

**Universidad Inca Garcilaso de la Vega**  
**Facultad de Estomatología**  
**Oficina de Grados y Títulos**  
**Segunda Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**



Título:

**APARATOS FUNCIONALES FIJOS - PROPULSORES MANDIBULARES**

Autor:

*CD. Leslie Verónica Márquez Pinto*

Asesor:

*ESP.CD. Fredy Mas Gaslac*

Lima – Perú

2017

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios y a la Virgen por encontrar en ellos la paz y serenidad en los momentos difíciles, a mis padres por el apoyo constante en todo este largo trayecto, a mi esposo Christopher y mis hijos por ser mi mayor motivación día a día, a mis profesores quienes durante los últimos años nos guiaron y en especial a mi maestro Fredy Mas Gaslac en quien encontré no sólo un guía sino un amigo dispuesto a apoyarme incondicionalmente en este trayecto.

## **APARATOS FUNCIONALES FIJOS - PROPULSORES MANDIBULARES**

## INDICE

<b>I. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL.....</b>	<b>9</b>
I.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO MANDIBULAR.....	11
I.1.1 EMBRIOLOGÍA MANDIBULAR.....	11
I.1.2 ANATOMÍA MANDIBULAR.....	12
I.1.3 CRECIMIENTO MANDIBULAR.....	12
I.1.3.1 PAPEL DEL CONDILO EN EL DESARROLLO.....	14
<b>II. CLASIFICACIÓN DE LAS MALOCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
II.1 MALOCLUSIÓN CLASE I.....	15
II.2 MALOCLUSIÓN CLASE II.....	15
II.2.1 PATRÓN DE CRECIMIENTO DE LOS PACIENTES DE CLASE II.....	15
II.2.2 IMPORTANCIA DE LA OCLUSIÓN EN EL CRECIMIENTO MANDIBULAR.....	16
II.3 MALOCLUSIÓN CLASE III.....	
<b>III. TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II.....</b>	<b>17</b>
III.1 APARATOS EXTRAORALES.....	17
III.2 APARATOS INTRAORALES.....	17
III.2.1 APARATOS INTRAORALES DE TRACCION.....	17
III.2.2 APARATOS INTRAORALES DE EMPUJE.....	18
III.2.2.1 HERBST.....	18
III.2.2.2 JASPER JUMPER.....	21
III.2.2.3 FORSUS.....	28
III.2.2.4 MARA.....	30
III.2.2.5 POWER SCOPE.....	34
III.2.2.6 MPA.....	38
<b>IV. IMPACTO DE LOS APARATOS FUNCIONALES DE AVANCE MANDIBULAR EN LA ARTICULACION TEMPOROMANDIBULAR.....</b>	<b>41</b>
IV.1 CAMBIOS EN LA FORMA Y POSICIÓN DEL DISCO ARTICULAR.....	41
IV.2 CAMBIOS EN LA FORMA Y POSICION DEL CONDILO.....	42

IV.3 CAMBIOS EN LA FOSA GLENOIDEA.....	42
IV.4 CAMBIOS EN LA EMINENCIA ARTICULAR.....	42
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>44</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Las fontanelas del cráneo de un recién nacido .....	9
FIGURA 2: Representación esquemática de las sincondrosis de la base de cráneo	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 3: Desplazamiento del maxilar superior hacia abajo y adelante, a la par se va añadiendo hueso neoformado a ambos lados de las suturas .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 4: A medida que el maxilar superior se va desplazando, tiende a reabsorberse en la porción anterior .....	¡Error! Marcador no definido.1
FIGURA 5: Remodelación del cielo del paladar que a su vez es el suelo de la nariz. Se elimina hueso del suelo de la nariz y se va añadiendo al paladar ...	¡Error! Marcador no definido.1
FIGURA 6: Formación inicial de la cara .....	¡Error! Marcador no definido.2
FIGURA 7: Vista frontal e inferior de la mandíbula.....	¡Error! Marcador no definido.2
FIGURA 8: A Crecimiento de la mandíbula desde la perspectiva de la base craneal estable, el mentón se desplaza hacia abajo y adelante. B Crecimiento de la mandíbula desde la perspectiva de los estudios de tinción vital, que revelan crecimiento y remodelación a nivel de la rama mandibular y que la desplazan posteriormente	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 9: Clasificación de las maloclusiones de Angle .....	¡Error! Marcador no definido.5
FIGURA 10: . A Anclaje extraoral tracción alta. B Anclaje extraoral tracción baja o cervical.....	¡Error! Marcador no definido.7
FIGURA 11: Partes que componen el mecanismo telescópico: un tubo y un embolo que se ajustan entre sí, dos pivotes y dos tornillos de cierre .....	19
FIGURA 12: Vistas oclusales y laterales del aparato de Herbst instalado en boca .....	19
FIGURA 13: Modificación del diseño del Aparato de Herbst con un expansor maxilar	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 14: Aparato Jasper Jumper vista lateral derecha .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 15: Componentes del Jasper Jumper. Módulo de fuerza con resorte de acero interno envuelto por cubierta de Poliuretano y unidades de anclaje en los extremos	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 16: Conjunto de siete módulos de fuerza disponibles para el lado izquierdo (UL1 Hasta UL7).....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 17: Jasper Jumper fijado al arco principal.....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 18: Jasper Jumper fijado a alambres auxiliares.....	¡Error! Marcador no definido.4
FIGURA 19: Jasper Jumper colocado en dentición mixta .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 20: Calculo de la longitud correcta del módulo de fuerza distancia.	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 21: Para retención o reactivación se colocan topes a presión mesial a bola de lexan.....	¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 22: Componentes del Forsus. A: modulo tipo muelle, B: biela. C: detalle del dispositivo de adaptación del módulo tipo muelle al tubo de la molar superior.	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 23: Secuencia de bielas y tamaños disponibles .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 24: Regla utilizada para medir y seleccionar la biela necesaria para el paciente.....	29
FIGURA 25: Aparato de reposicionamiento anterior MARA.....	¡Error! Marcador no definido.30
FIGURA 26: Componentes del MARA.....	3¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 27: Pantalla vestibular del brazo inferior .....	¡Error! Marcador no definido.2
FIGURA 28: MARA U .....	¡Error! Marcador no definido.2
FIGURA 29: Conformación de alambre y elásticos para el cierre rápido de la mordida	¡Error! Marcador no
FIGURA 30: Dimensiones de los arcos de intrusión Conecticut.....	¡Error! Marcador no definido.4
FIGURA 31: Power Scope instalado .....	¡Error! Marcador no definido.5
FIGURA 32: Colocación correcta de la punta del tornillo. ....	¡Error! Marcador no definido.5
FIGURA 33: 45 grados de acercamiento.....	¡Error! Marcador no definido.6
FIGURA 34: Aplicación de una fuerza ligera hacia abajo .....	¡Error! Marcador no definido.6
FIGURA 35: Girar hasta notar que encaje en su lugar.....	¡Error! Marcador no definido.6
FIGURA 36: Fijación mandibular del tornillo.....	¡Error! Marcador no definido.7
FIGURA 37: Fijación del tornillo hacia distal del canino.....	¡Error! Marcador no definido.7
FIGURA 38: El uso de topes crimpables ayuda a las activaciones adicionales y avance durante el tratamiento .....	¡Error! Marcador no definido.7
FIGURA 39: Modificaciones realizadas al MPA para mejorar su eficacia hasta llegar a una cuarta versión más resistente .....	¡Error! Marcador no definido.8
FIGURA 40: Diseño del MPA. Confección del alambre de acero inoxidable de 0.032". Confección de los Loops en el arco que permite la colocación del MPA. El MPA puede ser utilizado junto con la aparatología fija.....	¡Error! Marcador no definido.9

## RESUMEN

La maloclusión de clase II, es la desarmonía dento-esquelética más frecuente en la población por ello se han creado distintos tipos de tratamientos ortopédicos para dar soluciones que puedan ayudar al paciente a fomentar el equilibrio y armonía en las estructuras tanto esqueléticas, dentales y óseas. Esta maloclusión, se caracteriza por una relación distal de la arcada inferior con respecto a la superior, que puede deberse a displasias óseas, a un movimiento hacia mesial del arco dentario y los procesos alveolares superiores, o a una combinación de factores esqueléticos y dentarios. Una de las alternativas terapéuticas se basa en el uso de un aparato funcional, conocido como propulsor mandibular, que es capaz de reestablecer las funciones y transmitir estímulos propioceptivos adecuados a la musculatura y dientes, para lograr así una relación adecuada de los maxilares, tanto en sentido vertical como sagital. Los propulsores inducen una adaptación músculo-esquelética que conlleva a un nuevo patrón de cierre mandibular. Esta adaptación involucra a los cóndilos que para adaptarse al avance mandibular, crecen en dirección posterosuperior a fin de mantener la integridad de las estructuras de la articulación temporomandibular. Los aparatos propulsores mandibulares fijos poseen la propiedad de condicionar a la mandíbula a una posición anterior forzada en reposo y durante todas las funciones mandibulares. Cuando se utiliza un aparato de propulsión, la mandíbula se desplaza hacia delante y hacia abajo. Este movimiento conduce a una nueva posición al cóndilo, que puede modificar el funcionamiento normal de la articulación temporomandibular (ATM) y de lo cual nace la controversia si es beneficioso o no. A pesar de su larga historia, los aparatos funcionales continúan siendo controversiales en su uso, efectividad y modo de acción. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sobre los distintos propulsores mandibulares fijos lo cual permitirá conocer las diferentes alternativas de tratamiento para la maloclusión clase II esquelética causada por retrusión mandibular, entre los que están Herbst, Jasper Jumper, Forsus, MPA, Mara y Power Scope de los cuales se explicará su modo de acción, sus efectos a nivel dental y esquelético y el tiempo de tratamiento óptimo para conseguir estabilidad.

### **Palabras clave:**

Maloclusión clase II, Aparatos funcionales fijos, protracción mandibular, Retrusión mandibular, pacientes en crecimiento



## **ABSTRACT**

Class II malocclusion is the most frequent dento-skeletal disharmony in population. Different types of orthopedic treatments have been created to provide solutions that help patients to promote balance and harmony in skeletal, dental and bone structures. This malocclusion is characterized by a distal relationship between the lower and upper arch, which may be due to bone dysplasias, mesial movement of dental arch and upper alveolar processes, or a combination of skeletal and dental factors. One of the therapeutic alternatives is based on the use of functional apparatus, known as a mandibular propulsor, which is capable of reestablishing the functions and transmit adequate stimulation to the musculature and teeth, in order to achieve an adequate relation of the jaws, both in vertical as sagittal plane. These appliances induce a skeletal muscle adaptation that leads to a new pattern of mandibular closure. This adaptation involves mandibular condyles that, in order to adapt to the mandibular advancement, grow in the posterior superior direction in order to maintain the structures integrity of the temporomandibular joint. Fixed mandibular propulsors have the property of conditioning the mandible to a forced anterior position during all mandibular functions. When a propulsor device is used, the jaw moves forward and down. This movement leads to a new position to the condyle, which can modify the normal functioning of the temporomandibular joint (TMJ) and from which the controversy arises whether it is beneficial or not. Despite their long history, functional appliances continue to be controversial in their use, effectiveness and mode of action. The objective of this study was to perform a review on the different fixed mandibular propulsors, which show us the different treatment alternatives for class II malocclusion caused by mandibular retrusion, including Herbst, Jasper Jumper, Forsus, MPA, Mara and Power Scope besides its effects in dental and skeletal structures and the optimal treatment time to achieve stability.

### **Key words:**

Class II malocclusion, Fixed functional appliances, Mandibular protaction, Mandibular retrusión, growing patients

## INTRODUCCION

Las diversas maloclusiones pueden afectar las funciones orofaciales, la estética y el comportamiento social de los pacientes. El caso de los pacientes con maloclusión de Clase II, se caracterizan por presentar protrusión maxilar, retrusión mandibular o ambas, además de relaciones dentales anormales con discrepancias.<sup>(1)</sup> Se ha reportado que la mayoría de estos pacientes presentan en mayor proporción retrusión mandibular que protrusión maxilar.<sup>(2)</sup>

Desde el punto de vista terapéutico, la maloclusión de clase II por retrusión mandibular ha sido abordada con diferentes tratamientos como aparatos extraorales, aparatología funcional, aparatología fija o tratamientos quirúrgicos, los cuales son aplicados dependiendo la causa y la edad de comienzo del tratamiento.

En el caso de pacientes adultos existen dos alternativas comunes de tratamiento para este tipo de maloclusión. El primero es el camuflaje, en el cual realizamos extracciones de premolares permitiendo la retracción de los incisivos y por ende la corrección del Overjet y la segunda opción es la quirúrgica reposicionando la mandíbula anteriormente. Pero además se ha reportado una tercera alternativa, con aparatos funcionales fijos, que si bien es cierto han sido estudiados mayormente en pacientes en crecimiento, hay evidencia que también pueden ser utilizados en adultos.<sup>(3)</sup>

En el caso de pacientes jóvenes en etapa de crecimiento los aparatos de elección son los funcionales, algunos fijos otros removibles, los cuales están diseñados para alterar la posición mandibular en los planos sagital y vertical resultando en cambios esqueléticos, ortodónticos y ortopédicos.

Dentro de la clasificación de los aparatos funcionales existen los fijos y removibles. Los aparatos funcionales removibles a comparación de los aparatos funcionales fijos, no necesitan de la colaboración del paciente y pueden ser utilizados en conjunto con la terapia ortodóntica. Dentro de los aparatos fijos funcionales podemos mencionar los siguientes Herbst, MARA, Forsus, Jasper Jumper, MPA, los cuales presentan diseños, indicaciones y efectos clínicos particulares.

Siendo el propósito de esta monografía hacer una recopilación bibliográfica de los aparatos de propulsión mandibular fijos detallando sus características, usos y efectos clínicos con el fin de aportar los conocimientos necesarios para que el ortodoncista determine la mejor opción de tratamiento en caso de pacientes clase II por retrusión mandibular.

