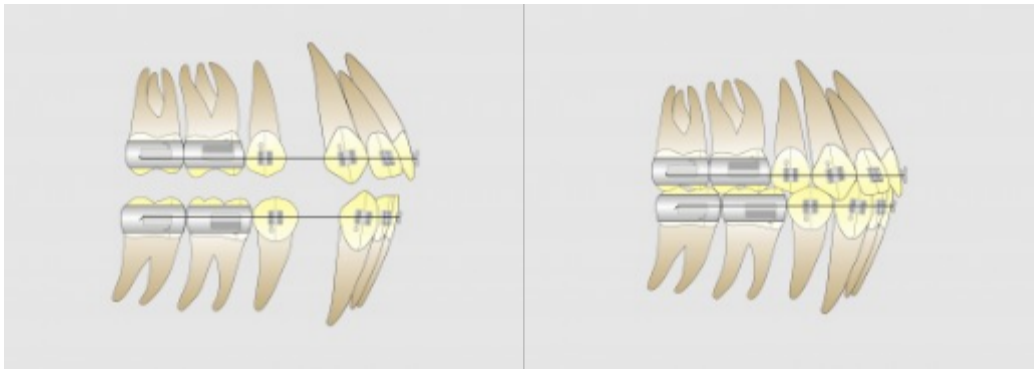


Figura 27. Posicionamiento de la banda/tubo del 1º molar en caso de 4 extracciones. Esa posición permite una óptima finalización en clase I molar.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

Al referirnos al sector posterior, debemos tener presente que se realizan ciertas maniobras en la instalación de los tubos molares según la Clase Molar que deberemos obtener según lo planificado al finalizar el tratamiento, y que esas variantes afectan la información de estos tubos y por consiguiente, al Anclaje de estas piezas. (6)

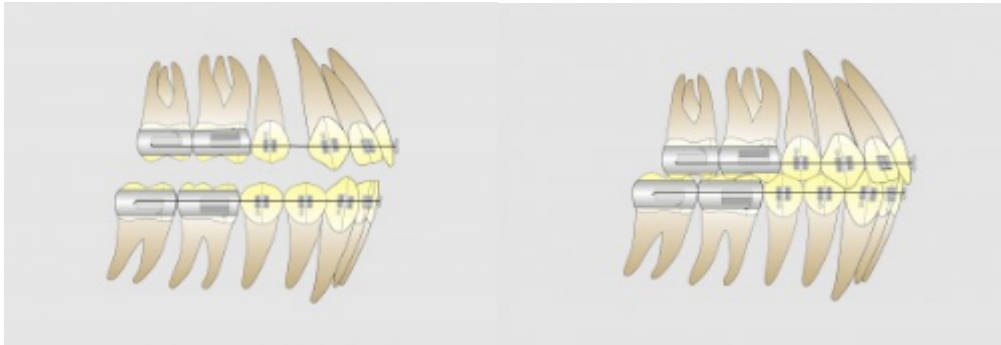


Figura 28. Posicionamiento de la banda/tubo del 1º molar en caso de 2 extracciones. Esa posición permite una óptima finalización en clase II molar.

Tomado de Escobar H.: (2011) Control de anclaje con Arco Recto.
<http://horacioescobar.gnathos.net/?m=20110>

En los casos que finalizan en **Clase I molar** (Figura 27), este debe tener una inclinación mesial para lograr que el reborde marginal distal contacte con el reborde marginal mesial del segundo molar inferior. Es aconsejable desde la instalación de la aparatología colaborar con esa inclinación, cementando una banda ligeramente más alta por distal que por mesial. Dada la inclinación que adoptará el molar, el resultado será una disminución del anclaje posterior. En los casos que finalizan en **Clase II molar** (Figura 27), los requisitos oclusales determinan que su posición sea más vertical. Para lograr esto la banda se ligeramente más hacia gingival por mesial que por distal, con esta variación el tubo adquiere una inclinación que tiende a retroinclinarse al molar, aumentando el anclaje posterior. (6)

8. ALGUNAS CONSIDERACIONES DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES ELÁSTICOS GENERADORES DE FUERZA MÁS UTILIZADOS EN EL CIERRE DE ESPACIOS

Características de las Cadenas Elastoméricas Termoplástica y Termoestable

Las Cadenas Elastoméricas son usadas, al igual que los resortes de espiras cerradas/abiertas de NiTi, como elementos auxiliares elásticos generadores de Fuerzas más utilizados en la mecánica de cierre de espacio. En el mercado contamos con cadenas elastoméricas de Primera Generación (Termoplásticas), que entre sus polímeros tienen enlaces débiles de Van der Waals y las de Segunda Generación (Termoestables) presentan en su estructura polimérica enlaces covalentes más fuertes y estables. Estos últimos fueron desarrollados debido a que la pérdida de las propiedades físicas de los elastómeros, han sido un punto central de discusión por años de científicos y clínicos, tratando de aumentar la fuerza y disminuir el decremento de la misma. Se hizo la comparación de diferentes estudios sobre las propiedades físicas de ambas generaciones de cadenas, llegando a la conclusión que las Termoplásticas pierden su mayor porcentaje de fuerza en la primera hora de un 30 a 40%, mientras que las Termoestables pierden menos de un 5%. (12)

La fuerza ejercida es inconstante y después de tres semanas la fuerza residual generalmente es de: 60% en las de segunda generación y 20% en las de primera generación. Todas las cadenas transparentes tuvieron mejor desempeño que su misma marca en cualquier color, incluso el gris, debido a que sabores, colorantes y pigmentos brillantes cuando estos se disuelven dejan distorsiones y microfisuras en el material. (12,13)

Diferencias en el uso clínico de Cadenas Elastoméricas y Resortes Cerrados de NiTi

Un estudio realizado en 2007 en la Universidad San Francisco de Quito llamado Implantes como Anclaje Absoluto, comparaba la efectividad entre la utilización de cadena elástica y resorte cerrado de NiTi en la intrusión dental en perros, mediante evaluación radiográfica e histológica. Evaluó el comportamiento tisular utilizando cadenas elásticas y resortes cerrados de NiTi, todos comenzando con la misma fuerza (150 gramos) medidos con dinamómetro. Al cabo de 30 días se logró casi el doble de intrusión con cadenas elásticas (1.15mm en promedio) que con resortes NiTi (0.63mm en promedio). En cuanto a los daños periodontales, la cadena elástica originó menor reabsorción del cemento radicular y del tejido óseo adyacente al ápice radicular frente a las piezas con resorte. Sin embargo, estos daños no fueron de magnitudes significativas. Como conclusión, teniendo en cuenta que la cadena elástica disminuye su rango de efectividad en menor tiempo que el resorte cerrado de NiTi, (tiene un rango de duración mayor de la fuerza), sospecharíamos que la reabsorción radicular sea debido a eso. De la misma manera la cadena elástica obtiene mayor cantidad de intrusión que el resorte cerrado en un mismo período de tiempo y una fuerza inicial de igual magnitud, debido a la duración prolongada de la Zona de Hialinización, producida por los resortes. Al disminuir la fuerza de la cadena elástica “rápidamente”, también

disminuye la Zona de Hialinización con lo cual se iniciaría el remodelado óseo, iniciándose el movimiento dental en una forma más temprana. La cantidad de intrusión (movimiento dental) en un tiempo determinado, es directamente proporcional a la velocidad de desaparición de la Zona Hialina.

Por lo tanto, este estudio nos demuestra que las propiedades físicas “desfavorables” de la cadena elastomérica no serían tan así, usadas en pacientes colaboradores que concurren a sus controles de manera periódica. (14)

El Dr. William R. Proffit prefiere resortes cerrados de Ni-Ti (Figura 29), que generan una fuerza leve continua y constante casi ideal, ya que las cadenas elastoméricas (sin importar la generación) producen fuerzas variables e intermitentes que decaen con rapidez interrumpiéndose la generación de fuerza. (11)

Para el Dr. Jorge Gregoret y col., la “desventaja” de no generar fuerzas continuas-constantes por parte de las cadenas elastoméricas (Figura 29), puede resultar algunas veces una fortaleza desde el punto de vista clínico. Un ejemplo de esto se da durante la mesialización de los molares inferiores o superiores con microimplantes, generando un movimiento indeseado (parásito) de protrusión de la arcada afectando a la guía anterior, que posteriormente describiremos (Ver Capítulo 10.4.2). Para minimizarlo una de las maniobras que proponen, es realizarlo con algún elemento elástico activo que le permita al molar realizar la pérdida de anclaje (movimiento) en dos tiempos. Cuando el molar se inclina hacia mesial, en un segundo momento lo intentará hacer la raíz (efecto incremental). 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 generando un efecto de 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 mesioinclina 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-verticalización mesial de la Raíz. Por lo que la degradación estructural que sufren las cadenas elastoméricas por su uso en boca, afectando que la magnitud de la fuerza generada decaiga, no manteniéndose constante en el tiempo, resulta NO ser tan desfavorable clínicamente como se pensaba. (4)

Mohammed H. y cols., realizaron ensayos clínicos aleatorizados solo en humanos, excluyéndose todos los otros tipos de diseños de estudios, sobre la eficacia de los resortes cerrados de NiTi vs cadenas elastoméricas en el cierre de espacios. El ensayo fue en pacientes de cualquier edad, tratados con aparatología fija con ligado convencional y que requirieran el cierre después de la extracción de premolares. Se observó un cierre de espacios más rápido con resortes de NiTi con una diferencia media de 0.20 mm al mes (Intervalo de Confianza del 95% 0.12 - 0.28). (15)

El Dr. Kevin O´ Brien (Profesor Emérito de Ortodoncia de la Universidad de Manchester, U.K) expresa: esta es una revisión sistemática muy bien llevada que

mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los dos métodos de aplicación de fuerzas. El peso de la evidencia fue moderado, sin embargo, la mayoría de las revisiones sistemáticas ortodónticas reportan este nivel de sesgo. La diferencia de 0.2mm al mes es pequeña y ha calculado que si quisiéramos cerrar completamente un espacio de premolar con resortes de NiTi se ahorraría un mes. No está seguro si considerar esto clínicamente significativo. El encuentra más fácil utilizar resortes de NiTi ya que no siempre necesitan ser ajustados cada cita. No le gustan las cadenas elastoméricas porque acumulan placa, existe también, por supuesto, una diferencia de costo, pero lo acepta por las ventajas del NiTi. (16)

El Dr. Mario Valdez dice que si es rentable (por el mayor costo) para la práctica clínica diaria, usar resortes de espiras cerradas de NiTi, de lo contrario usar cadenas elastoméricas. Todavía la “batalla” necesita más pruebas, aunque actualmente los resortes de NiTi llevan la delantera. (17)

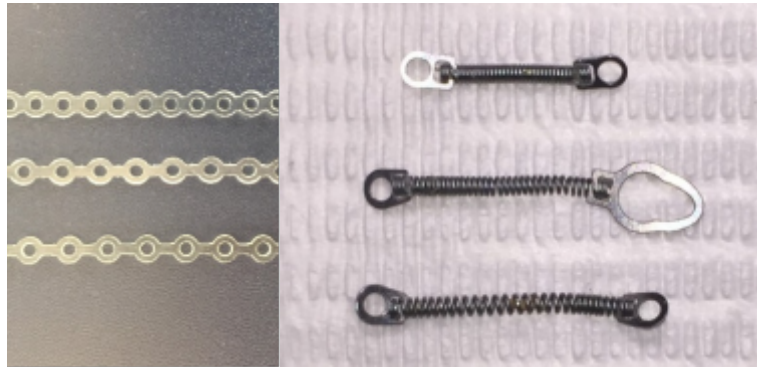
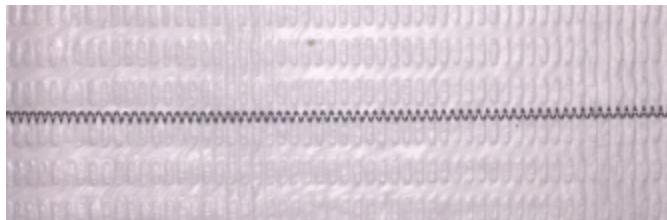


Figura 29. Elementos auxiliares elásticos activos para tracción. Izquierda: cadenas elastoméricas (1° generación) de eslabones cortos, medianos y largos. Derecha: resortes de espiras cerradas de NiTi (leves) de 6 mm, 9mm (con extremo para anclarse a microimplante) y 12mm.

