

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**TRABAJO ACADEMICO PARA OPTAR EL TITULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

“TECNICA DE ARCO SEGMENTADO”

NOMBRE DEL AUTOR:

CD. Cortez Garrido Guisella Melissa

ASESOR: C.D Esp. Chumpitazi Huapaya Alfonso Faustino

LIMA – PERÚ
2019

Dedico el presente trabajo a mis abuelos
que en todo momento han guiado mis
pasos desde el cielo, del mismo modo a
mi madre por todo su amor incondicional.

TÉCNICA DE ARCO SEGMENTADO

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de figuras	
Resumen	
Introducción	
1.- Conceptos biomecánicos básicos	1
1.1.- Fuerza	2
1.2.- Centro de masa	2
1.3.- Centro de gravedad	2
1.4.- Centro de resistencia	3
1.5.- Centro de rotación	4
1.6.- Momento	4
1.7.- Cupla	6
1.8.- Tipos de movimiento	7
1.9.- Sistemas de fuerza ortodóntica	9
1.9.1.- Sistema de fuerza de una cupla	9
1.9.2.- Sistema de fuerza de dos cupla	11
1.10.- Técnica de arco continuo	12
1.11.- Técnica de arco segmentado	12
2.- Dispositivos usados en la técnica de arco segmentado	15
2.1.- Arco lingual y barra palatina	15
2.2.- Ansa rectangular	17
2.3.- Arcos de intrusión	20
2.3.1.- Arcos de intrusión de burstone	21
2.3.2.- Arcos de intrusión de tres piezas con cantiléver	21
2.4.- Verticalizador radicular de molar	26
2.4.1.- Verticalizador radicular de molar con sistema estáticamente determinado	26
2.4.2.- Verticalizador radicular de molar con sistema estáticamente indeterminado	26
2.5.- Ansa de corrección radicular de caninos	31
2.5.1.- Ansa de corrección radicular de caninos con S.E.D	31
2.5.2.- Ansa de corrección radicular de caninos con S.E.I	32
2.6.- Ansa en T	33

2.7.- Corrección de línea media	35
3.- Seis geometrías de Burstone	38
3.1.- Geometría I	38
3.2.- Geometría II	39
3.3.- Geometría III	39
3.4.- Geometría IV	40
3.5.- Geometría V	40
3.6.- Geometría VI	41
Conclusiones	42
Referencias bibliográficas	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
No 01. Los tres ejes espaciales	1
No 02. Centro de resistencia de un diente	3
No 03. Centro de rotación	4
No 04. Momento de la fuerza	5
No 05. Momento creado por la cupla	6
No 06. Cupla	7
No 07. Tipos de movimiento dental.	8
No 08. Sistema de fuerza de una cupla	10
No 09. Sistema estáticamente determinado	11
No 10- Sistema estáticamente indeterminado.	12
No 11. Posición alfa o segmento alfa	13
No 12. Posición beta o segmento beta	13
No 13. Unidad activa	14
No 14. Unidad reactiva	14
No 15. arco lingual y barra palatina en estado pasivo	15
No 16. TPA unida intraoralmente. Y TPA unido a un modelo de estudio	17
No 17. Ansa rectangular	18
No 18. Elementos del arco de intrusión de tres partes.	22
No 19. Arco de intrusión de tres partes pre activado	22
No 20. Ilustración del sistema de intrusión de alambre recto	23
No 21. Arcos de tres piezas y arco mandibular	23
No 22. Sistema de intrusión con las fuerzas y momentos producidos.	24
No 23. Aplicación de diferentes puntos de fuerza	24
No 24. Vistas frontal y lateral de la mecánica intrusiva AMG y PMG.	25

No 25. Un cantiléver	27
No 26. Dos cantiléver	27
No 27. Dos cantilévers con dos extremos sueltos	28
No 28. Tres formas de activar el resorte de corrección de raíz	28
No 29. cantiléver unido entre el tubo molar y el minitornillo bucal.	30
No 30. Nuevo minitornillo insertado después de un mes de tratamiento.	30
No 31. Después de cinco meses de tratamiento	30
No 32. V-spring	32
No 33. Ilustración de las características de forma del asa T	34
No 34. Ilustración de la pre-activación del asa T	34
No 35. Fotografía extrabucal	35
No 36. Fotografía intrabucal	36
No 37. Evolución de la corrección de la línea media	36
No 38. Fotografías intrabucales finales	36
No 39. Fotografía extrabucal frontal final	37
No 40. Geometría Clase I.	38
No 41. Geometría Clase II	39
No 42. Geometría Clase III	39.
No 43. Geometría Clase IV	40
No 44. Geometría Clase V	40
No 45. Geometría Clase V.	41

RESUMEN

La técnica de arco segmentado es un conjunto de procedimientos en los cuales se usan determinadas secciones de alambre con el objetivo de manejar de una manera individual y por segmentos una maloclusión dental.

La técnica de arco segmentado fue desarrollada por el Dr. Charles Burstone a inicios de los años sesenta en la universidad de Connecticut, EUA. Otros investigadores como Marcotte, Melsen, Nanda, Sachdeva contribuyeron en el desarrollo de la técnica así como también en la difusión de esta.

El conocimiento de la técnica de arco segmentado nos da la posibilidad de aplicar los principios de la biomecánica en la realidad clínica así como también un mejor control de los efectos secundarios generados.

La técnica de arco segmentado (TAS) nos permite solucionar los problemas por grupos de dientes. Es así que no emplea arcos continuos de níquel titanio o acero inoxidable como se suele utilizar en la técnica de arco continuo, sino que en lugar de ello, emplea arcos de Beta titanio que permiten realizar dobleces sin que el alambre pierda sus propiedades mecánicas.

En la técnica de arco segmentado es muy importante conocer todas las partes involucradas así como también la función que cumple cada una de ellas en dicho movimiento dentario.

Palabras clave: Biomecánica, cantiléver, Arco segmentado, arco de intrusión, sistema estáticamente determinado, sistema estáticamente indeterminado.

SUMMARY

The segmented arc technique is a set of procedures in which certain sections of wire are used in order to handle a dental malocclusion in an individual and segmented manner.

The segmented arc technique was developed by Dr. Charles Burstone in the early 1960s at the University of Connecticut, USA. Other researchers such as Marcotte, Melsen, Nanda, Sachdeva contributed to the development of the technique as well as its dissemination.

The knowledge of the segmented arc technique gives us the possibility of applying the principles of biomechanics in clinical reality as well as a better control of the side effects generated.

The segmented arc technique (TAS) allows us to solve problems by groups of teeth. Thus, it does not employ continuous nickel titanium or stainless steel arcs, as it is commonly used in the continuous arc technique, but instead uses Beta titanium arches that allow folds to be made without losing the mechanical properties of the wire.

In the segmented arch technique it is very important to know all the involved parties as well as the function that each of them performs in said dental movement.

Keywords: Biomechanics, cantilever, Segmented Arc, intrusion arc, statically determined system, statically indeterminate system.

INTRODUCCION

La ortodoncia es la especialidad de la odontología que se ocupa del diagnóstico, prevención y tratamiento de malposiciones dentarias y deformidades de los maxilares.

El abordaje de dichas maloclusiones se realiza utilizando una adecuada técnica, a través del uso de la técnica de arco segmentado podemos conseguir los objetivos de tratamiento de casos complejos en el menor tiempo posible, empleando cualquier tipo de prescripción y mediante el uso de dispositivos específicos para resolver problemas biomecánicamente complejos.

Aproximadamente en los años sesenta, Burstone en la Universidad de Connecticut, Estados Unidos de Norte América publicó un artículo titulado "The Rationale of the Segmented Arch" (justificación del Arco Segmentado) dicho artículo trataba de el uso de aparatos ortodóncico elaborados con base a un raciocinio biomecánico correcto y lógico.

La utilización de aparatos fijos en la Ortodoncia Contemporánea se rige por dos bases filosóficas.

La primera y más difundida es la guiada por la estructura del arco continuo. Para obtener el movimiento deseado se debe dar doblados en los arcos ortodonticos que se encajan en los canales de los brackets para generar las fuerzas necesarias. Sin embargo la predicción de las fuerzas puede ser muy compleja al momento de insertar el alambre a diferentes alturas que es como se colocan los aparatos ortodonticos.

La segunda y menos utilizada es la técnica de arco segmentado que se encuentra guiada por la planificación del sistema de fuerzas. En esta filosofía es esencial la determinación de dos tipos de unidades, es decir, una activa compuesta de dientes que necesitan ser movidos y otra de anclaje o reactiva. El objetivo es controlar los movimientos tanto en la unidad activa que es donde quiero lograr movimiento así como también en la unidad reactiva.

Existen diversos dispositivos usados en arco segmentado orientados a solucionar diversas maloclusiones en diversos ejes del espacio, así como también en las diversas fases en las cuales se encuentre el tratamiento ortodontico, algunos de estos dispositivos puede trabajar de manera independiente al mismo tiempo y en el mismo paciente, considerando las necesidades de cada caso.

Por lo tanto , la presente monografía tiene como finalidad brindar información respecto a la técnica de arco segmentado para que pueda ser más conocida, comprendida y sea de aplicación clínica en beneficio de los pacientes.

1.- Conceptos biomecánicos básicos

Los conceptos relacionados al movimiento dental están en su mayoría firmemente basados en algunos principios físicos básicos de la mecánica, que trata con la manera en que la fuerza actúa en los cuerpos.

La forma más simple e intuitiva de identificar la dirección del movimiento dental es creando un plano o ejes de medición de acuerdo a la relación del diente y del suelo; los ejes o planos de medición se identifican entonces como espaciales. Cualquier plano o eje que se encuentre paralelo al suelo se denomina plano o eje horizontal y aquellos planos o ejes que se encuentren perpendiculares al suelo son planos o ejes verticales. Los dos ejes que son perpendiculares entre sí pero paralelos al suelo se denominan como ejes X y Y. El eje X es paralelo al piso y dirigido hacia adelante y hacia atrás con respecto al objeto de la medición. Hacia adelante se designa como positivo (+) y hacia atrás como negativo (-). El eje Y se dirige hacia la derecha (negativo) o la izquierda (positivo) de acuerdo al objeto medido.^{1,4}

El tercer eje, que es perpendicular a los anteriores, se encuentra en posición vertical y se denomina eje Z. La dirección ascendente se designa como positiva y la descendente como negativa. Estos tres ejes (X, Y y Z) se usan para describir la ubicación del diente o sistema estudiado y la dirección del movimiento. Los ejes espaciales no cambian cuando el cuerpo u objeto cambia de dirección en el espacio, se encuentran fijos en relación al suelo y al observador (Fig. 1)^{1,4}.

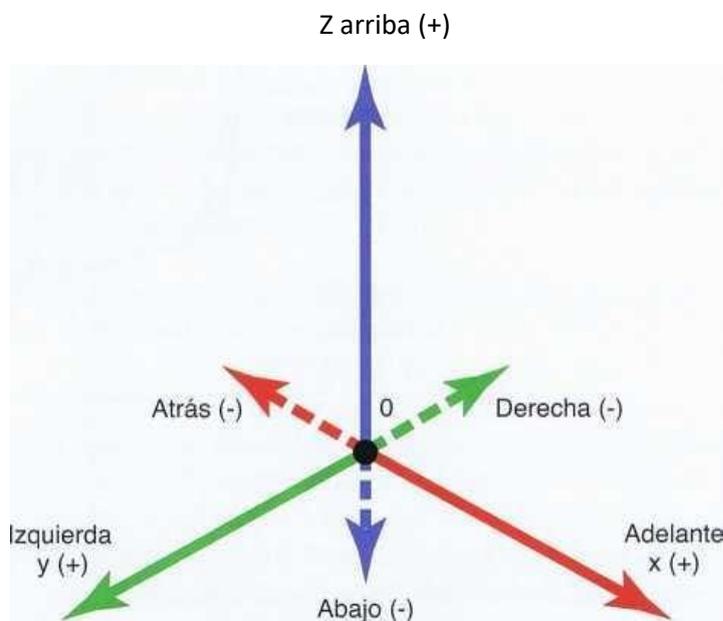


Fig 1 los tres ejes espaciales usados para orientar cualquier sistema en un espacio tridimensional (3D)¹

1.1.- Fuerza

En sencillas palabras, se puede considerar la fuerza como la medida de empuje o arrastre de un objeto; sin embargo, desde nuestro punto de vista, una definición tan simple no es suficiente. El estudio de la mecánica del movimiento dental requiere una definición más precisa de fuerza. Entonces ¿qué es fuerza? se define como aquello que provoca o tiende a provocar un cambio de movimiento o forma de un cuerpo u objeto.^{1,3}

En otras palabras, la fuerza causa que un cuerpo acelere o desacelere. Se mide en Newtons (N) pero en la ortodoncia la fuerza casi siempre se mide en gramos (g).

$$1\text{N} = 101.9\text{ g} (= 102\text{ g})$$

La fuerza tiene cuatro propiedades únicas:

- Magnitud: "Cantidad" de fuerza aplicada (ej.: 1 N, 2 N, 5 N)
- Dirección: Manera en que la fuerza es aplicada o su orientación hacia el objeto (ej.: hacia adelante, arriba, hacia atrás).
- Punto de aplicación: Lugar del objeto o sistema donde se aplica la fuerza (ej.: en el centro, en la parte inferior, en la parte superior).
- Línea de acción de la fuerza: Línea recta construida en el mismo plano y en la dirección de la fuerza extendida desde el punto de aplicación.

CENTRO DE MASA, CENTRO DE GRAVEDAD, CENTRO DE RESISTENCIA, CENTRO DE ROTACION

1.2.- Centro de masa: El centro de masa de un cuerpo puede considerarse como el punto en el que toda la masa del cuerpo parece estar concentrada (es decir, si la fuerza se aplica en este punto, el sistema o cuerpo se moverá en línea recta).

Una vez que se aplica fuerza a un cuerpo, la naturaleza de sus movimientos está regulada en su mayoría por su centro de masa.^{1,13}

1.3.- Centro de gravedad: Recordemos que la Tierra ejerce una fuerza sobre cada segmento de un sistema en proporción directa a cada segmento.