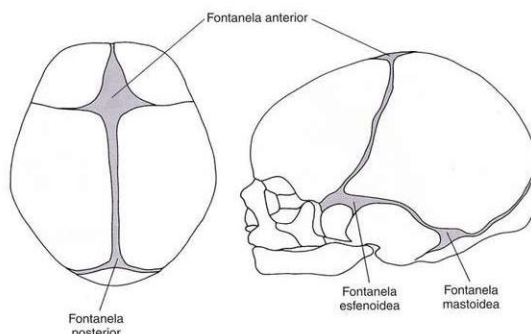
## I. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL

“El crecimiento y desarrollo proporcionan uno de los mejores medios disponibles para medir la salud y el bienestar de las personas” (OMS), cuando tenemos conocimiento de esto, entendemos que el crecimiento somático general brinda información importante sobre el tamaño, maduración y patrones de crecimiento. Está bien establecido que el mayor rango de crecimiento somático ocurre durante los 5 primeros años de vida posnatal. <sup>(4)</sup> La información derivada de la estatura y peso se puede aplicar al complejo craneofacial es decir, el momento de velocidad de pico de crecimiento podemos utilizarlo para determinar el pico de crecimiento mandibular. El crecimiento craneofacial posnatal es un proceso complejo, coordinado, continuo y el tener conocimiento de estos ayuda a mejorar la planificación de los tratamientos porque la mayoría de los ellos toman lugar durante el periodo de crecimiento. <sup>(4)</sup> Mientras las estructuras craneales son las más maduras y exhiben menor crecimiento, la base de cráneo, el maxilar superior y mandíbula exhiben menor maduración pero un gran potencial de crecimiento.

Lo importante de saber esto es porque ello junto con la herencia, nos servirán de indicadores para saber el grado de respuesta al tratamiento y otras influencias del medio ambiente. Señalar que el maxilar superior y la mandíbula, son los determinantes esqueléticos más importantes de la maloclusión y siguen patrones de crecimiento similares, nos referimos a que ambos se desplazan hacia adelante y hacia abajo. Cabe mencionar que los adultos también poseen potencial de crecimiento pasados los veinte y treinta años pero es predominantemente vertical con rotación anterior de la mandíbula en los hombres y en las mujeres rotación hacia atrás, mientras los dientes continúan con la erupción y se van compensando.

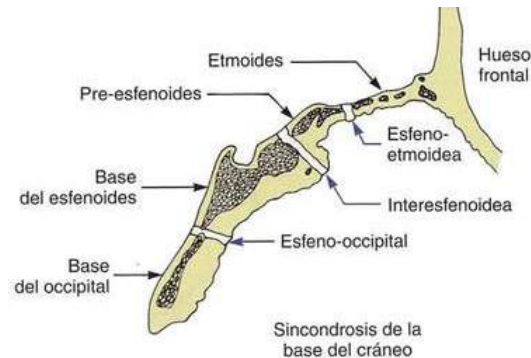
Cuando hablamos del crecimiento craneofacial debemos hablar de la bóveda craneal, base de cráneo, complejo nasomaxilar y mandíbula por individual ya que cada parte posee diferentes zonas de crecimiento, diferente tipo de crecimiento y diferentes factores que influyen en su crecimiento.

La *bóveda craneal* está constituida por una serie de huesos planos que se forman a partir de hueso intramembranoso, no hay intervención cartilaginosa. Los lugares de crecimiento y remodelación son las suturas craneales. También hay una tendencia a eliminar hueso en el interior a la vez que se da aposición en las zonas externas.



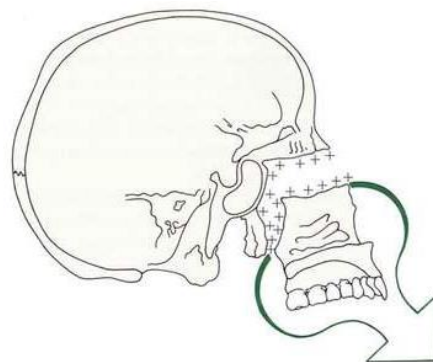
**FIGURA 1:** Las fontanelas del cráneo de un recién nacido

En la *base de cráneo* se forman a partir de cartílago y por medio de osificación endocondral se transforman en hueso. Tanto el hueso basilar, esfenoides y etmoides constituyen la base de cráneo. A medida que avanza la osificación, persisten entre los centros de osificación determinadas franjas de cartílago que se denominan sincondrosis. Es ahí donde se encuentran los puntos de crecimiento. Las sincondrosis de la base de cráneo son la esfenoccipital, interesfenoidal y esfenoetmoidea.

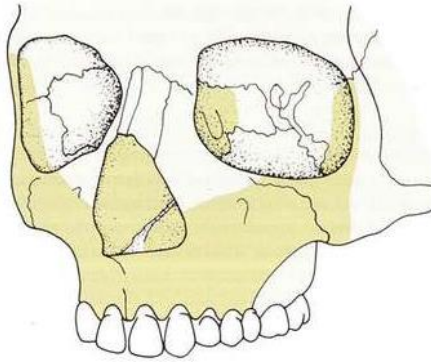


**FIGURA 2:** Representación esquemática de las sincondrosis de la base de cráneo

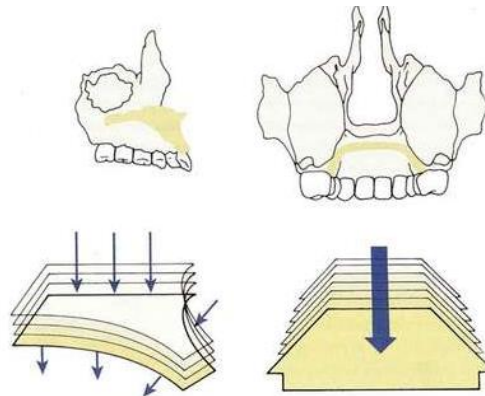
El *complejo nasomaxilar* se desarrolla por osificación intramembranosa y de dos maneras: por aposición de hueso a nivel de las suturas que conectan el maxilar con el cráneo y su base y por remodelación superficial. El maxilar es empujado hacia delante por efecto del crecimiento de la base de cráneo y por el crecimiento en las suturas. El hecho que el maxilar está unido a la porción anterior de la base de cráneo, el alargamiento de este implica que el maxilar será empujado hacia delante. Hasta los 6 años, el crecimiento de la base de cráneo aporta considerablemente al desplazamiento anterior de la maxila y posteriormente a los 7 años este crecimiento de la base craneal cesa y entra a tallar el crecimiento de las suturas lo cual influye en el desplazamiento anterior de la maxila. Cabe resaltar que el maxilar en su porción anterior sufre reabsorción, mientras la porción posterior sufre de aposición ósea. En sentido vertical, es decir el paladar, sufre de aposición ósea mientras la base de la nariz sufre de reabsorción ósea.



**FIGURA 3:** Desplazamiento del maxilar superior hacia abajo y adelante, a la par se va añadiendo hueso neoformado a ambos lados de las suturas.



**FIGURA 4:** A medida que el maxilar superior se va desplazando, tiende a reabsorberse en la porción anterior.

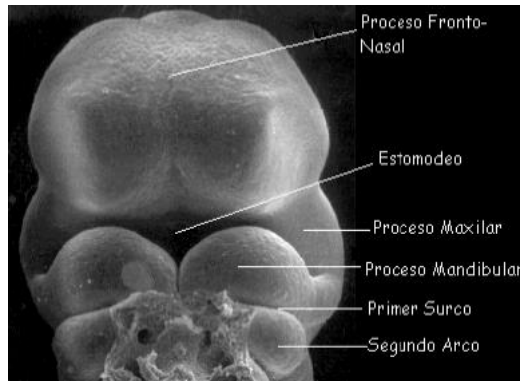


**FIGURA 5:** Remodelación del cielo del paladar que a su vez es el suelo de la nariz. Se elimina hueso del suelo de la nariz y se va añadiendo al paladar.

## I.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO MANDIBULAR

### I.1.1 EMBRIOLOGIA MANDIBULAR:

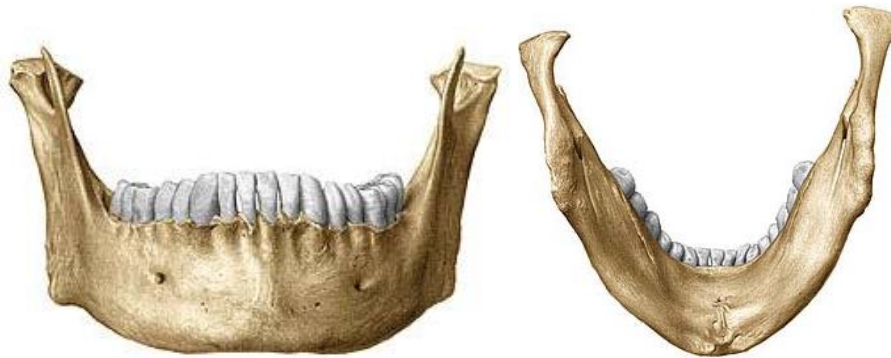
La mandíbula se forma por osificación membranosa a partir del mesénquima del primer arco faríngeo, pero además desarrolla cartílagos secundarios en el cóndilo, procesos coronoideos, ángulos mandibulares y en la sutura intermaxilar (sífnisis). Dichos cartílagos difieren en su origen, su estructura histológica y su respuesta a factores hormonales, metabólicos y mecánicos con respecto a los cartílagos primarios presentes en los huesos largos. <sup>(5)</sup>



**FIGURA 6:** Formación inicial de la cara.

### I.1.2 ANATOMIA MANDIBULAR:

La mandíbula es considerada el hueso más grande que conforma la cara con la característica inusual de ser único y móvil. En una vista lateral, la mandíbula presenta una porción horizontal denominada cuerpo y dos porciones verticales denominadas ramas siendo la unión de estas porciones lo que constituye el ángulo mandibular. Cada rama en la parte superior posee un cóndilo que se articula con la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal para conformar la articulación temporomandibular y en la porción anterior se encuentran las apófisis coronoides importantes para la inserción del musculo temporal. Su inervación está dada por el quinto par craneal.



**FIGURA 7:** Vista frontal e inferior de la mandíbula.

### I.1.3 CRECIMIENTO MANDIBULAR:

El crecimiento mandibular es un proceso complejo que involucra diferentes procesos como remodelación y desplazamiento antero inferior desde la interfase temporomandibular. El crecimiento total de la mandíbula es la suma de todas las fuerzas regionales y de los agentes funcionales regionales que actúan en ella para generar su forma topográficamente compleja.

La remodelación de la rama y cóndilo son relativos al desplazamiento mandibular, el cual puede ser primario y secundario. El desplazamiento primario es el generado de manera intrínseca por el mismo hueso, mientras el desplazamiento secundario es generado por la influencia del crecimiento de las regiones laterales de la base craneal (principalmente de la sincondrosis esfeno occipital) <sup>(6)</sup>, lo que desplaza la fosa glenoidea hacia la parte anterior afectando indirectamente el grado de protrusión mandibular y por ende en el perfil facial.

La mandíbula sufre un desplazamiento hacia abajo y adelante entre 0,5 y 1 grado por año, esto dependerá del patrón de crecimiento condilar y las cargas funcionales. Las rotaciones hacia adelante y arriba, muestran grandes cantidades de crecimiento condilar en la parte anterior, con un potencial de crecimiento aumentado. Las rotaciones hacia abajo y atrás, muestran incremento condilar en la parte posterior presentando un potencial de crecimiento disminuido.

El crecimiento sagital de la mandíbula ha sido estudiado mediante métodos histológicos e implantes entre los 10 y 15 años, determinando que el crecimiento mandibular en longitud ocurre en el cóndilo mandibular. El cóndilo crece superior y levemente posterior o incluso anteriormente, esto dependerá de la orientación y el patrón de crecimiento individual.<sup>(7)</sup> También se menciona en el estudio de Souza y Martinelli en el 2006 que el crecimiento anual de la mandíbula en la etapa adolescente es de 2.16mm de longitud dl cuerpo mandibular, 3.16 mm para la altura de la rama y 4,31mm de longitud mandibular.<sup>(8)</sup> Mientras Sato y col<sup>(9)</sup> encontraron que la mandíbula medida desde condilion a gnation crece 1.78mm por año entre los 8 y 18 años. Los patrones de remodelación de la rama y el cuerpo involucran aposición ósea a lo largo del borde posterior de la rama y reabsorción en el borde anterior, mientras el proceso gonial muestra remodelación posterior y superior. En el borde inferior ocurre reabsorción posterior y aposición anterior. Por otro lado la sínfisis mandibular se amplía por aposición posterior, superior e inferior. Gracias a esto el mentón se mueve hacia abajo y atrás, mientras el punto B se desplaza en sentido superior y posterior.

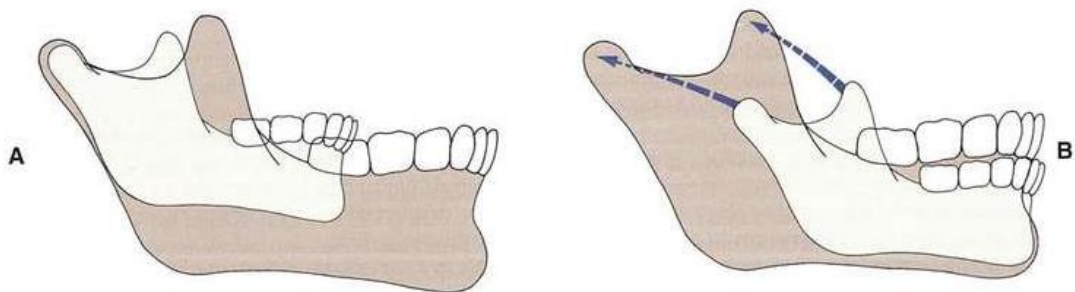
El crecimiento transversal de la mandíbula se encuentra afectado por el cierre temprano de la sínfisis sin embargo existen estudios que han demostrado un incremento en el ancho mandibular desde 0,28mm hasta 0,4mm por año entre los 4 y 20 años de edad. El ancho bigonial presenta un incremento de 13,7mm en los varones y 12,9 mm en las mujeres entre los 7 y 15 años. <sup>(10,11)</sup>

Durante el crecimiento mandibular se presentan varios picos de crecimiento que ocurren al mismo tiempo que los del crecimiento general. El primero se da desde el nacimiento hasta los tres años de edad, el segundo se da entre los 6 y 7 años en niñas y 7 y 9 años en niños. El tercer pico es el denominado circumpuberal y como su nombre lo indica ocurre cercano a la pubertad y no está relacionado necesariamente con la edad cronológica, aunque ciertos autores la asocian con un promedio de edad de 11 y 12 años en mujeres y de 14 y 15 años en hombres. Este último pico de crecimiento es el periodo de máxima aceleración de desarrollo óseo, que coincide con la aparición de las características sexuales secundarias. La mandíbula continua alargándose 2 años después de que el maxilar desacelera su crecimiento y en promedio crece en total 24 a 33,5mm. <sup>(12)</sup>

El potencial de crecimiento entre varones y mujeres difieren en que los hombres tienen un mayor potencial de crecimiento que las mujeres entre los 10 y 14 años debido a un pico de crecimiento más intenso en los varones debido a

las diferencias de maduración. Los varones tienden a presentar un perfil facial recto o más protrusivo mientras las mujeres muestran un perfil más convexo.<sup>(13,14)</sup>

Y así encontraremos diversos estudios a lo largo de los años que hablan sobre diferentes resultados con respecto al crecimiento mandibular. Estos resultados por lo tanto son difíciles de comparar debido a que existen diferencias metodológicas entre ellos. La mayoría de estudios no clasifica sus muestras por indicadores de maduración, incrementando las diferencias en los resultados sobre el crecimiento en relación a los niveles de maduración, no hay concordancia en los puntos cefalométricos usados, la técnica de trazado cefalométrico, la estandarización de la muestra y la tendencia a seleccionar muestras por edad cronológica en lugar de hacerlo por medio de indicadores de maduración.<sup>(8)</sup>



**FIGURA 8:** A Crecimiento de la mandíbula desde la perspectiva de la base craneal estable, el mentón se desplaza hacia abajo y adelante. B Crecimiento de la mandíbula desde la perspectiva de los estudios de tinción vital, que revelan crecimiento y remodelación a nivel de la rama mandibular y que la desplazan posteriormente.