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.U



**Figura 30. Elemento auxiliar activos elástico para presión:
resortes de espiras abiertas**

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U

Valores de Fuerza generados por resortes de NiTi de espiras abiertas y cerradas

Los Resortes de espiras abiertas (Figura 30), si se lo comprime de una longitud inicial 25 mm a una final de 19 mm, los leves generan 100 gramos., los medios 200 gramos y los pesados 275 gramos. Los Resortes de espiras Cerradas de 9 mm si son extendidos a los 12 mm generan una fuerza los leves de 150 gramos, los medios de 200 gramos, y los pesados 250 gramos. La misma fuerza genera los de 12 mm si son extendidos a 24 mm. No conviene llevar los resortes de 9 milímetros por encima de los 22 mm (de extremo a extremo) y a los de 12 mm por encima de 36 mm (de extremo a extremo) para evitar deformaciones permanentes que afecten la generación de fuerzas. La gran mayoría de los movimientos dentarios en la mecánica de cierre de espacios se realizan adecuadamente con la fuerza generada por resortes LEVES. Nota: los valores se tomaron de una tabla presentada por el Dr. Horacio Escobar (9)

9. BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO DENTARIO

Todo ortodoncista debe conocer que el Centro de Resistencia (CR) es el punto donde se concentra la mayor resistencia de un cuerpo (en nuestro caso dientes o grupo de dientes) que va a ser desplazado. Si el Punto de Aplicación de la fuerza esta debajo o encima de él se producirá Rotaciones/Momentos. El valor del Momento va a depender de la distancia que hay de la perpendicular del Punto de Aplicación de la Fuerza (la cual siempre se localiza en los brackets que están adheridos a las superficies vestibulares de los dientes) al CR, y de la magnitud de la fuerza ($M=F \times d$), el sentido puede ser horario o antihorario. (35,36)

El CR en un diente unirradicular se localiza en la unión del 1/3 cervical con el 2/3 apicales radiculares, o un 33% de la distancia que hay de la cresta alveolar hacia el ápice (Figura 31), y en los multirradiculares uno o dos milímetros apicalmente de la bifurcación o trifurcación, con la altura de la cresta alveolar normal. Sino se encontrará más apicalmente dependiendo la cantidad de raíz cubierta por hueso alveolar. (35,36)

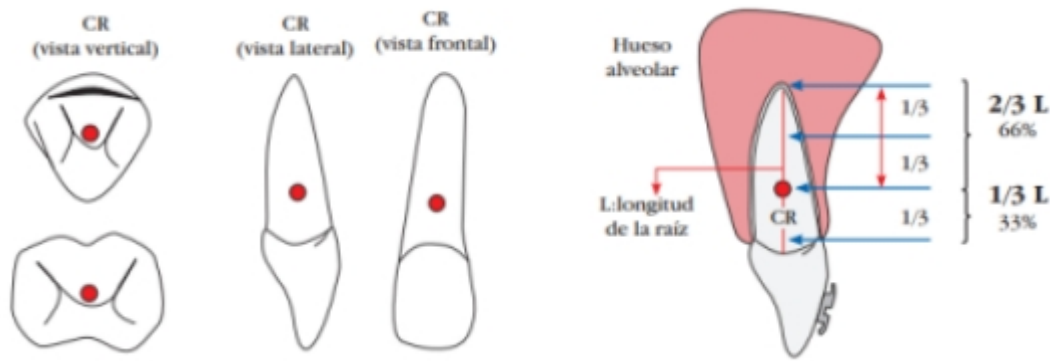


Figura 31. Localización del CR en los tres planos del espacio.

Ilustraciones tomadas del capítulo "Principios de física que se aplican a la ortodoncia"
Dr. G.Urbe Restrepo e Ing. José Jimenez Mejía (36)

La magnitud de la fuerza no cambia la posición del CR, pero el punto de aplicación de la fuerza puede cambiar con el tiempo durante el tratamiento. Si hay problemas periodontales con pérdida moderada o severa de hueso alveolar se debe reducir la magnitud de las fuerzas (y por lo tanto del Momento), debido a la ubicación tan apical del CR, que incrementa el brazo de palanca y la distancia respecto al punto de aplicación de la fuerza, la cual siempre se localiza en los brackets. (36)

El CR también varía si se va a realizar un movimiento de retrusión en bloque (grupo de dientes), como ocurre en el sector anterosuperior. (35,36) Melsen y col.: indicaron que el CR de los seis dientes anteriores está ubicado a 13,5 mm por detrás y 9,0 mm por encima del centro del arco. Hedayati y Shomali: estimaron que el CR de los seis dientes anterosuperiores está ubicado 13,5 mm apical y 14,0 mm por detrás del borde incisal de los incisivos centrales. Por otro lado, Sang-Jin Sung y col., en su estudio ubicaron el CR con respecto al borde incisal de los incisivos centrales de distintos grupos de dientes anterosuperiores: • cuatro dientes anteriores: 13,5 mm apical y 12,0 mm posterior, • seis dientes anteriores: 13,5 mm apical y 14,0 mm posterior (Figura 32). Puede haber una pérdida ósea y un cambio apical en la ubicación del CR del segmento anterior maxilar. (39,40,41)



Figura 32. A, B, C: muestran el CR de las piezas anterosuperiores cuando van a ser retruidas en bloque o en grupo de cuatro o seis piezas.

Ilustraciones tomadas del capítulo "Principios de física que se aplican a la ortodoncia" Dr. G.Uribe Restrepo e Ing. José Jimenez Mejía (36)

El Centro de resistencia (CR) del bloque posterior según Jun Kawamura, se encuentra a una altura entre 6-8 mm por encima del arco, y en sentido sagital, a nivel de la raíz distovestibular del primer molar superior. Otros autores ubican el CR entre el segundo premolar y primer molar superior a nivel de su raíz mesiovestibular. (42)

También se debe conocer el Centro de Rotación (Crot), es el punto alrededor del cual un objeto rota cuando se está moviendo. Por lo general, la línea de acción de la fuerza que se aplican a los brackets (punto de aplicación), no pasan por el CR. Esta situación genera una condición de Rotación/Momento potencial del diente o grupo de dientes en torno/alrededor a un punto denominado Crot. La ubicación/localización del Crot depende de la **proporción/relación/coeficiente** que se establece entre el Momento de la cupla/torque (M_c), generado por el arco en el slot del brackets y el Momento de la fuerza retrusiva (M_f) generado por la activación de las ansas o elementos activos elásticos generadores de fuerza. (36)

Es decir, la posición /ubicación del Crot se establece de la **relación/proporción M_c/M_f** que puede ser 0/1,7/1,10/1 o 12/1 y esto a la vez determina el Tipo de Movimiento Dentario. Por lo que el clínico puede incidir en donde ubicar el Crot para mover la corona y/o la raíz, como realizar la traslación de un diente o grupo de dientes, hacia el sitio que sea necesario. (36)

Si se controla la localización/ubicación del Crot a lo largo del eje longitudinal del diente o grupo de dientes, se podrá definir/planificar el Tipo de Movimiento Dentario. La ubicación/localización del Crot respecto al CR es el componente físico más importante y menos entendido por los ortodoncistas. (36)

Los **Tipos de Movimientos Dentarios** son: inclinación incontrolada, inclinación controlada, traslación y desplazamiento/movimiento radicular, se realizan tanto con aparatología fija como removible, combinándose dos hasta tres tipos de movimientos durante el tratamiento (NOTA: no toma en cuenta a la rotación pura alrededor del eje axial/longitudinal de las piezas dentarias). (35,36)

Inclinación descontrolada: es el movimiento más fácil de obtener y a veces indeseado sobre todo a nivel de Incisivos superiores e inferiores. Es producida por una fuerza horizontal simple (sin depender de la magnitud), aplicada en la corona/bracket del diente/s, distante de CR. El Crot o fulcro se encuentra cerca (ligeramente más apical) o coincide con el CR. Se produce un movimiento del ápice y del borde incisal de igual magnitud pero en sentido opuesto (imagen de espejo). Se genera compresión del ligamento periodontal a apical del Crot en el lado de aplicación de la fuerza y tensión en el lado contrario, hacia la cresta alveolar del Crot ocurre de forma inversa (Figura 33). (35,36)

Los aparatos removibles la producen a través de sus resortes, los generadores de espacio, los reductores de diastema, verticalizadores de caninos, aparatos expansores, etc. Con aparatología fija, se produce con arcos redondos u arcos que por sus dimensiones (cuadrados .016" x.016" o .018"x.018" en un slot de .022"), NO generen el efecto binario/cupla/torque vestibulo-palatino entre las ranuras del brackets y las aristas del arco (Figura 33), cuando retruimos por la fuerza generada por la activación de ansas o por elementos auxiliares elásticos. (35,36)

Al no haber efecto cupla/torque del arco con la ranura del bracket la relación $M_c/M_f = 0/1$. Solo hay fuerza. (35,36)

La retrusión en masa del segmento anterior superior con estos arcos, generará un movimiento en sentido vestibulo-lingual/palatino que llevará el ápice radicular contra la cortical vestibular (fenestraciones) y/o provocar reabsorciones radiculares. También puede generarse cuando rotamos un bracket (efecto cupla mesio-distal/tip) en los caninos, modificando la inclinación para lograr una mejor guía canina, pudiendo producir aproximaciones radiculares inconvenientes. (35,36)

Inclinación controlada: es la más común de la ortodoncia, movemos todo el diente en dirección de la fuerza aplicada, pero el ápice radicular (Crot) permanece fijo, donde eje longitudinal del diente o grupo de dientes se inclina/rota alrededor de él. El remodelado oseo a nivel apical es mínimo y en la cresta alveolar es máximo. La inclinación controlada vestibulo-lingual/palatino es posible cuando hay un efecto Binario/Cupla/Torque. Este efecto produce fuerzas de igual magnitud, paralelas, en dirección contraria, no lineales y separadas por una distancia que genera una rotación/momento (M_c), producido entre las aristas del arco y las paredes de la ranura del bracket/tubo. Esto anula en parte la tendencia a rotación/ momento (M_f) del diente o

grupo de dientes causado por una fuerza ortodóntica de retrusión horizontal que pasa a través de la ranura del bracket lejos del CR, al cambiar la ubicación/localización del CRot. Pasando de estar cerca o coincidiendo con el CR, para pasar a ser el ápice dentario el nuevo fulcro o Crot (Figura 33). (35,36)

Este tipo de movimiento solo es posible con aparatología fija, fuerzas leves y un arco rectangular que permita generar simultáneamente un Mc pequeño en la ranura del bracket, teóricamente 7 veces superior al Mf generado por la fuerza retrusiva. Relación $Mc/Mf = 7/1$ intermedia. Por lo tanto se deben aplicar entre 8° y 12° de torque. Lo reproducimos clínicamente al redondear las aristas de un arco rectangular, realizándolo siempre en la retrusión del sector anteroinferior, donde lo buscado es la retroinclinación (los ápices terminan donde empezaron) por las características anatómicas propias de la sínfisis mandibular. (35,36)

Traslación: o movimiento en cuerpo, es un desplazamiento en paralelo rectilíneo, lineal-horizontal/ vertical/oblicuo, donde el o los ápices radiculares y la o las coronas dentarias se mueven igual cantidad de distancia y en la misma dirección. El eje longitudinal del diente o grupo de dientes preservará su /orientación/dirección inclinación, donde el Centro de Rotación (Crot) NO existe, se encuentra en el "infinito", por lo que el remodelado óseo es uniforme a lo largo de toda la superficie radicular (Figura 33). (35,36)