El efecto total de la fuerza de gravedad sobre la totalidad del cuerpo o sistema es igual a esa fuerza de gravedad aplicada en un solo punto denominado centro de gravedad. Entonces, si la fuerza se aplica en este punto causará el desplazamiento del cuerpo en línea recta, sin ningún tipo de rotación. La diferencia entre centro de masa y el centro de gravedad es que el sistema en este último es un "sistema restringido" (restringido por la fuerza de gravedad).^{1,21}

Los dientes forman parte de este sistema restringido. Se encuentran limitados por la gravedad y también por las estructuras periodontales no uniformes (que involucran las raíces y no las coronas) que se encuentran a su alrededor. Es por esto que el centro de masa o el centro de gravedad no producirán un desplazamiento en línea recta si se aplica fuerza en ese punto ya que las estructuras circundantes y su composición alteran este punto. Se requiere un nuevo punto análogo al centro de gravedad para producir un movimiento recto y este punto se denomina centro de resistencia (CRES) del diente (Fig 2).^{1,13}

1.4.- Centro de resistencia:

Se relaciona con la fuerza, la fuerza por la que la línea de acción pasa a través del centro de resistencia y produce un movimiento de traslación pura. Se debe tomar en cuenta que, para un diente dado, este movimiento puede ser mesiodistal o vestibulolingual, intrusivo o extrusivo. La posición del centro de resistencia es directamente dependiente de lo que se denomina “raíz clínica” del diente; este concepto toma en consideración el volumen de la raíz, incluyendo el hueso periodontal (es decir, la distancia entre la cresta alveolar y el ápice), y aumenta el valor con el grosor (superficie) de la raíz.²¹



Figura 2 El CRES de un diente por lo general se encuentra ubicado ligeramente apical al CG. Las estructuras alrededor de la raíz dental causan la migración apical del CRES.¹

Por último, La posición del centro de resistencia es también una función de la naturaleza de las estructuras periodontales, la densidad del hueso alveolar y la elasticidad de las estructuras desmodontales, que están estrechamente vinculadas a la edad del paciente. Estas consideraciones nos obligan a hablar de “centros de resistencia asociado al diente” en lugar de “centro de resistencia del diente”.^{1,13}

1.5.- Centro de rotación

Es el punto en el cual un objeto gira sobre si mismo ^{1,24}

Es decir , en rotación el único punto que no se mueve se denomina centro de rotación (C_{ROT}) (Fig. 3). El resto del plano rota alrededor de este punto fijo.

Aunque un único centro de rotación puede ser construido desde cualquier posición inicial o final de un diente, no es usual que ese punto actúe como centro de rotación para el movimiento total. El diente puede llegar a su posición final siguiendo un camino irregular, inclinándose primero a un lado y luego al otro. Mientras el diente se mueve, las fuerzas en él pasan continuamente por ligeros cambios, de manera que un centro de rotación cambiante es más la regla que la excepción. Al determinar la relación entre un sistema de fuerza y el centro de rotación del movimiento resultante, lo que verdaderamente puede ser determinado es un centro de rotación “instantáneo”.^{1,4}

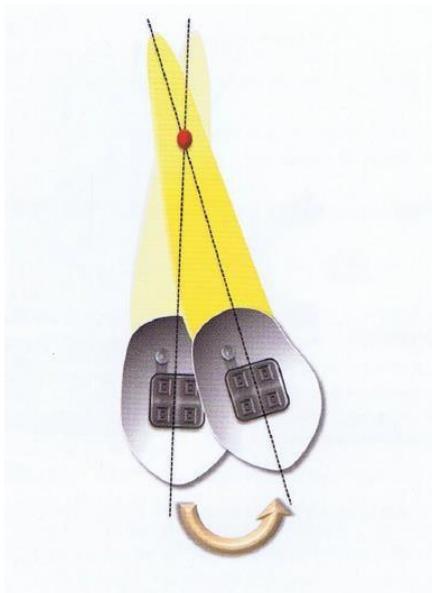


FIG 3: centro de rotación de un diente (punto rojo). Nótese que el centro de rotación es el único punto que ha quedado estacionario ¹

1.6.- Momento (Torque)

También se le conoce como “momento de la fuerza” (M_F).

Es la medida de la capacidad de la fuerza necesaria para producir una rotación, es decir las fuerzas excéntricas tienden a producir un movimiento rotacional, debido a que la fuerza no se aplica en el centro de rotación del diente .^{1,25}

La distancia fuera del eje de la línea de acción de la fuerza se denomina brazo de fuerza (también en ocasiones brazo de momento, brazo palanca, brazo torque). A mayor distancia, mayor el torque producido por la fuerza. Las especificaciones del brazo de fuerza son cruciales; el brazo de fuerza corresponde a la distancia más corta

desde el eje de rotación a la línea de acción de la fuerza. De manera invariable, la distancia más corta corresponde a la longitud de la línea perpendicular (90 grados) a la línea de acción de la fuerza (d_{\perp}). El símbolo $_{\perp}$ significa perpendicular y el brazo de fuerza es crucial para determinar la cantidad del momento que actúa en el sistema.¹

La cantidad de momento (M) que actúa para que rote un sistema se calcula al multiplicar la magnitud de la fuerza aplicada (F) por la distancia del brazo de fuerza (d_{\perp}):

$M = F (d_{\perp})$, en donde F se mide en Newtons y d_{\perp} se mide en milímetros (Fig. 4 A)

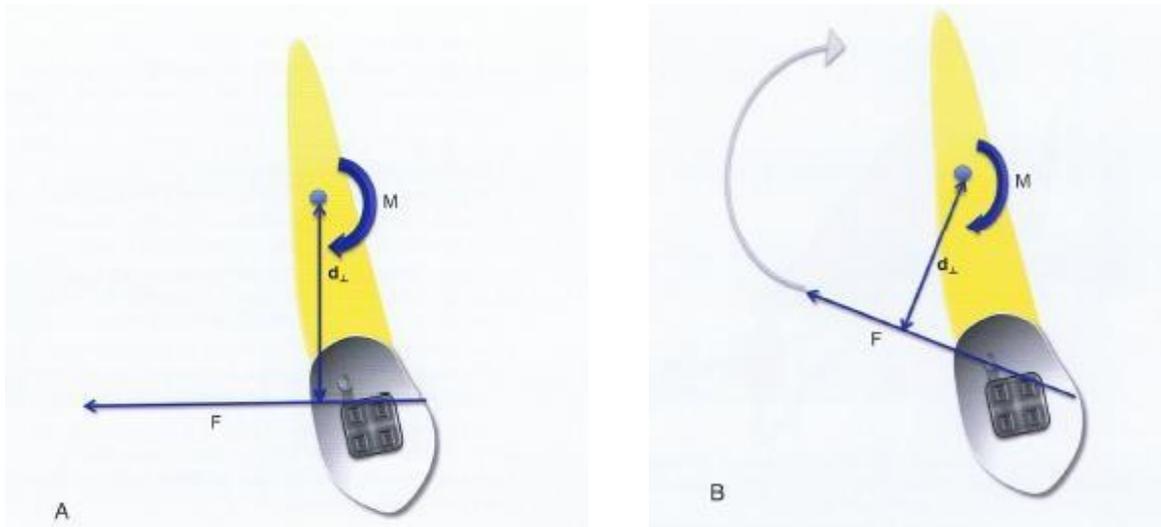


Figura 4 A, el momento de la fuerza es igual a la magnitud de la fuerza multiplicada por la distancia perpendicular desde la línea de acción hasta el centro de resistencia. B, la dirección de momento de una fuerza puede determinarse al prolongar la línea de acción alrededor del centro de resistencia .¹

Por lo tanto, la unidad de momento usada en ortodoncia es el Newton milímetro (Nmm). Como ya se mencionó, a menudo para medir la fuerza los Newtons son remplazados por gramos (g); es por esto que la unidad de momento pasa a ser gramomilímetro (g-mm). A mayor fuerza o brazo de fuerza, mayor momento.

Si la fuerza es señalada con flechas rectas, los momentos pueden ser señalados con flechas curvas. En diagramas bidimensionales, los momentos hacia la derecha se denominan como positivos y los que son hacia la izquierda se denominan negativos, o viceversa. Estos valores pueden ser sumados para determinar el momento neto de un

diente en relación a un punto en particular, como el centro de resistencia. No se necesita el punto de aplicación, ni la línea de acción, ni los métodos de suma de gráficos. La dirección del momento puede determinarse al prolongar la línea de acción alrededor del centro de resistencia, tal y como se muestra en la Figura 4.¹

1.7.- Cupla (Tipo de momento)

También denominado momento de rotación.

La cupla se crea por dos fuerzas que tienen igual magnitud pero sentido contrario (dirección) la una de la otra y líneas de acción que no coinciden (fuerzas paralelas). Debido a que las fuerzas tienen la misma magnitud pero dirección contraria, el potencial neto de este sistema de fuerza especial para mover el cuerpo sobre el que actúa es nula y solo produce rotación.^{1,4,13}

Una cupla típica se muestra en la Figura 5. Aunque la representación del vector de la cupla se ubica entre las dos fuerzas, no posee una línea de acción particular y puede ser colocada en cualquier punto del plano de la cupla. Por ejemplo, sin importar la posición del bracket en el diente, la aplicación de la cupla solo causaría una tendencia a rotar sobre el centro de resistencia del diente; esto se conoce también como momento de la cupla (M_c).¹³

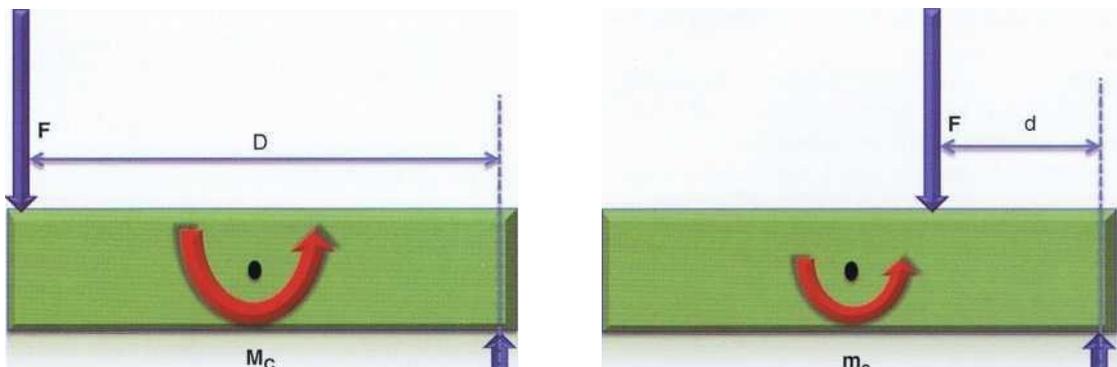


Figura 5 A, el momento creado por la cupla se encuentra siempre cercano al C_{RES} o el C_G ($M_c = F \times D$). B, sin importar el lugar de aplicación del par de fuerzas, la cupla creada actuará siempre alrededor del C_{RES} o el C_G . Mientras la distancia entre las dos fuerzas disminuye ($d < D$), la magnitud general de la cupla disminuye ($m < M_c$).¹

La magnitud de la cupla (M_c) depende la magnitud de la fuerza y de la distancia entre las dos fuerzas. El momento creado por la cupla es en realidad la suma de los momentos creados por cada una de las dos fuerzas. Si ambas fuerzas de la cupla actúan en lados opuestos al centro de resistencia el efecto para crear momento es de

adición, si en cambio actúan en el mismo lado del centro de resistencia es de sustracción (Fig. 6). De cualquier modo, el diente no experimenta fuerza neta, solo una tendencia de rotación.

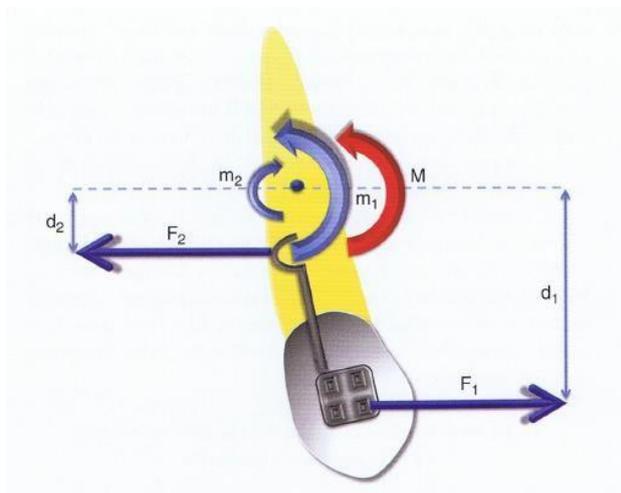


Figura 6 Una cupla creada por dos fuerzas iguales y opuestas que actúan sobre un diente. El movimiento total (M) es el vector suma de los dos momentos (m_1 m_2) generado por las dos fuerzas (F_1 F_2). Aquí, $m_1 = F_1 \times d_1$, $m_2 = F_2 \times d_2$. Por estar ambos momentos en direcciones opuestas, a uno de los momentos se le asignará un símbolo negativo y al otro uno positivo. El momento neto (M) se obtendrá de la adición de los dos: $M = m_1 + (-m_2)$

1.8.- Tipos de movimiento dental (FIG. 7)

Para facilitar su clasificación pueden categorizarse en dos grupos:

- **Inclinación controlada:** Durante este movimiento el CROT se ubica en el ápice de la raíz. El diente se mueve como el péndulo de un reloj, con su ápice fijo en un punto particular y la corona moviéndose de un lado a otro.^{1,13}
- **Movimiento de raíz:** Acá, el CROT se ubica en la punta de la corona mientras que la raíz es libre de moverse en la dirección de la fuerza. Tradicionalmente, en la bibliografía sobre ortodoncia, este no es caracterizado como un movimiento de inclinación, pero mecánicamente el movimiento es similar al de inclinación controlada.