### I.1.3.1 PAPEL DEL CONDILO EN EL DESARROLLO

El cartílago del cóndilo mandibular es un cartílago secundario, es decir no se desarrolla por diferenciación de los cartílagos primarios establecidos, aparece una vez iniciada la osificación intramembranosa y no por diferenciación desde el cartílago primario como está establecido en el cráneo y en los huesos largos. Por ser de tipo secundario, posee la capacidad de adaptación a la compresión regional como respuesta específica ante los estímulos locales, debido a que no contiene programación genética que determine y guíe su curso de crecimiento. Contribuye en el proceso de crecimiento regional adaptativo al mantener la relación anatómica adecuada entre el hueso temporal y el cóndilo mientras la mandíbula está siendo llevada hacia abajo y adelante.

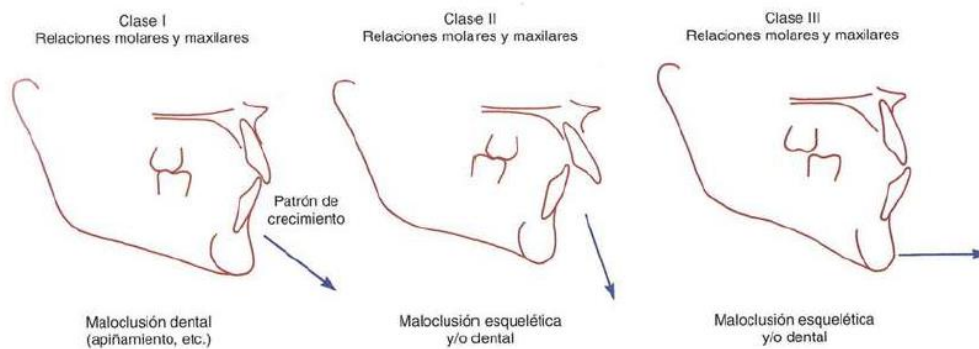
El ritmo y la dirección del crecimiento condilar están posiblemente sujetos a la influencia de agentes extracondilares, incluyendo fuerzas biomecánicas intrínsecas y extrínsecas. Se cree que cantidades crecientes de presión sobre el cartílago inhiben su ritmo de crecimiento mientras cantidades disminuidas estimulan y aceleran el crecimiento. Hoy se cree que el cóndilo no establece la proporción de crecimiento a lo largo de toda la mandíbula. Sin embargo posee



una capacidad de crecimiento multidireccional y remodelación como respuesta a los variados cambios por desplazamiento mandibular y rotaciones.

## II. CLASIFICACION DE LAS MALOCLUSIONES

La primera clasificación de las maloclusiones y que hasta ahora sigue vigente es propuesta por Angle, la cual se basa en las relaciones entre los primeros molares y en la alineación (o falta de alineación) de los dientes desde el punto de vista sagital. Basándose en ello tenemos lo siguiente:



**FIGURA 9:** Clasificación de las maloclusiones de Angle

### II.1 MALOCLUSIONES CLASE I

Relaciones molares y maxilares normales con dientes apiñados, rotados etc.

### II.2 MALOCLUSIONES CLASE II

Las molares inferiores se encuentran distales a las molares superiores.

#### II.2.1 PATRON DE CRECIMIENTO DE LOS PACIENTES CLASE II

El movimiento rotacional de la base craneal se produce en la articulación esfenoccipital. Los ejes rotatorios del esfenoides y el occipital son la parte anterior de la silla turca y la parte posterior del foramen occipital principal respectivamente. El movimiento rotatorio del hueso esfenoides es transmitido hacia la mandíbula a través del vómer, lo cual resulta en un empuje anteroinferior de la maxila. El hueso vómer tiene un efecto directo en la rotación del esfenoides debido a que el esfenoides y el vómer se comunican por la superficie inferior del esfenoides y el ala del vómer. Además, el movimiento rotatorio del hueso esfenoides es indirectamente transmitido hacia la maxila debido a que el borde inferior del vómer está conectado al proceso máxilo-palatino y a la cresta nasal del plato palatino horizontal.

Es así como el movimiento de los huesos de la base craneal afectan la maxila especialmente cuando la dirección de empuje de la maxila cambia en relación con la dirección rotatoria de la base craneal. En ejemplos, cuando la rotación del hueso esfenoides es flexión, esto influye en la fuerza rotacional del vómer la cual es posteroinferior, moviendo la maxila inferiormente ( Clase III) y cuando sucede lo contrario, es decir, cuando la rotación del esfenoides es extensión, la rotación del vómer sería anterior y por ende la maxila será fuertemente empujada hacia adelante (Clase II).

En síntesis, se presenta la relación de Clase II cuando la extensión de la base craneal causa rotación anterior del complejo maxilar. La traslación del maxilar, el cual se encuentra adherido debajo de los senos frontales (anteroposterior) con el hueso frontal, mueve el maxilar en una dirección hacia adelante. El maxilar se desplaza pasivamente debido a la expansión de la fosa craneal media, base craneal anterior, y la frente, sin que el proceso de crecimiento de la maxila por si solo este directamente involucrado. La elongación vertical del complejo maxilar y la formación del proceso alveolar causa el incremento en la altura de la maxila.

El depósito de hueso en la pared de la tuberosidad maxilar es principalmente importante para la creación de espacio para la erupción de los dientes posteriores, resultando en un alargamiento posterior de la arcada maxilar. Esta elongación posterior del maxilar superior se acopla con la traslación y rotación anterior del complejo maxilar.

## **II.2.2 IMPORTANCIA DE LA OCLUSION EN EL CRECIMIENTO MANDIBULAR**

Por mucho tiempo se pensó que el crecimiento del cartílago condilar era el factor principal que dirigía el desplazamiento de la mandíbula. Sin embargo con el pasar de los años, los estudios mencionan que el desplazamiento mandibular es el proceso primario y el crecimiento condilar es secundario y adaptativo. La mandíbula está influenciada por demandas funcionales provenientes en mayor grado de la articulación. Estos son controlados por el sistema muscular-nervioso central. La mandíbula siempre funciona espacialmente posicionada contra la dentición superior. El crecimiento de la porción inferior de la cara es guiado por la oclusión seguido del crecimiento condilar. Es por esa razón que los cambios en las 3 dimensiones del espacio del plano oclusal son determinantes del crecimiento facial. La horizontalización del plano oclusal del maxilar provee a la mandíbula una adaptación rotacional con disminución del ángulo del plano mandibular y la traslación mandibular es inducida por la articulación funcional de los dientes. Este movimiento de traslación estimula el aumento y remodelación de los cóndilos y la rama.

Los estudios de Petrovic en el año 1975 consistieron en evaluar los factores que afectan el crecimiento craneofacial y reportó un modelo cibernético del crecimiento mandibular con el concepto de Moss como base. El punto más importante en este llamado modelo cibernético fue la función oclusal quien guía el crecimiento mandibular. En otras palabras el factor más importante en el control del crecimiento mandibular es la posición espacial de las superficies oclusales y el arco maxilar.

Consiste en que la mandíbula puede adaptarse funcionalmente durante el desplazamiento anteroinferior de la maxila, es decir que este desplazamiento puede guiar o direccionar el crecimiento mandibular. Por lo tanto el crecimiento mandibular no solo es controlado por el sistema endocrino o por su crecimiento

intrínseco sino que el plano oclusal funcional de los dientes maxilares guían el crecimiento mandibular.

Por ejemplo un paciente donde la maxila desciende verticalmente, la superficie oclusal funcional puede cambiar a una posición inferior y eso conllevar a que la mandíbula se desplace verticalmente.

### II.3 MALOCCLUSION CLASE III

Las molares inferiores se encuentran mesiales a las molares superiores.

## III. TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II

Los aparatos que se usan tradicionalmente para tratar las maloclusiones de Clase II pueden dividirse en extraorales e intraorales. Cuando optamos por un anclaje extraoral es porque en teoría queremos retrasar el crecimiento maxilar y cuando optamos por aparatología intraoral pensamos en los aparatos funcionales que estimulan y amplían el crecimiento mandibular.

### III.1 Aparatos extraorales:

Los aparatos extraorales son los arcos faciales que al ser unidos a los tubos sobre las bandas de los primeros molares superiores ejercen fuerzas sobre la dentición superior para retrasar el movimiento o el crecimiento anterior de los dientes. Estos arcos extraorales asociados a la tracción alta produce una fuerza intrusiva, mientras un arco con tracción cervical tiende a producir una fuerza extrusiva.



**FIGURA 10:** A Anclaje extraoral tracción alta. B Anclaje extraoral tracción baja o cervical.

### III.2 Aparatos intraorales:

Los aparatos intraorales se pueden clasificar en aparatos de tracción o empuje.

#### III.2.1 APARATOS INTRAORALES DE TRACCION:

Dentro de los aparatos intraorales de tracción están las ligas intermaxilares que tienen componentes sagitales y extrusivos y suelen estar indicados en pacientes en los que se desea aumentar la altura facial anteroinferior.

### III.2.2 APARATOS INTRAORALES DE EMPUJE:

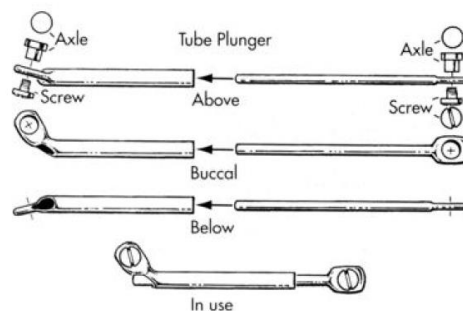
Los aparatos intraorales de empuje son aquellos que producen un vector de fuerza de empuje y tienden a separar entre si los puntos de anclaje del aparato. Dentro de este grupo haremos descripción de los más mencionados en la literatura ortopédica y ortodóntica.

#### III.2.2.1 HERBST

El aparato de Herbst o Scharnier (dispositivo de salto de mordida fijo) fue presentado en el Congreso Internacional de Odontología de Berlín del año 1909. Se denomina *salto de mordida* a inducir un cambio en la relación intermaxilar sagital por medio de un desplazamiento anterior del maxilar inferior. Este aparato mantiene a la mandíbula en una posición protruida tanto en oclusión como en desoclusión. Se le denomina aparato funcional fijo ya que induce cambios en las funciones de los maxilares y los músculos. En 1934 tanto Herbst como Schwarz publicaron sus experiencias con el aparato de Herbst, el cual emplearon en pacientes con maloclusiones de Clase II y retrognatismo mandibular, en caso de pacientes con fractura de la rama mandibular, a modo de articulación artificial tras la resección quirúrgica de la cabeza condílea, en pacientes con problemas de la articulación temporomandibular como chasquidos y bruxismo. Tras varios años, en 1977 Pancherz tomó este aparato y lo convirtió en objetivo de estudio destacando las siguientes ventajas: va anclado a los dientes, no necesita de la colaboración del paciente para su correcto funcionamiento, funciona 24 horas al día y el tiempo de uso de este aparato es de 6 a 8 meses aproximadamente. Los estudios llamaron la atención ante la posibilidad que tiene el aparato de Herbst en estimular el crecimiento mandibular, además de estudiar los efectos a corto y largo plazo sobre la oclusión, complejo dentofacial y sistema masticatorio.

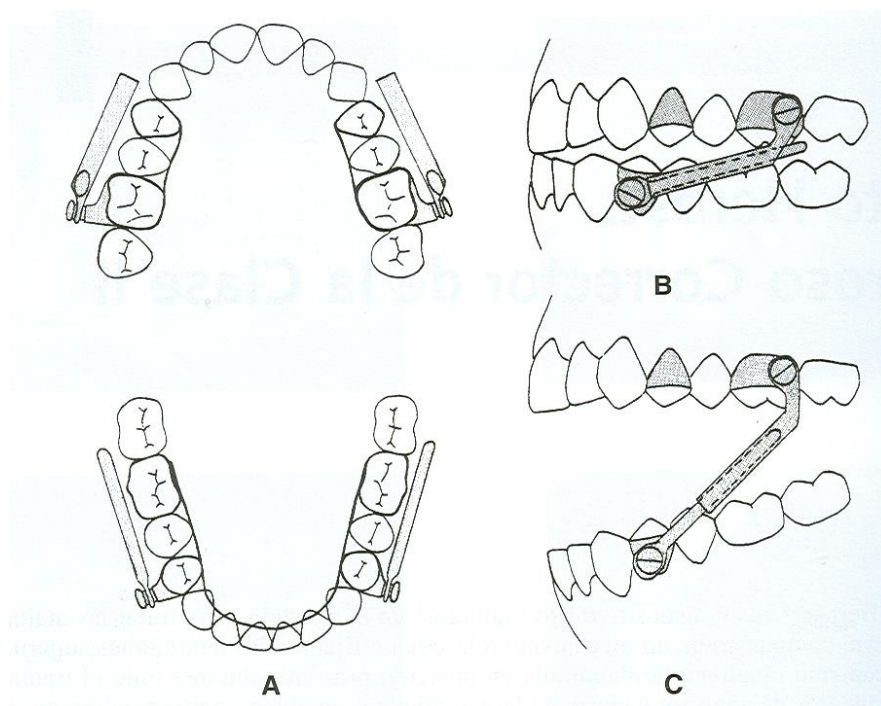
#### Diseño:

El aparato de Herbst se puede comparar con una articulación artificial el cual funciona entre ambos maxilares. Posee un mecanismo telescópico bilateral fijado a unas bandas ortodónticas que mantienen el maxilar inferior en una posición adelantada. Cada uno de los mecanismos telescópicos consta de un tubo, un embolo, dos pivotes y dos tornillos de bloqueo que impiden que los elementos telescópicos sobrepasen los pivotes. El pivote del tubo va soldado a la banda del primer molar superior, el embolo a la del primer premolar inferior. El salto de mordida depende de la longitud del tubo. El maxilar inferior queda en una relación incisal de borde a borde.



