

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA**

**UNIDAD DE SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN**



**APARATOS FUNCIONALES FIJOS - PROPULSORES  
MANDIBULARES**

**Trabajo monográfico para obtener el título de :  
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**Presentado por:**

CD. Amalia Cristina Heredia Angulo

**LIMA - PERÚ**

**2018**

## **APARATOS FUNCIONALES FIJOS – PROPULSORES MANDIBULARES**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios padre y Dios hijo, por que siempre me ilumina y me da fortaleza para seguir adelante en el día a día.

Reconocimiento muy especial a los docentes de la Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la UIGV por brindar sus conocimientos, experiencias, asesorías constantes para nuestro desarrollo eficiente como especialistas.

A la Universidad Inca Garcilaso de la Vega por ser el alma mater de mi formación en la segunda especialidad.

Mi reconocimiento al Dr. Harold Crosby por su valioso tiempo en guiarnos y orientarnos con la asesoría especializada.

A mi amado hijo y esposo, a mi hijo por ser la fuente de mi inspiración y superación y a mi esposo por su constante apoyo y motivación para conseguir el logro los objetivos trazados.

A mis abuelos Antonio y Esther por sus grandes enseñanzas y su gran Amor.

## INDICE

	Página
CARÁTULA.....	i
TÍTULO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE.....	v
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
RESUMO.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
<b>TERAPIA FUNCIONAL</b>	
1.- Generalidades.....	15
2.-BASES BIOLÓGICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA TERAPIA FUNCIONAL.....	16
2.1. CRECIMIENTO DEL COMPLEJO DENTOFACIAL.....	16
2.1.1. CRECIMIENTO DEL COMPLEJO NASOMAXILAR.....	16
2.1.2. CRECIMIENTO DE LA MANDÍBULA.....	20
2.1.3. CRONOLOGÍA DEL AUMENTO DE ANCHURA, LONGITUD Y ALTURA.....	23
2.1.5. TENDENCIAS DE CRECIMIENTO FACIAL.....	25
2.1.4. ROTACIÓN MANDIBULAR.....	27
2.1.6. SIGNIFICADO DEL ENTENDIMIENTO DEL CRECIMIENTO CRANEOFACIAL PARA ORTODONCIA.....	28
3. MALOCLUSIÓN.....	29
3.1 CLASIFICACIÓN DE ANGLE.....	29
A.- Maloclusión de Clase I.....	29
B.- Maloclusión de Clase II.....	30
C.- Maloclusión de Clase III.....	31

<b>3.2 MALOCLUSIÓN DE CLASE II.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1. Estrategias de Tratamiento de Clase II disponible.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 CUANDO TRATAR LA CLASE II.....</b>	<b>35</b>
<b>4.- TRATAMIENTO FUNCIONAL.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 APARATOS FUNCIONALES FIJOS.....</b>	<b>37</b>
<b>A.- Aparato de Herbst.....</b>	<b>38</b>
<b>B.- Dispositivo de reposicionamiento anterior mandibular (MARA).....</b>	<b>46</b>
<b>C.- Puente de Jasper Jumper.....</b>	<b>51</b>
<b>D.- FORSUS (Dispositivo Forsus-Resistente a la fatiga).....</b>	<b>58</b>
<b>E.- Twin Force Bite Correctot (TFBC).....</b>	<b>62</b>
<b>F.- EUREKA SPRING.....</b>	<b>66</b>
<b>5.- EFECTOS DE APARATOS FUNCIONALES FIJOS VERSUS APARATOS FUNCIONALES REMOVIBLES.....</b>	<b>69</b>
<b>6.- EFECTOS EN LA POSICIÓN MANDIBULAR (ATM).....</b>	<b>70</b>
<b>7.- EFECTOS DEL TRATAMIENTO CON APARATOS FUNCIONALES FIJOS.....</b>	<b>74</b>
<b>8.- EFECTOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS DEL PERFIL FACIAL.....</b>	<b>80</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
N° 01 ESQUEMA DE FORMACIÓN DEL PALADAR.....	17
N° 02 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CRECIMIENTO MAXILAR.....	18
N° 03 TENDENCIA DE CRECIMIENTO DEL MAXILAR SUPERIOR.....	19
N° 04 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA MANDÍBULA.....	20
N° 05 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA MANDÍBULA.....	21
N° 06 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CRECIMIENTO MANDIBULAR.....	22
N° 07 TRAYECTORIA DE MEDIAS DE CRECIMIENTO... ..	24
N° 08 ESQUEMA DE DIRECCIÓN DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO FACIAL.....	25
N° 09 RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO VERTICAL ANTERIOR Y POSTERIOR DE LA CARA.....	28
N° 10 MAGNITUDES Y DIRECCIÓN DE CRECIMIENTO.....	35
N° 11 PRESENTACIÓN DEL APARATO HERBS.....	39
N° 12 MECANISMO DEL TELESCOPIO HERBST DESMONTADO .....	40
N° 13 VARIACIONES DEL DISEÑO HERBST .....	41
N° 14 MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL DISPOSITIVO.....	42
N° 15 DISPOSITIVO DE REPOSICIONAMIENTO MARA.....	47
N° 16 IMAGEN DEL DISPOSITIVO MARA.....	48
N° 17 MARA Y SUS COMPONENTES.....	50
N° 18 DISPOSITIVO JASPER JUMPER.....	52
N° 19 ADAPTACIÓN DEL JASPER JUMPER.....	53
N° 20 JASPER JUMPER VISTA SAGITAL.....	54
N° 21 DISPOSICIÓN EN LOS ARCOS ENTALES.....	55
N° 22 JUSPER JAMPER VISTA HORIZONTAL.....	55
N° 23 PRESENTACIÓN CLÍNICA DEL DISPOSITIVO JASPER JUMPER.....	57
N° 24 COMPONENTES DEL FORSUS.....	59
N° 25 SECUENCIA DE BRAZOS O BILELAS DISPONIBLES.....	59

<b>N° 26 MECANISMO DE REMOCIÓN Y DE INSERCIÓN DEL MUELLE.....</b>	<b>60</b>
<b>N° 27 MEDICIÓN Y SELECCIÓN DEL BRAZO O BILELA.....</b>	<b>60</b>
<b>N° 28 DISPOSITIVO FORSUS POSICIONADO EN LOS ARCOS.....</b>	<b>61</b>
<b>N° 29 Twin FORCE BITE CORRECTOR EN POSICIÓN ABIERTA .....</b>	<b>63</b>
<b>N° 30 COMPONENTES DEL TWIN FORCE.....</b>	<b>63</b>
<b>N° 31 COMPONENTES DEL TWIN FORCE.....</b>	<b>64</b>
<b>N° 32 PROTOCOLO DEL TRATAMIENTO CON TFBC.....</b>	<b>65</b>
<b>N° 33 COMPONENTES DEL DISPOSITIVO EUREKA .....</b>	<b>67</b>
<b>N° 34 RESORTE EUREKA EN TOTAL APERTURA.....</b>	<b>67</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla N° 01 CAMBIOS DE LA LONGITUD MANDIBULAR.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla N° 02 COMPARACIÓN DE APARATOS ICS DE HERBST Y JASPER JUMPER....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla N° 03 FORTALEZA Y DEBILDAD DE LOS APARATOS ICS.....</b>	<b>68</b>