Comunmente en los movimientos dentales se da la inclinación de la corona, la raíz (raramente), o en una combinación (más comúnmente). Sin embargo, existe un movimiento dental raro en extremo y sumamente difícil de alcanzar en su sentido más estricto: la traslación, algunas veces conocida como movimiento corporal. En esta, tanto la corona como la raíz se mueven en igual proporción y en la misma dirección sin ninguna rotación. En este caso el CROT no existe o, en términos matemáticos, se acerca al infinito.^{1,13}

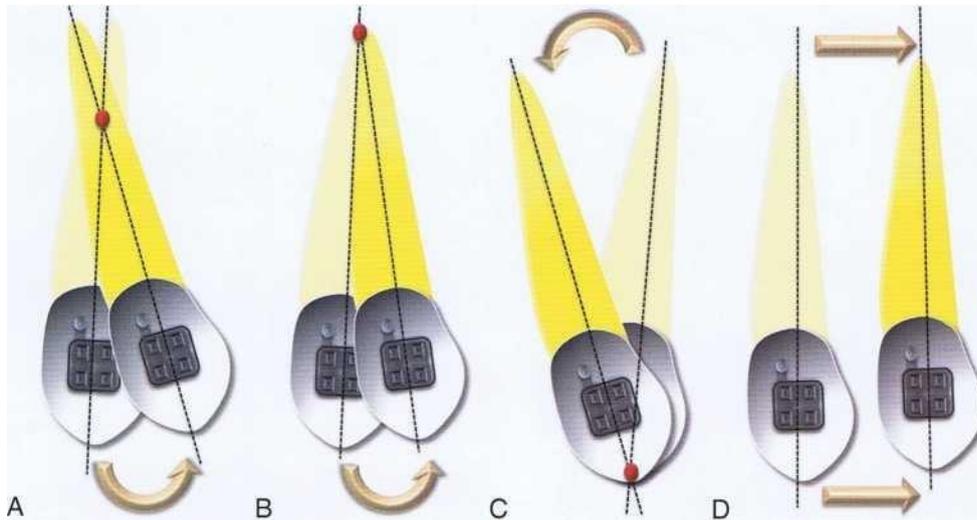


Figura 7 Tipos de movimiento dental. A, inclinación no controlada. B, inclinación controlada. C, movimiento de raíz (torsión). D, traslación o movimiento corporal. El C_{ROT} en cada caso se señala con un punto rojo. Nótese que durante la traslación (D) el C_{ROT} se ubica en el infinito, es decir, no existe. ¹

1.9.-Sistemas de fuerza ortodónica

El movimiento dental ortodónico sigue ciertos principios de la mecánica clásica o de Newton que necesitan ser comprendidos para ejecutar un movimiento dental en específico. Una vez que se dominan las leyes fundamentales, la próxima tarea consiste en su aplicación.

Es importante recordar que las leyes físicas o los brackets no moverán por si solos los dientes del paciente, deben actuar en conjunto con un set de alambres para generar la fuerza y los momentos necesarios para el movimiento de los dientes. La utilización de dobleces en el alambre en ubicaciones estratégicas entre dos o más brackets es una manera de utilizar estas leyes para mover los dientes de forma predecible. Esto se realiza por lo general durante las etapas finales del tratamiento. La segunda manera es con la compensación de los brackets unos con otros para crear las mismas fuerzas y momentos. Esto es lo que ocurre durante las etapas iniciales del tratamiento cuando los dientes no se encuentran alineados y un alambre recto se coloca en los brackets para alinearlos. Discutamos esta situación en detalle.^{21,25}

Los dobleces hechos al alambre entre dos complementos o brackets o el alambre recto que conecta brackets desalineados o complementos solo pueden generar dos tipos de sistemas de fuerza dependiendo de cómo el alambre esté sujeto al bracket:

- Sistema de fuerza de una cupla
- Sistema de fuerza de dos cuplas

1.9.1.- Sistema de fuerza de una cupla

Los aparatos ortodónicos capaces de producir movimientos dentales más impresionantes y bien definidos son con frecuencia aquellos de mayor simplicidad biomecánica. Estos sistemas de fuerza se colocan entre dos complementos cuando se crea una cupla en un extremo del complemento y se aplica una fuerza en el otro extremo. Esto por lo general lleva un alambre con un doblez dentro del bracket o tubo mientras que en el otro extremo, en vez de colocar el alambre en el bracket o ranura, simplemente se ata al complemento de manera que se crea un solo punto de contacto. Este sistema también es conocido como sistema de fuerza de un bracket (Fig. 8).

Debido a la simple configuración de acción y reacción de las fuerzas se genera un sistema de fuerza estáticamente determinado (es decir, todas las fuerzas y momentos creados por el sistema pueden ser fácilmente distinguidos, medidos y evaluados con una precisión admirable). Existe un número de situaciones clínicas en las que se usará este sistema de fuerza dependiendo del juicio del operador.^{1,3}

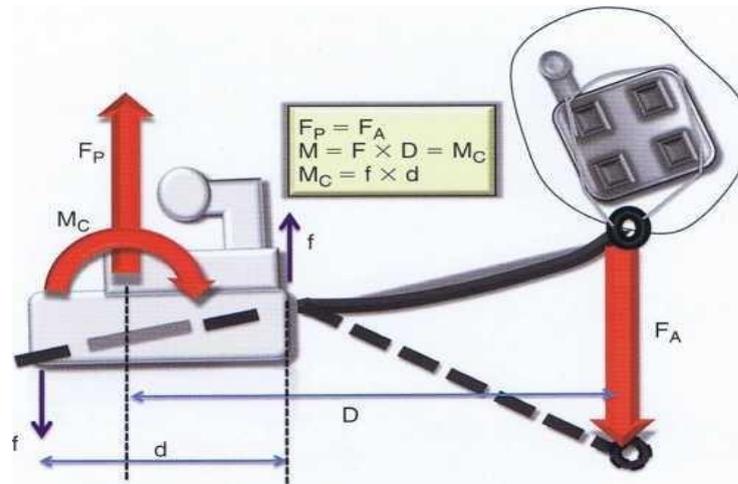


Figura 8 Diagrama esquemático que ilustra un sistema de fuerza de una cupla. El momento (M) generado por el sistema es producto de la fuerza y la distancia (D) que separa las dos fuerzas, lo que causa la rotación del sistema completo. Como con cualquier sistema rígido, esta configuración debe estar en equilibrio, en otras palabras, la suma de todas las fuerzas y momentos debe ser igual a cero. Por lo tanto, las dos fuerzas (F_P y F_A) deben ser iguales. De igual manera, el momento generado por la cupla (M_C) en el tubo debe ser igual al momento del sistema (M). El M_C se genera cuando el alambre hace contacto con los bordes del tubo y genera las fuerzas (f) señaladas con azul. ¹

Un diseño de resorte de cantiléver es el componente esencial de todos los aparatos que usan el sistema de fuerza de una cupla. La Figura 8 ilustra el mecanismo de un resorte de cantiléver para la extrusión de un canino y este mecanismo aplica para todos los sistemas de fuerza de una cupla. Observe que el resorte se encuentra solamente atado a un complemento o bracket, no se encuentra en la ranura del bracket, de manera que solo hay un punto de contacto entre el alambre y el complemento; esto crea una sola fuerza sin cupla en oposición a los dos puntos de contacto en el otro complemento (tubo). ^{1,3,24}

Este sistema cuasi estático (ni el alambre ni el complemento se mueven en cualquier momento en particular) seguirá las leyes del equilibrio, puesto que se trata de un “sistema rígido”. Por lo tanto, el momento en el tubo (M_C) debe ser opuesto por otro momento (M) en dirección contraria pero con igual magnitud. Este M es el resultado de fuerzas iguales pero opuestas (F_A y F_P) en los complementos, (nota: las fuerzas iguales pero opuestas mostradas en los dos complementos no son consecuencia de la Tercera Ley del Movimiento de Newton).³

Es decir, son sistemas simples y eficientes, en los cuales fuerzas y momentos son fáciles de medir. Una de las características importantes en el sistema de torsión generado por el canal es el alto grado de constancia durante el tratamiento y durante la desactivación. Para la ejecución de este sistema es necesario que un segmento de hilo sea insertado en el canal o tubo en un extremo, mientras que el extremo opuesto es apoyado o atado al hilo o al accesorio. ²

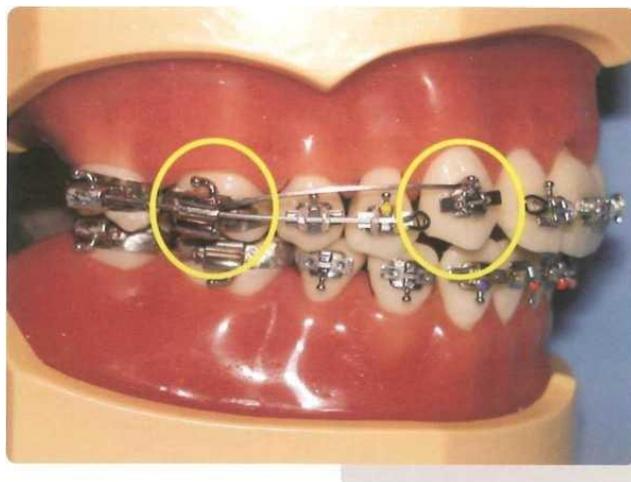


Figura 9 Sistema estáticamente determinado. Notar que el cantilever está en su extremo beta insertado en el tubo del molar, mientras que el otro extremo (alfa) está apoyado sobre el alambre. ²

1.9.2.- Sistemas de fuerza de dos cuplas

Los sistemas de fuerza de dos cuplas se ubican entre dos complementos cuando un alambre se inserta en la ranura de dos brackets o tubos. Como su nombre lo indica, este sistema de fuerza involucra fuerzas y cuplas en ambos complementos cuando un alambre recto se ubica en un par de brackets no alineados o cuando un doblado se ubica entre dos brackets alineados; por lo tanto, este sistema de fuerza también es conocido como sistema de fuerza de dos brackets. ^{2,24}

La dinámica de esta unidad de dos brackets es fundamental para la comprensión de los principios que guían el movimiento dental al usar mecánica de deslizamiento. ^{2,24}

Al compararse con el sistema de fuerza descrito en la sección anterior (sistemas de fuerza de una cupla) este constituye un sistema de fuerza estáticamente indeterminado (es decir, es muy complejo como para determinar de manera precisa todas las fuerzas y momentos involucrados en ambos complementos en un momento específico). Al insertar un alambre en un complemento y usar un medidor para calcular la fuerza necesaria para desviar el alambre hacia el otro bracket, no dará necesariamente un cálculo acertado de la fuerza producida por el alambre. En este

sistema, cuando el alambre se ubica sobre las ranuras de los dos brackets en los que será insertado, el ángulo de entrada del alambre en cada ranura nos muestra cuál bracket tiene mayor ángulo de entrada y por lo tanto el mayor momento. Esto es de suma importancia ya que, sin importar la dirección del momento en el segundo bracket, el momento mayor regirá la dirección del equilibrio neto de fuerzas asociado que actúa en cada bracket.^{24,25}

En este sistema es necesario que un hilo sea insertado en dos brackets o tubos. El arco continuo puede ser considerado un sistema largo estáticamente indeterminado. No es posible predecir o afirmar con seguridad si las fuerzas y momentos desarrollados en relato a todos los brackets definir con exactitud cuál es unidad activa o reactiva. Este sistema está relacionado con el uso de aparatos en los que ambos extremos están insertados en los canales de los brackets. .fig 10

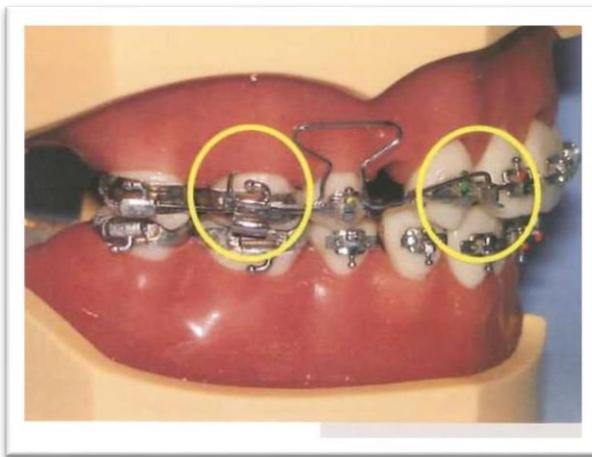


Figura 10 Sistema estáticamente indeterminado. El cantilever está insertado en tubos o brackets en ambos extremos alfa y beta.²

1.10.- Técnica de arco continuo:

La técnica de Arco Continuo es el sistema más usado en la ortodoncia fija convencional; implica la colocación de brackets en los dientes, con arcos de alambre contorneados de acuerdo a la forma de arco que deseamos construir en que la predicción de fuerzas puede ser muy compleja cuando se inserta un alambre en soporte que se encuentran a diferente niveles de altura.

El Arco Continuo se utiliza en pacientes que no se desea realizar cambios mayores en el plano oclusal y no presentan asimetrías.¹³

1.11.- Técnica de arco segmentado

La técnica de arco segmentado (TAS) fue desarrollada por el Dr. Charles Burstone, de la Universidad de Connecticut, Estados Unidos. Otros investigadores como Marcotte, Melsen, Nanda y Sachdeva se adherieron a la técnica y contribuyeron al embasamiento y divulgación de esta filosofía.