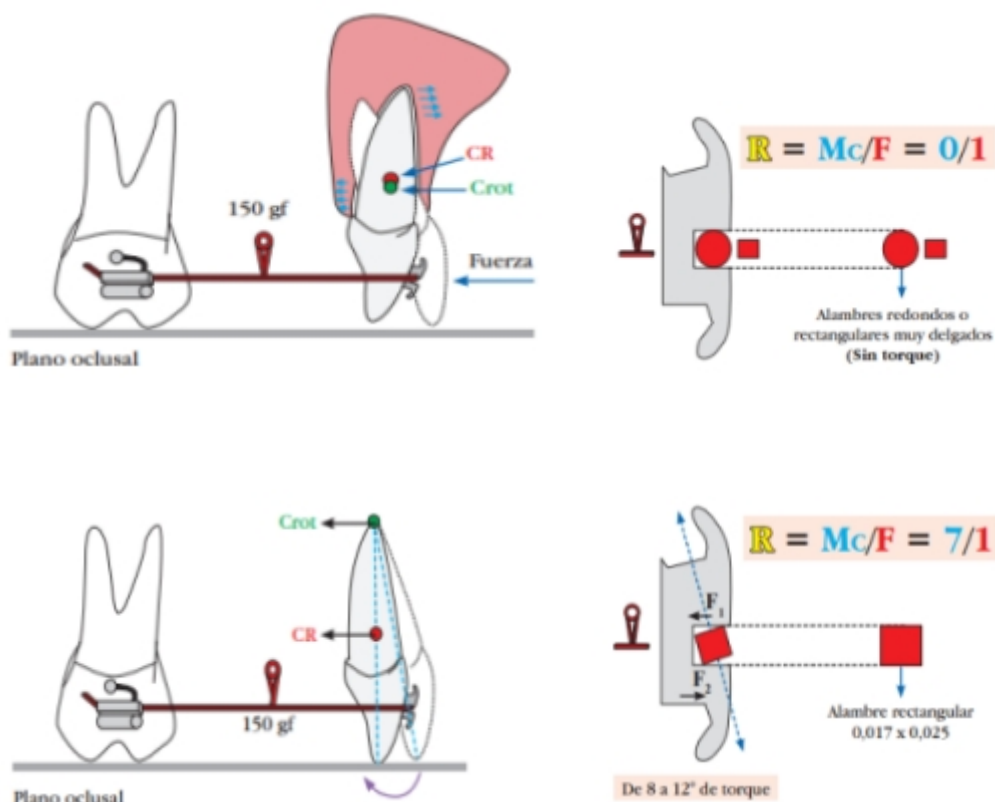
No se genera ningún tipo de Rotación-Momento, por lo que este movimiento se presenta cuando una fuerza horizontal pasa a través del CR de un diente o grupo de dientes y éste o estos se mueven en dirección a la fuerza. Como dijimos anteriormente este tipo de movimiento "puro" es teórico e imposible de lograr clínicamente como tal en la ortodoncia, por lo que se realiza en forma combinada. Este es el tipo movimiento buscado en la retrusión anterosuperior con torque o en la pérdida de anclaje de la arcada superior e inferior. (35,36)

La pieza dentaria o grupo dentario, no solo se Traslada, sino que tenderá a Rotar ligeramente (Momento) dependiendo del punto de aplicación de la Fuerza, magnitud y su relación con CR. La traslación, aparte de horizontal u oblicuo también puede ser vertical (extrusión e intrusión), en la práctica por los mismos motivos anteriores es muy difíciles de lograrlos "puros" sin que haya una Ligera Rotación/Momento. (Figura 33). (35,36)

Si la línea de acción (punto de aplicación) de la fuerza retrusiva no atraviesa el CR, la Rotación-Momento (Mf) producido por esta, puede ser "anulado" por el Rotación-Momento (Mc) generado por el efecto binario/torque/cupla entre la ranura del bracket y el arco. Para ello se debe producir un Mc 10 veces superior al Mf generado por la fuerza retrusiva. Por lo tanto, se deben aplicar entre 14° y 18° de torque en un alambre rectangular que produzca una relación $Mc/Mf = 10/1$ alta. (35,36)

Con alambres redondos, cuadrados de calibre pequeño no se puede producir movimiento en cuerpo/traslación de un diente o grupo de dientes porque al no producirse el efecto cupla en el binomio slot-arco no habrá M_c por lo que la relación M_c/M_f será 0/7. Se deben manejar, en lo posible, arcos rectangulares que llenen las ranuras de los brackets, por lo que para la traslación vestibulo palatina precisamos arcos rectangulares “pesados” (.019”x.025” o .021”x.025” de acero en slot de .022”) que permitan un efecto binario/torque (M_c), que bloquee (M_f) generado por la aplicación de una fuerza de magnitud adecuada pero alejada del CR. (35,36)

Inclinación Radicular: cambiamos la posición radicular sin modificar el del borde incisal (torque radiculo-palatino), rota el eje longitudinal alrededor del borde incisal que permanece fijo (Crot). El remodelado oseo a nivel apical es máximo y en la cresta alveolar es mínimo. Este tipo de movimiento es común al finalizar el tratamiento de ortodoncia, se obtiene por el efecto binario/cupla aumentando el toque progresivamente hasta llegar a arcos gruesos rectangulares. El torque del arco en las ranuras del bracket es de gran magnitud (18° a 22°). La relación $M_c/M_f = 12/1$ muy alta. No hay fuerzas horizontales (retrusivas) o son próximas a cero, (Figura 33). (35,36)



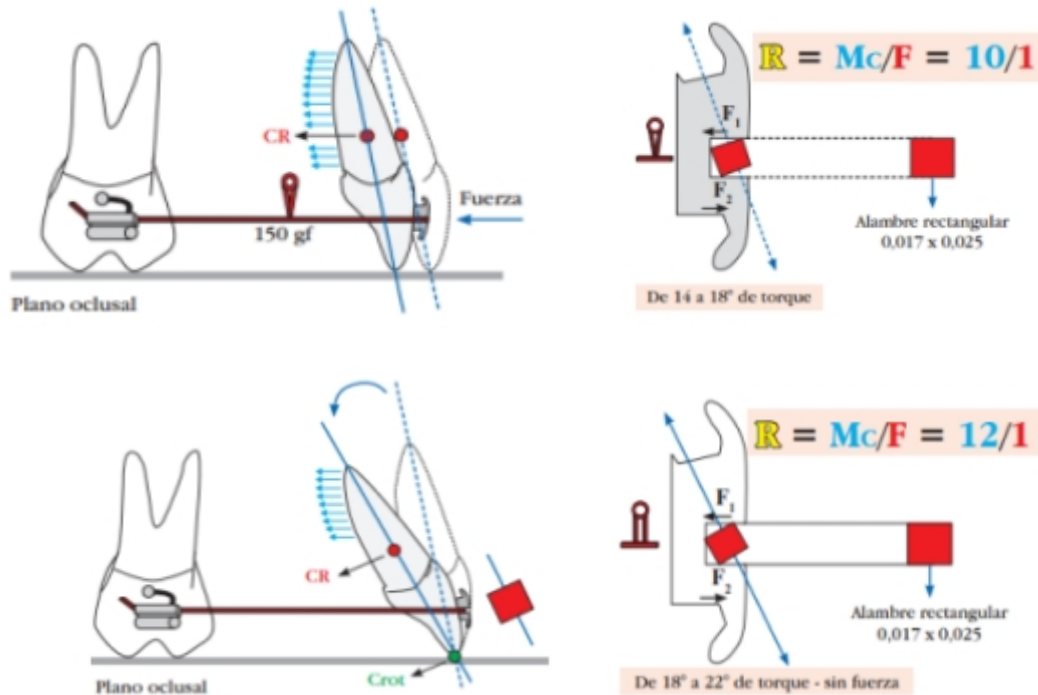


Figura 33. Tipos de Movimientos dentarios. Relación entre el Momento-Rotación generado por el efecto binario/cupla entre el slot-arco (M_c) y el Momento-Rotación generado por la fuerza (retrusiva) cuyo punto de aplicación (brackets) está alejado de CR (M_f). Nota: M_f en el grafico está representado por F , y el arco rectangular .017"x.025" es en un sistema de slot .018", en nuestro sistema de Slot .022" el arco sería .019"X.025".

Ilustraciones tomadas del capítulo "Principios de física que se aplican a la ortodoncia"
Dr. G.Uribe Restrepo e Ing. José Jimenez Mejía (36)

Las Fuerzas que se utilizan en ortodoncia se aplican directamente sobre las ranuras rectangulares de los brackets adheridos a las coronas de los dientes y no directamente en los CR, lo que produce una tendencia grande a la rotación. Los sistemas de Fuerzas Equivalentes, le da la posibilidad, al ortodoncista, de mover los dientes mediante sistemas mecánicos sencillos, pero muy eficientes, sobre todo en los casos en donde hay la necesidad de hacer movimiento de traslación de los segmentos anteriores. Un sistema de equivalencia permite reemplazar los sistemas de Fuerza que, en teoría, se deberían poner directamente en los CR de los dientes para trasladarlos, permitiendo aplicar Fuerzas de manera excéntrica en las ranuras de los brackets, con eficiencia y muy pocos problemas secundarios. (36)

En la práctica el ortodoncista, mediante el torque de un arco rectangular de calibre grueso, metido en la ranura de un bracket o grupo de brackets genera una cupla/torque o Fuerza par produciendo una rotación/momento (M_c), que actuaría en dirección contraria a un segundo sistema de Fuerza para mover dientes producido por la activación de ansas o de elementos activos elásticos generadores de fuerza (dependiendo de la mecánica de cierre de espacio utilizada). Esta fuerza al aplicarse sobre los brackets lejos de su CR tiende a rotarlos/momento (M_f). El M_c producido por la cupla/torque producido por el binomio slot-arco anula la tendencia a la rotación/momento generado por la Fuerza aplicada para el movimiento dentario o de un grupo dentario (M_f), dejando actuar la Fuerza Neta para producir traslación / movimiento en cuerpo (teórico). (35,36)

En otras palabras, el M_c debe contrarrestar el M_f y la sumatoria de los dos deberá ser igual a cero para producir ese tipo de movimiento. Para producir otros tipos de movimientos diferentes de corona o de raíz se deberá aumentar o disminuir la proporción/relación /coeficiente entre los dos (M_c/M_f). (36)

Para determinar un sistema de Fuerza Equivalente dirigida al CR de un diente o grupo de dientes, se siguen los siguientes pasos: • Se determina la magnitud de la Fuerza para el movimiento. • La distancia que hay entre el CR y el punto de aplicación de la Fuerza, que es el bracket, generando un M_f o una tendencia a la rotación/momento • Se aplica una cupla/efecto binario en la ranura del bracket, dando torsión o torque al arco rectangular grueso, para generar un M_c igual al M_f (se resta el M_f del M_c y debe dar cero). (36)

Ejemplo: si se aplica una Fuerza de 180 g a los cuatro incisivos superiores maxilares para hacer una retrusión en cuerpo/masa, con un arco de .019" x .025" de acero con dos ansas o elementos activos elásticos bilaterales y todos los brackets ubicados en las caras vestibulares en la parte media de las coronas clínicas, con una distancia de 12 mm al CR. La Fuerza que se requiere en forma directa en el CR, es de 180 g. El diseño del Sistema Equivalente es: Momento = Fuerza x Distancia ($M = F \times d$). El M_f sobre el bracket es igual a: 12 mm x - 180 g = - 2160 g.mm. Para producir un movimiento de retrusión en cuerpo, la proporción M_c/M_f debe ser de 10/1. Si se conoce el M_f , que es de -2160 g.mm, debe haber un M_c que produzca una Rotación/Momento positivo 10 veces mayor para que sólo quede la Fuerza neta producida por las ansas o elementos elásticos activos (Figura 34). (36)

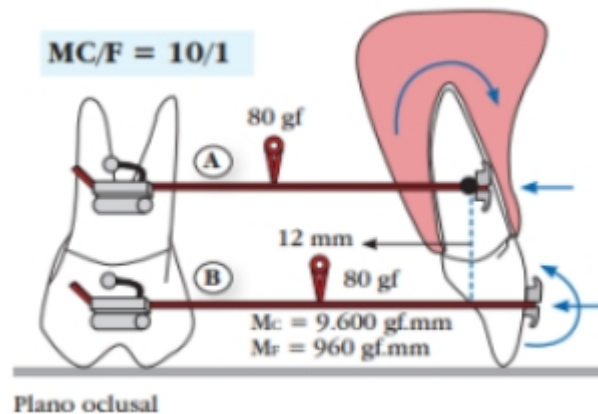


Figura 34. Sistema de Fuerzas Equivalentes en ortodoncia. A. Ideal. B. Equivalente
Nota: a manera de ejemplo en el gráfico se utilizó los valores para la retrusión de un incisivo

Ilustraciones tomadas del capítulo "Principios de física que se aplican a la ortodoncia"
Dr. G.Uribe Restrepo e Ing. José Jimenez Mejía (36)

10. RECURSOS MECÁNICOS MAYORMENTE UTILIZADOS EN EL CIERRE DE ESPACIOS EN LA SEGUNDA FASE

10.1- Cadena elástica elastomérica (de molar a molar)

Las Cadenas Elásticas Elastoméricas, usadas un eslabón por diente (diez o doce eslabones de molar de una hemiarcada al molar de la otra) NO se recomiendan para el cierre de grandes espacios debido a problemas relacionados con el nivel de fuerza. Quedan demasiado estiradas a nivel de las extracciones produciendo rotación de los dientes adyacentes a esta y si se deja sin estirar lo suficiente los espacios no cierran. Es útil, en algunos casos al final del cierre de espacios como complemento a la Mecánica de Arco Segmentado y/o Deslizamiento, o para cerrar uno o dos espacios pequeños al final del tratamiento y no se abran si no se conjuga con ligadura de acero. (3)