## RESUMEN

La maloclusión de Clase II es uno de los problemas más frecuentes encontrados en Ortodoncia que pueden afectar al individuo, estéticamente, funcional y socialmente. Esta maloclusión puede describirse como una relación distal de la mandíbula en relación al maxilar superior, con una combinación de diferentes componentes; dentales y esqueléticos, la característica más común de esta maloclusión Clase II es el retrognatismo mandibular. La maloclusión con deficiencia mandibular ha sido tratada durante más de un siglo con diferentes tipos de aparatos funcionales, la selección de los aparatos pueden variar en; aparatos funcionales extraíbles y aparatos funcionales fijos, a su vez la selección de esta varía de acuerdo con la discrepancia anteroposterior establecido la cooperación y el periodo de crecimiento del paciente. Para pacientes en crecimiento el tratamiento sin extracción con modificación del crecimiento sería la elección, la modificación el crecimiento es llevado a cabo con los aparatos funcionales fijos y removibles, la terapia funcional tiene como fin maximizar el potencial de crecimiento genético del individuo, guiar el crecimiento de la cara y el establecimiento de la dentición hacia un desarrollo óptimo. Debido a la baja cooperación de los pacientes durante el uso de la aparatología removible durante el tratamiento surgen los aparatos funcionales fijo-propulsores mandibulares, que se han venido popularizando en los últimos tiempos, estos dispositivos produce fuerzas horizontales las 24 horas del día exento de la colaboración del paciente y por tanto favorecer el éxito del tratamiento, el único inconveniente sería la rotura y la dificultad para limpiar. Los aparatos funcionales fijos – propulsores mandibulares se categorizan en dos grupos; funcionales rígidos como el Herbst y el MARA y los semirígidos; como el Jasper Jumper, Forsus, Twin Force y Eureka Spring, dentro de estas se subcategorizan en fijos flexibles (Jasper Jumper);e híbridos fijos (Forsus, Twin Force, Eureka Spring).

El objetivo de esta monografía es realizar una revisión de los distintos propulsores mandibulares fijos, su efectividad, indicaciones y su modo de acción.

**PALABRAS CLAVE:** Maloclusión de Clase II, Propulsores mandibulares, Aparatos funcionales fijos, Retrusión mandibular, Terapia funcional.

## SUMMARY

Class II malocclusion is one of the most frequent problems found in orthodontics that can affect the individual aesthetically, functionally and socially. This malocclusion can be described as a distal relation of the mandible in relation to the maxilla, with a combination of different components; dental and skeletal, the most common feature of this class II malocclusion is mandibular retrognathism. The malocclusion with mandibular deficiency has been treated for more than a century with different types of functional appliances, the selection of the appliances can vary in; Functional extractable devices and functional fixed devices, in turn, the selection of this varies according to the anteroposterior discrepancy established cooperation and the patient's growth period. For growing patients the treatment without extraction with growth modification would be the choice, the growth modification is carried out with the fixed and removable functional apparatuses, the functional therapy has the purpose of maximizing the potential of the individual's genetic growth, guiding the growth of the face and the establishment of the dentition towards an optimal development. Due to the low cooperation of the patients during the use of the removable appliances during the treatment, the mandibular fixed-propulsive functional apparatuses arise, which have been popularizing in recent times, these devices produce horizontal forces 24 hours a day, free of patient's collaboration and therefore favor the success of the treatment, the only drawback would be the breakage and the difficulty to clean. Fixed functional appliances -mandibular thrusters are categorized into two groups; rigid functional groups such as Herbst and MARA and semirigid; like the Jasper Jumper, Forsus, Twin Force and Eureka Spring, within these are subcategorized in flexible fixed (Jasper Jumper), and fixed hybrids (Forsus, Twin Force, Eureka Spring).

The objective of this monograph is to perform a review of the various fixed mandibular propellers, their effectiveness, indications and their mode of action.

**KEYWORDS:** Class II malocclusion, mandibular propellers, fixed functional appliances, mandibular retrusion, functional therapy.

## RESUMO

A má oclusão de Classe II é um dos problemas mais freqüentes encontrados na Ortodontia, que pode afetar o indivíduo esteticamente, funcionalmente e socialmente. Essa má oclusão pode ser descrita como uma relação distal da mandíbula em relação à maxila, com uma combinação de diferentes componentes; Dentária e esquelética, a característica mais comum dessa má oclusão de classe II é o retrognatismo mandibular. A má oclusão com deficiência mandibular tem sido tratada há mais de um século com diferentes tipos de aparelhos funcionais, podendo variar a seleção dos aparelhos; Os dispositivos funcionais extraíveis e fixos funcionais, por sua vez, variam de acordo com a cooperação estabelecida entre a discrepância ântero-posterior e o período de crescimento do paciente. Para pacientes em crescimento o tratamento sem extração com modificação do crescimento seria a escolha, a modificação do crescimento é realizada com os aparatos funcionais fixos e removíveis, a terapia funcional tem o objetivo de maximizar o potencial de crescimento genético do indivíduo, orientando o crescimento da face e o estabelecimento da dentição para um ótimo desenvolvimento. Devido à baixa cooperação dos pacientes durante o uso dos aparelhos removíveis durante o tratamento, surgem os aparelhos mandibulares funcionais fixos-propulsivos, que vêm se popularizando nos últimos tempos, estes dispositivos produzem forças horizontais 24 horas por dia livres de colaboração do paciente e, portanto, favorecer o sucesso do tratamento, a única desvantagem seria a quebra e a dificuldade de limpar. Aparelhos funcionais fixos - os impulsores mandibulares são categorizados em dois grupos; grupos funcionais rígidos como Herbst e MARA e semirígidos; como o Jasper ligação em ponte, Forsus, Força Dupla e Spring Eureka, dentro destes subcategorizar flexível fixo (Jasper ligação em ponte) e híbrido fixo (Forsus, Força Duplo, Eureka Spring).

O objetivo desta monografia é realizar uma revisão das várias hélices fixas mandibulares, sua eficácia, indicações e seu modo de ação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Má oclusão de Classe II, hélices mandibulares, aparelhos funcionais fixos, retrusão mandibular, terapia funcional.

## INTRODUCCIÓN

La mejora de la estética facial se ha convertido en un aspecto de suma importancia en la sociedad contemporánea, y ha sido reconocido como una de las principales motivaciones para buscar tratamiento ortodóntico. En la búsqueda de solución los profesionales enfrentan la necesidad de abordar los problemas de manera eficiente. <sup>1</sup>

La maloclusión clase II es uno de los problemas más frecuentes y se describe como una relación distal de la mandíbula relacionada con el maxilar superior con una combinación de diferentes componentes dentales y/o esqueléticas. No obstante, son numerosas las investigaciones que demuestran que gran parte del problema reside en un insuficiente desarrollo del maxilar inferior o posiblemente en una posición retruida, o ambas cosas. Entre estas situaciones el retrognatismo mandibular es el dominante de esta relación sagital. <sup>2</sup> Un diagnóstico preciso es importante para la selección del plan de tratamiento correspondiente. Existen evidencias científicas publicadas donde recomiendan que los pacientes de clase II división 1 con mandíbula deficiente deben ser diagnosticados y tratados durante el período puberal. La evaluación del crecimiento es importante para identificar el crecimiento anormal del crecimiento normal que puede evaluarse mediante marcadores puberales e indicadores de la madurez esquelética. <sup>3,4</sup>