**FIGURA 11:** Partes que componen el mecanismo telescópico: un tubo y un embolo que se ajustan entre sí, dos pivotes y dos tornillos de cierre.

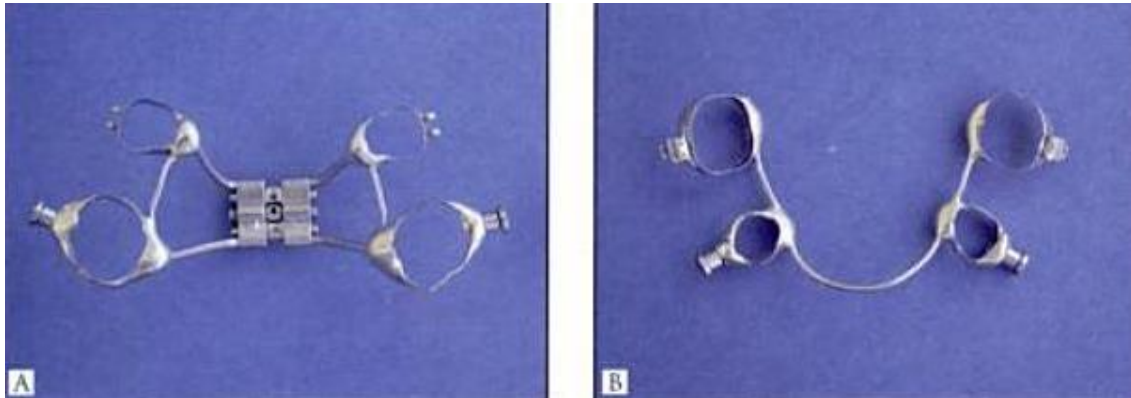
La distancia entre los pivotes impiden que el embolo se salga del tubo al abrir completamente la boca. Por lo tanto el pivote superior debe quedar en una posición distal sobre la banda molar y el inferior en una posición mesial sobre la banda premolar. El embolo debe tener una longitud adecuada para evitar que se desencaje del tubo. Si se da el caso de un embolo muy largo, este puede protruir demasiado por detrás del tubo y dañar la mucosa distal a la primera molar superior permanente. Si el embolo se sale del tubo al abrir la boca, puede quedar encajado en la entrada del tubo al cerrar la boca, dañando el aparato y por consiguiente romperlo.



**FIGURA 12:** Vistas oclusales y laterales del aparato de Herbst instalado en boca.

Con respecto al anclaje del aparato de Herbst, en la arcada superior los primeros premolares y primeros molares permanentes van embandados e interconectados a cada lado mediante un arco de alambre seccional bucal o lingual de sección semicircular o circular; en la arcada inferior los primeros premolares van embandados y conectados por un arco de alambre seccional lingual semicircular o circular que toca la superficie lingual de los dientes anteroinferiores. Esta forma de anclaje recibe el nombre de anclaje parcial. En algunos casos este tipo de anclaje es insuficiente siendo necesario forzarlo con otras unidades dentales. En la arcada superior se fija un arco de alambre labial a unos brackets sobre los primeros premolares, caninos e incisivos. En la arcada inferior se extiende el arco seccional lingual hasta los primero molares permanentes los cuales van embandados. Este es un anclaje total.

El aparato de Herbst puede tener ciertas modificaciones por ejemplo cuando la arcada superior es muy estrecha se puede optar por soldar un expansor palatino o férulas coladas con espiral cuadrangular.



**FIGURA 13:** Modificación del diseño del Aparato de Herbst con un expansor maxilar.

#### **Indicaciones:**

El aparato de Herbst está indicado en pacientes con deficiencia mandibular por lo tanto es ideal en pacientes con maloclusión de Clase II división 1 y 2. Se debe tener cuidado si el paciente no se encuentra en proceso de crecimiento ya que los resultados serían más dentoalveolares que esqueléticos. <sup>(15)</sup> En los pacientes Clase II división 1 se necesita de una fase Ortopédica con el aparato de Herbst y posterior a ella una fase Ortodóntica donde se tratan las irregularidades y discrepancias entre las arcadas con o sin extracciones. En los pacientes Clase II división 2 se requiere de una fase ortodóntica donde se alinean las piezas, posterior a ella la fase Ortopédica con el aparato de Herbst y una fase ortodóntica posterior para tratar las irregularidades y discrepancias entre las arcadas de preferencia sin extracciones. Esta indicado en pacientes que aún les queda un crecimiento residual, en pacientes con maloclusión Clase II subdivisión <sup>(16)</sup>, en pacientes que no pueden usar los aparatos funcionales removibles ya que poseen algún tipo de obstrucción nasal pues este aparato protruye la mandíbula. <sup>(17)</sup> Está indicado también en pacientes que no colaboran con el tratamiento pues va fijo a los dientes y funcionan continuamente sin la intervención del paciente.

El momento más adecuado para el tratamiento con el aparato de Herbst es durante la dentición permanente y justo después de superar el pico del estirón puberal ya que en ese momento se consigue la máxima influencia sobre el crecimiento condilar, además de favorecer la estabilidad oclusal y reducir el tiempo de retención postratamiento. No se recomienda el uso de este aparato funcional fijo durante la dentición decidua o mixta ya que es difícil conseguir una intercuspidad estable <sup>(18)</sup> y por ende se debe prolongar el periodo de retención hasta que haya erupcionado los dientes permanentes, recordando que las discrepancias graves de clase II tienden constantemente a reaparecer es decir predomina el patrón morfo genético.

#### **Efectos clínicos:**

Sobre el complejo dentofacial:

En el plano sagital se observa la estimulación del crecimiento mandibular, inhibición del crecimiento del maxilar superior, movimiento distal de los dientes superiores y movimiento mesial de los dientes inferiores (proinclinación de los incisivos). En el plano vertical se logra reducir la sobremordida debido a la intrusión y proinclinación de los incisivos inferiores y estímulo de la erupción de los molares inferiores.

Con respecto a los efectos postterapéuticos precoces, cuando se retira el aparato de Herbst se observa una sobrecorrección de las relaciones intermaxilares sagitales y una intercuspidad incompleta. Debido al corto tiempo de tratamiento (6 a 8 meses) la oclusión se encuentra inestable y suelen producirse cambios adaptativos. Durante el primer año después del tratamiento, la oclusión se asienta en una relación de clase I, especialmente durante los 6 primeros meses tras la conclusión del tratamiento. Si dicha estabilidad oclusal no se observa y además existe algún hábito como deglución atípica es muy probable que la recidiva en años posteriores sea mayor.

Sobre el perfil facial:

Durante el tratamiento la convexidad facial disminuye. El labio superior experimenta retrusión y el labio inferior permanece casi igual.

El aumento de la convexidad facial observada postratamiento se debe al crecimiento de la nariz, pero si no tomamos en cuenta este crecimiento, la convexidad facial se ve disminuida ya que se da un crecimiento normal de la mandíbula (prognatismo mandibular).

Se observa además la retrusión de ambos labios con relación a la línea estética debido al crecimiento normal de la nariz y del mentón.

Sobre el sistema masticatorio:

Debido a que el aparato de Herbst mantiene el maxilar inferior en una posición protruida, altera la relación de las piezas dentales, músculos masticatorios y articulaciones temporomandibulares.

En relación a la capacidad masticatoria, los pacientes registran dificultad masticatoria durante los 7 a 10 primeros días, posterior a esta fase, los pacientes muestran adaptabilidad al tratamiento.

Con respecto a las alteraciones funcionales, puede existir sensibilidad en la ATM o a la palpación de los músculos masticatorios los cuales suelen desaparecer a la brevedad.

En relación a la actividad electromiográfica de los músculos temporales y masetero, se ve normalizada con el uso del aparato de Herbst.

La articulación temporomandibular aparentemente no se ve afectada con el tratamiento de Herbst según los estudios realizados, es decir no se aprecian cambios estructurales en la cabeza condílea ni en la fosa articular pero si, un posible avance de la fosa articular.

### **III.2.2.2 JASPER JUMPER**

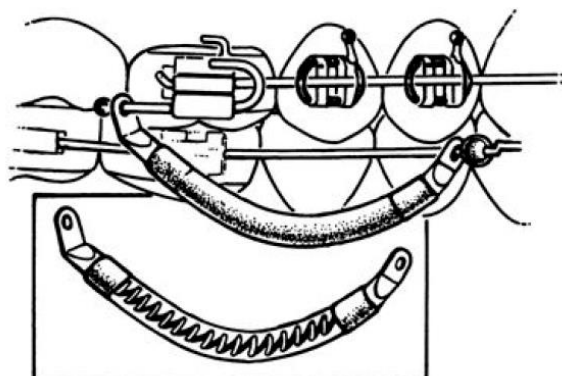
Este aparato fue diseñado por James Jasper en 1987, el cual aplica fuerzas posteriores en la dentición maxilar y fuerzas anteriores recíprocas en la



dentición mandibular, además de efectos intrusivos en la porción antero inferior y postero superior.<sup>(19)</sup> Estudios mencionan que el JJ posee mayores efectos dentoalveolares que esqueléticos.<sup>(20)</sup> Con respecto a los cambios esqueléticos observados ciertos estudios encontraron cambios en la posición sagital de la mandíbula y un incremento en su longitud.<sup>(21-23)</sup>



**FIGURA 14:** Aparato Jasper Jumper vista lateral derecha



**FIGURA 15:** Componentes del Jasper Jumper. Módulo de fuerza con resorte de acero interno envuelto por cubierta de Poliuretano y unidades de anclaje en los extremos.

### **Diseño:**

Es un aparato que consta de dos partes: el módulo de fuerza y las unidades de anclaje, el cual garantiza la colaboración del paciente pues al ser fijo, mantiene a la mandíbula en una posición protruida aplicando fuerzas continuas y leves. Se activa cuando el paciente abre la boca y se desactiva cuando se cierra total o parcialmente la boca, liberando una fuerza de 60-250gr. Cuando se activa 4mm, puede generar fuerzas mayores alrededor de 360gr. Las fuerzas son ajustables y medibles.

El *módulo de fuerza* es análogo al tubo y émbolo del aparato de Herbst pero es flexible. Es confeccionado por un resorte de acero inoxidable el cual va unido por sus dos extremos a unos casquillos terminales de acero inoxidable en



cuyas lengüetas se han perforado orificios donde se encuentran las unidades de anclaje. Este módulo se encuentra rodeado de una cubierta de poliuretano opaco para facilitar la higiene y comodidad del paciente.

Se tienen módulos de 7 longitudes que van desde los 26 a 38mm con incrementos de 2mm. Pueden usarse indistintamente a ambos lados de la arcada dental.

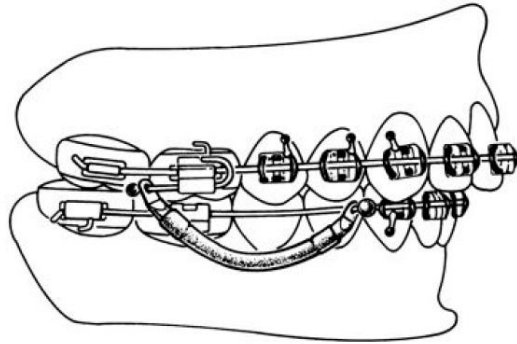


**FIGURA 16:** Conjunto de siete módulos de fuerza disponibles para el lado izquierdo (UL1 Hasta UL7)

Cuando el módulo de fuerza se encuentra enderezado permanece casi pasivo, al avanzar los dientes hacia la oclusión, el resorte del módulo se va curvando axialmente al elevar los músculos masticatorios en la mandíbula produciéndose una fuerza que oscila entre los 31 a 500g. Si colocamos este módulo de manera correcta para inducir el avance mandibular, el mecanismo del resorte se curva 4mm en relación con su longitud de reposo almacenando 250g de energía.

Las *unidades de anclaje* unen los módulos de fuerza a la dentición permanente o mixta mediante las siguientes formas:

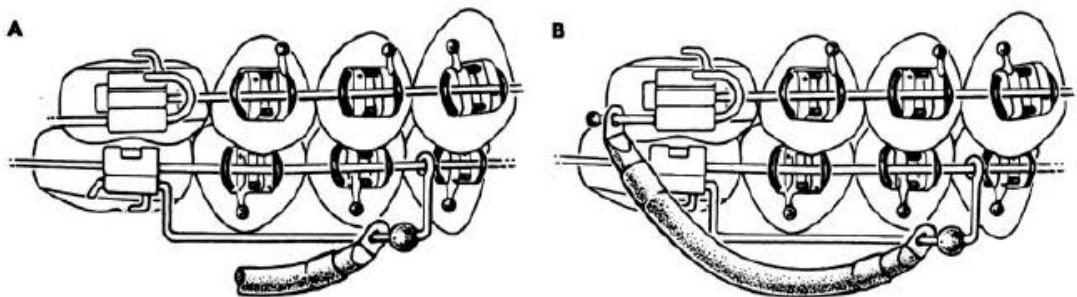
*Fijación al arco principal*, el cual es el método más utilizado para unir el módulo de fuerza a las arcadas dentales en los pacientes con dentición permanente por medio de la aparatología ortodóntica fija previamente instalada en los pacientes. Se fija por detrás de la arcada superior por medio de un pin de bola introducido a través del anclaje distal del módulo de fuerza, a continuación se extiende el módulo anteriormente a través del tubo del arco facial sobre la banda del primer molar superior. Se ancla un pin de bola en su posición incluyendo un codo de retorno en su extremo mesial.