10.2- Mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras continuas

En 1990 fue descrita esta mecánica para el cierre de espacios, también llamado Mecánica CON Fricción, termino algo impreciso, ya que la fricción es solo una parte de la Resistencia al Deslizamiento, como luego desarrollaremos. Por lo que el término adecuado sería **Mecánica de Deslizamiento con Fuerzas Ligeras Continuas** (generalmente las fuerzas son constantes usando resortes cerrados de NiTi, no así con

módulos elastoméricos). El factor clave de esta biomecánica consiste en que las ranuras del brackets/tubos, como el arco de acero se deslicen uno sobre otro. La fuerza para el movimiento dentario no es generada por el arco mismo, por lo que se emplean elementos auxiliares activos elásticos como resortes cerrados (6, 9 o 12 milímetros) de NiTi, módulos elastoméricos con retroligaduras de acero o cadenas elastoméricas (primera o segunda generación), que tienen su anclaje en el Hook o Gancho del tubo de los Molares hasta los Postes, ubicados en el arco a mesial o a distal de caninos, pudiendo ser soldados, crimpables, roscados (tipo Gurin) o por doblez del mismo arco. (3,4,5,11,9,19,20)

Existen dos tipos de fuerza friccional: la fricción estática y la dinámica o cinética. La fricción estática es la menor fuerza necesaria para iniciar el movimiento entre dos cuerpos solidos que estuvieron en relación estática el uno al otro. La fricción dinámica o cinética es la fuerza que resiste el deslizamiento en un objeto/cuerpo sólido contra otro, a una velocidad constante. (19,21,22)

En el movimiento dental ortodóntico (Cierre de Espacios), la Fricción es solo una parte de la resistencia al deslizamiento. Kusy y cols., dividen la Resistencia al Deslizamiento en 3 componentes:

- Fricción (estática y dinámica), generado por el contacto entre las interfaces brackets- arco- ligadura. (Figura 35 A)
- Binding es el contacto entre el arco y las esquinas/extremos del slot del bracket que se produce cuando el diente se angula/inclina (momentos), o cuando el arco se flexiona. (Figura 35 B)
- Notching es una deformación permanente (deformación plástica) del arco. Ocurre una vez que el arco ya ha hecho contacto con las esquinas de la ranura-slot de brackets y la deflexión de este excede su deformación, límite o memoria elástica por una fuerza desproporcionada/excesiva. (Figura 35 C)

(23)

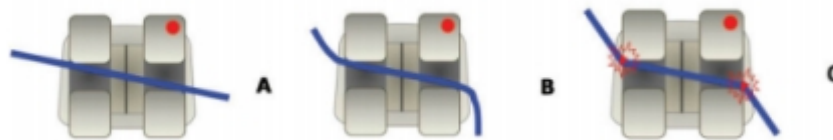


Figura 35. **A:** Efecto Binding: producido cuando el arco se flexiona o el diente se inclina y contacta con los extremos del slot. **B:** Si el arco continúa flexionándose más allá de los extremos del slot y es flexible seguirá generando Binding. **C:** Si el arco continúa flexionándose más allá de los extremos del slot y es rígido (como son los arcos de trabajo en el cierre de espacio), se superará el límite elástico deformándose permanentemente generando Notching. Este también ocurre con microfracturas de los arcos en las zonas que contactan con el slot.

Tomado de 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) (24)

Kojima y cols., evaluaron la influencia de la fricción en el movimiento dental ortodóntico usando un método de elementos finitos (MEF: método numérico utilizado en diversos problemas de ingeniería y física), reportando que aproximadamente el 60% de la Fuerza Aplicada al diente es perdida como fricción estática. (25) La resistencia al deslizamiento durante esta mecánica, representa un reto clínico para los ortodoncistas, ya que los altos niveles de fricción pueden reducir la efectividad de esta, disminuyendo la eficiencia del movimiento dental y complicando el control de anclaje. (9)

Con el fin de disminuir Resistencia Friccional en la mecánica de deslizamiento, se deberá tener en cuenta Factores físicos: ancho, tipo de material y forma de fabricación del Bracket-Tubo; dimensiones y material del arco; tipo y técnica de ligadura. Factores mecánicos: rotaciones e inclinaciones (Momentos) generados durante la biomecánica de cierre de espacio. (26) Factores biológicos: la presencia de saliva actúa como un lubricante reduciendo la fricción, pacientes que tienen disminuido el flujo por causas medicamentosas, u otras que pueden generar xerostomía puede verse aumentada. Lo mismo ocurre con la acumulación de restos orgánicos, detritus y/o sarro. (18,27)

Respecto a los factores/ variables físicas, las características del material del bracket-tubo, deben ser de un buen acero. Pueden ser fabricados por inyección, por compresión de una matriz lingotes de esta aleación o por fresado de los mismos, no es conveniente colados por dejar una superficie más porosa. Es importante que los brackets no sean estropeados por las fuerzas oclusales como puede ocurrir en los primeros molares inferiores cerrando parcialmente la luz del tubo, por lo que se recomienda el uso de tubos no convertibles al ser más resistentes a la deformación. (2) Los brackets estéticos cerámicos en combinación con arcos de acero producen una fricción de gran magnitud y en esta mecánica de deslizamiento, tendremos un alto coeficiente de fricción y una mayor reabsorción radicular. Los brackets de metal presentan coeficientes de fricción más bajos que los brackets de cerámica y de plástico, y estos menor a la los cerámicos, ya que ambos materiales estéticos tienen una superficie más rugosa y porosa. (18)

Existe la creencia que los brackets más anchos presentan mayor fricción sobre los brackets con un ancho reducido, debido a la mayor área de la superficie de contacto entre el bracket y el arco. La superficie aparente de contacto no genera mayor fricción ya que el contacto se produce a nivel microscópico con las asperezas. El aparente incremento de Resistencia al Deslizamiento sería producido por otro efecto teórico. Brackets más estrechos permiten ángulos de contacto mayores entre el arco y los extremos/esquinas del slot, permitiendo mayor movimiento/inclinación coronaria antes que se genere el ángulo crítico (Figura 36) causante del Binding. (24)

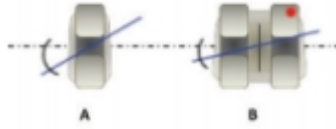


Figura 36. Efecto del ancho del bracket. A. Bracket estrecho (simple) en donde el arco posee un mayor ángulo de contacto crítico y permite un mayor movimiento. B. Bracket ancho (gemelar) en donde el arco posee un menor ángulo de contacto crítico y permite un menor movimiento.

Tomado de 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) (24)

Lo mismo ocurriría con un arco más delgado generando mayor ángulo de contacto y por ende mayor movimiento. Pero Ziegler y col. en un estudio clínico colocaron un bracket gemelar de ranura .018” con un arco seccional de .018” de acero inoxidable y una cadena elástica de 200 gramos. La luz en ese sistema es “cero”, por lo que la velocidad de movimiento debería ser seriamente afectada. Se observó una ratio de cierre de 1,41mm/mes +- 0.42mm, valor considerado adecuado durante el cierre de espacios y cuestiona seriamente el concepto de luz interfase brackets-arco. (24)

Estos hallazgos tienen lógica, ya que, si bien con un arco más grueso la inclinación coronaria inicial es de menor magnitud, también lo es la recuperación- verticalización o enderezamiento radicular a contrarrestar. Por lo tanto, el ciclo de inclinación- enderezamiento (ratcheting effect o efecto incremental), concluye más rápidamente. Además el bracket debe ser ancho para generar un momento adecuado con menores niveles de fuerza para lograr enderezar la raíz. Debido a que los momentos que enderezan la raíz se producen en los extremos del brackets (ángulos), cuanto más alejados de su centro de resistencia (es decir más ancho sea), mayor va a ser el momento que endereza la raíz. (24)

Aparentemente el cierre de espacio es más biológico que mecánico. En conclusión: los brackets más anchos promueven un mejor control (tridimensional) de la pieza a movilizar y la ratio de cierre de espacios en estudios clínicos es adecuado y el mismo que en brackets estrechos, por lo que el ángulo de contacto y la luz interfase brackets-arco NO son variables de alta incidencia clínica. (24)

En una mecánica de deslizamiento los Arcos que presentan menor resistencia friccional es el acero inoxidable (bajo nivel de fricción, además permite conseguir un pulido espejo), seguido del cromo/cobalto, el níquel titanio (NiTi), y el titanio molibdeno (TMA),

este último presenta mayor resistencia friccional porque presentan una superficie más áspera y producen una mayor resistencia friccional a igual diámetro. (4,18,27)

La evolución tecnológica se ha aplicado a las aleaciones de los arcos, realizando bombardeo por iones de gases (nitrógeno y oxígeno) que logran una capa superficial más dura favoreciendo el deslizamiento. Se utiliza actualmente en arcos de TMA y NiTi, promoviéndolos como arcos que disminuyen la fricción. Un estudio que analiza el efecto del bombardeo iónico en la ratio de cierre. Se realizó un diseño a boca separada comparando una mitad del arco de TMA normal y la otra con implantación de iones, que fue especialmente manufacturado para este ensayo. Los resultados en cuanto a ratio de cierre fueron sin diferencias estadísticamente significativas para uno u otro hemimaxilar y sin desvíos de la línea media. La tecnología de implantación por iones NO provee ventajas clínicas, según la mejor evidencia disponible actual. (24,28) La biodegradación que sufren los materiales (bracket-arco) a lo largo del tratamiento de ortodoncia como la corrosión y la fatiga estructural son variables mínimas pero que también aumentan la resistencia friccional. (29)

El sistema de ligado de los brackets al arco es otro factor a tener en cuenta en el aumento o disminución de la fricción tal como el Dr. Fernando Pérez Vargas lo demuestra (fuera de boca), colocando sobre un arco de .019x.025 de acero un bracket ligado con diferentes elementos y midió la fuerza (dinamómetro) necesaria para iniciar el movimiento del brackets a través del arco. Se comprobó que la fuerza para vencer la fricción era mayor en los módulos elásticos clásicos y siliconados frente a las ligaduras metálicas de acero de .020, pero sin superar a los brackets de Autoligado Pasivo. (30) Este produce menor fricción que el sistema autoligado activo y sistemas convencionales. (26) NOTA: La demostración del Dr. Pérez Vargas es simplemente didáctica (por eso no se ponen valores) ya que, al no ser realizada in vivo, faltarían otros componentes que modifican la resistencia al deslizamiento.

Sin embargo, tres estudios clínicos aleatorios prospectivos evaluando el Cierre de Espacios por Deslizamiento comparando brackets convencionales y de autoligado, no demuestran diferencias clínicas ni estadísticas significativas en la ratio de cierre entre ambos sistemas de brackets, que en promedio se encuentran en 1 milímetro por mes. (31,32,33)

La mayor velocidad de cierre debido a la menor fricción no se produce en la clínica, según los ensayos clínicos actuales. Por ende, la fricción del ligado es una variable de escasa influencia clínica durante el cierre de espacios y el factor limitante en la ratio de cierre por deslizamiento parece ser más biológico (dependiente de la fuerza), que estar relacionado con las características del sistema mecánico del complejo bracket-arco. Este concepto no es nuevo, ya en 1983 el Dr. Huffman (34) reflexionaba sobre el tema: "Tal vez la fricción no es un factor tan significativo en la clínica tanto como en el laboratorio". (24,28,31,32,33)

La pérdida de anclaje es igual en ambos sistemas de brackets (convencional y autoligado), según los hallazgos de un reciente estudio clínico aleatorio. Una posible explicación es que la fricción necesaria por vencer para deslizar hacia distal es la misma que se necesita para deslizar a mesial la pieza de anclaje que suele ser el primer molar; ambas fuerzas friccionales son de similar magnitud y línea de acción, pero de sentido opuesto; por ende, se anulan y no tienen significancia clínica. Esto se relaciona también con que la Mecánica por Deslizamiento consume el mismo anclaje que la Mecánica por Anclas que mencionaremos más adelante. (24)

Los factores biomecánicos influyen sustancialmente en la Resistencia al Deslizamiento. Al aplicarse una Fuerza sobre el brackets y/o tubo (Punto Aplicación de Fuerza), necesaria para el cierre de espacio, se podrá acercar, pero no coincidirán con el Centro de Resistencia del diente por las características anatómicas propias de los dientes. Será muy difícil que la Fuerza pase directamente a través de ese centro, para lograr una Traslación Pura (movimiento en Masa o en Cuerpo). Por lo tanto es normal y aunque tratemos de minimizarlas usando brackets-tubos con aditamentos de acero labrados para acercar la Línea de acción de la Fuerza al Centro de Resistencia del diente, la gran mayoría de casos la pieza dentaria o grupo dentario, no solo se Traslada, sino que tenderá a Rotar ligeramente (Momento) en dirección de Aplicación de la Fuerza logrando un movimiento combinado (cuanto más alejado es la perpendicular de la línea de acción de la Fuerza Aplicada al Centro de Resistencia del diente, mayor será el Momento/Rotación, variable a considerar junto a la Magnitud de la Fuerza). (35,36,37)