A través de la técnica del arco segmentado, segmentos de arcos dentales pueden ser tratados simultáneamente de forma dissociada. Los dientes se consolidan en unidades, y con ello es posible predecir los movimientos que ocurrirá en las unidades activas y reactivas (descritas a continuación). Se utilizan hilos rígidos intrasegmentos e intersecciones para anclaje, también llamada unidad reactiva, cuya filosofía se originó de los principios básicos de la física y cuando comparada con las técnicas de arcos continuos, el control de los efectos colaterales son mucho más precisos. Para entender el estudio del arco segmentado, algunos conceptos deben ser conocidos.²

Posición alfa

Denominación dada al segmento de dientes o al diente localizado mesialmente al espacio de la extracción. Además, puede ser denominado como componente anterior de un dispositivo o punto de fijación de un dispositivo.²

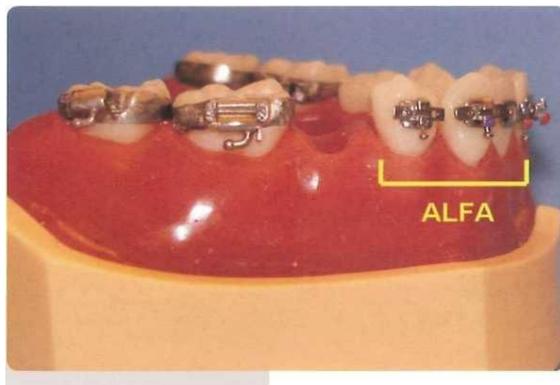


Figura 11 Posición alfa o segmento alfa.²

Posición beta

Denominación dada al segmento de dientes o al diente localizado distalmente al espacio de la extracción. Aún se puede denominar como componente posterior de un dispositivo o el punto de fijación posterior de un dispositivo.²

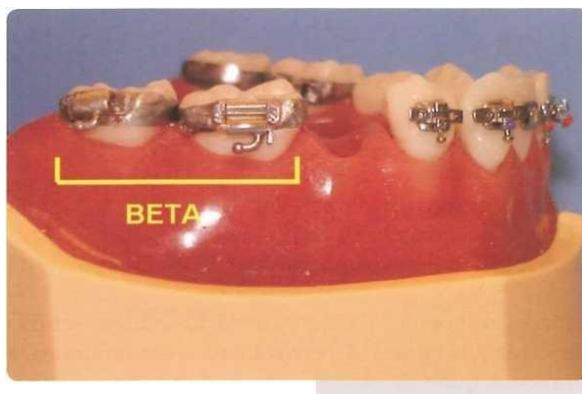


Figura 12 Posición beta o segmento beta.²

Unidad activa

Es el segmento en que incide la fuerza de acción, o sea, es el segmento a ser movido.²

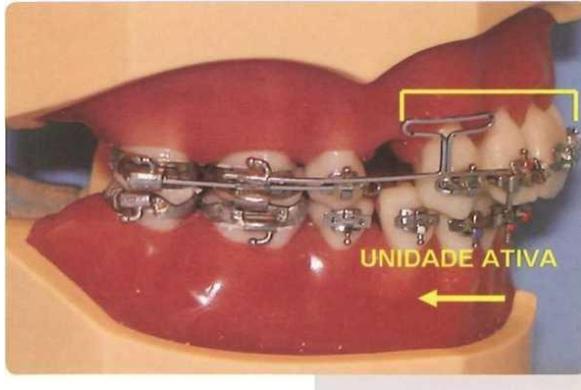


Figura 13

Unidad activa - en la figura la fuerza se aplica en el segmento superior anterior (alfa) para que ocurra la retracción.²

Unidad reactiva

Es el segmento en que incide la torsión reactiva debido a la agitación de la fuerza activa de un determinado aparato, o también llamada de unidad de anclaje.²

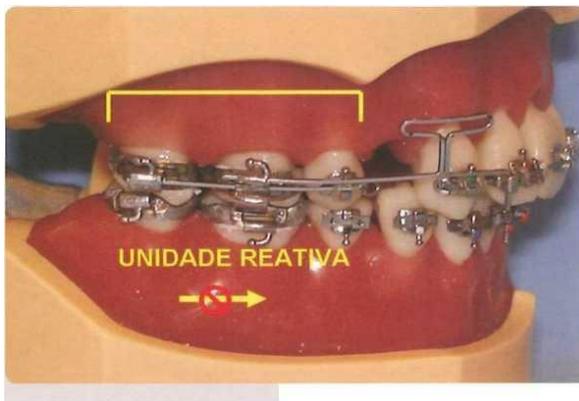


Figura 14 La unidad reactiva – la parte posterior (beta) sufre la misma acción de la fuerza aplicada en alfa, pero en sentido contrario. En el supuesto esquema, no se desea la medición del segmento beta, el cual debe ser anclado con barra palatina para minimizar ese efecto.²

2.- DISPOSITIVOS USADOS EN LA TECNICA DE ARCO SEGMENTADO

2.1.- Arco lingual y Barra palatina

Los arcos linguales de la técnica del arco segmentado deben llamarse barra palatina para el arco superior, y arco lingual para el inferior, artefactos de anclaje que deben ser construidos en etapas iniciales del tratamiento. Pueden ser confeccionados en los modelos de yeso, tanto superiores como inferiores, necesitando algunos ajustes en el momento de su instalación, o aún, confeccionados directamente en la boca del paciente dependiendo de la habilidad del ortodoncista. Ambos se confeccionan de manera pasiva, siendo posteriormente ejecutadas las activaciones deseadas. como se ve a continuación: ^{2,13}

- Corregir rotaciones intraarcos (primeros molares) o rotaciones intrasegmentarias (segmentos posteriores)
- Solucionar asimetrías ánteroposteriores
- Minimizar diferencias entre los planos oclusales derecho e izquierdo
- Corregir las inclinaciones vestibulolinguales y / o mesiodistales de los dientes posteriores
- Reducir los efectos indeseables de las activaciones de aparatos debido al aumento de las unidades de anclaje.

Estos dispositivos se insertan generalmente en los primeros molares, sin embargo, pueden ser usados en premolares o segundos y terceros molares cuando hay necesidad. Tales elementos deben ser confeccionados con hilos redondos de acero inoxidable, de 0,9 mm cuando se tiene por finalidad el refuerzo de anclaje, o aún con 0,8 mm ^{2,24}

Actualmente se están usando alambres de TMA para la confección de estos dispositivos cuando su uso es activo.

Se aconseja al principiante que haga simulaciones previas de las activaciones de estos dispositivos en articuladores del tipo tipodont para que se obtenga alguna experiencia con relación a los movimientos deseados. ^{2,25}



Figura 15 arco lingual y barra palatina en estado pasivo. ²

Activaciones de la Barra Palatina y del Arco Lingual

1. Activación para rotación de los molares

A) Suponiendo que el diente 36 se gira en el sentido mesiolingual, se coloca el arco lingual en el tubo lingual del diente rotado, y el resto del arco debe estar para distal del molar del lado opuesto (46), para que cuando la la presilla de ese lado es llevada al tubo lingual del diente 46, el molar rotado (36) gire en el sentido mesiovestibular.

B) Suponiendo que el diente 36 se gira en sentido distolingual, el arco lingual se coloca en el tubo lingual del diente rotado, y el resto del arco debe estar para mesial del molar del lado opuesto (46) para que cuando la presilla el lado es llevado al tubo lingual del diente 46, el molar rotado (36) gire en el sentido de esto.²

Las activaciones para las rotaciones de molares, tanto simétricas como asimétricas en el maxilar y en la mandíbula, deben seguir el mismo razonamiento descrito arriba, respetando la cantidad de fuerza y momentos deseados. Se debe señalar que activado el arco lingual, se generan fuerzas en los sentidos ánteroposteriores, las cuales deben ser aceptadas o anuladas con refuerzo de anclaje con un hilo rígido por vestibular y omega justo y atado al tubo del molar.²

2. Activación para la contracción y la expansión de los arcos.

A) En los casos en que los molares se encuentran cruzados, si el diente 26 en cuestión está posicionado por palatino, se hace la expansión de la barra palatina hasta que la presilla del lado cruzado (26) se posicione en la dirección del surco principal de ese mismo, molar. Al expandir la barra palatina, se observa que naturalmente con la expansión se crea un sobreexposición vestibular en ambos dientes, tanto el 16 como el 26.³²

B) En las situaciones en que el molar (26) se encuentra expandido, se hace la contracción de la barra palatina, para que cuando la presilla se posicione en el tubo lingual de ese diente, sufre una torsión de contracción. Cuando el cruce es unilateral, el lado opuesto debe ser anclado con hilo vestibular rígido.³²

3. Activación para verticalización de los molares (activaciones de 2- orden).

A) Suponiendo que el diente 46 en cuestión está con una angulación para mesial, la presilla de ese diente deberá estar con un doblado para que cuando ésta penetre dentro del tubo lingual, genere una fuerza de verticalización, y tenga cuidado con la relación de las fuerzas extrusivas e intrusiva.²

- El uso de un TPA cuando se combina con la mecánica de arco segmentado da como resultado un mayor control del anclaje que cuando se usa con la mecánica de deslizamiento continuo del arco durante la retracción del canino superior.²



Figura 16 TPA unida intraoralmente a los primeros molares permanentes superiores. b TPA unido a un modelo de estudio equipado con corchetes linguales de Burstone.³²

2.2.- Ansa rectangular

Es un dispositivo de arco segmentado, que posibilita resolver malposiciones dentarias, siendo simple de ser confeccionado.

El ansa rectangular se confecciona con alambre de acero inoxidable o TMA de preferencia con un calibre 0/017 "x 0,025", presenta dimensiones preestablecidas pero en algunas situaciones puede ser necesario ser individualizada dependiendo de cada caso.

Las indicaciones serían las siguientes:

- Corrección de giroversiones
 - * Corregimiento de canino con distal para palatina
 - * Corregimiento de canino con mesial para vestibular.
- Corregir problemas de primera y segunda órden tales como :
 - * Intrusión pura
 - * Extrusión pura
 - * Mensialización radicular
 - * Distalización radicular

Se encuentra contraindicado en:

- Casos en que el sistema de fuerzas generado por un alambre continuo coincide con el deseado por el ortodoncista.

Ventajas²

- Movimiento dentario más eficiente debido a poca fuerza usada.
- Permite un excelente control tridimensional de dientes mal posicionados.
- Sistema con baja relación carga/deflexión.
- Fuerza leve y constante.
- Baja rigidez
- Fuerzas y momentos constantes.
- No hay necesidad de reactivación de ansa.
- Constancia en la desactivación de la aparatología.
- Previsión del movimiento en la preactivación.
- Gran variedad de activaciones.
- Mínimos efectos secundarios.
- Se alcanza los movimientos deseados en una o dos citas

Desventajas²

- Falta de conocimiento de biomecánica por parte de los profesionales
- Sistema estáticamente indeterminado.
- No es el mejor aparato para torque.

De manera más particular el ansa rectangular actúa por lo general en los caninos ya que son los dientes más afectados debido a que estos son los últimos dientes en erupcionar y además dicha erupción es muy complicada debido a la falta de espacio en el arco dental para su correcta ubicación.³¹

La importancia de construir anzas o cantiléveres de forma pasiva es la facilidad de visualización de sus pre-activaciones, y de esta forma verificar la dirección del movimiento dentario frente a la actuación del sistema de fuerza generado.²

Generalmente es apoyada en el segmento posterior que sirve como unidad de anclaje o unidad reactiva. Con respecto al diseño, la ansa rectangular presenta una altura de 6 a 7 mm en el sentido cervicoclusal, y en el sentido mesiodistal una longitud de 8 a 10 mm.¹³

Las anzas rectangulares ofrecen un buen control de la relación momento / fuerza (M / F). Para mantener esta corriente constante de M / F, todas las fuerzas extraíbles deben ser removidas, como por ejemplo, las fuerzas friccionales que hacen que los diferentes centros de rotación sean producidos. El arco continuo causa ese "efecto de rozamiento", pues los brackets no están libres para deslizarse, y las anzas liberan un sistema de tuerza consistente, o sea, el momento de la tuerca ejercida está en la dirección exigida por el diente para su corrección, produciendo, por lo tanto los movimientos deseados en la unidad activa.^{13,31,33}

La cantidad de alambre de la ansa rectangular mesial y distal al bracket debe ser la misma, para que sean creadas binarias puras de movimiento, pues si la distribución de alambre es diferente puede alterar la relación M / F.

La activación de esas anzas se da por la forma que la misma asume cuando se simula el movimiento deseado del diente por medio de dos alicates, forma llamada de ansa con preactivación.²

A continuación observamos la simulación de la preactivación de una ansa rectangular usando un software, aquí el ansa rectangular está siendo usado para la corrección de una segunda molar extruida en comparación con un arco continuo en cuyo caso tendríamos menos control de los efectos colaterales.³¹

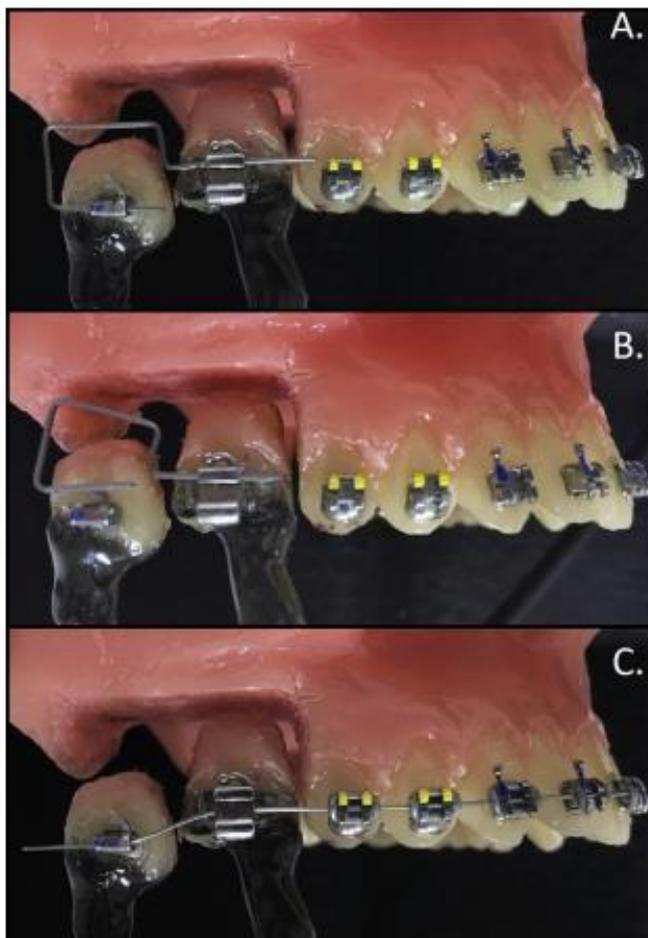


Fig. 17 . anza rectangular: A, preactivado y B, acoplado. en una activación vertical de 3 mm; C, 0.014 pulgadas superelástica Alambre de níquel-titanio acoplado en el extruido de 3 mm.³¹

Consideraciones Finales

En términos generales, la filosofía del arco segmentado (TAS) ha sido desarrollada para que el uso de fuerzas continuas puedan ser utilizadas para el movimiento dental sin pérdida de control.^{24,25}

Cuando un aparato ortodóncico es activado, el ortodoncista debe tener control sobre tres variables que determinará el éxito del tratamiento;

- 1.- La proporción momento-fuerza (M / F)
- 2.- La magnitud del momento o de la fuerza
- 3.- Es la constancia de la fuerza o del momento.

El ansa rectangular presenta como ventaja la facilidad de observar el movimiento a realizar debido a que el ansa es preactivada para que sólo corrija la maloclusión, evitando así efectos indeseables tanto en la unidad activa como en la reactiva, en razón del refuerzo del anclaje.²

2.3.- Arcos de intrusión

La mordida profunda es una maloclusión multifactorial que necesita un diagnóstico diferencial que incluya análisis cefalométricos, faciales y dentales, así como también datos sobre el posicionamiento de los incisivos en reposo, sonrisa y el habla. Es una alteración que puede tratarse mediante la extrusión de dientes posteriores, intrusión de incisivos superiores y o mandibulares o la combinación de estos procedimientos.