**FIGURA 17:** Jasper Jumper fijado al arco principal

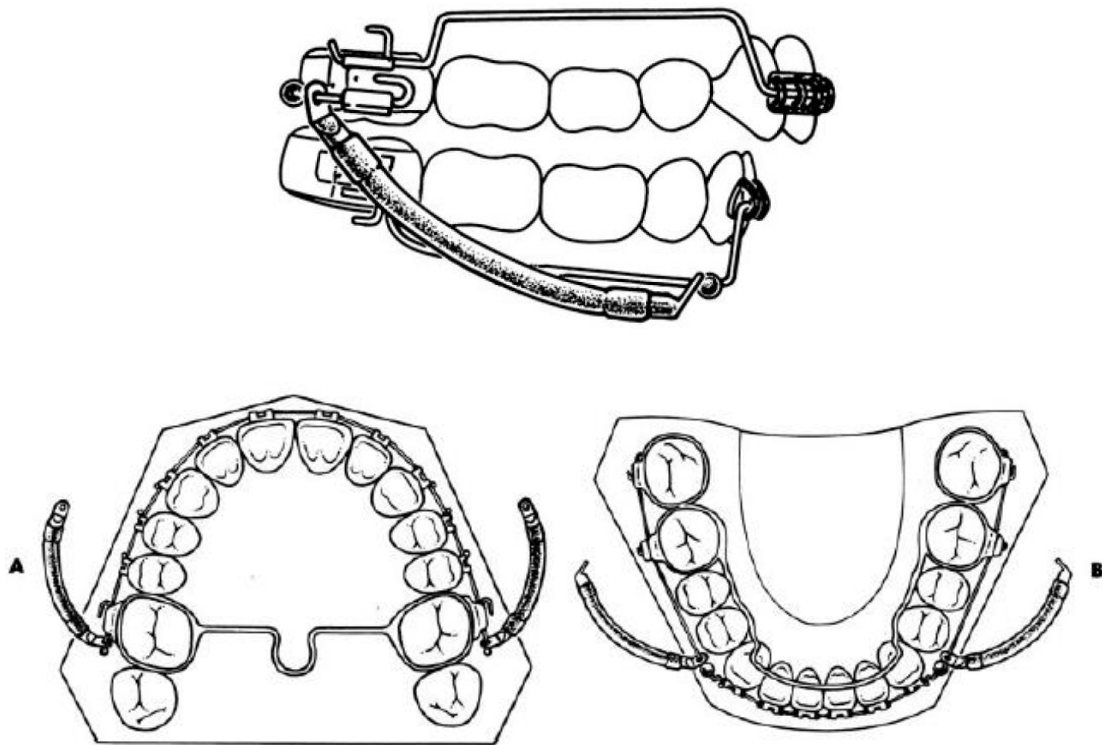
En el maxilar inferior, el módulo se ancla en la parte delantera del arco inferior, se realizan unos dobleces tipo bayoneta en distal de los caninos inferiores y se colocan unos topes anteriores. Se inserta el arco en el orificio terminal anterior y se liga.

*Fijación a alambres auxiliares*, en este caso se incorporan ciertos “abordantes”. Estos alambres seccionales auxiliares de 0,04 x 0,06 o de 0,05 x 0,06mm permiten mantener en su sitio las bandas y brackets de premolares. Además de permitir un mayor grado de libertad de deslizamiento, haciendo que la mandíbula goce de mayor rango de movimiento.



**FIGURA 18:** Jasper Jumper fijado a alambres auxiliares.

*Fijación en la dentición mixta*, el módulo de fuerza puede utilizarse cuando no hayan erupcionado aún las premolares. El anclaje superior necesita el pin de bola para fijar el modulo a los primeros molares superiores. En la arcada inferior se necesita de un arco que vaya desde los incisivos hacia los molares permanentes saltando los molares y canino deciduo. En el paciente con dentición mixta es importante el uso de un arco transpalatino y un arco lingual para evitar la inclinación y vestibularización de los molares e incisivos.



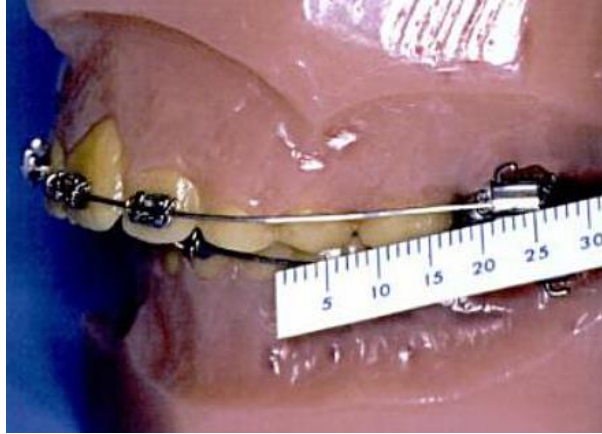
**FIGURA 19:** Jasper Jumper colocado en dentición mixta.

Este aparato funciona a lo largo del eje de crecimiento, así que en lugar de retraer la maxila, adelanta la mandíbula. Al ser internos, son considerados estéticos. Poseen una articulación de rotula que permite realizar funciones normales como comer, cepillarse los dientes. Para medir el tamaño correcto, se indica al paciente morder en posición habitual o céntrica, a continuación medir desde mesial del tubo del sistema de tracción extraoral hasta distal del tope esférico inferior. A esta medida se le suma 12mm (4mm para el tubo, 4mm de holgura y 4mm para la activación integrada). No significa que los pacientes necesiten las mismas medidas por lado ya que pueden requerir longitudes diferentes.

La preparación del anclaje debe ser minuciosa para lograr resultados exitosos, en la fase inicial del tratamiento ortodóntico se debe completar por completo la alineación de los dientes anteriores superiores e inferiores si es posible incorporar las segundas molares y se puede utilizar brackets con torque lingual para reforzar el anclaje y colocar un arco de acero de 0,017" x 0,025" o 0,018" x 0,025" especialmente en la arcada inferior y así evitar el movimiento no deseado de los incisivos inferiores hacia mesial y el movimiento distal de la molar superior. La nivelación dura un promedio de 6 meses, el uso del aparato de 6 a 9 meses y la contención de 3 a 4 meses para lograr estabilidad.

El protocolo recomendado se basa en seleccionar los módulos saltadores y colocarlos de manera que adopten una ligera curvatura cuando el paciente mantiene el maxilar inferior en una posición retruida que no resulte incomoda. Si se desea la distalización de los molares superiores, no se coloca un arco transpalatino y no se liga ni se cincha el arco superior. Se coloca el saltador de tal manera que libere una fuerza de 125g. En los pacientes en crecimiento en los que conviene recolocar ortopédicamente el maxilar inferior, se aplican

fuerzas de mayor intensidad de forma continua entre 188 y 250g. Podemos también calcular la longitud adecuada del módulo midiendo la distancia entre mesial del tubo de la molar superior y el punto de inserción en la arcada inferior. Se añaden 12mm a esta medida con el fin de dar la longitud apropiada al aparato.



**FIGURA 20:** Calculo de la longitud correcta del módulo de fuerza distancia, en el ejemplo  $21\text{mm} + 12\text{mm} = 33\text{mm}$ . Con el fin de tener algo de longitud sobrante para la reactivación, se aconseja utilizar el tamaño 5 (34mm)

Con respecto a la reactivación del módulo, es decir si con la activación inicial del aparato no se logra conseguir la corrección de la relación molar de Clase II, se debe de reactivar los módulos 2 a 3 meses después de la primera activación. Se activa el sistema modular acortando el anclaje a las bandas de los primeros molares superiores, para reactivarlo se adelanta 1 a 2 mm el pin que atraviesa el tubo del arco facial a ambos lados. En caso se desee activar en el maxilar inferior, se utilizan unos topes a presión de 1 a 2mm colocados mesialmente a la bola de Lexan o tope colocado previamente. De esta manera resulta más sencilla y precisa la reactivación.



**FIGURA 21:** Para retención o reactivación se colocan topes a presión mesial a la bola de Lexan.

**Indicaciones:**

En casos de maloclusiones de Clase II por retrusión mandibular con mordida profunda con exodoncias y sin exodoncias.

En casos de maloclusiones de Clase II o Clase III y pueden aplicar diferentes fuerzas en cada lado de la mandíbula para mordidas cruzadas.

Se recomienda su uso en la etapa de dentición permanente temprana.

### **Efectos clínicos:**

En el maxilar superior:

El llamado efecto de *Casquete cefálico* <sup>(24)</sup> o también llamado distalización del segmento posterosuperior. Para lograr dicho efecto no se debe cinchar ni ligar hacia atrás el arco superior que sobrepasa ligeramente los tubos bucales. De ese modo los módulos pueden generar fuerzas de intensidad reducida, entre 62,5 a 125g de fuerza, para distalizar las molares superiores. Una vez lograda la distalización de las molares superiores, se puede dejar colocado el modulo para apoyar la retracción de los premolares y caninos. Para la retracción de esas piezas y mantener el anclaje molar se pueden usar arcos segmentarios o continuos. O también se puede dejar el modulo colocado para que las molares no se muevan, mientras las premolares o caninos retroceden espontáneamente debido a la tracción de las fibras transeptales, a lo que denominamos efecto derivodónico. También se puede usar un arco transpalatino o asociarlo con un botón de Nance.

Con respecto a la retracción de dientes anteriores, se puede retraer caninos en los pacientes con y sin extracciones utilizando el módulo de fuerza para soportar la dentición posterior del maxilar superior. En ocasiones ocurre extrusión de incisivos superiores. <sup>(25)</sup> También se puede fijar al pin un resorte NiTi o un elástico intermaxilar a través del tubo facial para retraer los caninos o seis dientes anteriores del maxilar superior a la vez, mientras que a la tracción se oponen los módulos y la dentición inferior.

Con respecto a las asimetrías faciales, es decir aquellos casos en que los pacientes presentan asimetrías dentales sagitales. Por ejemplo un paciente con una maloclusión de Clase II se puede ligar posteriormente el arco superior en el lado que presente relación molar de Clase I.

Estudios previos también mencionan la restricción de crecimiento de la maxila que toman como referencia los puntos Co-A para medir la longitud de la maxila. <sup>(26)</sup>

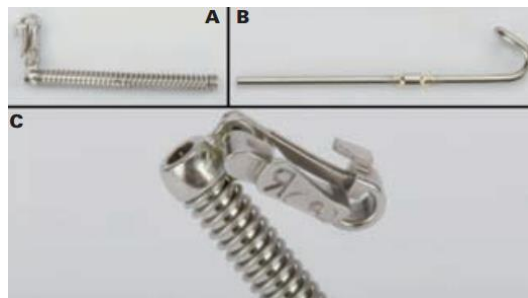
En relación a las adaptaciones mandibulares podemos señalar que los efectos terapéuticos producidos por este módulo de fuerza son similares a los del aparato de Herbst ya que son similares en su modo de acción, en pacientes en crecimiento, tras la aplicación del módulo de fuerza se consiguen cambios en la posición mandibular. La diferencia radica en el anclaje superior ya que con la intención de conseguir el avance mandibular se debe de limitar el movimiento de los dientes postero superiores para así potenciar el efecto de los cambios mandibulares. Se puede ayudar con un arco transpalatino y cinchar o ligar el arco inferior. Recordemos que si deseamos adelantar el maxilar inferior se puede utilizar una fuerza de 188 a 250g y si es que se busca distalizar molares superiores de 62,5 a 125g. A diferencia del aparato de Herbst, el resorte permite mayor rango de movimientos tanto sagital como lateralmente. Dentariamente los incisivos adoptan un tipping labial y protrusión, además de extrusión y mesialización de molares inferiores. <sup>(25)</sup>

### III.2.2.3 FORSUS

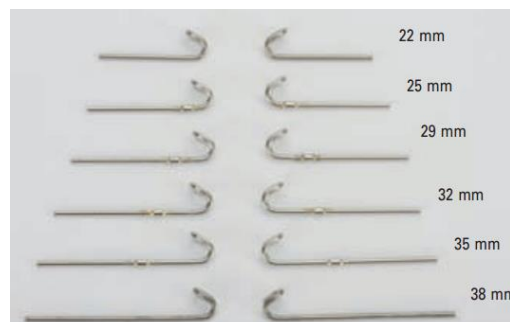
Aparato cuyas siglas significan *Forsus Fatigue Resistant Device*, desarrollado por Bill Vogt en el año 2001, el cual es un sistema telescópico semirrígido incorporado con un resorte de níquel –titanio y puede producir de 150 a 200 gramos de fuerza cuando está completamente comprimido además de poder ser usado a la par con la aparatología fija.

#### Diseño:

Presenta un módulo tipo muelle que en un extremo alberga un dispositivo para adaptarse al tubo bucal del primer molar superior (tubo de tracción extraoral), en el otro extremo del módulo presenta un orificio por donde se inserta la biela y esta a su vez presenta un extremo curvo que permite su ajuste al arco de acero en la arcada inferior. <sup>(24)</sup>El muelle presenta un tamaño universal mientras las bielas poseen diferentes tamaños que oscilan entre 22-38mm. La selección de la biela adecuada para el paciente se realiza mediante el uso de una regla diseñada *ad hoc*, se coloca uno de los extremos por distal del tubo de la molar superior y midiendo la distancia al punto donde se ajustará el extremo de la biela, normalmente se coloca por distal del canino inferior, mientras el paciente ocluye en máxima intercuspidadación. Presenta además un elemento accesorio, los cuales son unas arandelas crimpables que se ajustan en el extremo de la biela y permiten la reactivación del aparato proporcionando un incremento de la tensión del muelle.



**FIGURA 22:** Componentes del Forsus. A: módulo tipo muelle, B: biela. C: detalle del dispositivo de adaptación del módulo tipo muelle al tubo de la molar superior.



**FIGURA 23:** Secuencia de bielas y tamaños disponibles.



**FIGURA 24:** Regla utilizada para medir y seleccionar la biela necesaria para el paciente.

### Indicaciones:

Se indica el uso del FORSUS en caso de:

- Pacientes Clase II por retrusión mandibular con un componente esquelético leve o moderado
- Patrón braquifacial o mesofacial
- Relación oclusal de Clase II de hasta 5mm
- Inclinación del incisivo inferior reducida o dentro de la normalidad.