En Ortodoncia cuando el proceso de rotación tiende a ser alrededor del eje mayor/axial/longitudinal del diente, se denomina movimiento de 1º Orden, si el eje longitudinal gira alrededor de un Fulcro/Centro de Rotación en sentido mesio-distal, el movimiento es de 2º Orden o TIP y si rota en sentido vestibulo-palatino del diente se llama movimiento 3º Orden o Torque. Todas estas rotaciones/momentos aumentan la resistencia al deslizamiento entre el Arco y el Slot (Binding). (5)

El mismo aumento de fricción sobre el slot, ocurre si utilizamos niveles de Fuerza más intensas a las recomendadas para el cierre de espacios, al producir deformaciones transitorias o permanentes en el arco que aumentan la resistencia al deslizamiento (Binding o Notching). Por lo tanto, los Niveles de Fuerza tienen que estar equilibrados con su rigidez (dimensión del arco y aleación), si no lo están, puede producir una deflexión del arco que aumenta la resistencia al deslizamiento (Binding). Y si esa deflexión vence la memoria elástica (que en el acero es baja), se va a generar una deformación permanente en el arco con lo cual aumenta la fricción del arco con las esquinas de la ranura del bracket dificultándose el deslizamiento (Notching). Como se mencionará posteriormente, investigaciones japonesas han medido las deflexiones de los arcos rectangulares en respuesta a las fuerzas utilizadas en el cierre de espacios, demostrando que en el arco .016"x.022" era casi un 50% mayor al del .019"x.025". (3)

Por lo que ciertos autores a la hora de realizar grandes retrusiones con Slot .018", utilizan para el cierre de espacios un arco con ansas/loops (Ver 13.3 - Mecánica de Apertura y Recuperación de Ansas) en vez de una Mecánica de Deslizamiento ya que el arco poste de trabajo sería .017"x.025", y consideran que generan todavía una deflexión importante aunque las fuerzas utilizadas sean con la magnitud adecuada. (35)

El Notching también puede producirse por cargas oclusales excesivas generalmente pacientes con patrones musculares fuertes, alimentos duros, hábitos como llevar lápices a la boca, etc.; pueden ocasionar un doblez del arco en la porción donde hay una mayor distancia interbracket por lo cual es necesario la revisión del estado de los arcos de trabajo durante los controles. (4)

Kusy estableció el Binding y el Notching como los principales factores de la Resistencia al Deslizamiento, durante esta mecánica. (23) Ambos son dos situaciones clínicas evolutivas, se podría decir que el Notching es la situación extrema del Binding, este es un factor importante generador de fricción que enlentece el movimiento dentario, el Notching frena el movimiento dentario por completo. (37) El Binding sería el responsable del 90-99% de la Resistencia al Deslizamiento observada en ortodoncia clínica y NO la fricción. (24) Proffit, dice que la Fricción es solo una parte de la Resistencia Deslizamiento, teniendo una influencia clínica baja, por lo tanto, el término adecuado sería Mecánica por Deslizamiento. (11)

El Binding siempre se produce, limitando inclinaciones coronarias que permiten enderezar raíces (efecto incremental), controlando rotaciones al limitar el movimiento coronario. No puede ni debe eliminarse en la mecánica ortodóncica actual, debe conocerse para un control dentario adecuado en los tres planos del espacio. (24,28,31,32,33)

La Mecánica de Deslizamiento con fuerzas ligeras ha demostrado ser eficaz y eficiente, siendo ampliamente aceptado y mayormente utilizada por los Ortodoncistas, por el uso de arcos simples, de fácil instalación y económicos. Evita la aplicación de fuerzas excesivas, ya que no es generada por el arco en sí (y puede ser controlada por dinamómetro), no necesita de activaciones complejas. Dado que no presenta ansas de cierre es menos visible, como de causar molestias al paciente. (3,5,24)

Tradicionalmente se afirmaba que la Mecánica de Deslizamiento consumía más anclaje que la Mecánica de Ansas. Esto se debe por ejemplo a que el canino necesita cerca de 100 gramos para trasladarse y se debe agregar aproximadamente 100-150 gramos para superar la fricción (resistencia al deslizamiento). En cambio el ansa se diseña para entregar 100 gramos de fuerza y como no hay fricción, se aplica directamente en el canino y la unidad de anclaje posterior es estresada en menor medida, pero este enfoque NO es el adecuado. Se debe tener en cuenta que en la mecánica de deslizamiento la Fuerza para vencer la "fricción" del canino para moverse a distal es de 100-150 gramos, la misma fricción que debe vencer un molar para moverse a mesial, por lo que la Fuerza de "fricción" se anula por ser de magnitudes similares, colineales y

de sentido opuesto. Por lo que la necesidad de Anclaje es la misma en la mecánica de deslizamiento o la de ansas. (24)

Para el cierre de espacios sus autores, los Drs. Mc Laughlin, Bennett y Trevisi, sugieren la utilización de un arco de trabajo de acero rectangular .019"x.025" en un slot .022"x.028". Los arcos de estas dimensiones proporcionan un buen control de torque anterior (frente a los de menor calibre), a la vez que permiten un correcto deslizamiento de los sectores posteriores (frente a los de mayor calibre). Es la mejor para optimizar la relación deslizamiento y expresión del torque. Aunque con esta combinación el arco no llega a rellenar por completo el slot del bracket y parte de la información del torque programado se pierde en la "holgura" generada entre el arco y el slot, permite establecer una buena expresión de la información de la aparatología fija preajustada. (3,5)

Gregoret propone como arco de trabajo al 0.019" / 0.017"x.025" según el control de torque que se requiera para el caso clínico. (4)

La aleación de que está compuesto el arco es fundamental a la hora de la expresión del Torque, como las aleaciones de NiTi y TMA presentan una menor rigidez torsional que el arco de Acero Inoxidable, lo que unido a su escasa dureza, los hace menos efectivos para expresar el Torque. Kussy demostró que un arco de 0.019" x 0.025" de NiTi posee una rigidez torsional siete veces inferior a la de un arco de acero inoxidable de la misma dimensión. (23)

Esta medida (.019"x.025) y aleación de arco (acero) posee principalmente la rigidez suficiente para minimizar la flexión (disminuyendo el Binding), frente a fuerzas adecuadas usadas en la retrusión y/o mesialización, conteniendo la inclinación de las piezas (Momentos) en los tres planos del espacio durante el movimiento de cierre, ambos conceptos (binding-momentos) son difíciles de separar y son interdependientes. (24)

En la retrusión anterosuperior al aplicarse una Fuerza se genera una flexión en el arco, donde la zona anterior se va hacia gingival similar a una curva reversa inferior y curva sagital del plano oclusal acentuada en el maxilar superior. Estudios de laboratorio señala que con una fuerza de 150 gramos se produce una flexión de casi dos milímetros en el arco de 0.019"x.025", suficiente para generar un Binding que produce una alta resistencia al deslizamiento (0.021"x 0.025"- un mm y 0.016"x 0.022"- cuatro mm). Todos superan los 0.5mm recomendados para evitar el Binding. El Binding del arco es necesario para control de los bloques en los tres planos del espacio, por el efecto generado por los elementos auxiliares activos (generadores de fuerza) elásticos. Por lo que el Binding ni puede, ni debe ser evitado, en la ortodoncia clínica debe ser controlado. (24)

Los Ganchos o Postes pueden ser soldados de latón de 0.7" o de 0.6" de acero destemplado. Las posiciones más frecuentes de los ganchos son para la arcada

superior una separación de 36 o 38 mm y 26 mm en la arcada inferior, esta medida se toma siguiendo la semicircunferencia del arco. La medida de la arcada inferior según los autores es válida para la mayoría de los casos, pero en la arcada superior la variabilidad individual es mucho mayor a causa de las variaciones del tamaño de los incisivos laterales superiores. (3)

La necesidad de un mayor inventario de arcos con diferentes distancias entre ganchos, actualmente se vio simplificado con la utilización de Postes Crimpables y los roscados Tipo Gurin (ambos de distintas alturas y formas) como los observados en la Figura 37, o labrando el mismo Poste en el alambre durante la confección individual del arco. (6,8,9,10)



Figura 37. (Izquierda) Postes crimpables al arco y (derecha) Postes tipo Gurin roscados al arco

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U (2020)

Los Postes pueden ser de distintas alturas y posición sagital en el arco dependiendo del Control Vertical Anterior que tengamos planificado. Sin olvidar la relación de la Altura del Poste con el Centro de Resistencia de las piezas dentarias permitiendo el Control de Torque Anterior. (3,5) (Ver Capitulo 9.1.4 - Efectos biomecánicos según la ubicación de los postes)

La posición sagital del Poste en el Arco también puede contribuir a disminuir el anclaje del segmento anterior con el Poste a Mesial de Canino, dividiendo la Retrusión en dos tiempos (canino en una 1º etapa y los cuatro incisivos en una 2º etapa), reduciendo alrededor de la mitad las exigencias sobre el anclaje de los segmentos posteriores. La Retrusión en un tiempo, es la mecánica de cierre de espacio que permite el movimiento

en bloque de los seis dientes del segmento anterior. Por obvias razones tiende a desestabilizar más fácilmente al anclaje posterior. Originalmente sus autores propusieron colocar el Poste a mesial del canino, permitiendo mejor control de la sobremordida que la del Poste a distal del canino. (9,4,10) Igualmente ésta, es utilizada por muchos ortodoncistas argumentando su posición en la parte recta arco, permitiendo que la fuerza de retrusión de los elementos activos no sufra alteración al ubicarse el poste en la parte de la semicircunferencia del arco, además de tener menos probabilidades de lesionar los tejidos blandos.(3) El recurso/elemento mecánico es el Arco Poste con sus variantes: poste ubicado a distal del canino para la retrusión del sector anterior en un tiempo y poste ubicado a mesial del canino para la retrusión del sector anterior en dos tiempos. (9,4,10)

Como todo Arco de Cierre de Espacios, al momento de comenzar su trabajo las arcadas dentarias están divididas en tres grupos, separados por los espacios de extracción: uno anterior, de canino a canino y dos posteriores, que incluyen premolares y molares. En los casos de extracciones de segundos premolares, el primer premolar se incorpora al grupo anterior, que queda constituido entonces por ocho piezas dentarias, mientras que en los sectores posteriores se incluyen primer y segundo molar. (6,4)

10.2.1- Arco poste con cierre de espacio en un tiempo

Es una mecánica que se utiliza para casos de anclaje moderado tanto superior como inferior. La retrusión se realiza en bloque de las 6 piezas, manteniendo el grupo dentario anterior sin diastemas desde el principio al fin. Son traccionadas desde el Poste por elementos activos elásticos que tienen su anclaje sobre los bloques posteriores bilaterales constituido por 2º premolar, 1º y 2º molar. (3)

- Ligaduras Distales Pasivas

Antes de empezar con los movimientos sagitales de cierre de espacio, se coloca el Arco de Acero de .019"x.025" por un mes (según el Dr.Horacio Escobar no menos de dos meses) con ligaduras distales pasivas (ligadura de acero sin tensar). Esto permite que se dé tiempo a que se nivelen mejor los slots, se produzcan los cambios (rotacionales, torques y/o inclinaciones) en las piezas dentarias, porque habrá reemplazado a un arco de menor calibre. Cuando el arco esté "pasivo" dentro de las ranuras y tubos, se colocan las Ligaduras Distales Activas, realizándose una mecánica con la menor resistencia al deslizamiento posible, permitiendo que el arco se mueva distalmente a través del complejo diente-bracket del sector posterior. (3,5,6,19,21,29,31,34,39) Además es importante realizar esta etapa pasiva, debido a que la secuencia de Arcos Continuos de NiTi utilizados previo a la colocación del Arco Poste de acero, son menos efectivos (menos rigidez flexional y torsional)

para expresar la información proporcionada por la aparatología fija preajustada/programada. (5,38)

- Ligaduras Distales Activas Con Módulos Elastoméricos

Estas ligaduras son simples, económicas y fiables en el ejercicio clínico diario. Los módulos elastoméricos son los usados para ligar los arcos a las brackets, o para la separación de dientes. Son de colocación fácil, pero los autores prefieren la utilización de resortes de espiras cerradas de NiTi más confiables y efectivos, pero más caros. (3)

- Tipo I de Mc Laughlin (Módulo Elastomérico a Distal)