Para la corrección de la mordida profunda podemos utilizar arcos continuos con una curva de spee acentuada en arco superior para corrección de mordida profunda, y curva reversa en arco inferior.⁸

El uso del arco segmentado para la corrección de la mordida profunda, tiene como propósito la intrusión significativa de los incisivos superiores e inferiores, con el efecto deseado o indeseado, según sea el caso, de extrusión de molares inferiores.¹⁴

Cuando es necesaria la intrusión de los dientes anteriores, en general se realiza inicialmente de los cuatro incisivos para después realizar la intrusión de los caninos. La intrusión masiva de los seis dientes anteriores es muy difícil en términos de anclaje vertical y, posiblemente, veremos la extrusión y rotación del segmento de anclaje antes de ver la intrusión significante. Para una intrusión pura de los incisivos, es necesaria la localización del centro de resistencia de los cuatro incisivos en conjunto, el cual se ubica en el cuello cervical en la distal de los incisivos laterales. En este caso de intrusión genuina, el arco base de Burstone es atado al segmento anterior en la distal de los incisivos laterales, o sea, en la dirección del centro de resistencia del bloque anterior. No se encaja directamente en los canales de los bráckets de los dientes anteriores, sino atado por medio de alambre de ligadura al arco rectangular 0,019 "x 0,025" de anclaje previamente insertado; si la intrusión con vestibularización de los anteriores es deseada, el arco base de Burstone es atado al segmento anterior en la línea mediana, por lo tanto la fuerza pasa en la mesial del centro de resistencia de los mismos.^{8,14,26}

La acción del arco de intrusión también causa extrusión del segmento posterior, esto cuando el mismo está con un anclaje disminuido, o sea, un menor número de dientes para resistir la fuerza de intrusión de los dientes anteriores. Cuanto menor sea la fuerza producida por el arco base, mayor será la intrusión de los anteriores comparando con la extrusión de los posteriores cuando éstos están con un número grande de dientes. En el momento en que se desea una intrusión genuina de los incisivos, es mejor limitar el número de dientes en el segmento anterior para que la carga de intrusión no sea muy intensa, y de esta forma la reacción extrusiva en la región de los molares sea disminuida. Para reforzar el anclaje en la región posterior se puede utilizar un anclaje vertical con un aparato extrabucal de traza occipital.

La activación del arco base produce momentos que tienden a dejar el plano oclusal maxilar inclinado, es decir, extruir la región de premolares cuando éstos forman parte del segmento posterior de anclaje. Para inhibir este efecto colateral en la región posterior se puede usar aparato extrabucal con tracción cervical y arco facial hacia arriba o con traza occipital con la forja localizada anteriormente al centro de resistencia del segmento posterior, con lo que el momento generado por el arco, de intrusión.²⁶

2.3.1.- Arcos de intrusión de Burstone

La activación del arco de intrusión se da por la mudanza de angulación dada en los helicóides situados en la mesial del tubo de los molares. Sin embargo, para que ocurra una intrusión pura o una intrusión con vestibularización, el arco base debe ser atado al segmento anterior de maneras diferentes, como se demostrará a continuación.¹⁴

1. Colocar el alicate 139 en el helicóide y activarlo para cervical, siendo que este pliegue debe producir una fuerza intrusiva biológica. Por lo tanto, después de activado el arco de intrusión, se debe medir la fuerza con un dinamómetro respetando que las fuerzas se comporten sin riesgo de reabsorción en el conjunto de dientes.

2. Para la intrusión pura de los incisivos superiores, el arco de intrusión de Burstone debe ser atado, con alambre de ligadura al segmento anterior en las trabas helicoidales en las distales de los incisivos laterales, es decir, en la dirección del centro de resistencia de estos cuatro dientes como un grupo (en vista lateral).

3. Para la intrusión con vestibularización de los incisivos superiores, el arco de intrusión debe ser atado en la línea mediana con alambre de ligadura inoxidable al segmento anterior. La activación en este caso pasará anteriormente al centro de resistencia del bloque anterior.⁸

2.3.2.- Arcos de intrusión de tres piezas con cantiléver

Como se dijo anteriormente, otro accesorio recomendado por Burstone para la intrusión de los incisivos es el uso de un segmento rígido anterior, segmento de anclaje posterior y cantiléver. La confección del segmento posterior de anclaje es idéntica a la utilizada en el arco base de Burstone. El segmento anterior, así como los cantiléver, presentan algunas modificaciones. Se debe recordar que la disociación de

las fuerzas en ese tipo de arco de intrusión de tres asas con cantileveres se diferencia por el tacto de presentar una resultante de las fuerzas horizontal y vertical. ²

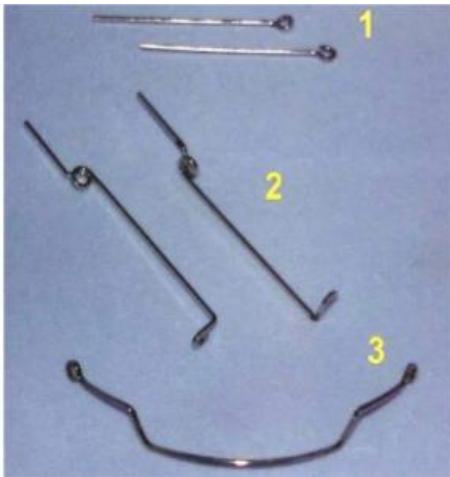


Fig. 18 Elementos del arco de intrusión de tres partes. 1: zona de anclaje posterior, 2: cantilévers de intrusión, 3: zona de estabilización anterior. ²



Fig. 19. Arco de intrusión de tres partes pre activado. ²

- La intrusión de los dientes anteriores se puede lograr básicamente por medio de dos tipos de mecánica: dispositivo de alambre recto y dispositivo de arco de tres piezas. El primero consiste en un segmento de alambre colocado a lo largo del arco dental y, en la región anterior, colocado en los dientes encajando directamente en las ranuras del soporte (arco de Ricketts) (Figs. 20A, 20B y 20C) o atado a otro anterior Segmento (arco de Burstone) (Fig. 20D). El área, es una alternativa mucho más predecible y comprensible. Si el arco de intrusión se inserta directamente en las ranuras del soporte anterior (Fig. 20C), se pueden incorporar pares no deseados y se puede producir un sistema mecánico más complejo e indeterminado.¹³

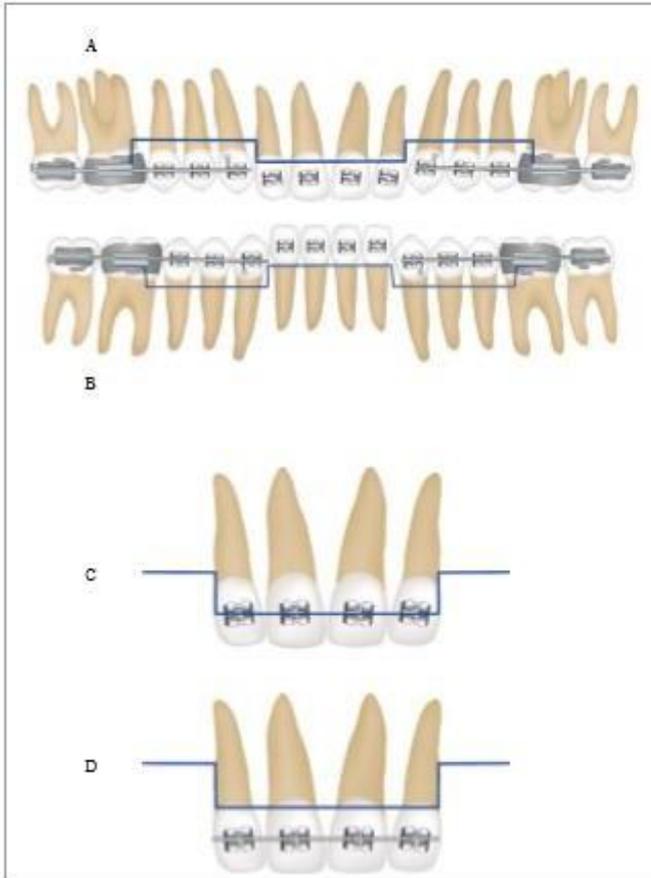


Figura 20 - Ilustración del sistema de intrusión de alambre recto. (A) arco de intrusión maxilar; (B) arco mandibular; (C) montaje del soporte; y (D) encajar en otro segmento de alambre. ¹³

En cuanto al aparato de arco de tres piezas, se fabrican dos voladizos de intrusión (uno para cada lado) y se insertan en otro segmento en la región anterior (Fig. 21). Usando un segmento de alambre en la región anterior, aislando el área, es una alternativa mucho más predecible y comprensible. Si el arco de intrusión se inserta directamente en las ranuras del soporte anterior (Fig. 20C), se pueden incorporar pares no deseados y se puede producir un sistema mecánico más complejo e indeterminado. ^{13,14}

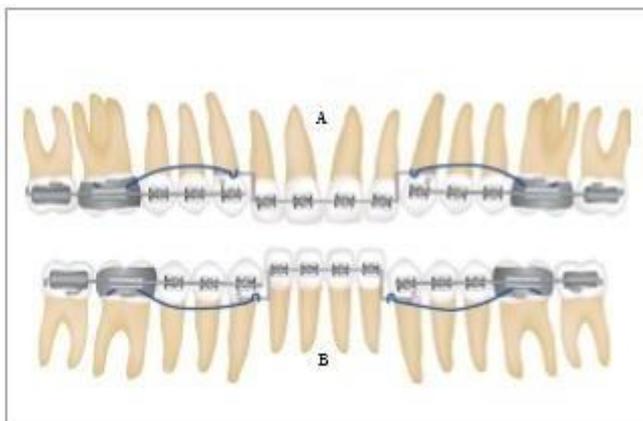


Figura 21 - Ilustración del sistema de intrusión de arcos de tres piezas. (A) arco maxilar; (B) Arco mandibular. ¹³

Independientemente del tipo de ajuste, se debe lograr un buen control de anclaje debido a las fuerzas y, especialmente, a los momentos creados por el sistema de intrusión (Fig. 22). El mayor número de dientes posteriores debe incorporarse a los segmentos posteriores, con arcos linguales o palatinos que se utilizan para reunir los segmentos posteriores en un solo segmento de anclaje.

Asimismo, también se recomienda el uso de miniimplantes o miniplacas. Se deben emplear fuerzas ligeras y constantes, con el punto de aplicación y la dirección de la fuerza cuidadosamente evaluados. La magnitud de la fuerza debe oscilar entre 10 y 15 gf por incisivo. Para calcular la fuerza total, los dientes que potencialmente se someterán a la intrusión deben sumarse y debe aplicarse la carga correspondiente. La magnitud de la fuerza es de suma importancia para producir resultados clínicos satisfactorios. Por esta razón, se recomienda que se utilicen dinamómetros de precisión para calcular la carga apropiada.^{13,26.}

Para producir la intrusión y la inclinación bucal de los incisivos, la fuerza debe aplicarse mesialmente a los incisivos laterales, mientras que para la intrusión con retroclinación, la carga debe aplicarse distalmente a los caninos. Santos-Pinto también sugiere otros puntos de aplicación de la fuerza, que varían entre los puros intrusión e intrusión asociada con la inflexión bucal o la retroclinación, según los objetivos del tratamiento (Fig. 23). Cabe mencionar que la aplicación de estos puntos de fuerza debe adaptarse a las condiciones de cada caso clínico. Dependiendo del grado de inclinación axial de los incisivos, dichos puntos pueden ser desplazados más anterior o posterior.^{13,14}

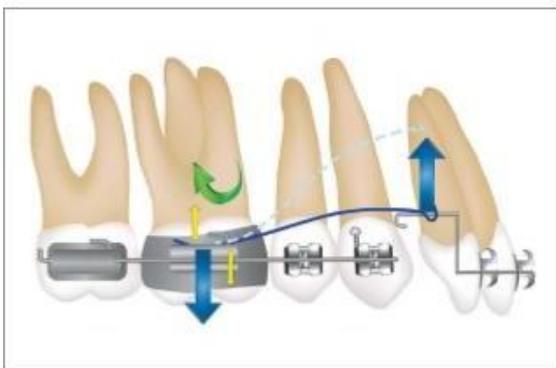


Figura 22 - Sistema de intrusión con las fuerzas y momentos producidos.¹³

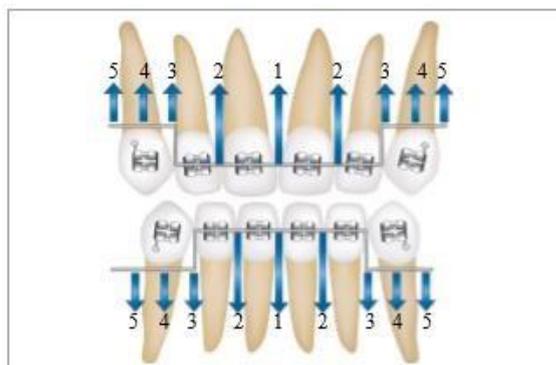


Figura 23 - Aplicación de diferentes puntos de fuerza y efectos mecánicos en incisivos: 1, 2 y 3 = intrusión + inclinación bucal; 4 = intrusión; y 5 = intrusión + retroclinación.¹³

Otras mecánicas:

- Podemos realizar intrusión del sector anterior también con DAT ya sea en el sector anterior como en el posterior.⁸