### Efectos clínicos:

#### a) Corrección esquelética:

Existe información documentada sobre el efecto de los propulsores mandibulares con bielas en la escasa corrección esquelética que brinda y que en su mayoría es dentoalveolar. <sup>(24, 27, 28)</sup>

#### b) Corrección oclusal de la Clase II

La corrección oclusal que se da es por el movimiento distal de las molares maxilares y mesialización de las molares mandibulares, con retrusión de los incisivos superiores y protrusión de los incisivos inferiores. La intrusión y protrusión de los incisivos inferiores reduce el overbite en 1,2mm y el plano oclusal rota en 4,2 grados como resultado de la intrusión de los incisivos inferiores y los molares maxilares. <sup>(29, 30)</sup>

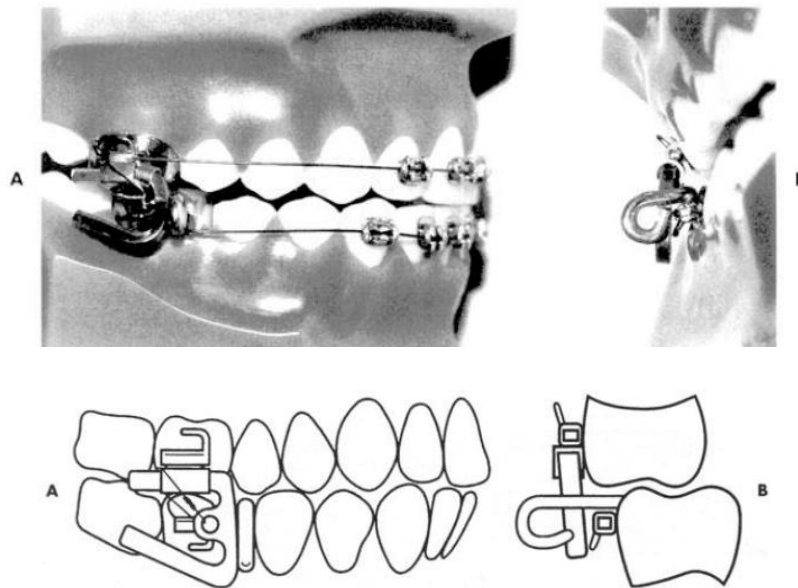
El Forsus es un aparato que puede corregir una relación de Clase II de hasta 5mm en un periodo de 4 meses, lo que se interpreta 1mm y algo más por mes. Pero debemos tener en cuenta que un periodo de 4 meses no es suficiente para obtener una remodelación estructural de la mandíbula o aceleración del crecimiento condilar. Estudios sugieren el uso del Forsus por lo menos 6 meses para permitir una adecuada adaptación neuromuscular y permitir un resultado estable a largo plazo.<sup>(31)</sup> Cuando se prolonga el uso del Forsus con activaciones consecutivas, existe el riesgo de volcamiento de los incisivos inferiores, lo que hace suponer que el tratamiento en caso de pacientes con los incisivos inferiores ya vestibulo inclinados debe ser un factor limitante para optar por este tratamiento. Caso contrario, en caso de incisivos retro inclinados, nos permite una mayor estadía en boca del aparato por ende una mayor corrección.

Otro factor a tener en cuenta es el espesor de la sínfisis y la densidad del hueso cortical por vestibular del incisivo inferior. Una cortical estrecha y un espesor óseo reducido a nivel del incisivo inferior limita las posibilidades de vestibularización o mesialización dado que ello compromete a la estabilidad periodontal de las piezas.

Cuando se obtiene la corrección oclusal deseada, el periodo de contención o mantenimiento es de 2 a 3 meses, si en caso se observa alguna recidiva, se puede volver a colocar el Forsus o utilizar elásticos con componente de Clase II de 1/8 y 6onzas.

### III.2.2.4 APARATO DE REPOSICIONAMIENTO ANTERIOR – MARA

Es otro aparato diseñado para tratar la maloclusión de Clase II por retrusión mandibular, el cual adelanta la mandíbula llevándola a Clase I, los cóndilos adoptan una posición anterior e inferior fomentando la remodelación de la fosa glenoidea y cóndilos mandibulares. Aparato creado por Eckhart en el año 1998 como opción alterna al Herbst, que no requiere la colaboración del paciente. Se puede considerar un aparato fijo de bloques gemelos debido a que va cementado y posee dos superficies verticales enfrentadas que mantienen enfrenadas a la arcada inferior.



**FIGURA 25:** Aparato de reposicionamiento anterior MARA

#### Diseño:

El MARA posee los siguientes componentes de la arcada superior:

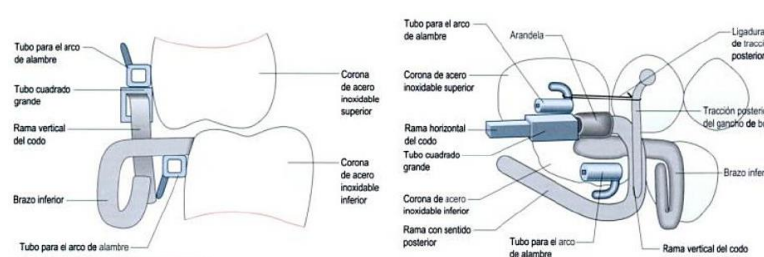
*Coronas de acero inoxidable o bandas*, el MARA se une a los primeros molares permanentes por medio de coronas o bandas. La opción ideal sería usar coronas debido a que son más resistentes y soportan la fuerza de palanca de los codos y brazos. Además de las altas temperaturas a las que se expone cuando se sueldan los retenedores a la superficie vestibular. Por otro lado, la ventaja de las bandas radica en que no se induce una intrusión de las molares respecto al plano oclusal y las superficies oclusales de estas piezas se encuentran libres. Para mantener las ventajas de ambos, también se puede usar coronas recortadas en la superficie oclusal antes de ser cementadas en boca.



*Tubo cuadrado grande*, el cual posee dimensiones internas de 1,60mm de lado de esta manera permite la entrada de un gran codo de alambre cuadrado de 1,52mm. El tubo tiene una longitud de 4mm y el grosor de la pared es de 0,38mm. Va soldado en la superficie vestibular y en sentido oclusal del tubo del arco.

*Tubo para el arco*, el cual va soldado con un gancho en el centro de la superficie vestibular de la corona o la banda.

*Apoyos oclusales*: los cuales pueden ir soldados hacia distal de la cara oclusal de la corona superior que pueden extenderse hasta la parte oclusal mesial de las segundas molares superiores. El objetivo de esto es mantener las crestas marginales a la misma altura, lo cual dificulta la tracción posterior hacia distal de la primera molar especialmente cuando se tratan pacientes adultos donde no ha crecimiento.



**FIGURA 26:** Componentes del MARA

*Expansor rápido del paladar, arcos transpalatinos*: en algunos casos se pueden colocar ERP sobre las coronas o bandas superiores del MARA si el caso requiere una expansión previa. Pero la mayoría de los usuarios prefieren colocar un expansor independiente al MARA. Con respecto a los arcos transpalatinos son opcionales y garantizan que las coronas se cemen con la misma posición de rotación con la que se confeccionaron en el laboratorio. La importancia radica en que si una corona se afloja, esta no se desprenderá.

*Codos*, se confeccionan con alambre cuadrado de acero inoxidable de 1,52mm de lado y se doblan a manera de triángulo. La parte superior del triángulo es la rama horizontal, el cual se introduce por el tubo cuadrado grande del molar superior. Debe tener 20mm de longitud. Luego le sigue la rama vertical hacia debajo de 10mm de longitud. Seguido de esta porción el alambre debe de curvarse hacia atrás y arriba convirtiéndose en una rama en sentido posterior. En la superficie lateral de la rama vertical se suelda un gancho de bola. El extremo esférico se orienta hacia arriba y se liga dicho gancho de bola con el gancho del tubo para el arco, con el objetivo de impedir que salga el codo del tubo cuadrado grande. Estos codos son las partes removibles del MARA. La rama vertical forma una de las interfases verticales que mantienen la arcada inferior hacia adelante. La posición anteroposterior de la rama vertical varía debido a que se colocan espaciadores, llamados anillos o arandelas en la rama horizontal, con el fin de limitar la distancia que se puede introducir en el tubo cuadrado grande.

Las *arandelas*, son hechas de acero inoxidable, con un diámetro interno de 2,15mm y un grosor de pared alrededor de 0,38mm. Se presentan en longitudes de 1, 2, 3, 4, 5 mm. Son arandelas estándar para el aparato Herbst. Las cuales se emplean tanto para producir el avance como para controlar la línea media.

Variando la longitud de las arandelas de forma asimétrica, se puede alinear las líneas medias en los casos en los que hay desviación.

Los componentes de la arcada inferior son:

*Coronas de acero inoxidable o bandas*, pueden colocarse coronas o bandas, si en caso se utilizan bandas deben ser gruesas o bien reforzadas. Como se mencionó previamente se prefiere las coronas.

Los *brazos inferiores* se sueldan a la superficie vestibular de la corona o banda en sentido horizontal mesiodistal cerca de la cara oclusal por encima del tubo para el arco. La parte anterior de la unión hace que el brazo se proyecte en perpendicular hacia vestibular, que se localiza normalmente a ras de la superficie mesial de la corona o banda. El brazo se proyecta hacia vestibular 8mm y posteriormente se curva hacia abajo para formar un bucle aplanado de 8mm de altura, que se pliega hacia adentro. El brazo se confecciona con un alambre cuadrado de acero inoxidable de 1,52mm.

*Pantallas vestibulares* son bucles sagitales en el bucle vertical para luego rellenarlos con soldadura lo que da lugar a una almohadilla o pantalla que protege la mejilla de la proyección del brazo inferior.



**FIGURA 27:** Pantalla vestibular del brazo inferior

*Brazos invertidos*, son los brazos inferiores que al invertirlos hacemos que el bucle señale hacia arriba en lugar de hacia abajo. Lo cual nos brinda la ventaja de aumentar el solapamiento vertical entre el codo y el brazo y dificulta que el paciente se salga de las superficies guía cuando abra la boca a medias. A esta variación se le denomina MARA U, lo cual sirve en mordidas profundas en los incisivos hacia una clase I.



**FIGURA 28:** MARA U

*Tubos para el arco*, es un tubo único para el arco con gancho en el centro de la superficie vestibular, sea en la corona o banda para luego soldar el brazo sobre el mismo tras realizar una soldadura laser.

*Arco lingual inferior*, se sugiere estabilizar las molares inferiores con un arco lingual de acero 09, el cual puede ser fijado por soldadura o placa lingual. Si en caso no se estabilizan las molares inferiores, la presión de empuje hacia delante de la rama vertical de los codos superiores sobre el lado posterior de los brazos inferiores ocasiona que los molares inferiores se roten en sentido mesiolingual, cuando se da esto la proyección hacia vestibular del brazo inferior y el codo no puede seguir montado por detrás de aquel y la mandíbula retrocedería a una Clase II.

### **Indicaciones:**

El MARA puede ser utilizado en dentición mixta y dentición permanente temprana.

### **Efectos clínicos:**

En la *maxila*, el punto A se desplaza hacia atrás en los pacientes en crecimiento, debido a la presión del brazo inferior sobre la rama vertical del codo superior. Mientras en los pacientes sin crecimiento, solo muestran un leve retroceso del mismo punto A.

En la *mandíbula*, el mayor cambio observado en pacientes en crecimiento es el crecimiento de la mandíbula. Mientras en los adultos no se observó ningún crecimiento, sólo el pogónion que adoptó una posición más retruida.

Las *molares superiores*, tienden a distalizarse aproximadamente 2mm tanto en pacientes en crecimiento como en los pacientes sin crecimiento.

Las *molares inferiores* sufren un desplazamiento hacia mesial de 2mm en pacientes sin crecimiento pero en pacientes en crecimiento el movimiento es mínimo.

La *cavidad glenoidea* posee un crecimiento normal en dirección hacia abajo y atrás pero ante el estímulo de con el MARA, la cavidad se desplaza ligeramente hacia adelante a corto plazo pero posteriormente retoma su descenso hacia atrás.

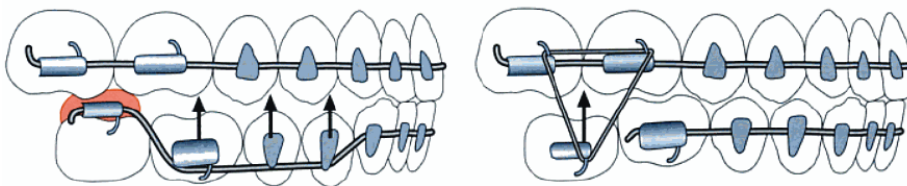
Con respecto a los *cambios verticales*, el MARA no posee un componente vertical de fuerzas sobre los molares, ya que no hay conexión entre las arcadas, sólo la interfase entre las superficies verticales de los pilares. A pesar de ello, existe una fuerza de intrusión sobre los molares superiores e inferiores, debido a la oclusión sobre las coronas de acero, lo cual puede provocar que la mandíbula se coloque inferiormente en un principio, con un aumento de la dimensión vertical y apertura de la mordida. O por ejemplo cuando tenemos un caso de mordida profunda y fomentamos el avance mandibular, esto aumenta la altura vertical de la cara.

Cambios posteriores al tratamiento;

Cuando hablamos de recidiva de la Clase II, se da como explicación que los cóndilos se quedaron por debajo y delante de la eminencia y no centrados en dichas cavidades. Y aunque los cóndilos figuren centrados en las cavidades se sugiere mantener el MARA el tiempo suficiente como para que los músculos no se encuentren estirados y al retirar el aparato tiren la mandíbula hacia atrás generando una recidiva y por ende impactación de los cóndilos y una posible

reabsorción. Ocasionalmente se puede dar una recidiva ligera de la clase II y por eso se indica el uso de elásticos intermaxilares de Clase II en adultos.