Existen numerosos enfoques de tratamiento que involucran aparatología extraíbles y/o fijos con/sin extracciones los cuales han sido descritos durante las últimas décadas. <sup>5</sup> En este sentido, el avance mandibular a través del uso de aparatos funcionales se considera como un enfoque de tratamiento muy utilizados en individuos en crecimiento. <sup>3</sup> Los aparatos funcionales extraíble, como: activator, bionator y otros, se han utilizado para corregir maloclusiones clase II división 1; pocos aparatos funcionales fijos han sido utilizados. Estos aparatos funcionales fijos producen el adelanto de la mordida de la mandíbula, llevándolo de esta manera a una mejor relación sagital. Tienen ciertas ventajas sobre los aparatos funcionales removibles, tales como menos dependencias en el cumplimiento del paciente, y estas a su vez pueden ser utilizados conjuntamente con mecanoterapia fija (brackets), reduciendo la duración del tratamiento. <sup>6</sup>

Asimismo algunos investigadores brindan resultados de tratamiento favorables basados en el crecimiento mandibular, que se atribuyen como aumento de la longitud mandibular o crecimiento efectivo del cóndilo, otros cuestionan la magnitud de estos efectos. También se menciona un efecto de restricción sobre el maxilar. Al mismo tiempo la evidencia científica existente indica que los cambios dentoalveolares producidos por el tratamiento funcional superan los cambios esqueléticos alcanzados. <sup>3</sup>

Dentro de los aparatos fijos funcionales podemos mencionar los siguientes Herbst, MARA, Jasper Jumper, Forsus, Twin Force y Eureka son los más estudiados y utilizados, los cuales presentan diseños, indicaciones y efectos clínicos particulares. <sup>7</sup>

El objetivo de este estudio es realizar una descripción e investigación detallada de los Aparatos funcionales fijos; modo de acción y efectividad en el tratamiento de la maloclusión de Clase II por retrusión mandibular.

## APARATOS FUNCIONALES FIJOS – PROPULSORES MANDIBULARES

### 1. GENERALIDADES

El término “aparato funcional” se refiere a una variedad de aparatos removibles diseñados para alterar la disposición de varios grupos de músculos que influyen en la función y posición de la mandíbula para transmitir fuerzas a la dentición y el hueso basal mediante un mecanismo de acción indirecta al promover una reacción muscular, la cual ejerce la fuerza necesaria para obtener cambios dentales o esqueléticos. Típicamente estas fuerzas musculares son generadas por la alteración de la posición mandibular sagital y vertical, dando como resultado cambios ortodónticos y ortopédicos. La ortopedia funcional busca modificar el sistema de fuerzas del sistema masticatorio para producir cambios remodelativos óseos y dentoalveolares. La alteración de las fuerzas durante la posición postural parece ser la más importante para la inducción de cambios remodelativos estructurales.<sup>2</sup>

Los aparatos funcionales usan los músculos faciales y músculos masticatorios para producir cambios en la posición de los dientes individualmente o con arcos. Cualquier aparato oral que causa un cambio en las fuerzas de oclusión y alteración en la actividad muscular es probable que produzca desplazamiento de dientes individuales o con arcos. Por lo tanto estos aparatos pueden ser extraíbles induciendo un desplazamiento de la mandíbula por un proceso de interferencia o por estimular un reflejo de evitación, o fijo, que implique el uso de un mecanismo que causa que la mandíbula se sostenga en una posición para la función.<sup>8</sup>

Después de un siglo de evidencia inconclusa, la pregunta de si el crecimiento craneofacial puede ser modificada por las técnicas ortopédicas funcionales permanece sin resolver. Un nuevo paradigma para el tratamiento exitoso presenta un desafío filosófico: combinar los beneficios de las técnicas ortodónticas y ortopédicas en el tratamiento de las maloclusiones que requieren una combinación de corrección dental y esquelética.<sup>7</sup> Los Aparatos funcionales removibles tienen algunas desventajas; normalmente son grandes, tienen fijación inestable, causan malestar, falta de sensibilidad táctil, ejerciendo presión sobre la mucosa bucal, reducir el espacio para la lengua, causa dificultad en la deglución y el habla, y a

menudo afectan la apariencia estética. La falta de éxito con aparatos funcionales en algunas circunstancias ha sido atribuido a la falta de cumplimiento del paciente en el uso del aparato. Esto condujo al desarrollo de aparatos funcionales fijo. <sup>6</sup>

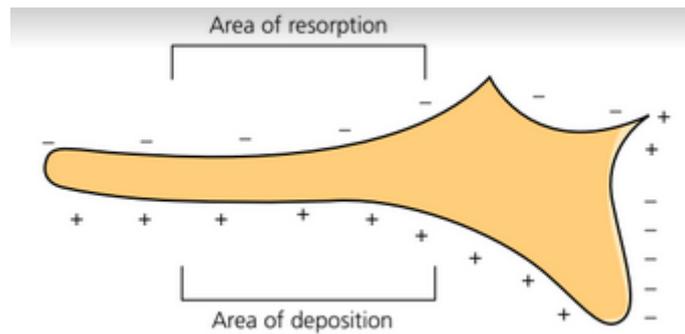
Aparatos funcionales fijos, más apropiadamente llamado "Correctores Interarcos de Clase II en paciente no cumplidores" - han adquirido una importancia mucho mayor. Un aparato fijo está orientada a la focalización de la dentición y proporcionan las siguientes correcciones dentales: facilitar el avance mandibular eliminando interferencias dentales, y consolidación de los arcos dentales, para minimizar los efectos secundarios. Un número de aparatos funcionales fijos han ganado popularidad en los últimos años para ayudar a lograr mejores resultados en pacientes no colaboradores por ejemplo; el Aparato de Herbst y los Dispositivos Forsus resistente a la Fatiga, MARA, Jasper Jumper, Twin Force y Eureka Spring. <sup>6</sup>

## **2. BASES BIOLÓGICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA TERAPIA FUNCIONAL**

### **2.1. CRECIMIENTO DEL COMPLEJO DENTOFACIAL**

#### **2.1.1. CRECIMIENTO DEL COMPLEJO NASOMAXILAR**

El crecimiento maxilar se produce principalmente por osificación intramembranosa, con la remodelación de la superficie, lo que resulta en un descenso por desplazamiento del maxilar en un ángulo aproximadamente de 40 grados a la base craneal. El crecimiento del maxilar es complejo y puede verse afectado por alteraciones en las suturas de los maxilares. Resorción en la superficie superior y la aposición del hueso en otras superficies afectan la posición del maxilar del complejo dentoalveolar, siendo la reabsorción de la superficie anterior típico durante el crecimiento hacia abajo del hueso basal. Sin embargo, mientras que la aposición de hueso ocurre en la superficie inferior del paladar, la reabsorción ocurre en la superficie superior, lo que resulta en un desplazamiento neto hacia abajo (figura 01). <sup>9</sup>



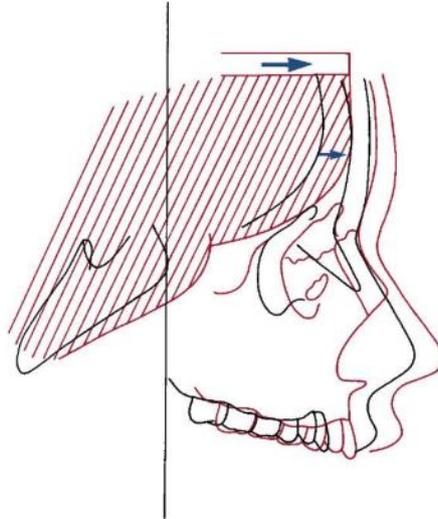
Fuente: Fleming P, Lee R. Orthodontic Functional Appliances Theory and Practice.2016<sup>9</sup>

### Figura N. °01

#### ESQUEMA DE FORMACIÓN DEL PALADAR

Resorción en la superficie superior del maxilar acompañado por deposición en la superficie del paladar conduce a un desplazamiento inferior.