Se ligan todos los brackets al Arco Poste (módulo o ligaduras de acero), posteriormente, se engancha en el hook en el 1º o 2º molar el módulo elastomérico (según el tipo de anclaje que requiere el caso, pero en la arcada inferior en el 1º molar) y con una ligadura metálica de acero .025" a .030" que se ancla al Poste, la estira hasta lograr la fuerza requerida. Uno de los extremos de la ligadura debe pasar debajo del arco para mantenerla estable y alejada de los tejidos gingivales. (3)

- Tipo II de Mc Laughlin (Módulo Elastomérico a Mesial)

El principio es el mismo que el Tipo I, pero el módulo elastomérico se engancha en el Poste del arco. Se coloca el arco sin ligar a los brackets de los premolares. Se engancha la ligadura de acero al hook de los 1º o 2º molares y se trenza unas cuantas veces en sí misma estirando el módulo elastomérico sujetado al poste del arco hasta la medida/fuerza requerida. Por último, se coloca una ligadura (elástica/metálica) en el bracket del premolar cubriendo la ligadura distal activa y el arco, con el fin de proteger también a los tejidos blandos. Su uso es menos frecuente al Tipo I, porque la "cola de ratón" de la ligadura de acero para tensionarla queda a distal de los molares. (3)

- Ligaduras Distales Activas Con resortes de Espira Cerradas de NiTi

Son especialmente indicados para el cierre de grandes espacios (extracciones no por alineamiento dentario) nombradas anteriormente, para compensar discrepancias sagitales, hiperdivergencias entre las bases óseas intermaxilares, o perfiles protruidos. También son de utilidad cuando la consulta se posterga por 2-3 meses, debido a que se mantienen activos por más tiempo. (3,5)

10.2.1.1- Biomecánica de la Retrusión en Bloque con Torque

La aplicación de una Fuerza retrusiva, genera una respuesta biomecánica en el Bloque Dentario Anterior durante su retrusión, como sobre la Unidad de Anclaje Posterior. Se producen Rotaciones (Momentos) de ambos bloques alrededor de su Centro de Resistencia en los tres planos del espacio. Estos Momentos son determinados por la localización del Punto de Aplicación de la Fuerza en relación al Centro de Resistencia del diente o grupo de dientes. (43) Cuanto más es alejado el Punto de Aplicación de la Fuerza en relación al Centro de Resistencia como la magnitud de la fuerza retrusiva aplicada, mayor será el Momento-Rotación. (5,35,36)

En el plano sagital, el bloque anterior se retroinclina (centrales y laterales rotan en sentido vestíbulo-palatino o movimiento 3° Orden. El canino rota también sentido mesio-distal o movimiento 2° Orden. El bloque posterior se mesioinclina (movimiento de 2° Orden), por lo que ambos bloques rotan alrededor de un Eje Transversal. Verticalmente debido a la retroinclinación anterior y mesioinclinación posterior, tiende a aumentar la extrusión de ambos bloques (Figura 38). (24)

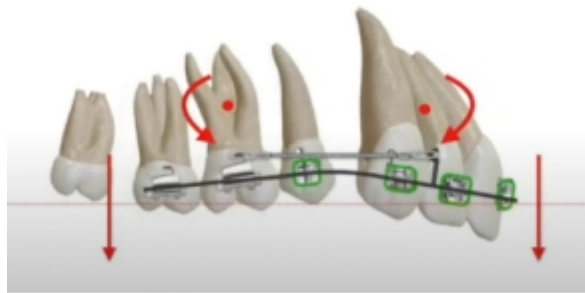


Figura 38. Biomecánica en el plano sagital y el efecto “montaña rusa” en el plano oclusal por rotación de ambos grupos dentarios alrededor de su Centro de Resistencia por la acción de una Fuerza aplicada por debajo de este.

Foto captura de Entertainig Orthodontics Dr.R.Bakr

En plano frontal o coronal, se produce una palatoinclinación molar y canina (movimiento de 3° orden) o rotan alrededor de un Eje Longitudinal. Debido a la menor densidad ósea es más probable que esto suceda en el maxilar superior y que en el maxilar inferior, la mayor densidad no permita el movimiento a lingual, existiendo una tendencia biomecánica a la Mordida Cruzada. Hay veces que la rigidez del arco no alcanza y esta se desarrolla, por lo que se utilizan gomas intermaxilares para corregirla. (24)

En el plano horizontal u oclusal, mesiorotación molar y distorotación canina (rotan alrededor de su eje mayor o movimiento de 1º orden), también estaría correcto decir que rotan alrededor del Eje Vertical. (5,24,44)

La Figura 39 muestra, como la rigidez del arco contrarresta estos movimientos (efecto antibowing), llamado también el efecto “montaña rusa” que se genera por la activación desde el molar hasta el poste, por lo que el arco se flexiona adquiriendo una concavidad hacia oclusal por acción de los elementos auxiliares activos generadores de fuerza (cadenas elastoméricas, resorte de NiTi o retroligaduras activas). (24)

Estos movimientos coronarios (Momentos) en los tres planos del espacio, se producen por más que estemos usando un arco rectangular .019”x.025”, ya que existe una “holgura” o luz entre el binomio arco ranura/slot del bracket (de .022”x.028”) como se observa en la Figura 40. (13) Esta medida de arco posee un juego de 7,2º en una ranura .022”, y si un brackets de incisivo central tiene unos 12º de torque, (prescripción Roth) se perderá buena parte el torque durante la retrusión. Es decir el diente puede rotar alrededor del arco aproximadamente 7,2º cuando se retroinclina hasta que los ángulos del slot-ranura contactan con el arco. Esto ocurre si la fuerza aplicada está por debajo del Centro de Resistencia del bloque anterior. Si la fuerza aplicada está por encima de él, el grupo incisivo se proinclinan 7,2º más. Si el Arco de Trabajo fuera .017”x.025” las retro o proinclinaciones serían mayores. Algunos autores recomiendan realizar algunos dobleces de compensación (torsionan) sumando más torque en el arco, o aumentar la curva sagital del plano oclusal en 2mm en el maxilar superior con una curva acentuada (Figura 41 y 42), o colocando un arco curva en V centrada, para controlar el aumento de la sobremordida y la inclinación de los bloques, en cambio otros no lo consideran necesario (Figura 43). (24,45,46)

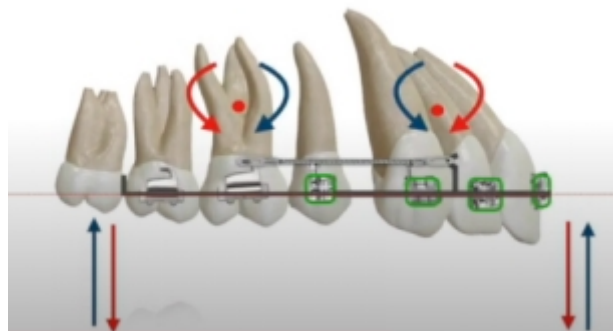


Figura 39. Los arcos rígidos de acero y sección rectangular .019”X.025” usados en Slot .022” minimizan los efectos del bowing frente a fuerzas de magnitud adecuadas.

Foto captura de Entertainig Orthodontics Dr.R.Bakr



Figura 40. Rotación del diente alrededor del arco tanto en retrusión como en protrusión según la sección de este.

Foto captura del Congreso Virtual dado por el Dr. Juan Carlos Cometti en la Sociedad Argentina de Ortodoncia (SAO) en 2020



Figura 41. Dobleza compensatorio aumentando el torque a nivel de los Incisivos.

Foto captura de Entertainig Orthodontics Dr.R.Bakr

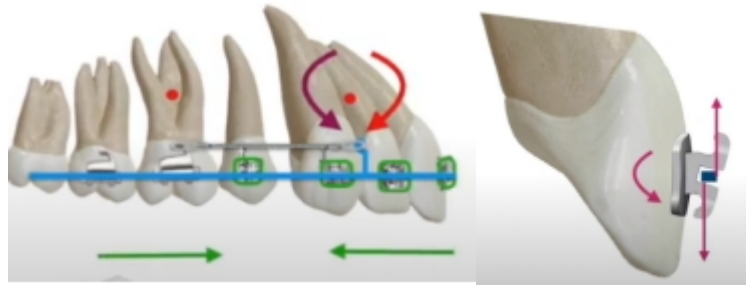


Figura 42. El arco manipulado intencionalmente (doble compensatorio) genera un efecto Binario (Cupla o Torque) que al contactar las aristas anterosuperior y posteroinferior del mismo con las paredes superiores e inferiores de la ranura del bracket se produce un momento/rotación en sentido antihorario que anularia la tendencia de rotación horaria (retroinclinación) producida por la aplicación de una Fuerza retrusiva que pasa distante al Centro de Resistencia.

Foto captura de Entertainig Orthodontics Dr.R.Bakr

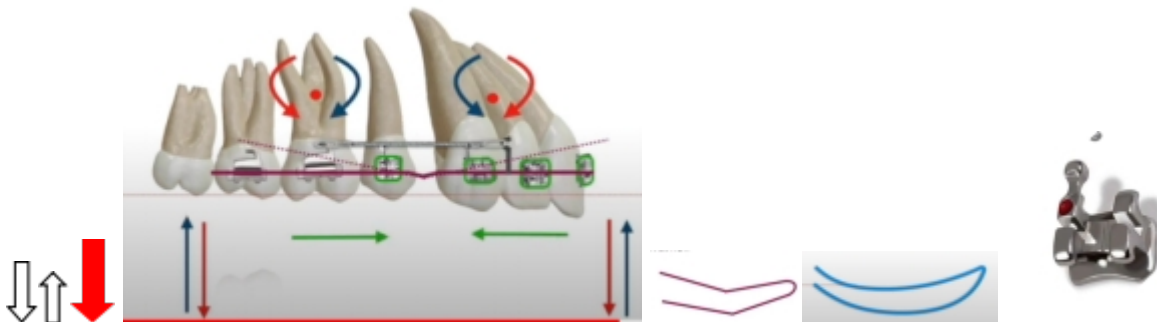


Figura 43. Igual al caso anterior pero también se anula el momento generado por la fuerza aplicada para el cierre de espacio en el bloque posterior por la fuerza de rotación mesio-distal horaria generada por el efecto cupla al colocar una curva acentuada superior o curva en V centrada

Fotos captura de Entertainig Orthodontics Dr.R.Bakr

Las principales desventajas de la mecánica de deslizamiento en la retrusión en bloque, sobre el grupo dentario anterior y posterior, si (línea de acción de fuerza retrusiva pasa por debajo del Centro de Resistencia en la arcada superior), es el efecto denominado "Montaña Rusa", con aumento de la sobremordida, cambios en la inclinación (mesio-distal y vestíbulo-palatino) y en la rotación (sobre el eje mayor) de los molares y premolares hacia los espacios de la extracción, esto trae aparejado mayor tiempo de tratamiento. (5)

Por este motivo, McLaughlin propone utilizar fuerzas ligeras de retrusión de 150-200 gramos por hemiarcada, esta magnitud de fuerza evita superar la rigidez del arco, por lo que su Flexión (Binding), y el Bowing de los dientes o efecto "montaña rusa" serán mínimos, como también la estabilidad de la unidad de anclaje posterior. Estos niveles de fuerza aplicados, permiten un adecuado control de rotaciones, inclinaciones y torque (Momentos) durante la biomecánica, sin superar ampliamente la rigidez del arco por lo que también su Flexión y Binding serán mínimos, permitiendo un cierre de un milímetro al mes por hemimaxilar. (3,5)

La aplicación de una fuerza adecuada para la retrusión en bloque genera en una primera fase un movimiento de las coronas de inclinación distal del canino y palatina de los incisivos (inclinación del bloque anterosuperior), posteriormente en una segunda fase ocurre el enderezamiento, verticalización o recuperación distal de las raíces (Movimiento Incremental). (3,24,43)

Según Gregoret, la magnitud de fuerza necesaria total para realizar la retrusión anterior con torque es cercana a los 300 gramos, basado en la cantidad de superficie radicular que se enfrenta a ese movimiento sagital. La cantidad de superficie radicular que se opone para la retrusión sin torque (retroinclinación) es menor por lo que la magnitud de la fuerza desciende entre un 30-40% al desgastar los cantos del arco ("redondeado") en la semicircunferencia que comprende a los incisivos como se observa en la Figura 44. (Ver Capitulo 5 Anclaje) (4,11)

Con ambos tipos de Ligaduras Distales Activas (I y II de Mc Laughlin), el Módulo se estira para activarlo hasta que alcanza el doble de su diámetro inicial. Es conveniente corroborar con un dinamómetro la magnitud de la fuerza correcta para realizar el cierre de espacio deseado y no solo guiarnos solo clínicamente por su grado de estiramiento, ya que el nivel fuerza puede variar según el tipo de módulo, si se estira o no previo a la colocación y de una marca a otra. (3,5)

Si la higiene es ineficiente los módulos se pueden deteriorar más fácilmente y se deben cambiar en cada visita, sino pueden ser reactivados cada cuatro-seis semanas y cambiarlos cada dos o tres meses. (3)

Feldmann y col., han reportado pérdidas de anclaje de dos a cuatro milímetros en retrusión en bloque de los seis dientes anterosuperiores, con preparación de anclaje,

elementos auxiliares que refuercen el anclaje o aumentando el anclaje cortical, proponiendo implementar el anclaje esquelético. (24)

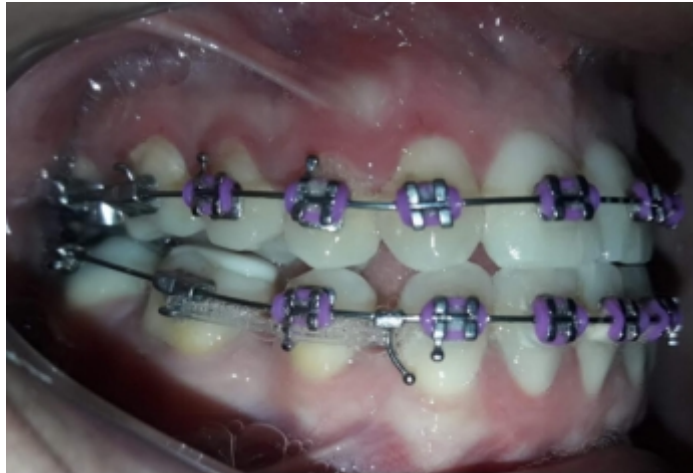


Figura 44. Arco Poste para retrusión sin Torque (retroinclinación) del grupo dentario anterior con cadena elastomérica. Los requerimientos de anclaje en el maxilar inferior son suficientes para no involucrar al 2º molar.