Un estudio reciente sobre los efectos del aparato MARA en los pacientes con maloclusión de Clase II <sup>(32)</sup>, en el cual recopilamos información de distintos estudios sobre los efectos a corto y largo plazo del tratamiento con mencionado aparato llego a la conclusión que el crecimiento mandibular fue estadísticamente significativo mas no fue clínicamente significativo.<sup>(33)</sup> Además hacen acotación de un estudio realizado por Johnston el cual refiere que para corregir la relación molar de Clase II normalmente se necesita de 4 a 6 mm pero según los estudios evaluados el crecimiento mandibular obtenido con el MARA es de 1.16mm lo cual no es suficiente ya que contribuye parcialmente a la corrección de la maloclusión.<sup>(34)</sup>



**FIGURA 29:** Conformación de alambre y elásticos para el cierre rápido de la mordida.

### III.2.2.5 POWER SCOPE

#### Diseño:

Es un aparato diseñado por Andy Hayes de una sola pieza y una sola talla. Instalado de arco a arco y no necesita de ensamble en laboratorio lo que hace de su instalación un proceso rápido y sencillo. Puede ser utilizado con tubos adhesivos o soldados, no necesita de bandas ni tubos extraorales. No necesita de la colaboración del paciente. Presenta un diseño telescópico de 18mm el cual no se desactiva durante el tratamiento por lo que no necesita de citas extras. Posee 3 líneas de activación las cuales ayudan para la activación del aparato con tornillos de cabeza hexagonal.



**FIGURA 30:** Power Scope

## Indicaciones:

El Power Scope es un corrector de Clase II que está indicado sólo para la corrección dentoalveolar en los casos de maloclusión Clase II división 1, maloclusión clase II división 2, Corrección unilateral de clase II, casos asimétricos (cuando queremos corregir la línea media), en caso de distalización de dientes posterosuperiores (sustituto del arco extraoral), como alternativa de Mini-tornillo (anclaje para cierre de espacios en el arco mandibular), como ayuda en la apertura de espacios para futuros implantes tanto en el maxilar superior (sector anterior) como en el inferior (sector posterior).

La instalación del Power Scope consiste en enganchar el tornillo de fijación del maxilar utilizando la llave suministrada hacia mesial del primer molar en el arco de acero inoxidable rectangular maxilar cuyas medidas sugeridas son 17x25 en un slot de 0.018 de ranura o un arco de 19x25 en un slot de 0.022 de ranura.



**FIGURA 31:** Power Scope instalado.

La punta del tornillo debe quedar al ras del accesorio antes de la colocación al arco, luego acercarse al alambre en un ángulo de 45 grados, aplicando una fuerza hacia abajo sobre el aditamento, a continuación se gira en el alambre hasta notar que encaja en su lugar, se hace presión suave y realizar pequeños giros mientras se presiona con el dedo índice lo cual ayuda a estabilizar el mecanismo de tuerca al apretar el tornillo.



**FIGURA 32:** Colocación correcta de la punta del tornillo.



**FIGURA 33:** 45 grados de acercamiento.



**FIGURA 34:** Aplicación de una fuerza ligera hacia abajo



**FIGURA 35:** Girar hasta notar que encaje en su lugar

El ensamble de la rosca inversa, implica girar distalmente, en los tornillos del lado derecho evitara que el tornillo se desprenda durante el tratamiento. El aparato posee marcas que indican la dirección para aflojar. Es importante que durante la fijación no se debe pellizcar el alambre cuando el aparato se instala pues esta tuerca actúa como una cuarta pared para capturar el alambre cuando este se aprieta.





**FIGURA 36:** Fijación mandibular del tornillo

En el sector inferior se debe enganchar el tornillo de fijación mandibular utilizando la llave y en distal al canino en el arco de acero inoxidable rectangular luego se aprieta el tornillo. Se puede utilizar topes crimpables para activaciones adicionales y el avance durante el tratamiento.



**FIGURA 37:** Fijación del tornillo hacia distal del canino



**FIGURA 38:** El uso de topes crimpables ayuda a las activaciones adicionales y avance durante el tratamiento.

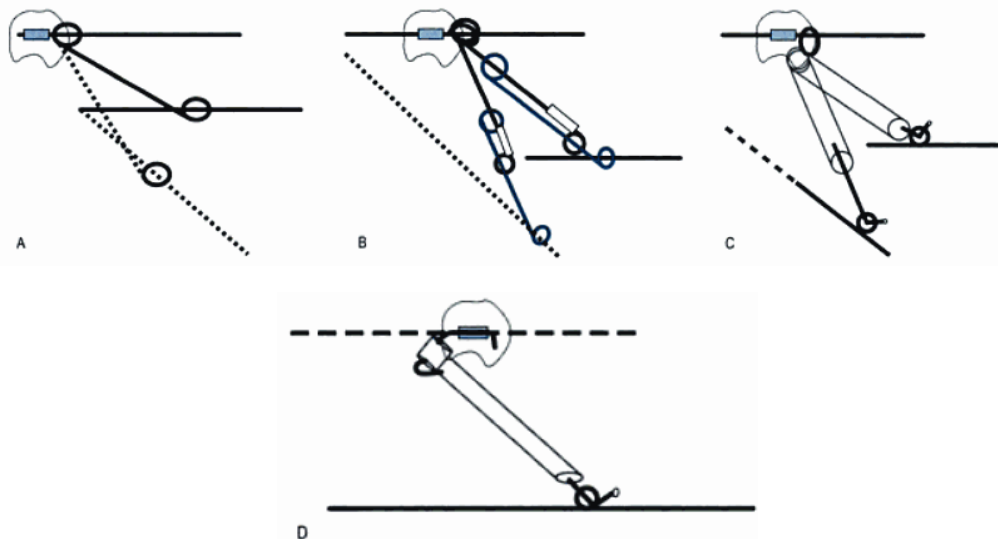
#### **Efectos clínicos:**

Los efectos clínicos del Power Scope son dentoalveolares y no esqueléticos por lo tanto se debe tener precaución con los incisivos inferiores que están proinclinados ya que este aparato puede promover aún más su proinclinación.

Para evitar o prevenir los aumentos de la inclinación axial de los dientes anteroinferiores o aportar de espacios distales a los caninos se sugiere cinchar el arco inferior, utilizar cadena elástica completa en la arcada inferior, colocar topes de arco que detienen posteriormente. Una sugerencia adicional es utilizar brackets con torques negativos significativos (-6 a -10 grados) para dientes anteroinferiores. Existe además el riesgo de rotaciones de los caninos inferiores durante el tratamiento por ello se sugiere el amarre de estas piezas con ligaduras de acero. Se sugiere el uso de tubos no convertibles superiores en primeros molares y del material Ceka Bond en las roscas de los tornillos para abordar cualquier preocupación de aflojamiento de los tornillos o desprendimiento.

### III.2.2.6 MPA

Coelho Filho en 1995 introdujo el Aparato de Protracción Mandibular. Este aparato es similar al aparato de Herbst en acción pero se diferencian en que es confeccionado en el sillón dental por el facultativo. Debido a las constantes roturas que sufría este aparato, el autor pasó por modificaciones hasta llegar a una cuarta versión.

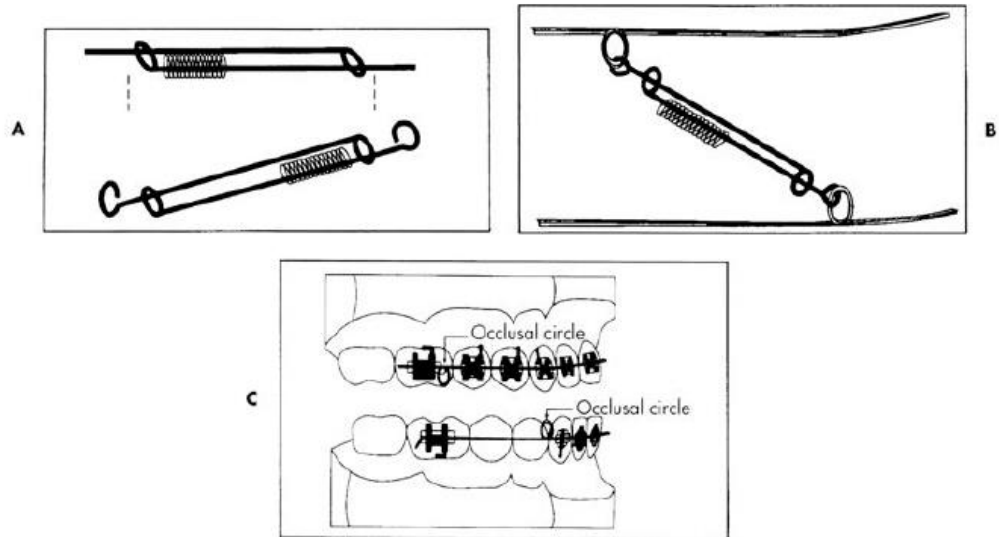


**FIGURA 39:** Modificaciones realizadas al MPA para mejorar su eficacia hasta llegar a una cuarta versión más resistente.

#### Diseño:

Se confeccionan dos Loops, uno mesial a la molar superior en el arco y otro Loop hacia distal de los caninos. A través de estos Loops, el aparato de protracción Mandibular se adjunta y la mandíbula es llevada hacia adelante proporcional al largo del arco adherido al maxilar superior. El resorte espaciador sirve como un freno para prevenir el atascamiento de los dos componentes cuando la boca se encuentra abierta.





**FIGURA 40:** Diseño del MPA. Confección del alambre de acero inoxidable de 0.032". Confección de los Loops en el arco que permite la colocación del MPA. El MPA puede ser utilizado junto con la aparatología fija.

#### Indicaciones:

El uso del MPA está indicado para la corrección de pacientes de Clase II, lo que incluye la sobremordida, resalte y otras manifestaciones asociadas a esta maloclusión como por ejemplo las asimetrías derivadas de las subdivisiones y desviaciones de la línea media que se asocian con frecuencia.

Durante la dentición mixta se puede utilizar el MPA siempre y cuando se monitoree de forma constante y meticulosa la inclinación de los incisivos. Dado que durante esta etapa no erupcionan los segundos molares ni los caninos inferiores, el anclaje del que se dispone en la arcada inferior se encuentra por debajo de lo deseable. Una alternativa para disminuir dicho riesgo podría ser la activación gradual del aparato y tener en cuenta que al ser pacientes con potencial de crecimiento se debe mantener la corrección con un aparato funcional removible apropiado.

Cuando los pacientes se encuentran en crecimiento, el tratamiento con MPA resulta bastante positivo ya que se observa crecimiento mandibular.

Otro de los usos del MPA es la distalización de molares, se ha observado en varias situaciones con discrepancias alveolodentarias superiores como es el caso de la retención de caninos o bloqueo palatino de premolares.

El uso del MPA está indicado en pacientes con maloclusiones asimétricas (Clase II división 1 o 2) las cuales se asocian con desviaciones de la línea media y cuya activación uni o bilateral ayuda a corregir dichas discrepancias. La corrección se puede producir por medio de un movimiento distal del primer o segundo molar superior en el lado con clase II y posteriormente el movimiento lateral de los otros dientes hacia el espacio creado por el MPA. Para que se de este movimiento distal de las molares de un lado, es necesario destrabar o no cinchar el arco superior de ese lado. Por otro lado, se desea corregir el lado con clase II y la discrepancia de la línea media de forma simultánea por medio de un movimiento "en masa" de todo el hueso alveolodentario, deben someterse a tracción posterior ambos arcos.

El uso del MPA induce a cambios alveolodentarios por ende no existe contraindicación si desea usarse en adultos <sup>(35)</sup> si es que sus piezas dentarias se encuentran sanas. El tiempo que debe permanecer el MPA en adultos como en pacientes en crecimiento es de 6 a 8 meses.

Cuando tenemos el caso de extracciones de primeros molares y por ejemplo el paciente presenta una Clase I con biprotrusión maxilar, el protocolo a seguir será la mecánica de deslizamiento hacia atrás en la arcada inferior hasta que logremos la inclinación axial deseada en los incisivos inferiores. Posteriormente emplearemos el MPA para anclar los segundos molares superiores y a la vez retraer los dientes anterosuperiores mediante una mecánica de deslizamiento. Si en caso aún existe espacio por mesial de los segundos molares inferiores cuando los incisivos inferiores han alcanzado la inclinación deseada, se cierra dicho espacio avanzando los segundos molares por medio de bucles de tipo Bull activados. Durante estos procedimientos la activación del MPA es ligera, ya que el aparato debe actuar como anclaje. Por otro lado, si después de cerrar los espacios quedamos con relación de Clase II, debe aumentarse de forma adecuada la activación de modo que se logre una Clase I mediante un movimiento alveolodentario en masa.

El uso de este aparato está contraindicado durante la dentición mixta temprana o temporal debido al poco soporte de las piezas, cuando los incisivos se encuentran bastante inclinados hacia vestibular.

Cuando se activa el MPA, la mandíbula adopta una posición adelantada y posteriormente se retrae por acción de la musculatura que la tracciona hacia atrás a la vez que se distaliza el complejo alveolodentario superior. Durante este proceso, se produce intrusión del plano oclusal superior lo cual conlleva a la mandíbula a rotar de forma antihoraria y tener un desplazamiento anterior. Los incisivos al estar borde a borde, la sobremordida se reduce a cero en el momento de colocar y activar el MPA. Esto conlleva a una mordida abierta posterior temporal que gradualmente va cerrando cuando se va nivelando progresivamente.

Antes de colocar el MPA se debe determinar la longitud adecuada, de modo que mantenga los incisivos superiores e inferiores en relación de Bis a Bis cuando el paciente cierre la boca. Esta medición corresponde a la distancia existente desde distal del tubo del primer molar superior hasta el bucle circular colocad en el arco por distal del canino inferior, y se toma con la posición de borde a borde y las líneas medias coincidentes. El MPA también puede colocarse desde mesial del tubo de la primera molar superior siempre que en apertura máxima no se desmonte el aparato MPA. Cuando se instala el MPA aparece una mordida abierta posterior además de las dificultades que tiene el paciente para masticar, lo cual debe indicarse que es temporal ya que esa mordida abierta se irá cerrando de forma gradual. Con respecto a las reactivaciones, no es necesario retirar el aparato, se puede realizar la activación presionando los extremos de un alicate de tres puntas sobre la varilla inferior, a una distancia adecuada del bucle circular existente en el arco por distal del canino inferior, de modo que se produzca un pequeño doblez que sirva como tope y reduzca la distancia del recorrido dentro del tubo telescópico.

### **Efectos Clínicos.**

Los resultados obtenidos con su uso han sido estables durante 5 años a más. Los pacientes jóvenes tratados con este aparato han mostrado un grado considerable de crecimiento mandibular pero el autor no lo atribuye a la

influencia del aparato, sino que prefiere asociarlo a que se generó un entorno de normalidad que facilita la función.

Con respecto a los cambios dentoalveolares se observó extrusión en los incisivos superiores, inclinación bucal, protrusión e intrusión de los incisivos inferiores y mesialización y extrusión de molares inferiores.