La región nasomaxilar crece por dos mecanismos básicos 1).- desplazamiento pasivo como consecuencia del crecimiento de la base del cráneo, que empuja el maxilar hacia adelante y 2).- crecimiento activo de las estructuras maxilares y de la nariz, (figura 02). Dado que el empuje desde atrás decrece rápidamente cuando la sincondrosis de la base del cráneo se cierra hacia los 7 años de edad, la mayor parte de crecimiento que se produce a partir de ese momento (durante todo el tiempo que se realiza el tratamiento ortodóntico) se debe al crecimiento activo de las suturas y superficies del maxilar superior.<sup>10</sup>



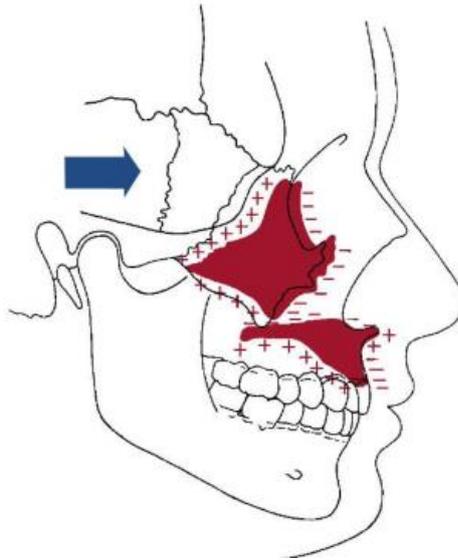
Fuente: Proffit W.R.,Fields H.W.,Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. Quinta edición. Elsevier.2013<sup>10</sup>

### **Figura N. °02**

#### **REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CRECIMIENTO MAXILAR**

Mecanismo de crecimiento del maxilar superior. Las estructuras del complejo nasomaxilar se desplazan hacia adelante al aumentar la base del cráneo y crecer los lóbulos anteriores del cerebro.

Al estudiar el crecimiento activo del maxilar se debe considerar el efecto de remodelación superficial. Los cambios superficiales pueden incrementar o mermar el crecimiento en las suturas, por aposición superficial o reabsorción, respectivamente. El maxilar crece hacia abajo y hacia adelante añadiéndose tejido óseo a la parte posterior de la zona de la tuberosidad y a las suturas posterior y superior pero al mismo tiempo se va reabsorbiendo la superficie anterior del hueso (figura 03). <sup>10</sup>



Fuente: Proffit W.R., Fields H.W., Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. Quinta edición. Elsevier. 2013<sup>10</sup>

### FIGURA N.º 03

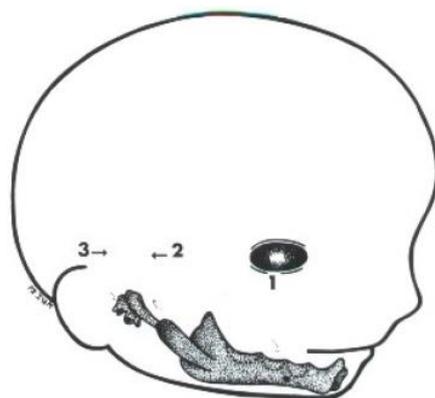
#### TENDENCIA DE CRECIMIENTO DEL MAXILAR SUPERIOR

Conforme el maxilar va moviéndose hacia abajo y adelante, se va añadiendo posteriormente tejido óseo en las suturas y en las zonas de la tuberosidad, pero al mismo tiempo la remodelación superficial va eliminando hueso de las superficies anteriores (excepto en una pequeña zona en la espina nasal anterior). Por este motivo, el movimiento hacia delante de las superficies anteriores es inferior al desplazamiento. Sin embargo, la remodelación superficial añade tejido óseo en el cielo de la boca, al tiempo que se reabsorbe del suelo de la nariz. Por tanto el movimiento descendente total de la bóveda palatina es superior al desplazamiento.

Por esta razón la distancia que el cuerpo del maxilar y los dientes maxilares recorren en sentido anteroinferior durante el crecimiento supera en un 25% al movimiento anterior de la superficie anterior del maxilar. Esta tendencia de la remodelación superficial a ocultar el grado de reubicación de los maxilares todavía es más llamativa si consideramos la rotación del maxilar durante el crecimiento. Las estructuras nasales experimentan el mismo desplazamiento que el resto del maxilar. Sin embargo, la nariz crece más rápido que el resto de la cara, sobre todo durante el estirón puberal. <sup>10</sup>

## 2.1.2. CRECIMIENTO DE LA MANDÍBULA

La mandíbula es un hueso de origen membranoso que se desarrolla lateralmente al cartílago de Meckel, componente cartilaginosa del primer arco branquial. Al pasar el tiempo, este cartílago regresa y desaparece, con excepción de dos pequeños fragmentos, en sus extremidades dorsales, que formaran los huesos yunque y martillo (figura 04). Secundariamente en la región del cóndilo, apófisis coronoides y probablemente también ángulo mandibular, se forma tejido cartilaginosa, cuya osificación ejerce un papel muy importante en el crecimiento mandibular. Por tanto la proliferación del tejido cartilaginosa de la cabeza de la mandíbula (crecimiento de tipo cartilaginosa), la aposición y resorción superficial en el cuerpo y rama ascendente (crecimiento de tipo membranosa), constituyen el complejo mecanismo de crecimiento de este hueso. <sup>11</sup>



Fuente: Vellini F.F. Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica. 2da Edición. Artes Médicas.2004<sup>11</sup>

**Figura N.º04**

### **REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA MANDÍBULA**

Representación esquemática de la mandíbula ( hueso de origen membranosa) formándose lateralmente el cartílago de Meckel 2, que al regresar da origen al yunque y martillo. 3, huesecillos del oído.

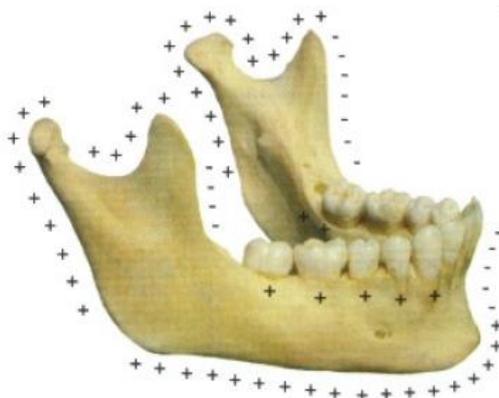
Algunos autores consideran que el cóndilo es el principal centro de crecimiento mandibular, por que en esa área existe un cartílago hialino que “genera” hueso de forma similar al cartílago de crecimiento de los huesos largos (crecimiento intersticial); este cartílago hialino está recubierto por una gruesa capa de tejido conjuntivo fibroso, que a su vez favorece el crecimiento por aposición. <sup>11</sup> Weinmann y Sicher creen que el cóndilo es el principal centro de crecimiento mandibular,

discordando de la opinión de Moss, para quién el cóndilo no es factor primario, sino un área de ajuste secundario en el desarrollo de este hueso. Además del cóndilo, debemos considerar como áreas de crecimiento por aposición ósea en la mandíbula:

**Áreas de aposición;** Cóndilo, borde posterior de la rama ascendente, Proceso Alveolar, borde Inferior del cuerpo, escotadura sigmoidea, apófisis coronoides, mentón.