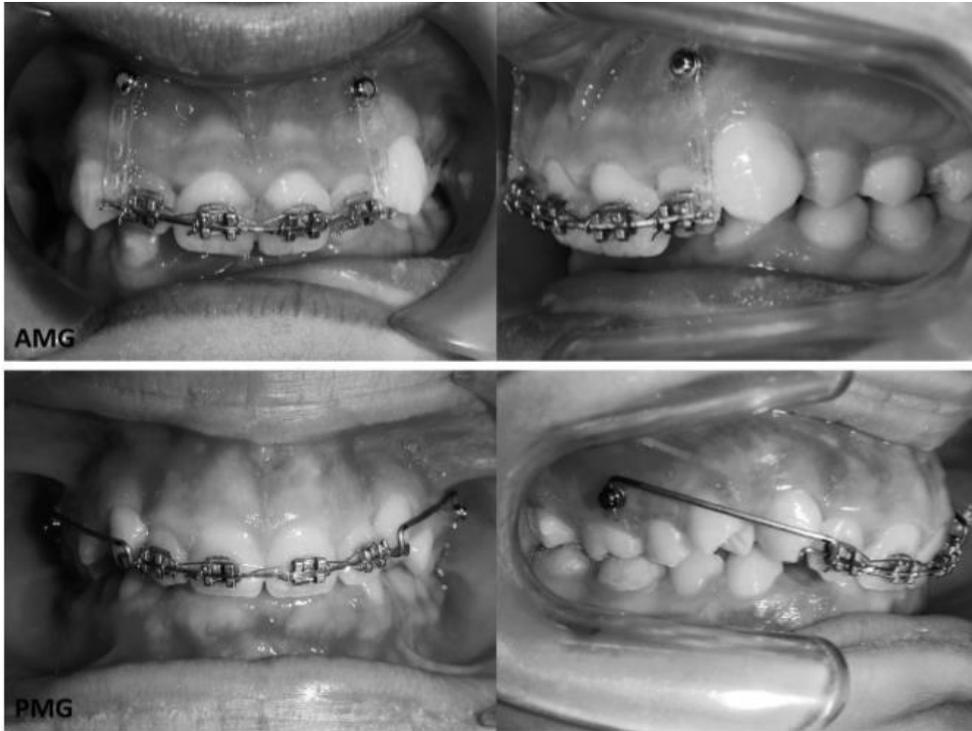


Figura 24. Vistas frontal y lateral de la mecánica intrusiva aplicada a AMG y PMG.⁸

2.4.- Verticalizador radicular de molar

2.4.1.- Verticalizador radicular de molar con sistema estáticamente determinado

Activaciones ²

1.- Verticalización con Inclinación para Distal de la Corona del Molar en el Sistema estáticamente Determinado

2.- Verticalización con Extrusión del Molar en el Sistema estáticamente Determinado

3.- Verticalización con Intrusión del Molar en el Sistema estáticamente Determinado

2.4.2.- Verticalizador radicular de molar con sistema estáticamente indeterminado

Activaciones ²

1.- Verticalización con Inclinación para distal de la corona del Molar en el Sistema Estáticamente Indeterminado

2.- Verticalización con Extrusión del Molar en el Sistema estáticamente Indeterminado

3.- Verticalización con Intrusión del Molar en el Sistema estáticamente Indeterminado

* Hay algunas formas de colocar el molar en su posición correcta: uso de voladizos, conocidos por proporcionar el mejor movimiento controlado ; arco recto asociado a resorte, un sistema estáticamente indeterminado que no se puede definir cuantitativamente, y más recientemente el uso de DATs . ²⁸

Dentro de la técnica de arco segmentado, podemos usar tres formas de sistema de fuerza para colocar el segundo molar en posición vertical:

- Un sistema en voladizo - estáticamente determinado (Fig. 25),
- Dos en voladizo - sistema estáticamente determinado (Fig. 26)
- Resorte de corrección de raíces - sistema estáticamente indeterminado (fig. 27)

Todos construidos con 0.017 "X 0.025" Titanio Molibdeno Aleación o TMA (Ormco Corporation, Glendora, EE. UU.) porque es inherentemente más elástica que el alambre de acero inoxidable y proporciona una distribución de fuerza ligera y continua

²⁸

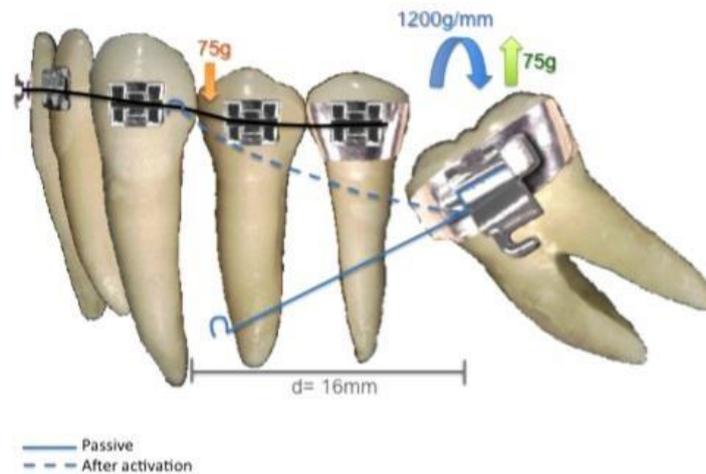


Figura 25. Un sistema de fuerza de voladizo en el que el extremo suelto del voladizo se une al cable de acero inoxidable entre el canino y el primer bicúspide. Este extremo suelto cuando está unido promueve una fuerza hacia abajo con 75 g de magnitud; mientras que el extremo insertado promoverá una fuerza ascendente de igual magnitud, promoviendo la extrusión molar como efecto secundario..²⁸

Double Cantilever (C_1 = cantilever 1 e C_2 = cantilever 2)



Figura 26. El sistema de fuerza de dos voladizos tiene el primer voladizo funcionando como el sistema de fuerza de voladizo único, y debido a un efecto secundario de extrusión, se coloca un segundo voladizo con el extremo insertado entre bicúspides y el extremo suelto unido a una pieza de alambre de acero inoxidable en el banda. De esta manera, el segundo cancela la extrusión causada por el primer voladizo.²⁸

Una forma simplificada de aplicar la técnica de arco segmentado en estos casos sería con un voladizo, lo que generaría fuerza, pero lo más importante, un momento para inclinar el molar a su posición correcta. Junto con esta activación, se genera una fuerza vertical que causa la erupción del molar, como se representa en (Fig. 25).^{24,25}

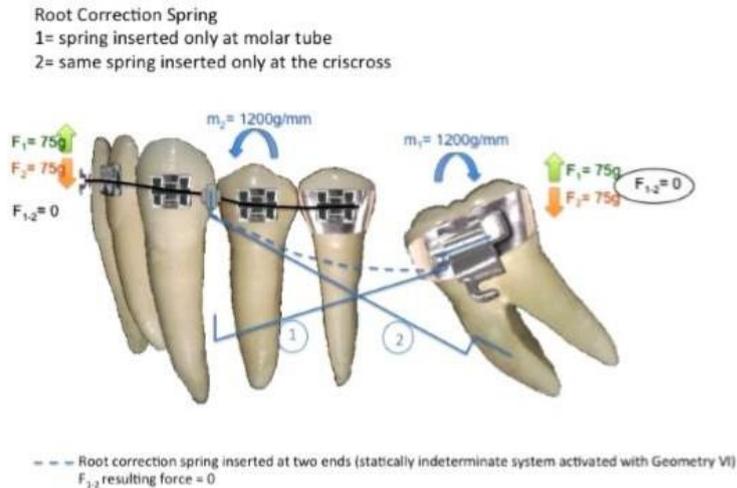


Fig. 27. La corrección de raíz es un sistema simplificado que funciona en la misma manera que dos voladizos, pero hay dos extremos sueltos, uno unido al cable de acero inoxidable entre el canino y el cebador bicúspide, y el segundo extremo insertado en la banda. Su activación promueve el levantamiento molar sin extrusión debido a la generación de una geometría VI.²⁸

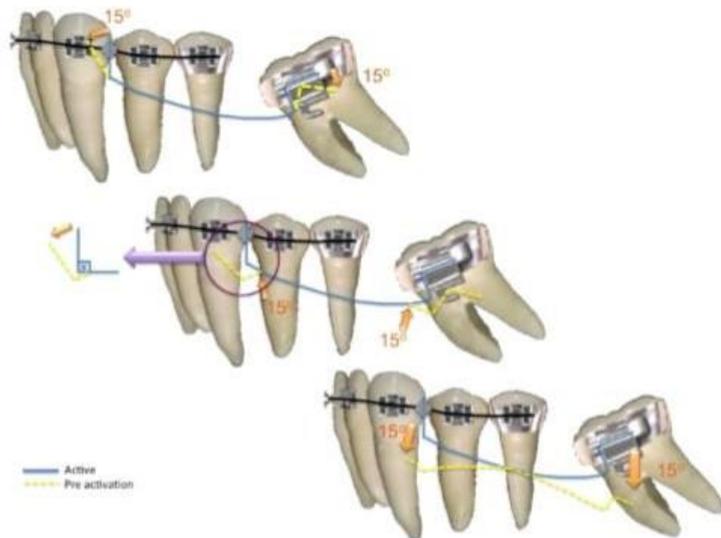


Fig. (4). Three ways of activating the root correction spring.

Fig. 28. Tres formas de activar el resorte de corrección de raíz.²⁸

La segunda opción sería doble voladizo (Fig. 26), que evita la fuerza vertical promovida por un sistema de voladizo. Hay un voladizo para colocar el molar con punta en su posición correcta (uno largo) insertado en el tubo del molar y conectado a un punto de contacto en la parte anterior. Y otro voladizo (uno corto) que se inserta en un tubo unido a la parte anterior y tiene su punto de contacto en el molar con punta. Cuanto más corto sea el voladizo, menor será el momento y más se aplicará la fuerza. Cuanto más largo es el voladizo, menor es la fuerza y más el momento generado. Por lo tanto, el voladizo corto tendría una mayor fuerza sobre el molar, evitando su erupción.^{9,13}

Una tercera opción sería utilizar el resorte de corrección de la raíz, o resorte vertical, activado con geometría VI, activación simétrica anterior y posterior (Fig. 27), que proporciona el mismo sistema de fuerza de dos voladizos (impulso y fuerza), generando un levantamiento de los molares y evitando su extrusión. Las activaciones simétricas anterior y posterior están indicadas para corregir la inclinación, sin generación de fuerzas verticales que puedan causar la erupción del segmento molar o anterior (Fig. 28).

* Los segundos molares permanentes mandibulares parcialmente impactados son una condición clínica común, con una incidencia de .06-.3%. Se han descrito varias técnicas de enderezamiento, que van desde arcos de nivelación simple, cantilevers, hasta resortes de enderezamiento más complejos.⁵

Los dispositivos de anclaje temporal (TAD) han simplificado el manejo de estos casos difíciles, minimizando los efectos adversos, como la extrusión del molar levantado, la intrusión del segmento anterior y la protracción de los dientes mesial al molar con punta. Artículos recientes han propuesto el uso de anclajes minisegrafía para la corrección de los molares mandibulares con punta mesial. Esta serie de casos demuestra la versatilidad y utilidad de los DAT en el enderezamiento de molares impactados utilizando varios sistemas biomecánicos.⁵

Caso 1 Una mujer de 16 años, que ya se había sometido a un tratamiento de ortodoncia, se presentó con un segundo molar inferior derecho parcialmente impactado. El tratamiento endodóntico del primer molar fue necesario inicialmente debido a una lesión periapical. Se unió un tubo a la superficie bucal del segundo molar impactado y se colocó un DAT autopercutor de 8 mm de largo entre el primer molar inferior derecho y Segundo premolar (fig. 29). Se colocó un voladizo superelástico de memoria Titanol ** de .018 "x .022", preactivado para levantamiento e intrusión, entre el minitornillo y el tubo molar. Después de un mes de carga, el mini tornillo falló debido a un ángulo de inserción incorrecto, y se colocó uno nuevo entre los primeros premolares inferior derecho (Fig. 30). El voladizo se reactivó en cada cita durante siete meses, hasta que se logró una completa erección del segundo molar (Fig. 31). Este esquema biomecánico se puede utilizar siempre que se exponga una cantidad suficiente de corona para unir un tubo molar al diente impactado.⁵

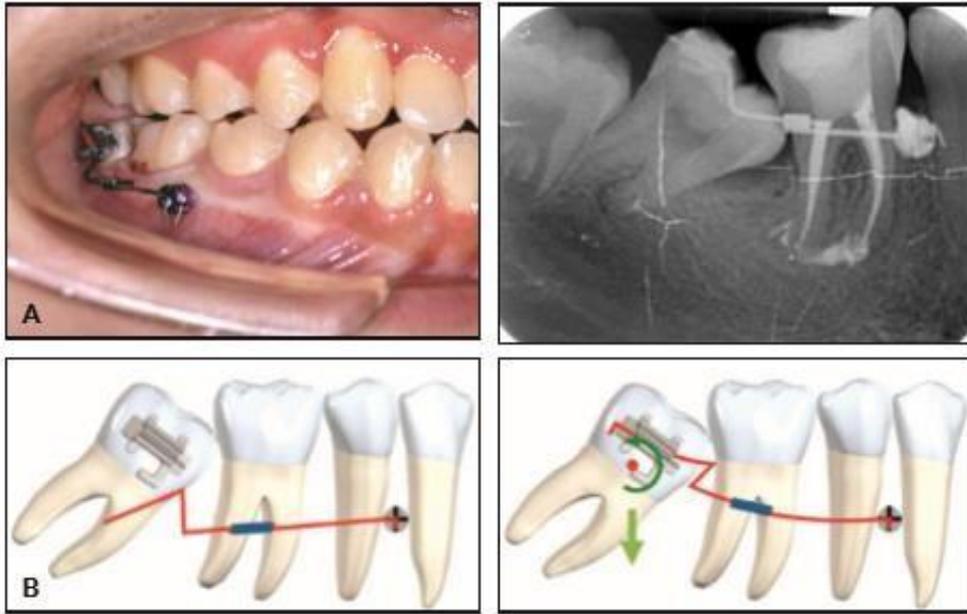


Fig. 29 Caso 1. A. Paciente femenina de 16 años de edad con segundo molar inferior derecho parcialmente impactado. B. Esquema biomecánico, con .018 "x 022" Memoria Titanol ** en voladizo unido entre el tubo molar y el miniscrew bucal. ⁵



Fig. 30 Caso 1. Nuevo miniscrew insertado después de un mes de tratamiento. ⁵



Fig. 31 Caso 1. Después de cinco meses de tratamiento (tratamiento completo requerido siete meses). ⁵

2.5.- Ansa de corrección radicular de caninos

2.5.1. Ansa de corrección radicular de caninos con sistema estáticamente determinado.²

- Verticalización con rotación pura de raíz de canino
- Verticalización con mínima extrusión de canino
- Verticalización con extrusión de canino
- Verticalización con intrusión de canino

2.5.2. Ansa de corrección radicular de caninos con sistema estáticamente indeterminado.²

- Verticalización con rotación pura de raíz de canino
- Verticalización con extrusión de canino
- Verticalización con intrusión de canino

* Otro sistema que podemos usar para dirigir la erupción mesial y vertical de un canino colocado ectópicamente. Fabricado con una longitud de cable TMA * de .019 "x .025", tiene la forma de tres segmentos de la siguiente manera (A):²³

1. Doble un lazo vertical de 1.5 mm como un tope en el extremo anterior del cable, lo que lleva a una Segmento anterior de 2 mm que encajará en la ranura del soporte.
2. Luego, forme una "V" invertida de 6 mm con una hélice en su vértice, colocando una curva redonda entre el segmento anterior y la "V" para que el extremo anterior gire hacia abajo en un ángulo de 60 °. En esta configuración, el segmento anterior ejercerá una fuerza hacia abajo mientras el resorte en V empuja el canino mesialmente.
3. En el segmento posterior del cable, doble una "U" de 1.5 mm para que actúe como un bucle de parada. Tras la activación, este bucle se comprime y, por lo tanto, proporciona fuerzas mesiales y descendentes adicionales al canino.