En el caso de pacientes jóvenes se observó mayores cambios esqueléticos mientras en adultos jóvenes se observó mayores cambios dentoalveolares como la mesialización molar y por consiguiente protrusión de los incisivos. <sup>(35)</sup>

Las ventajas que posee este aparato fijo funcional son el bajo costo, la confección sencilla en el consultorio sin necesidad de accesorios fabricados. Este aparato puede ser utilizado en ciertas regiones o partes del mundo en donde los materiales ortodónticos son de difícil acceso o donde los costos son de consideración. Puede ser utilizado con la demás aparatología fija con la excepción de las premolares.

Las desventajas que posee este aparato es que es quebradizo, puede haber distorsión de los arcos y puede limitar ciertos movimientos mandibulares.

#### **IV. IMPACTO DE LOS APARATOS FUNCIONALES DE AVANCE MANDIBULAR EN LA ARTICULACION TEMPOROMANDIBULAR**

A pesar que no existe dudas con respecto a la efectividad de los propulsores mandibulares, el impacto que estos ejercen en la articulación Temporomandibular aún se encuentra en discusión, no sólo en pacientes sanos sino mucho más si son pacientes que presentan desordenes articulares previos al tratamiento.

Como se mencionó anteriormente, el uso de aparatos de avance mandibular para corregir las maloclusiones de Clase II por retrognatismo mandibular se indica mayormente durante la primera fase del tratamiento ortodóntico <sup>(36)</sup>, cuyo objetivo es estimular el crecimiento mandibular y mejorar el problema sagital llevando los cóndilos hacia abajo y delante dentro de la fosa glenoidea <sup>(37,38)</sup>, así como la remodelación del cóndilo y la fosa glenoidea, causando la rotación anterior de la mandíbula, proyectándola hacia adelante <sup>(39)</sup>.

Cuando el aparato funcional es insertado, los cóndilos se mueven a una posición superior en la eminencia articular, los cuales tienen capacidad de adaptación, por lo tanto se puede plantear la hipótesis de presentarse posibles cambios. <sup>(40)</sup>

A pesar que hay varios autores que mencionan que no existe aumento en la prevalencia de los desórdenes temporomandibulares con el uso de aparatos de avance mandibular <sup>(36,41-43)</sup>, otros cuestionan si es que los aparatos de avance mandibular pueden tener efectos negativos o positivos en pacientes con desordenes pre-existentes.

##### **IV.1 CAMBIOS EN LA FORMA Y POSICIÓN DEL DISCO ARTICULAR:**

De acuerdo a los estudios de Wadhawan et al. <sup>(44)</sup> y Chavan et al. <sup>(45)</sup> la posición que adopta el cóndilo mandibular en la fosa glenoidea producto de los aparatos funcionales resulta en el estiramiento de los tejidos retrodiscales los

cuales pueden conllevar a un cambio en la forma del disco y un desplazamiento posterior del mismo. Mientras otros autores no encontraron cambios significativos ni en la forma ni posición del disco articular. <sup>(46,47)</sup>

Según Aidar <sup>(36)</sup>, el disco articular no sufre cambios adversos en su morfología pero los mismos autores <sup>(43)</sup> posteriormente encontraron en algunos pacientes que el disco cambio de forma bicóncava a cóncava. Franco et al. <sup>(46)</sup> encontró que el uso del aparato de Frankel estimula el crecimiento del disco.

#### **IV.2 CAMBIOS EN LA FORMA Y POSICION DEL CONDILO:**

Le Cornu et al. <sup>(38)</sup> observaron un desplazamiento anterior adaptativo del condilo seguido de una remodelación de la fosa glenoidea coincidiendo con lo observado en los estudios de Chintakanon y Chavan <sup>(45,48)</sup>, en contraste con esto Kinzinger et al <sup>(49)</sup> no encontraron diferencias significativas con respecto a la relación cóndilo fosa ni antes ni después del tratamiento.

#### **IV.3 CAMBIOS EN LA FOSA GLENOIDEA:**

Panchers et al. <sup>(50)</sup> encontraron en su estudio un desplazamiento temporal anterior de la fosa glenoidea para luego ser no significante y coincidente con los resultados en los estudios posteriores. <sup>(47,48)</sup>

#### **IV.4 CAMBIOS EN LA EMINENCIA ARTICULAR**

Katsavrias et al. <sup>(40)</sup> no encontraron cambios significativos en la eminencia articular.

#### IV. CONCLUSIONES

1. El mecanismo de trabajo del aparato de Herbst y del Jasper Jumper son similares ya que ambos inducen una corrección rápida de la maloclusión de Clase II mediante la generación de fuerzas intrusivas y sagitales.
2. El MPA es un aparato de costo reducido, fácil construcción y colocación debido a estas ventajas puede utilizarse en casos en los que los medios económicos y de acceso a estos aparatos sea complicado sin dejar de lado o posponer la alternativa de un tratamiento idóneo en caso de pacientes con maloclusión de Clase II por retrusión mandibular.
3. Los aparatos funcionales fijos – propulsores mandibulares producen mayores cambios dentoalveolares que esqueléticos.
4. Los aparatos funcionales fijos - propulsores mandibulares producen los siguientes cambios dentoalveolares: reducen el Overjet y permiten la proinclinación de los incisivos inferiores y retroinclinación y extrusión de los incisivos superiores y mesialización de las molares inferiores.
5. En los pacientes con crecimiento vertical, los aparatos funcionales tienden a aumentar la rotación mandibular hacia abajo y atrás.
6. Según estudios clínicos y experimentales, el periodo circumpuberal es el más idóneo para iniciar el tratamiento con aparatología funcional.
7. El efecto de los aparatos de avance mandibular sobre la articulación temporomandibular son una posición adelantada y remodelación del cóndilo además de una adaptación morfológica de la fosa glenoidea.
8. En relación a la articulación temporomandibular y el uso de aparatos de avance mandibular, la bibliografía menciona que no hay efectos adversos significativos en el caso de pacientes sanos, además de la mejora en caso de pacientes con desplazamiento anterior del disco.

## V. BIBLIOGRAFIA

1. S. Arici, H. Akan, K. Yakubov, N. Effects of fixed functional appliance treatment on the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008; 133(6):809-14.
2. Mcnamara Jr. Components of Class II Malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.*1981; 51(3): 177-202.
3. Furquim B D, Henriques J F C, Janson G, Siqueira D, Furquim L Z. Effects of mandibular protraction appliance associated to fixed appliance in adults. *Dental Press J Orthod.*2013; 18(5): 46-52.
4. So L Y. Skeletal maturation of the hand and wrist and its correlation with dental development. *Aust Orthod J.* 1997; 15:1–9.
5. Montenegro R. Factores que regulan la morfogénesis y crecimiento mandibular humano. *Int J Odontostomat.* 2007;1(1): 7-15.
6. Bjork A. Cranial base development. *Am J Orthod* 1955; 198(41):198-225.
7. Buschang P H, Santos Pinto A. Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113(4):437-42.
8. Gomez A S, Lima E M. Mandibular Growth during Adolescence. *Angle Orthod.*2006;76(5):786-90.
9. Sato K, Mito T, Mitani H. An accurate method of predicting mandibular growth potential based on bone maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120:286–90.
10. Gandini L G, Jr, Buschang P H. Maxillary and Mandibular width changes studied using metallic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(1):75-80.
11. Lux C J, Conradt C, Urden D, Komposch G. Transverse development of the craniofacial skeleton and dentition between 7 and 15 years of age. A longitudinal postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.*2004; 26(1): 31-42.
12. Lewis A B, Roche A F, Wagner B. Growth of the mandible during pubescence. *Angle Orthod.* 1982; 52(4): 325-42.
13. Ochoa B K, Nanda R S. Comparison of maxillary and mandibular growth. *Am J Orthod dentofacial Orthop.* 2004;125(2):148-59.

14. Jacob H, Buschang P. Mandibular growth comparisons of Class I and Class II división skeletofacial patterns. *Angle Orthod.* 2014; 84:755-61.
15. Celikoglu M, Suleyman KB, Ekizer A, Unal T. Pharyngeal airway effects of Herbst and skeletal anchored Forsus FRD EZ appliances. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;90:23-8.
16. Bock N, Reiser B, Ruf S. Class II subdivisión treatment with the Herbst appliance. *Angle Orthod.* 2013;83:327–33.
17. Baysal A, Uysal T. Soft tissue effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathia. *Eur J Orthod* 2013;35:71-81.
18. Parra N, Botero P. Aparatos de avance mandibular: ¿Mito o Realidad?. *Rev Nac Odontol.* 2013;9:57-73.
19. Bassarelli T, Franchi L, Defraia E, Melsen B. Dentoskeletal effects produced by a Jasper Jumper with an anterior bite plane. *Angle Orthod.* 2016;86:775–781.
20. Herrera FS, Henriques JF, Janson G, Francisconi MF, de Freitas KM. Cephalometric evaluation in different phases of Jasper Jumper therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140:e77–e84.
21. Stucki N, Ingervall B. The use of the Jasper Jumper for the correction of Class II malocclusion in the young permanent dentition. *Eur J Orthod.* 1998;20:271–281.
22. Weiland FJ, Bantleon HP. Treatment of Class II malocclusions with the Jasper Jumper appliance—a preliminary report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108: 341–350.
23. Weiland FJ, Ingervall B, Bantleon HP, Droschl H. Initial effects of treatment of Class II malocclusion with the Herren activator, activator-headgear combination, and Jasper Jumper. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112:19–27.
24. Cacciatore G, Huanca L, Alvetro L, Giuntini V, Franchi L. Treatment and Posttreatment effects induced by the Forsus appliance. A controlled clinical study. *Angle Orthod.* 2014;84:1010–1017.
25. Santos L, Janson G, Hermont R, Jeronimo K, Freire T, Castanha J. Treatment effects of the Jasper Jumper and the Bionator associated with fixed appliances. *Prog Orthod.* 2014; 15:54.
26. Lima KJ, Henriques JF, Janson G, Pereira SC, Neves LS, Cañado RH. Dentoskeletal changes induced by the Jasper jumper and the activator-headgear combination appliances followed by fixed orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143:684–94.

27. Pancherz H, Michailidou C. Temporomandibular joint growth changes in hyperdivergent and Hypodivergent subjects. A long – term roentgenographic cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126:153-61.
28. Konik M, Panchers H, Hansen K. The mechanism of class II correction in late Hrbst treatment. *Am J Orthd Dentofacial Orthop.*1997; 112: 87-91.
29. Gunay EA, Arun T, Nalbantgil D. Evaluation of the Inmediate Dentofacial Changes in Late Adolescent patients treated with Forsus. *Eur J Dent* 2011; 5(4): 423-332.
30. Heinig N, Goz G. Clinical application and effets of the Forsus spring. A study of a new Herbst hybrid. *J Orofac Orthop.* 2001; 62(6): 436-50.
31. Sood S, Kharbanda OP, Duggal R, Sood M, Gulati S. Muscle response during treatment of Class II división I malocclusion with Forsus Fatigue Resistant Device. *J Clin Pediatr Dent.* 2011; 35(3):331-8.
32. Al Jewair T. Meta-analysis on the mandibular dimensions effects of the MARA appliance in patients with Class II malocclusions. *Angle Orthod.* 2015;85:706–714.
33. Brignardello-Petersen R, Carrasco-Labra A, Shah P, Azarpazhooh A. A practitioner's guide to developing critical appraisal skills: what is the difference between clinical and statistical significance? *J Am Dent Assoc.* 2013;144: 780–786.
34. Johnston LE Jr. A comparative analysis of Class II treatment. In: Vig PS, Ribbens KA, eds. *Science and Clinical Judgment in Orthodontics.* Ann Arbor:Center of Human Growth and Development, Univesity of Michigan; 1986:103–148. Craniofacial Growth Series, vol 18.
35. Furquim B, Castanha J, Janson G , Furquim D , Furquim L .Effects of mandibular protraction appliance associated to fixed appliance in adults. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(5):46-52.
36. Aidar LA, Dominguez GC, Yamashita HK, Abrahao M. Changes in temporomandibular joint disc position and form following Herbst and fixed orthodontic treatment. *Angle Orthod.*2010: 80:843-52.
37. Guner D, Ozturk Y, Sayman HB. Evaluation of effects of functional orthopaedic treatment on temporomandibular joint with single-proton emission computerized tomography. *Eur J Orthod.* 2003; 25: 9-12.
38. Le Cornu M, Cevidanes LHS, Zhu H, Wu C, Larson B, Nguyenf T. Three – dimensional treatment outcomes in class II patients treated with the Herbst appliance: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:818-30.



39. Serbesis-Tsarudis C, Pancherz H. "Effective" TMJ and chin position changes in Class II treatment. *Angle Orthod.* 2008;78:813-8.
40. Katsavrias EG. The effect of mandibular protrusive (activator) appliances on articular eminence morphology. *Angle Orthod.* 2003; 73: 647-53.
41. Kinzinger G, Roth A, Gulden N, Bucker A, Diedrich P. Effects of Orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the condyle-fossa relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part I). *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:339-46.
42. Kinzinger G, Roth A, Gulden N, Bucker A, Diedrich P. Effects of Orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the condyle-fossa relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part II). *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:347-56.
43. Aidar LAA, Dominguez GC, Abrahao M, Yamashita HK, Vigorito JW. Effects of Herbst appliance treatment on temporomandibular joint disc position and morphology: A prospective magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:412- 24.
44. Wadhawan N, Kumar S, Kharbanda OP, Duggal R, Sharma R. Temporomandibular joint adaptations following two phase therapy: an MRI study. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11:235-50.
45. Chavan S, Bhad W, Doshi U. Comparison of temporomandibular joint changes in Twin Block and Bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Prog Orthod.* 2014;15:57.
46. Franco A, Yamashita H, Lederman H, Cevidanes LHS, Proffit W, Vigorito JW. Fränkel appliance therapy and the temporomandibular disc: A prospective magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:447–57.
47. Popowich KDMD, Nebbe B. Effect of Herbst treatment on temporomandibular joint morphology: A systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123:388–94.
48. Chintakanon K, Sampson W, Wilkinson T, Townsend T. A prospective study of Twin-block appliance therapy assessed by magnetic resonance imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:494–504.
49. Kinzinger G, Kober C, Diedrich P. Topography and Morphology of the Mandibular Condyle during Fixed Functional Orthopedic Treatment -a Magnetic Resonance Imaging Study. *J Orofac Orthop.* 2007;68:124–47.