**Áreas de resorción;** Borde anterior de la rama ascendente, región supramentoniana.

Hay evidentemente un crecimiento óseo periostal (aposición y resorción) en las superficies de este hueso, remodelándolo y provocando los movimientos de desplazamiento primario y secundario. De forma similar a lo que ocurre con la maxila, en la mandíbula ocurre intenso crecimiento en el borde posterior de la rama ascendente, lo que permite que haya espacio para la erupción de los molares permanentes (figura 05). Con referencia al aumento de anchura de este hueso, los estudios demostraron que cambia muy poco después del sexto año de vida. Según Graber, la aposición ósea en la región mentoniana en el hombre puede extenderse hasta la edad de 23 años, siendo menos evidente y precoz en la mujer. <sup>11</sup>



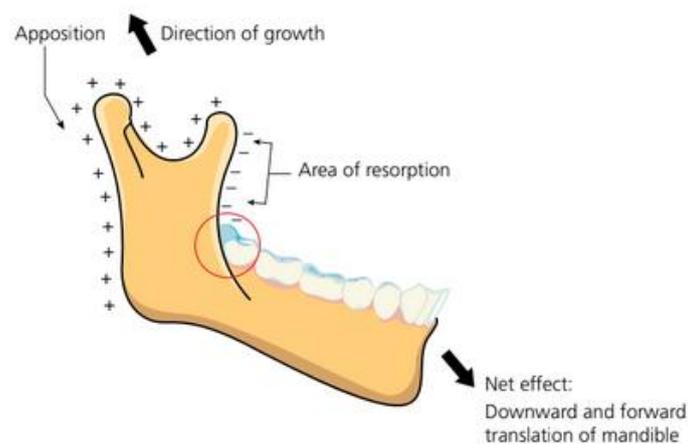
Fuente: Vellini F.F. Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica. 2da Edición. Artes Médicas.2004<sup>11</sup>

**Figura N. °05**

### **ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA MANDÍBULA**

Esquema que representa las áreas de aposición (+) y resorción (-) óseas de la mandíbula.

Los estudios de implantes de tantalio de Björk y Skieller demostraron que el crecimiento mandibular en niños y adolescentes ocurre principalmente como consecuencia de un aumento en la longitud condilar en una dirección superior debido a la osificación endocondral. En otras partes, el crecimiento mandibular es producto de la aposición superficial y remodelación. El crecimiento aposicional no ocurre anteriormente en el mentón, con el crecimiento del mentón expresado principalmente en el aspecto lateral. El crecimiento mandibular se manifiesta de otra manera como remodelación del alvéolo y de las áreas del hueso con la fijación muscular. El crecimiento de la rama ascendente ocurre Posteriormente principalmente, con reabsorción en la cara anterior (figura 06) .<sup>9</sup>



Fuente: Fleming P, Lee R. Orthodontic Functional Appliances Theory and Practice.2016<sup>9</sup>

**Figura N.º 06**

### **REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CRECIMIENTO MANDIBULAR**

El crecimiento mandibular se produce a través del crecimiento condilar en una zona posterior y una dirección superior que da como resultado un desplazamiento hacia abajo y adelante. Resorción en la superficie anterior de la rama ascendente combinada con la aposición en la superficie posterior conduce al movimiento hacia adelante de la rama.

Nuestros actuales conocimientos en la medida en que la mandíbula rota y los cambios durante el crecimiento principalmente deriva desde el clásico de los estudios longitudinales que se basan en la serie de dos dimensiones (2D) radiografías cefalométricas oseas superpuesta sobre marcadores. No obstante, este enfoque tiene dudosa exactitud, es propenso a errores de medición, y la información obtenida es limitada por la naturaleza 2D de la imagen. El método más fiable para evaluar el crecimiento mandibular se basa en la utilización de implantes

subperiostales- como marcadores fiduciales. La introducción de tres dimensiones (3D) de imágenes radiográficas con cono- beam tomografía computarizada (CBCT) permite ahora el análisis cualitativo y cuantitativo de la remodelación ósea que no podría intentarse con radiografías 2D estándar, que permite a los investigadores a reexaminar los conceptos originales de crecimiento.<sup>12</sup>

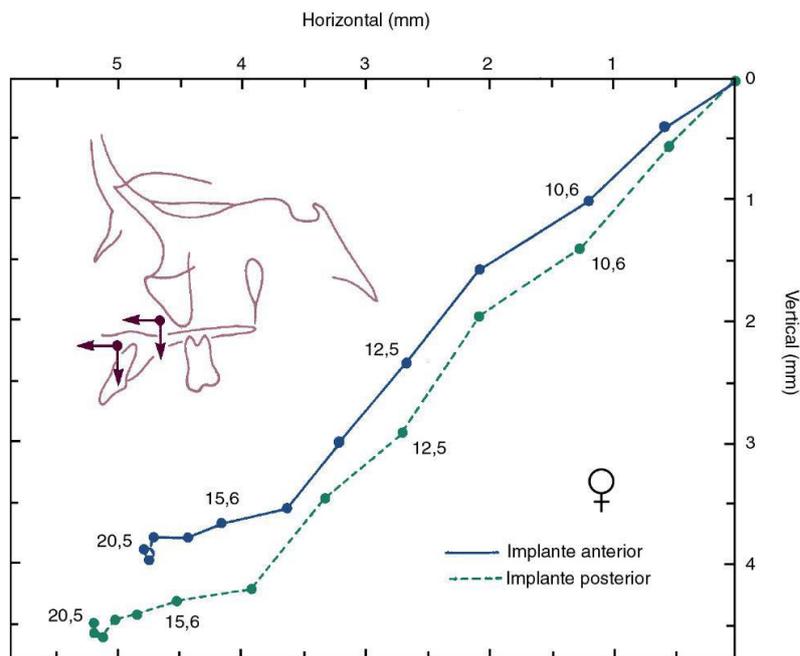
Kim I.,Oliveira ME. Evaluaron los cambios morfológicos 3D que ocurren durante el crecimiento en una mandíbula de conejo. Utilizando Las imágenes tomográficas computarizadas con haz de cono (CBCT) se hicieron de dos conejos blancos de Nueva Zelanda, al inicio del estudio y ocho semanas después de la implantación quirúrgica de esferas metálicas de 1 mm de diámetro como marcadores fiduciales. Las imágenes CBCT se segmentaron y registraron en 3D (Superposición de implantes) La superposición basada en implantes mostró que la mayoría de las remodelaciones ocurrían en la rama mandibular, con aposición ósea posterior y crecimiento vertical en el cóndilo. <sup>12</sup>

La mandíbula no está directamente unida al cráneo, pero más bien mantenida en posición por los músculos, ligamentos y tendones, con la cabeza condilar de la mandíbula que se coloca en la fosa glenoidea dentro del hueso temporal. La articulación sinovial entre el cóndilo y el hueso temporal se clasifica como articulación ginglymoartroïdal, como un ginglymus (bisagra) y existe un elemento artroïde (deslizante) que permite el movimiento necesario de apertura mandibular y movimientos excursivos durante la función. Los cambios en la posición de las fosas glenoideas tendrían efectos consecuentes en la posición de la mandíbula. <sup>9</sup>