En el paciente que se muestra aquí, un canino ectópico superior derecho se trasladó al arco en aproximadamente cuatro meses (B). Se usó un cable segmentario para prevenir el movimiento mesial del segundo premolar durante esta fase. Nuestros pacientes no han reportado ninguna molestia por el uso de la V-spring invertida para la extrusión canina.²³

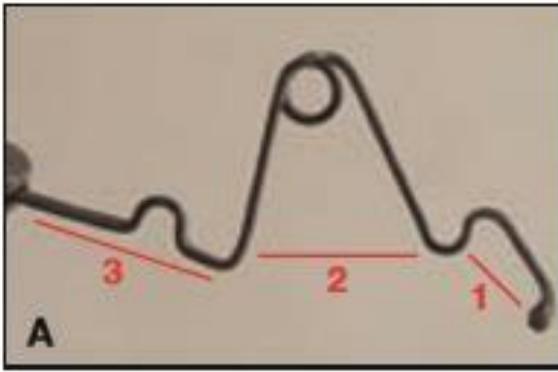


Figura 32 V-spring

2..6.- Ansa en T

CARACTERÍSTICAS PARAMÉTRICAS DE LAS ANZAS T

Las anzas T fueron desarrolladas por medio de la aplicación de principios de Ingeniería, buscando aumentar las relaciones M / F y optimizar su diseño.

Por ejemplo, la altura vertical de un asa influye directamente en la relación M / F. Cuanto más alta es la alza, mayor es la relación M / F.

Esto ocurre porque, conforme aumenta la altura, la fuerza decrece más rápidamente que el momento, ya que el hilo es más flexible y libera menos fuerza. Otra ventaja de aumentar la altura del asa es que esto disminuye la probabilidad de activación sin alcanzar la deformación plástica.²

Las alturas medias variaron, de acuerdo con los estudios, entre 6 y 10,45 mm. Al agregar longitud apical, se aumenta la relación M / F; sin embargo, nunca alcanza el valor absoluto de la altura. En función de los límites anatómicos, no se logra, de esta forma, producir M / F ideales para inclinación controlada y traslación. A causa de ello, se sugirieron los pliegues de pre-activación.¹⁹

En los estudios analizados, la longitud apical varió de 10 a 16mm. La longitud horizontal de la correa está determinada por la distancia interbase y el posicionamiento de los dientes. La relación M / F tiende a disminuir a medida que la distancia interbracket aumenta, pero con influencia menor que la altura y la longitud. Sin embargo, es conveniente tener una distancia interbracket mayor, ya que reduce dramáticamente la tasa de carga / deflexión, liberando una magnitud de fuerza más constante.^{19,24,25}

Se recomienda utilizar alambres más rígidos en los brazos horizontales e hilos más ligeros en la región del asa. La mayoría de los estudios analizados utilizaron una distancia cercana a 23 mm.

Es importante resaltar que, en un ansa T, debido a su diseño más sofisticado, la relación M / F no es constante en activaciones mayores, pues el formato del asa se cambia. Por ejemplo, a medida que ocurre el cierre del espacio, la fuerza disminuye cerca del 30% y el momento disminuye cerca del 18%, en el caso de un movimiento de traslación. Esto significa que cuando el asa se desactiva, la relación M / F tiende a aumentar.

En resumen, cuanto más alta es el ansa y mayor cantidad de hilo apical, mayor es la relación M / F obtenida. La Figura 36 muestra un ejemplo de medidas de la correa T de Kuhlberg y Burstone¹⁹

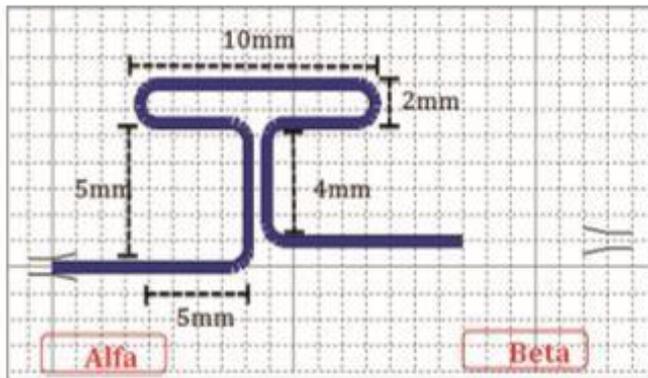


Figura 33 - Ilustración de las características de forma del asa T, ¹⁹

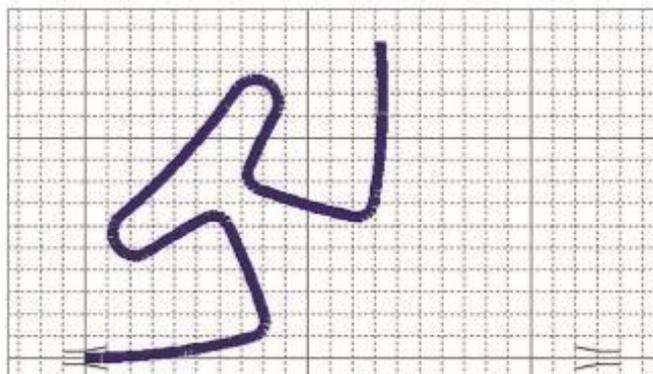


Figura 34 - Ilustración de la pre-activación del asa T, ¹⁹

TIPOS DE ANCLAJE Y ANSA T

Con la segmentación del arco y, a partir del principio de momentos diferenciales obtenidos con la excentricidad del asa, Burstone dictó tres tipos de necesidad de anclaje:^{19,20}

- A: Para casos donde la región posterior necesita mantenerse en posición;
- B: Donde hay necesidad de un cierre de espacios de igual magnitud en las regiones anterior y posterior; y
- C: Donde hay necesidad de protracción posterior.

2.7.- Corrección de línea media

Las discrepancias de la línea media son alteraciones comunes en la clínica ortodóntica, siendo observadas con más frecuencia en las malas oclusiones de Clase II. En la mayoría de los casos, la mayoría de las personas que sufren de esta enfermedad, inclinaciones axiales de los incisivos superiores y / o inferiores; inclinación del plano oclusal frontal; asimetría de la arcada, agenesias y discrepancias de tamaño dental. ¹⁵

Asimetrías dentales y / o esqueléticas discretas se tratan con más frecuencia con terapia ortodóntica. En los casos de asimetría de origen dental, el uso de elásticos intermaxilares para la corrección de las alteraciones de la línea media corresponde al sistema de fuerzas más común empleado actualmente en la clínica ortodóntica. Elásticos cruzados en la región anterior, utilizados para la corrección de la línea media, pueden causar muchos efectos colaterales en los tres planos del espacio. ^{13,15}

En 2001, se describió una técnica diferenciada para la corrección ortodóntica de discrepancias de la línea media de origen dental, basada en la determinación de los movimientos dentales necesarios, en los tres planos del espacio, y utilizando la técnica del arco segmentado junto a una mecánica de dos cantilevers dos vectores. Esta mecánica se utiliza en movimientos donde la línea de acción de la fuerza deseada es inaccesible, debido a límites anatómicos. El procedimiento utilizado para planificar una mecánica adecuada con dos cantilevers se basa en cálculos vectoriales. El caso clínico descrito a continuación fue tratado utilizando esa mecánica. ¹³

Por medio de la presentación de un caso clínico de discrepancia de línea media, demostrar el uso clínico y utilidad de este método, describiendo su empleo para corrección de la línea media dental, por medio de una técnica con arco segmentado y un sistema estáticamente determinado.



Figura 35 Fotografía extrabucal ¹³



Figura 36 Fotografía intrabucal inicial lateral derecha. B) Fotografía intrabucal inicial frontal. C) Fotografía intrabucal inicial lateral izquierda. D) Fotografía intrabucal oclusal superior. E) Fotografía intrabucal oclusal inferior.¹³



Figura 37: Evolución de la corrección de la línea media utilizando la mecánica con dos vectores.¹³



Figura 38: Fotografías intrabucales finales: A) lateral derecho, B) frontal y C) lateral izquierdo.¹³



Figura 39: Fotografía
extrabucal frontal final ¹³

La técnica del arco segmentado utilizando la mecánica de dos cantilévers (dos vectores) se muestra eficaz en la corrección de la línea media dental, con buena previsibilidad de los resultados y con efectos colaterales reducidos. Aunque es un aparato simple, su eficacia depende del análisis minucioso del movimiento dental requerido. ¹³

3.- Seis geometrias de Burstone

Sistemas de fuerza de dos cuplas

Los sistemas de fuerza de dos cuplas se ubican entre dos complementos cuando un alambre se inserta en la ranura de dos brackets o tubos. Como su nombre lo indica, este sistema de fuerza involucra fuerzas y cuplas en ambos complementos cuando un alambre recto se ubica en un par de brackets no alineados o cuando un dobléz se ubica entre dos brackets alineados; por lo tanto, este sistema de fuerza también es conocido como sistema de fuerza de dos brackets. La dinámica de esta unidad de dos brackets es fundamental para la comprensión de los principios que guían el movimiento dental al usar mecánica de deslizamiento. ¹

Clase I:

Los dos brackets tienen el mismo nivel de ángulo y la misma dirección con respecto al eje interbracket (D) (Fig. 40). Los dos momentos son iguales; la relación $M_A/M_B = 1$. Aunque la magnitud de los momentos pueda variar, dependiendo de la cantidad de activación y de la distancia interbracket, la relación de M_A a M_B queda siempre +1 en la clase I. Adicionalmente al momento, dos fuerzas verticales también se producen: una fuerza negativa en la posición A y una fuerza positiva en la posición B. La fuerza A es igual a la fuerza B de acuerdo a las leyes del equilibrio. ^{1,2}

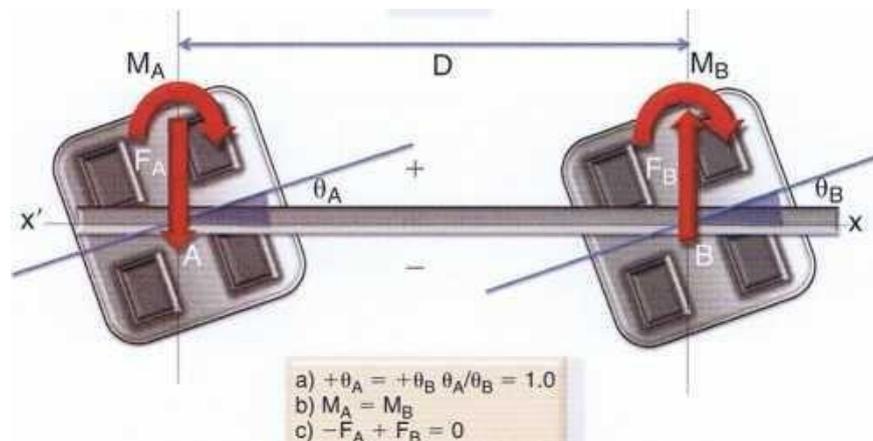


Fig 40 Geometría Clase I. ¹

Clase II:

La geometría Clase II se caracteriza por θ_A de una magnitud de medio θ_B (Fig. 41). Dos momentos positivos se crean con el alambre en las posiciones A y B. La magnitud del momento en A es de 0.8 veces la del momento en B. Una fuerza positiva se encuentra en A y una negativa se encuentra en B. ^{1,2}

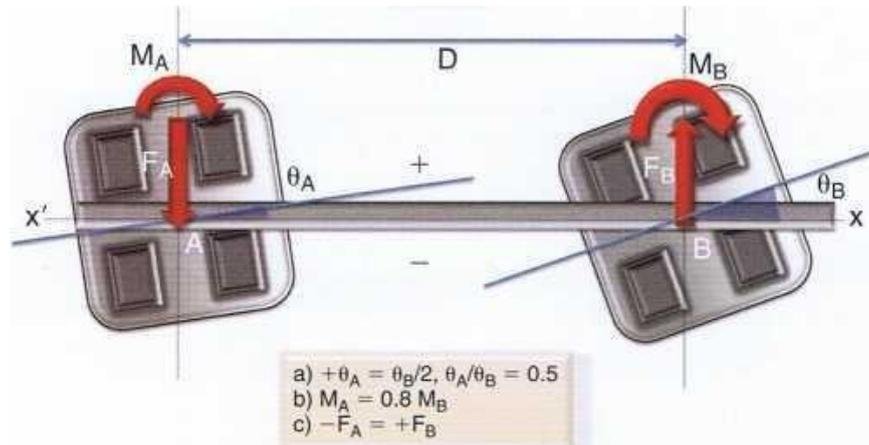


Fig 41 Geometría Clase II. ¹

Clase III:

En geometrías Clase III el eje inter-bracket pasa por los dos brackets; en otras palabras, el ángulo hecho por el bracket A con respecto a el eje x-x' o el alambre es de 0 grados (Fig. 42). De esta manera, θ_A/θ_B es 0; entonces un alambre ubicado en el bracket canino (A) cruzaría el bracket premolar (B) por el centro de la ranura. Dos momentos positivos se crean con el alambre en las posiciones A y B. La magnitud del momento en A es de 0.5 veces la del momento en B. Una fuerza positiva se encuentra en A y una negativa se encuentra en B. ^{1,2}