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Débora Souto

10.2.2- Arco poste con cierre de espacio en dos tiempos

Al dividir el sector a retruir (primero distalizamos el canino y luego los incisivos), la fuerza necesaria será menor, aproximadamente la mitad, de la necesaria para la retrusión en bloque de los seis dientes anteriores. Hay menos riesgo de pérdida de anclaje del sector posterior. En las dos etapas, se está utilizando una mecánica de deslizamiento. El distalamiento inicial del canino tiene como fin debilitar al sector anterior en cuanto a la cantidad de dientes a retruir y NO a fortalecer al sector posterior durante la retrusión de los cuatro incisivos, porque una pieza recién movilizada en sentido sagital no puede servir como elemento de anclaje (anclaje diferencial) ante fuerzas que tienden a retornarlo a su posición original y frente a un tejido óseo inmaduro en formación. (6)

Especialmente indicada para mayor control del anclaje en pacientes dólicofaciales, con clase II molar y canina completa sin apiñamiento dentario y tiene contraindicado, han

fracasado o no quiere colocarse un microimplante interradicular (anclaje esquelético), para ser usado de manera directa o indirecta, y evitar la mesialización del segmento posterosuperior. Por lo tanto, nuestra mecánica de Máximo Anclaje va estar sumamente comprometida y es crítica, (cierre de espacio se va basar principalmente en la retrusión del sector anterior para corregir el overjet y obtener una Guía Anterior Funcional), a pesar de todas las medidas tomadas para reforzar el anclaje incluyendo aparatología auxiliar como ATP más Botón de Nance (Transpalanance). (9,10)

La superficie radicular que opone resistencia al distalamiento del canino supera más de cuatro veces la superficie radicular de este, no producirá movimiento de la unidad de anclaje según cálculos biomecánicos convencionales. Estos cálculos teóricos no se basan en la mejor evidencia disponible, estudios clínicos demuestran que puede existir pérdida de anclaje y es recomendable de reforzar el anclaje con diferentes elementos auxiliares incluyendo al anclaje esquelético de forma indirecta. (24)

Primer tiempo: distalamiento de caninos

El primer diente a distalizar es el canino, donde el complejo diente-bracket, se desliza a través del arco en forma individual. Para comenzar esta maniobra es necesario que los arcos utilizados sean de acero (.017" / .019"x .025") y hayan estado instalados durante un período no menor a 1 mes, permitiendo que el bracket del canino haya expresado toda la información que tenía programada para ese arco (torque, rotación o inclinación), por lo expresado anteriormente. (4,6)

También, con el mismo propósito, se recomienda la utilización de brackets autoligables (de baja fricción) en estos casos o, en su defecto, el uso de ligadura metálica en el canino. Los puntos de aplicación de la fuerza serán el gancho del tubo del 2º molar y el bracket del canino y la tracción podrá realizarse con resorte cerrado de NiTi de fuerza leve o media, o con cadenas elastoméricas o con ligadura de acero. Durante esta maniobra conviene conjugar el segmento posterior con ligadura de acero en "ocho". (4,6)

La forma semicircular del arco donde se ubica el canino puede generar mayor resistencia al deslizamiento, cosa que no ocurre en la retrusión en bloque, o de los cuatro incisivos en la siguiente etapa, porque el arco se desliza hacia atrás a través de los brackets-tubos del sector posterior y no el complejo diente bracket a través del arco. (24)

Para el distalamiento del canino éste tiene que estar en posición de "mínimo anclaje", permitiendo que el deslizamiento sobre el arco se vea favorecido si este diente tiene una posición más vertical y con menos torque positivo. Para esto recurrimos a modificar la posición del cementado del canino (Ver capítulo 11). (4,6)

La Biomecánica del canino, se manifiesta con una inclinación a distal por acción de la fuerza retrusiva (75-100 gramos) por debajo de su Centro de Resistencia. Es necesario un Sistema de Fuerza que posibilite un Momento de igual magnitud y dirección opuesta al Momento resultante de la Fuerza que actúe sobre el bracket. Este Momento en la mecánica de deslizamiento se crea automáticamente por la interacción de la rigidez del arco y los extremos (ángulos) de la ranura-slot. (4,6)

El movimiento progresa de este modo: se inclina la corona del canino a distal, los bordes opuestos del arco contactan con la ranura del bracket en diagonal, generándose una cupla que endereza o recupera distalmente a la raíz. Este Momento sin movimiento coronario se llama Friccional Block (bloqueo friccional), aunque el modo técnico para llamar ese contacto del arco con los ángulos del slot se llama Binding. El nombre de la secuencia alternante Inclinación Coronaria-Recuperación Distal de la Raíz es: Ratcheting Effect o Efecto Incremental. Es importante recalcar que gracias a la resistencia al deslizamiento coronario (Binding), es posible el control radicular (enderezamiento). (24)

El distalamiento del canino culmina cuando contacta con el premolar, y nos permite establecer una Clase I canina para establecer una guía canina funcional. En este momento se debe consolidar la posición de la pieza mediante una ligadura metálica continua en “ocho” hasta el 2º molar. Queda establecido tres grupos dentarios: uno anterior formado por los cuatro incisivos y dos posteriores al que se le suma el canino. (4,6)

Segundo tiempo: retrusión de incisivos

El objetivo de este segundo tiempo consiste en cerrar el espacio resultante de la maniobra anterior, ubicado ahora entre los caninos y los laterales. La posición del Postes será por distal del bracket del incisivo lateral y será el punto de apoyo para la retrusión de todo el grupo anterior. Los elementos auxiliares generadores de fuerza que realizan la tracción podrán ser: un resorte de Ni-Ti de espiras cerradas, una ligadura metálica más un módulo elastomérico o una cadena elastomérica de 1º o 2º generación, y se extienden desde el poste al segundo molar como se observa en la Figura 45,46 y 47. (4)

Debemos controlar que el cierre sea simultáneo/simétrico para evitar desvíos de la línea media, en caso de necesitar la corrección de la misma durante la retrusión (o no se haya realizado la corrección en la 1º Fase de Alineación y Nivelación), se realiza la tracción unilateral hasta centrarla, para continuar luego con activaciones simétricas. (4)

Durante el cierre de los espacios el arco se desliza por los brackets y tubos de los sectores posteriores, habiendo que controlar la fricción en estos sectores y para ello se utilizarán ligaduras metálicas en los brackets de premolares y caninos. El movimiento

finaliza cuando el lateral entra en contacto con el canino, habiendo logrado un overjet normal que nos permita establecer una guía incisiva funcional. (4)

Puede ocurrir que no terminemos de cerrar los espacios o el overjet quede aumentado, ambos casos debido a un Índice de Bolton Anterior alterado, previamente diagnosticado y tenido en cuenta en nuestra planificación para poder solucionarlo, ya sea con el agregado de materiales adhesivos a distal del lateral o por medio de desgastes compensatorio. (4)

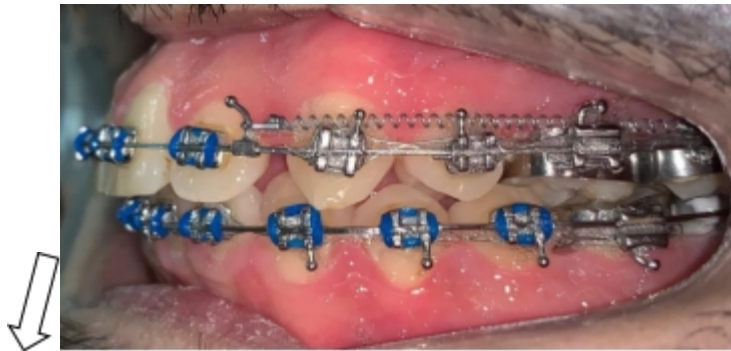


Figura 45. Arco Poste para retrusión en un 2º tiempo de los 4 incisivos. El elemento activo elástico para la tracción es un resorte de Niti (leve) de 12mm anclado al hook del 2º molar.

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Heliana García



Figura 46. Arco Poste para retrusión en un 2º tiempo de los 4 incisivos. El elemento generador de fuerza para la retrusión una retroligadura de acero (Lace Back).

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Heliana García



Figura 47. Arco Poste para retrusión en un 2º tiempo de los 4 incisivos. Con Ligaduras Distales Activas -Tipo I de Mc Laughlin (Módulo Elastomérico a Distal).

Foto tomada en el Curso clínico de Postgrado de Ortodoncia del I.U.C.E.D.D.U por la Dra. Heliana García

10.2.2.1- Variante en la mecánica de dos tiempos

Esta modificación de la mecánica propuesta por el Dr. Horacio Escobar se basa en que la distalización del canino utilizando como unidad de anclaje al segundo premolar, primero y segundo molar, por más que se utilicen fuerzas ligeras, siempre va a haber estímulos sobre los segmentos posteriores con riesgo de mesialización de estos. Por lo tanto, si estamos utilizando una mecánica para conservar el anclaje es “ridículo” que utilice el anclaje para realizar el distalamiento del canino. (9,10)

“La mejor forma de conservar el anclaje es no usar el anclaje”, por eso propone un resorte de espiras cerradas de NiTi (comprimido) entre el lateral y el canino, asumiendo el riesgo de la proinclinación-mesialización de los Incisivos. Este movimiento parásito no resulta ser muy biológico al periodonto, si después (en la siguiente etapa) tenemos que retruir los incisivos (movimientos de ida-vuelta). (9,10)

Para evitar el movimiento parásito bloqueamos la protrusión de los incisivos colocando una ligadura metálica en “ocho” desde el segundo molar hasta mesial del lateral, permitiendo absorber la energía del resorte comprimido hacia la protrusión-línea media de los incisivos y se manifieste la presión de este solo hacia distal (Figura 48). Una vez que el canino forma parte de la unidad de anclaje posterior se conjuga con ligadura

metálica, para realizar en un segunda etapa la retrusión de los cuatro incisivos de la misma forma a lo anteriormente mencionado colocando un poste crimpable o gancho tipo Gurin roscado al arco a distal de los laterales . (9,10)



Figura 48. Resorte comprimido a distal del lateral con ligadura metálica para evitar movimientos parásitos sobre el grupo incisivo

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

10.2.3- Comparación de la mecánica en un tiempo y en dos tiempos

Se ha señalado tradicionalmente que la retrusión en masa de los seis dientes anteriores tiene la ventaja de disminuir el tiempo de tratamiento y la desventaja de consumir mayor anclaje. El mayor tiempo de tratamiento con la mecánica de dos tiempos/etapas no se encuentra documentado adecuadamente en estudios clínicos aleatorios. Huang y cols., encuentran una diferencia estadísticamente significativa de tiempo entre una y otra mecánica de retrusión. La retrusión en bloque demora 5.8 meses (+1.4) y la de dos tiempos 7.9 (+1.8). Heo y cols., 11.6 (+4.3) contra 15.7 meses (+8.5). La diferencia de tiempo total de retrusión se puede entender como diferentes metodologías. (24)