### **2.1.3. CRONOLOGÍA DEL AUMENTO DE ANCHURA, LONGITUD Y ALTURA**

El crecimiento maxilar y de la mandíbula se “completa”, siguiendo una secuencia definida en los tres planos del espacio. Primero se completa el crecimiento en anchura, a continuación el crecimiento en longitud y por último el crecimiento en altura. El ensanchamiento de ambos maxilares incluidos ambos arcos dentales, tiende a completarse antes del estirón puberal y se ve escasa o nualmente afectado por los cambios del crecimiento de la adolescencia, por ejemplo la anchura intercanina suele disminuir más que aumentar después de los 12 años de edad. No

obstante, existe una excepción parcial a esta regla, al crecer longitudinalmente el maxilar y la mandíbula en sentido posterior, también aumenta en anchura. En el caso del maxilar aumenta fundamentalmente la anchura de los segundos molares en la región de la tuberosidad. En el caso de la mandíbula aumenta ligeramente la anchura a nivel molar y bicondilar hasta el final del crecimiento longitudinal. La anchura anterior de la mandíbula se estabiliza antes. Ambos maxilares siguen creciendo en longitud a lo largo del periodo puberal. En las chicas, el crecimiento longitudinal de los maxilares casi ha cesado a la edad de 14-15 años, por término medio (con más exactitud, unos 2 o 3 años tras la menarquía) y después tiende a crecer algo más, casi directamente hacia adelante. El crecimiento vertical de la cara, sobre todo en la mandíbula, se prolonga en ambos sexos más que el crecimiento longitudinal. Luego tiende a crecer algo más, casi directamente a delante (fig.07). El aumento de la altura facial y la erupción concomitante de los dientes prosiguen durante toda la vida, pero el declive hasta alcanzar el nivel adulto (que para el crecimiento vertical es sorprendentemente elevado) solo llega hasta los veinte pocos años más en los chicos y un poco antes en las chicas. <sup>10</sup>



Fuente: Proffit W.R., Fields H.W., Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. Quinta edición. Elsevier. 2013<sup>10</sup>

**Figura N. °07**

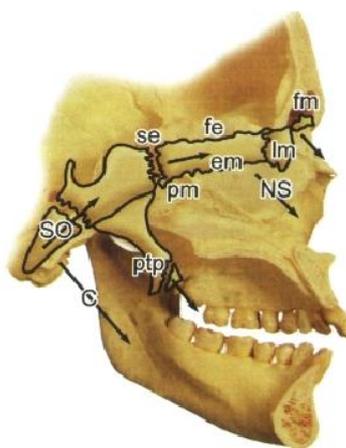
**TRAYECTORIA DE MEDIAS DE CRECIMIENTO**

Trayectorias medias de crecimiento de unos implantes superiores anteriores y posteriores en relación con la base del cráneo. Se han representado las dos gráficas, con sus puntos de origen superpuestos, para facilitar la comparación. Se aprecia que el implante

posterior descende y avanza más que el anterior, y que el crecimiento continúa hasta el final de la adolescencia a un ritmo más lento. (Por cortesía del Dr. B. Solow.)

#### 2.1.4. TENDENCIAS DE CRECIMIENTO FACIAL

La variación en la dirección de crecimiento facial fueron analizadas por la cefalometría, por superposiciones sucesivas, e indica un crecimiento orientado hacia abajo y adelante (figura 08). Esta tendencia es el resultado del crecimiento de la maxila y la mandíbula en dirección posterior con la correspondiente deposición del hueso en el sentido anterior. Los huesos faciales pueden tener diferentes velocidades y direcciones de crecimiento, provocando desequilibrios faciales y oclusales. El fenómeno rotatorio, que orienta el desplazamiento de la mandíbula en sentido horario (desfavorable al tratamiento de ortodoncia) o antihorario (favorable), es un ejemplo de este caso. <sup>11</sup>



Fuente: Vellini F.F. Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica. 2da Edición. Artes Médicas.2004<sup>11</sup>

**Figura N.º 08**

#### **ESQUEMA DE DIRECCIÓN DE CRECIMIENTO DEL COMPLEJO FACIAL**

La resultante final de crecimiento facial tiene orientación anterior e inferior. Sincondrosis esenooccipital SO, esenoetmoidal SE, dirección de crecimiento mandibular C, del tabique nasal NS, sutura cigomaticomaxilar ZM, pterigopalatino ptp, palatamaxilar pm, maxietmoidal em, lacrimomaxilar Im, frontomaxilar fm y frontoetmoidal fe.

La mandíbula sigue creciendo a un ritmo relativamente constante antes de la pubertad (Tabla 01)

**Tabla N.º 01**  
**CAMBIOS DE LA LONGITUD MANDIBULAR**

Años	AUMENTO DE LA LONGITUD DEL CUERPO (mm) (GONIÓN-POGONIÓN)		AUMENTO DE LA ALTURA DEL CUERPO (mm) (CÓNDILO-GONIÓN)	
	Chicos	Chicas	Chicos	Chicas
7	2,8	1,7	0,8	1,2
8	1,7	2,5	1,4	1,4
9	1,9	1,1	1,5	0,3
10	2	2,5	1,2	0,7
11	2,2	1,7	1,8	0,9
12	1,3	0,8	1,4	2,2
13	2	1,8	2,2	0,5
14	2,5	1,1	2,2	1,7
15	1,6	1,1	1,1	2,3
16	2,3	1	3,4	1,6

Fuente: Proffit W.R., Fields H.W., Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. Quinta edición. Elsevier. 2013<sup>10</sup>

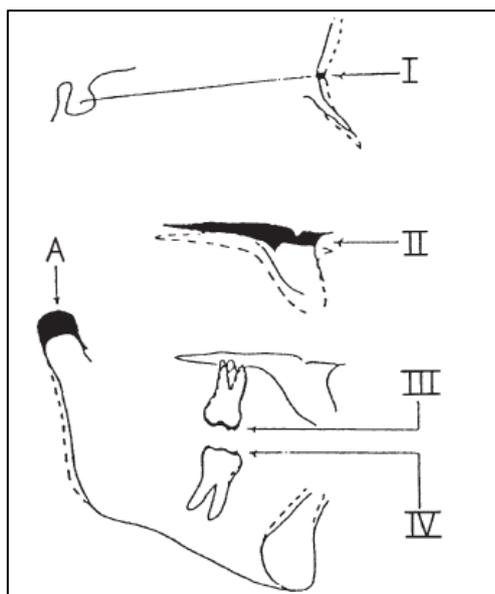
La altura de la rama mandibular aumenta por término medio 1-2 mm anuales y el cuerpo se alarga 2-3mm durante el mismo periodo. Una característica del crecimiento mandibular es la acentuación de la prominencia mentoniana. Hubo un tiempo en el que se pensaba que este fenómeno se debía fundamentalmente a la adición de tejido óseo del mentón, pero es un concepto equivocado. Aunque se añaden pequeñas cantidades de hueso, el cambio en el perfil mentoniano se debe fundamentalmente a que la zona que se encuentra justo por encima de la barbilla, entre esta última y el proceso alveolar, es una zona de reabsorción. El aumento de la prominencia mentoniana durante la maduración de debe a una combinación entre el desplazamiento anterior de la barbilla, como parte de patrón general de crecimiento de la mandíbula, y la reabsorción por encima de la misma que modifica los contornos óseos.