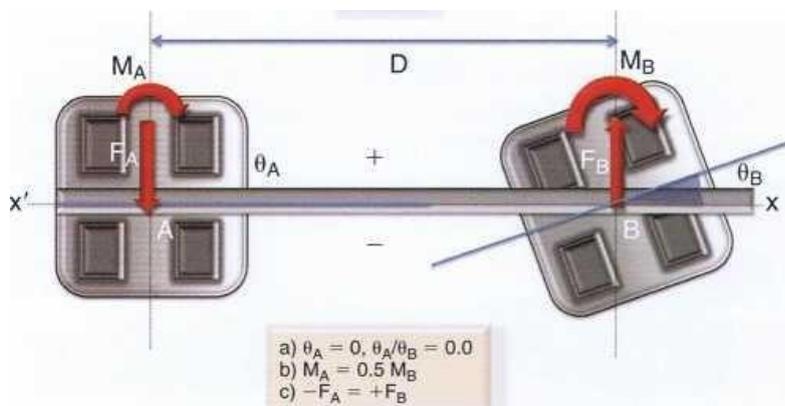


Figura 42 Geometría Clase III. ¹

Clase IV:

Acá el bracket A tiene un ángulo de la mitad del bracket B pero en la dirección opuesta con respecto al eje $x-x'$ (es decir, $\theta_A = -0.5\theta_B$) (Fig. 43). La relación entre θ_A/θ_B es de -0.5. En esta geometría se encuentra un momento positivo en la posición B y ningún momento en la posición A. Solo una fuerza opera en la posición A, con una fuerza igual y opuesta en la posición B. Al no haber momento en la posición A, la relación M_A/M_B es igual a 0. Es interesante notar que en esta geometría el sistema se comporta casi como un sistema de fuerza de una cupla. ^{1,2}

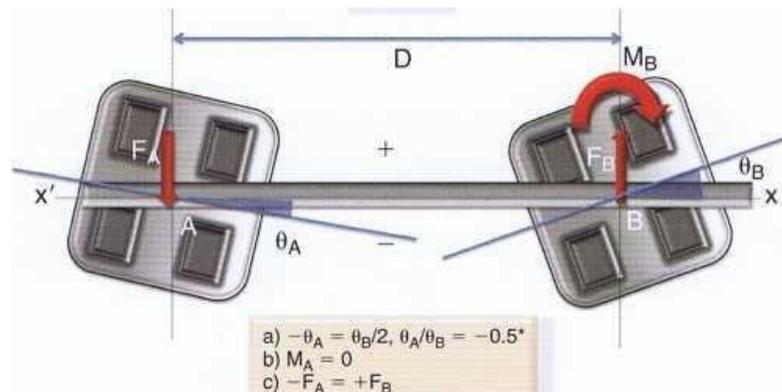


Fig 43 Geometría clase IV, (el símbolo negativo indica el bracket A, tiene un ángulo en dirección opuesta al bracket B) nota no hay momento en el bracket A. ¹

Clase V:

El bracket A tiene un ángulo de tres cuartos del bracket B pero en la dirección opuesta en relación al eje inter-bracket (eje $x-x'$) (es decir, $\theta_A = -0.75\theta_B$) (Fig. 44). La relación entre θ_A/θ_B es de -0.75. En este ejemplo el momento en A es negativo y su magnitud es de dos quintos del momento en B que es positivo. La relación M_A/M_B es -0.4. Fuerzas verticales iguales y opuestas actúan en las posiciones A y B. ^{1,2}

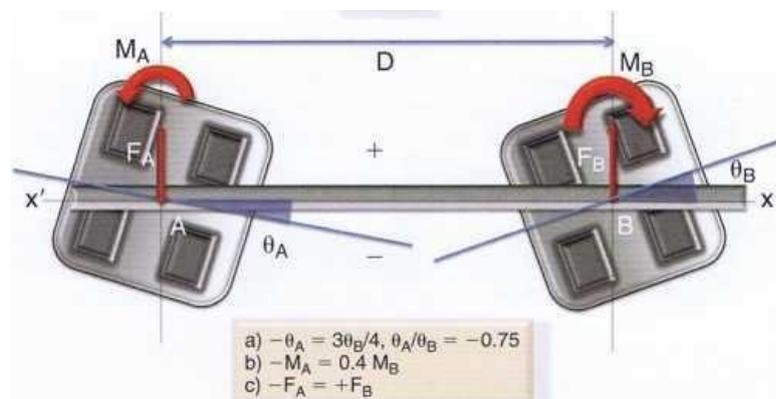


Figura 44 Geometría Clase V. ¹

Clase VI:

En esta clase el bracket A tiene un ángulo igual al del bracket B pero en la dirección opuesta de manera que la relación del ángulo (θ_A/θ_B) es -1.0 (Fig. 45). El sistema de fuerza que actúa en el alambre está compuesto por momentos opuestos (negativo en A y positivo en B) (es decir, M_A/M_B es -1.0). No hay fuerzas verticales presentes.
1,2,

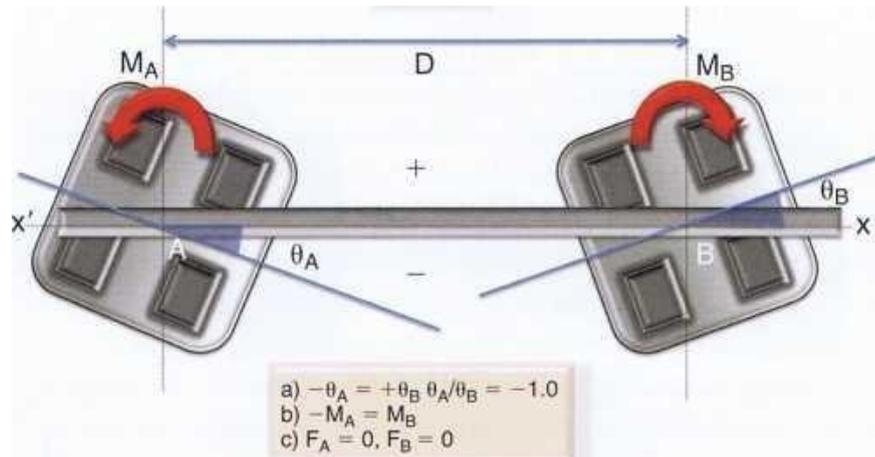


Fig 45 Geometría Clase VI. Nota: los momentos son iguales en magnitud pero tienen direcciones opuestas. No hay fuerzas verticales en esta geometría

CONCLUSIONES

- 1.- La técnica de arco segmentado tiene fundamento teórico y clínico, por ello debe ser comprendida en su totalidad para poder aplicarla en beneficio de nuestros pacientes.
- 2.- La técnica de Arco Segmentado nos permite tener un control sobre la parte activa y reactiva así como también sobre los movimientos que deseamos desde nuestra planificación inicial hasta la finalización.
- 3.- En La técnica de arco segmentado usamos principios biomecánicos para conseguir el movimiento dentario deseado teniendo el control de los efectos adversos o del movimiento dentario no planificado en las piezas cercanas, logrando una mayor eficiencia en el trabajo clínico.
- 4.- El manejo de la técnica de arco segmentado le permite al ortodoncista la solución de diversos problemas en diferentes planos del espacio, y queda ya en juicio del profesional la selección del dispositivo dependiendo de sus conocimientos y selección del caso clínico.

BILBIOGRAFIA

- 1.- Nanda R. IN MEMORIAM Charles J. Burstone, Am J. Orthod Dentofacial Orthop., v. 148, nº 1 , jul de 2015
- 2.- Raveli C.P., Ortellado G. Manual de Técnica de Arco Segmentado. Ed. Santos Librería. Sao Paulo – Brasil 2008
- 3.- Burstone CH, Choy K, The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics. CHina Quintessence publishing; 2015
- 4.- Ozaki H, Tominaga JY, Hamanaka R, Sumi M, Chiang PC, Tanaka M, Koga Y, Yoshida N. Biomechanical aspects of segmented arch mechanics combined with power arm for controlled anterior tooth movement: A three-dimensional finite element study. Journal of Dental Biomechanics. 2015. Volume 6: 1 –6.
- 5.- Di leonardo B, Riatti R, Giuntoli F, Derton N, Mura R, Perinetti G, Contardo L. Management of Partially Impacted Mandibular Molars Using Temporary Anchorage Devices. Jco. 2018. 2(5). 275- 283.
- 6.- Janakiraman N, Gill P, Upadhyay M, Nanda R, Uribe F. Response of the maxillary dentition to a statically determinate one-couple system with tip-back mechanics: A prospective clinical trial. Angle Orthod. 2016 . 86(1):32-38.
- 7.- Alhadlaqa A; Alkhadraa T; El-Bialyb T, Anchorage condition during canine retraction using transpalatal arch with continuous and segmented arch mechanics, Angle Orthod. 2016;86:380–385.
- 8.- Aras I, Tuncer AV. Comparison of anterior and posterior mini-implant-assisted maxillary incisor intrusion: Root resorption and treatment efficiency. Angle Orthod. 2016 ;86(5):746-52.
- 9.-. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Ferreira E, Rösing C. Expanding torque possibilities: A skeletally anchored torqued cantilever for uprighting "kissing molars". Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018;153(4):588-598.
- 10.- Sakima M, Sakima A. Biomecânica e ancoragem esquelética. Rev Clín Ortod Dental Press. 2018. 7(3):8-15.
- 11.- Caballero GM, Carvalho Filho OA, Hargreaves BO, Brito HH, Magalhães Júnior PA, Oliveira DD. Mandibular canine intrusion with the segmented arch technique: A finite element method study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015. 147(6):691-7.
- 12.- RobaldoD, . Bonomi-Dunoyer H,2, Bolender H. Canines maxillaires retenues en position palatine et technique segmentée Maxillary canine impaction and segmented technique. Rev Orthop Dento Faciale. 2018. 52:393-406.
- 13.- Fernandes S, 1, Ribeiro A. , Simplício H, Machado A. Segmented arch or continuous arch technique? A rational approach. Dental Press J Orthod. 2014. 19(2):126-41.
- 14.- Priya K, Satish R, Ramamurthy S. Treatment of Deep Overbite in High Angle Patient with Segmented arch Technique: A Case Report. Journal of International Oral Health; 2015.7(12):138-141.
- 15.- Fiorelli G, Oliveira W. Correção da linha média utilizando a mecânica do arco segmentado. Rev Clín Ortod Dental Press; 2016.15(5):85-94.

- 16.- Nakandakari C, Gonçalves J, Cassano D, Boamorte T, Bianchi J, Raveli B. Case Report Orthodontic Traction of Impacted Canine Using Cantilever. Hindawi. 2016.1(1):1-6
- 17.- Sakima M, Ponce C, Ferreira L, Martins S, Valério B, Aplicação da biomecânica no tratamento de casos complexos: caso clínico de paciente adulto com comprometimento periodontal, Rev Clín Ortod Dental Press.; 2017.16(4):90-106.
- 18.- Gebert T, Canavarros V, Borges A, Ricci L. Dental transposition of canine and lateral incisor and impacted central incisor treatment: A case report. Dental Press J Orthod.; 2014.19(1):106-12.
- 19.- Viecilli A, Mota M. Detalhando a alça T. Dental Press J Orthod. 2018;23(1):108-17.
- 20.- Ribeiro G, Helder B. Compreendendo o fundamento do fechamento de espaços na Ortodontia, para um tratamento ortodôntico mais eficiente. Dental Press J Orthod. 2016. 21(2):115-25.
- 21.- Viecilli A.; Viecilli R. Determinação da linha de ação da força e ativação de cantiléveres para movimentos ortodônticos. Revista Clínica de Ortodontia Dental Press. 2015.14(4), 17-24.
- 22.- Iancu Potrubacz M, Chimenti C, Marchione L, Tepedino M. Retrospective evaluation of treatment time and efficiency of a predictable cantilever system for orthodontic extrusion of impacted maxillary canines. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018;154(1):55-64.
- 23.- Shastri D, Tandon P, Nagar A. An Inverted V-Spring for Canine Eruption . JCO. 2014
- 24.- Chandhoke TK, Nanda R, Uribe FA. Clinical applications of predictable force systems, part 1: One-couple and two-couple systems. J Clin Orthod. 2015. 49(3):173-84.
- 25.- Taranpreet K Chandhoke, Ravindra Nanda, Flavio A Uribe, Clinical applications of predictable force systems, part 2: Miniscrew anchorage, Journal of clinical orthodontics: JCO 2015. 49(4):229-39.
- 26.- Dahiya A, Singh G. Incisor Intrusion with a Miniscrew-Anchored Segmental Utility Arch. JCO 2016. (6) 375-376
- 27.- Jacob J, Chacko T, Gopalakrishnan S, Parayancode A, Menon V. Correction of Buccolingual Inclination with an Individual Torquing Auxiliary. J Clin Orthod. 2016. 50(9):561-562.
- 28.- Raveli TB, Raveli DB, de Mathias Almeida KC, Pinto ADS. Molar Uprighting: A Considerable and Safe Decision to Avoid Prosthetic Treatment. Open Dent J. 2017. 31(11):466-475.
- 29.- Tepedino M, Chimenti C, Masedu F, Iancu Potrubacz M. Predictable method to deliver physiologic force for extrusion of palatally impacted maxillary canines. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018.153(2):195-203.

30.- Thote AM, Sharma K, Uddanwadiker RV, Shrivastava S. Optimum pure intrusion of a mandibular canine with the segmented arch in lingual orthodontics. *Biomed Mater Eng* 2017. ;28(3):247-256.

31.- Shintcovsk RL, Martins LP, Shintcovsk LK, Tanaka OM, Martins RP. Continuous arch and rectangular loops for the correction of consistent and inconsistent load systems in extruded and tipped maxillary second molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018.;153(3):396-404.

32.- Tsetsilas M, Konermann AC, Keilig L, Reimann S, Jäger A, Bourauel C. Symmetric and asymmetric expansion of molars using a Burstone-type transpalatal arch. Biomechanical and clinical analysis. *J Orofac Orthop*. 2015. 76(5):377-90.

33.- Martins RP, Shintcovsk RL, Shintcovsk LK, Vecilli R, Martins LP. Second molar intrusion: Continuous arch or loop mechanics? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018. 154(5):629-638.