Como primera observación Heo informa un apiñamiento de cuatro milímetros y Huang no, por lo que se puede entender el menor tiempo de tratamiento o que el tiempo tomado es luego de la alineación y nivelación en las dos mecánicas. (24)

En conclusión: ambas mecánicas parecen demorar el mismo tiempo y no se puede afirmar ventaja de una sobre la otra en este aspecto. Estos dos estudios clínicos aleatorios no concuerdan con las afirmaciones tradicionales de que la retrusión en dos

tiempos demoraba dos veces más, sin embargo, se necesitan más y mejores estudios para obtener respuestas definitivas. Uno de los factores de riesgo de la Reabsorción Radicular Externa, es el tiempo de tratamiento prolongado, (si bien estos datos no son concluyentes y existe evidencia contraria) por ende la mecánica en dos tiempos tendría un mayor riesgo de que esto ocurriera. (24)

Según Jun-Ya Tominaga, la retrusión de los seis dientes anteriores en un Tiempo para el cierre de espacios es mejor que en dos Tiempos porque este último puede incrementar de la resorción en los incisivos laterales. (7)

Aunque ya se demostró que posiblemente el tiempo de tratamiento sea el mismo en ambas mecánicas, existe un estudio clínico aleatorio que compara la Reabsorción Radicular Externa en ambas mecánicas, Huang encontró que el acortamiento radicular en ambas era el mismo. La explicación de este hallazgo por el autor del ensayo, es que el canino sería sometido a una fuerza de retrusión mientras los cuatro incisivos permanecen inmóviles, luego estos se retraen mientras los caninos permanecen inmóviles. Por lo tanto, las piezas dentarias anteriores son sometidas a la misma cantidad de tiempo de movimiento durante la retrusión en las dos mecánicas. (24)

El anclaje se estresa o desestabiliza por la fuerza que actúa sobre las piezas posteriores, no por la cantidad de piezas a mover. Si se utilizan 150-200 gramos por lado, ya sea para retraer un canino individualmente o el bloque anterior en masa, la unidad de anclaje responderá por la fuerza que actúa sobre ellos, no “sabe” si se mueven una o seis piezas, solo resisten fuerzas. (24)

La Fuerza aplicada adecuada para la distalización individual del canino ronda alrededor de los 75 gramos, teniendo un impacto menor sobre el anclaje de los segmentos posteriores a la mesialización. (6,9,10)

10.2.4- Efectos biomecánicos por la ubicación sagital y altura de los postes

Cuando el POSTE se colocó a MESIAL de CANINO, a un nivel de 0 mm (nivel del Slot), se observó una inclinación palatina incontrolada (retroinclinación) de la corona de los incisivos y el segmento anterior del arco se deformó hacia abajo aumentando la Sobremordida (Figura 49). (7) Debido a que la Línea de acción de la Fuerza Retrusiva pasa por debajo del Centro de Resistencia (CR), entonces el segmento anterior/incisivo rota (Momento) alrededor del eje vestíbulo-palatino en dirección de la Fuerza Retrusiva (movimiento de 3º Orden o Torque). (5)

Aplicando la Fuerza de Retrusión a una altura de 5,5 mm, o más a nivel del Centro de Resistencia del diente, se produjo un movimiento más de Cuerpo (desplazamiento en paralelo, la misma cantidad de distancia de todos los puntos de la pieza dentaria desde el ápice radicular a la corona), donde el arco se deformaba menos (Figura 50). (5,7)

Cuando la altura del Poste excedía los 5,5 mm (10mm), el segmento anterior del arco se deformaba hacia arriba y se producía una inclinación de la raíz a lingual. Se debe a que la Fuerza Retrusiva está por encima del Centro de Resistencia del diente, entonces el segmento incisivo también rota alrededor del eje vestibulo-palatino, pero aumentando el Torque Positivo (Proinclinación coronaria) llevando las raíces a palatino (Torque radículo-palatino) como se observa en la Figura 51. Cuando el POSTE se colocó a DISTAL del Canino (Figuras 52,53 y 54), se observó una inclinación de las coronas a Palatino, (Retroinclinación variable según la Altura del Poste) hasta una altura de 11.2mm. (7)

Conclusiones: la colocación del POSTE **entre el incisivo lateral y el canino** permite a los ortodoncistas mantener un mejor control VERTICAL de los dientes anteriores en la Mecánica de Deslizamiento. Deben tenerse en cuenta los principios biomecánicos asociados con el **centro de resistencia del diente/grupo dentario y la deformación del arco** para predecir y planificar el movimiento de los dientes en ortodoncia. (7)

En el tratamiento de maloclusiones Clase II división 1, la altura del Poste, se recomienda 5 mm para obtener un control de la inclinación palatina de la corona del incisivo central superior (Control de la Sobremordida). Para la corrección de Clase II división 2, se lleva a cabo elevando la altura del Poste por encima de del Centro de Resistencia del diente (10mm) permite retruír corrigiendo la verticalización / retroinclinación (Control de Torque). (7)

Postes más altos generarán un mejor control de la sobremordida o un torque “resistente a la sobremordida”. Los Postes cortos estarían indicados en pacientes con escaso overbite y/o tendencia a la mordida abierta, también si los incisivos están muy proinclinados. (30)

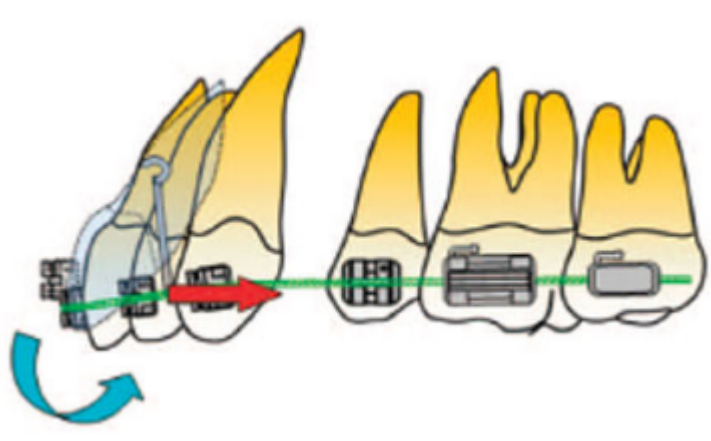


Figura 49. POSTE localizado a MESIAL de canino
Fuerza Aplicada de Retrusión a 0mm (nivel del Slot); Inclinción de las coronas hacia Palatino (Retrainslinación)

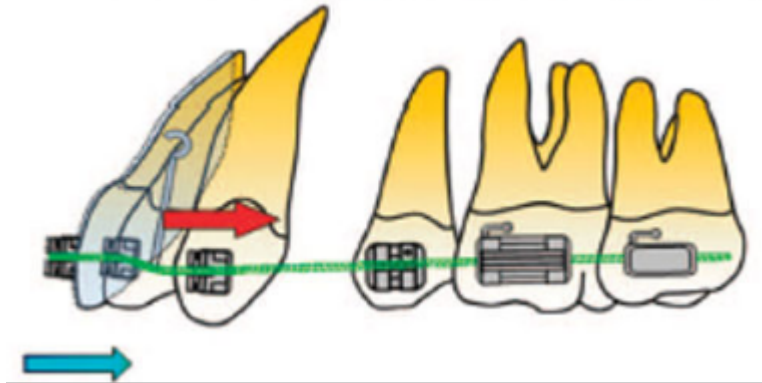


Figura 50. POSTE localizado a MESIAL de canino
Fuerza Aplicada de Retrusión a 5,5mm; movimiento Horizontal-Lineal (Traslación, imposible de realizarlo clínicamente "puro" en el cierre de espacios). Desplazamiento en paralelo de todos los puntos de las piezas dentarias.

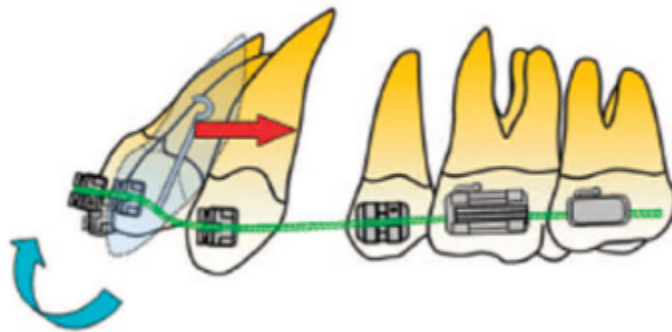


Figura 51. POSTE localizado a MESIAL de canino
Fuerza de Retrusión aplicada a 10mm; Inclinción radicular hacia Palatino (Torque radículo-palatino)

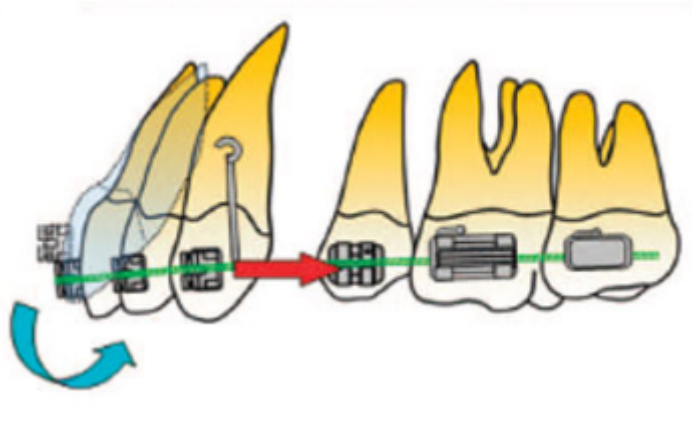


Figura 52. POSTE localizado a DISTAL de canino
Fuerza Aplicada de Retrusión a 0mm (nivel del Slot); Inclinação de la corona hacia Palatino (Retroinclinación) El Rotación/Momento es mayor porque la Fuerza Aplicada está más alejada del Centro de Resistencia del diente/grupo dentario (que en el poste a mesial), generando una Rotación mayor alrededor del eje vestibulo-palatino o movimiento de 3° Orden en dirección a la Fuerza Retrúsiva.

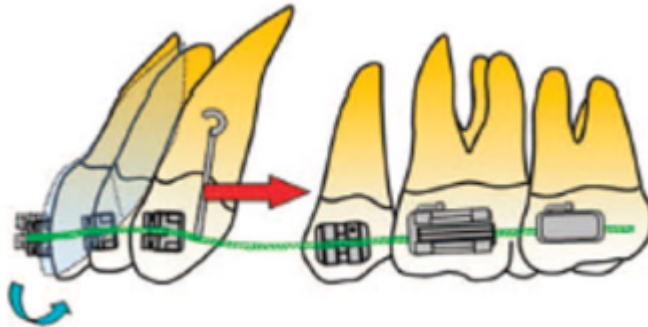


Figura 53. POSTE localizado a DISTAL de canino
Fuerza Aplicada de Retrusión a 5,5mm; Inclinação de la corona hacia Palatino (Retroinclinación) pero en menor grado que si la fuerza fuera aplicada a 0mm (nivel de slot)

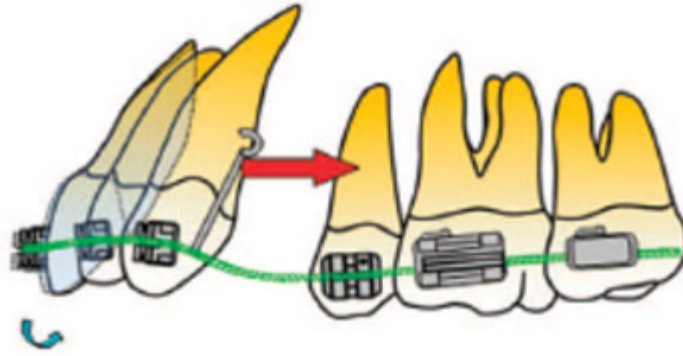


Figura 54. POSTE localizado a DISTAL de canino
Fuerza de Retrusión aplicada a 10mm; Inclinación de la corona hacia Palatino
(Retroinclinación) pero en menor grado que si la fuerza fuera aplicada a 5,5mm

Figuras 49,50,51,52,53 y 54

Efectos biomecánicos de la ubicación del POSTE, a mesial / distal del canino y con diferentes alturas de este en la mecánica de deslizamiento Tomado de - Jun-ya Tominaga., Motohiro Tanaka., Yoshiyuki Koga., Carmen Gonzales., Masaru Kobayashi., Noriaki Yoshida : (2009) Condiciones de fuerzas óptimas para el movimiento controlado de los dientes anteriores en la mecánica de deslizamiento Angle Orthod.;79:1102-1107.)