Una fuente importante de variabilidad en el crecimiento anterior de la barbilla son los cambios que produce el crecimiento de la fosa glenoidea. Si la zona del hueso temporal a la que se fija la mandíbula se desplaza hacia adelante en relación a la base craneal durante el crecimiento, la mandíbula se vería desplazada hacia delante de la misma forma que el crecimiento de la base del cráneo desplaza al maxilar sobre la mandíbula. Sin embargo, esto rara vez sucede. Por lo general el

punto de fijación se mueve directamente hacia debajo de forma que no existe desplazamiento anteroposterior de la mandíbula, aunque a veces se mueve hacia atrás oponiéndose a la proyección anterior del mentón en vez de añadirse a la misma.<sup>10</sup>

#### **2.1.4. ROTACIÓN MANDIBULAR**

La rotación primaria, también denominada rotación intramatricial o rotación morfogénica, es la rotación entre el cuerpo y la rama mandibular. Ésta es anterior cuando el cuerpo rota hacia arriba con respecto a la línea mandibular y posterior cuando desciende. Estas dos rotaciones opuestas generan una serie de remodelados que dan lugar a morfologías mandibulares diferentes. En la rotación secundaria, también descrita como rotación matricial o rotación posicional, toda la mandíbula rota teniendo como eje a los cóndilos. No genera ningún remodelado óseo y depende del desarrollo de otros huesos. Es anterior cuando la mandíbula rota hacia arriba y adelante y posterior cuando rota hacia abajo y atrás con respecto a la base craneal anterior. La rotación total de la mandíbula es la suma de las rotaciones primaria y secundaria que sufre la mandíbula durante un período determinado del crecimiento. El descenso del complejo maxilar superior desplaza a la parte anterior de la mandíbula, portadora de dientes, mientras que el crecimiento condíleo y el descenso de las fosas articulares desplaza su parte posterior. Si las magnitudes de descenso de las partes anterior y posterior no son iguales, el desplazamiento mandibular contendrá un componente de rotación. Enlow sostiene que el desplazamiento secundario está causado por el incremento de otros huesos. Recopilando enseñanzas de algunos autores tenemos a Shudy que ya en 1964 habla de una relación entre el crecimiento vertical anterior y posterior de la cara. Dice que cuando hay un desequilibrio entre el crecimiento vertical anterior y posterior hay un desplazamiento de la mandíbula (figura 09). El crecimiento vertical anterior está representado por crecimiento entre Nasion y ENA (espina nasal anterior), crecimiento vertical del hueso maxilar superior, crecimiento del proceso alveolar superior y crecimiento del proceso alveolar inferior. El crecimiento vertical posterior está representado por el crecimiento del cóndilo, al que hay que añadirle el descenso de la parte posterior de la fosa mandibular.<sup>13</sup>



Luckows S y cols. La mandíbula: su rotación durante el crecimiento. Una Revisión Bibliográfica(II) .  
 Ortodoncia Española.2000;40(2):51-60.<sup>13</sup>

Figura N.º 09

## RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO VERTICAL ANTERIOR Y POSTERIOR DE LA CARA

Según Schudy, en un crecimiento facial armónico hay un balance entre el incremento A y los incrementos I, II, III y IV

### 2.1.6. SIGNIFICADO DEL ENTENDIMIENTO DEL CRECIMIENTO CRANEOFACIAL PARA ORTODONCIA

Para mayor efectividad clínica, es esencial que los ortodoncistas comprendan el crecimiento-desarrollo y los potenciales de adaptación de las estructuras craneofaciales, junto con la biomecánica de ortodoncia, conocimiento de cómo se desarrolla y crece el complejo craneofacial proporciona la base para comprender la etiología de las diferentes maloclusiones dentales y esqueléticas, de esta forma plantear todos los posibles enfoques de tratamiento, y cómo se espera la respuesta de los pacientes después del tratamiento. Maloclusión clase II, que es la predominante forma de maloclusión esquelética, producido principalmente por la mandíbula. Estos individuos son a menudo retrognáticos debido a una verdadera rotación delantera limitada de la mandíbula, que a su vez se relaciona con el desplazamiento deficiente del crecimiento postero inferior de la mandíbula y / o desplazamiento inferior excesivo de la cara anterior de la mandíbula. El conocimiento del crecimiento también es importante porque, siempre que sea

posible, los ortodoncistas deberían tratar de imitar el crecimiento al planificar tratamiento. Una comprensión del crecimiento proporciona límites biológicos dentro de los cuales se pueden realizar los tratamientos. El viscerocraneo está compuesto casi completamente de hueso intramembranoso y es predominantemente bajo control epigenético y ambiental, está programado para adaptarse. El sistema biológico no puede distinguir entre las tensiones impuestas por el ortodoncista y aquellos impuestos durante el crecimiento normal; simplemente responde dependiendo de su potencial de crecimiento. Individuos que exhiben buenos patrones de crecimiento tienden a ser verdaderos rotadores hacia adelante con cóndilos que crecen en una dirección más anterior. En base a este conocimiento, a los pacientes retrognatánticos hiperdivergentes se les atenderá con mejor conocimiento, que se centran en la rotación de la mandíbula en lugar de estimular o redirigir el crecimiento condilar en dirección posterior. Finalmente, una comprensión del crecimiento hace posible estimar los cambios morfológicos que se podría esperar que ocurran durante y después del tratamiento de ortodoncia.<sup>14</sup>

### **3. MALOCLUSIÓN**

La maloclusión es el resultado de las anomalías morfológicas y funcionales de los tejidos blandos, maxilares, articulaciones temporomandibulares y dientes.<sup>15</sup> Wylie (1947) define la maloclusión como una relación alternativa de partes desproporcionadas. Estas alteraciones pueden afectar a cuatro sistemas simultáneamente: dientes, huesos, músculos y nervios. Algunos casos se presentan con irregularidades solo en la posición de los dientes, otros pueden presentar dientes alineados o bien posicionados, existiendo sin embargo, una relación basal anormal, algunos autores utilizan el término displasia para identificar estas anomalías. De esta forma las maloclusiones pueden ser displasias dentarias, esqueléticas y dentoesqueléticas.<sup>11</sup>

#### **3.1. CLASIFICACIÓN DE ANGLE**

**A.- Maloclusión de Clase I:** Se encuentra la relación anteroposterior normal de los primeros molares permanentes. La cúspide mesiovestibular del primer molar superior está en el mismo plano que el surco vestibular del primer molar inferior.

Siendo las relaciones sagitales normales. La mala oclusión consiste en las malposiciones individuales de los dientes, la anomalía en las relaciones verticales, transversales o la desviación sagital de los incisivos.

**B.- Maloclusión de Clase II:** Relación sagital anormal de los primeros molares: el surco vestibular del molar permanente inferior está por distal de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior. Toda la arcada maxilar está adelante o la arcada mandibular está retruida respecto a la superior. En general, los pacientes clasificados en este grupo presentan perfil facial convexo. Dentro de la Clase II se distinguen dos tipos de divisiones:

**-Clase II división 1:** Los incisivos están protruídos con resalte aumentado. <sup>15</sup>Son frecuentes en estos pacientes los problemas de desequilibrio de la musculatura facial, causado por el distanciamiento vestibulolingual entre los incisivos superiores y los inferiores. Este desajuste anteroposterior es llamado resalte u “overjet”. El perfil facial de estos pacientes es, en general convexo, podemos encontrar asociado a ello.

-Mordida Profunda: ya que el contacto oclusal de los incisivos está alterado por el resalte, estos suelen extruirse profundizándose la mordida;

-Mordida abierta: presente en los pacientes que poseen hábitos inadecuados, ya sea debido a la interposición de la lengua, a la succión digital o al chupón (chupete)

-Problemas de espacio: Falta o exceso de espacio de arco;

-Cruzamiento de mordida: en los casos con resalte, la lengua tiende a proyectarse anteriormente durante las funciones de deglución y fonación, manteniéndose asentada en el piso bucal (al contrario de tocar el paladar duro) durante el reposo. Este equilibrio favorece la palatinización de los premolares y molares superiores, pudiendo generar mordidas cruzadas.

-Malposiciones dentarias individuales

En algunos casos, la relación molar Clase II ocurre solamente en uno de los lados. En estos casos decimos que estamos en Clase II división 1, subdivisión derecha, (cuando la relación molar de Clase II estuviera en el lado derecho).

**-Clase II división 2:** Los incisivos centrales superiores están retroinclinados y los incisivos laterales protruídos, existe una disminución del resalte y un aumento de la

sobremordida incisiva. Los perfiles faciales más comunes a esta maloclusión son el perfil recto y levemente convexo, asociado respectivamente a la musculatura equilibrada, o está con una leve alteración. <sup>11</sup>

**C.- Maloclusión de Clase III:** El surco vestibular del primer molar inferior está por mesial de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior. La arcada dentaria mandibular está adelantada o el maxilar está retruído con respecto al antagonista. La relación incisiva generalmente está invertida con los incisivos superiores ocluyendo por lingual de los inferiores. <sup>16</sup>

Muchos esfuerzos fueron realizados en la literatura después de Angle, específicamente para definir grupos de maloclusión con características semejantes en diferentes tipos, debido a la gran variabilidad morfológica de la cara humana. La investigación de Moyers (1980), tal vez fue la que más se aproximó a este objetivo, definiendo que clase II es una definición muy subjetiva. En el plano horizontal Moyers describió seis tipos identificados por las letras A, B, C, D, E, F.

- A.- Caracterizado por tener un perfil esquelético equilibrado, el plano oclusal normal, así como la relación anteroposterior de los maxilares. Los dientes inferiores se localizan normalmente en su base ósea mientras que los superiores están protruídos, generando overjet y overbite.
- B.- Presenta un perfil excesivamente convexo, debido a la prominencia de la cara media, asociado a la mandíbula de tamaño y relación anteroposterior normales.
- C.- Caracterizado por una craneal plana, maxilar y mandíbula retroposicionados, los incisivos inferiores vestibularizados y los superiores verticales o vestibularizados.
- D.- Perfil bastante convexo, con la mandíbula pequeña asociado a una cara media de tamaño normal o levemente disminuída. Los incisivos inferiores se encontraban vestibularizados o inclusive inclinados lingualmente, mientras que los superiores bastante vestibularizados.
- E.- Perfil acentuadamente convexo, con una cara media sobresaliente y una mandíbula normal o hasta levemente prognática. Los incisivos generalmente están protruídos en relación a la base ósea.
- F.- Es el tipo más Heterogéneo y el mayor, con características leves de Clase II. El perfil esquelético tiende a ser menos retrognático que en los tipos B,C,D,E.

En el plano vertical fueron identificados 5 tipos:

- 1.- Presenta la altura facial anterior mucho más grande que la posterior. Los planos mandibular, oclusal y palatino están inclinados en el sentido horario, mientras que la base craneana anterior tiende a estar inclinada en el sentido opuesto. Estos casos son llamados de “cara larga”.
- 2.- Casi es una cuadrada. Los planos mandibular, oclusal y palatino son casi paralelos. El ángulo goniaco es menor y la base anterior del cráneo es plana, los incisivos son más verticalizados y resulta en una mandíbula profunda.
- 3.- El aspecto característico de este tipo es tener un plano mandibular inclinado hacia arriba y adelante, generando una predisposición a mordida abierta, Cuando el ángulo del plano mandibular está más abierto que lo normal, este tipo presenta una mordida abierta esquelética.
- 4.- Este tipo es raro, presenta los planos mandibular, oclusal funcional y palatino, todos inclinados para abajo, exponiendo encía en la sonrisa. El ángulo goniaco está relativamente abierto, los incisivos superiores están vestibularizados y los inferiores están inclinados para lingual.
- 5.- Este tipo muestra el plano palatino inclinado para abajo, mientras que los planos mandibular y oclusal funcional están normales. El ángulo goniaco es menor y el resultado es una mordida profunda esquelética, siendo diferente del tipo 2 por que los incisivos inferiores están bien vestibularizados, mientras que los superiores están casi verticalizados. <sup>17,18</sup>

La clasificación de Moyers parece teóricamente llegar bien al plan de tratamiento, facilitando la creación de protocolos específico, pero se deduce por literatura que no está siendo adoptada. No existe una explicación específica que justifique porque esta clasificación de Moyers no está siendo aplicada sistemáticamente en nuestros días. <sup>17</sup>

La prevalencia de la maloclusión varía entre diferentes poblaciones, etnias y grupos de edad. También se han observado variaciones dentro de la misma población, especialmente en lo que respecta apiñamiento y la relación sagital del arco dental. Varios enfoques de evaluación han sido defendidos en la literatura para clasificar la maloclusión. Novecientos estudiantes (453 hombres y 447 mujeres) de entre 12

y 17 años fueron examinados en las instalaciones de la escuela por un examinador en una población Libia. Las maloclusiones Clase I, comprendió el 66.5%, respectivamente de la muestra total. La tendencia de maloclusión es similar a las frecuencias observadas en otras poblaciones. La ocurrencia de maloclusión de clase II encontrado fue de ( 25.4%; 21.9% Clase II división 1 y 3.5% Clase II división 2), Observaron la maloclusión de clase III en números similares (3.7%).<sup>19</sup>

Menendez M.L. en su estudio : Clasificación de la Maloclusión en el Perú (análisis de 27 trabajos de Investigación) en diversos departamentos, donde los promedios de 16.99% corresponde a la oclusión normal, le sigue en secuencia la maloclusión de Clase I con 62.95%, la maloclusión Clase II con 16.27% y la maloclusión Clase III con un 6.63%.<sup>20</sup>

Las maloclusiones de clase II presentan una relación importante y común desafío para los ortodoncistas. Basado en un overjet mayor más de 4 mm. Los datos de la Tercera encuesta de Examen Nacional de Salud y Nutrición (NHANES III) indicaron una Prevalencia del 11% de maloclusión Clase II en la población de los EE. UU. Se ha informado que esta maloclusión representa del 20% al 30% de todos los pacientes de ortodoncia. Setenta y cinco por ciento de los pacientes de Clase II exhiben una posición retrusiva de la barbilla. Una vez que el patrón de esqueleto Clase II ha sido establecido, permanece como tal durante los años de crecimiento y en adelante.<sup>21</sup>

### **3.2 MALOCLUSIÓN DE CLASE II**

La maloclusión de Clase II fue descrita al comienzo del siglo XX por Angle, involucrando una displasia anteroposterior caracterizada por un desarrollo mandibular menor con relación al maxilar, en la dirección anteroposterior. En esta clasificación los dientes maxilares fueron considerados especialmente estables en la base ósea del maxilar, lo que transfería a la arcada inferior y principalmente al hueso mandibular, la responsabilidad directa para la relación distal. De la característica de esta maloclusión lo que más llama la atención es la protrusión de los incisivos superiores que se expone entre los labios, muchas veces en la posición de reposo y siempre en la sonrisa.<sup>8,11</sup> La clase II no es una entidad diagnóstica

única, sino más bien el resultado de componentes esqueléticos y dentoalveolares. Mc Namara encontró que, en sujetos en dentición mixta de Clase II antes del tratamiento, la retrusión mandibular esquelética era la característica más común en esta Clase. <sup>14</sup>

### **3.2.1. Estrategias de Tratamiento de Clase II disponible**

La Maloclusión Clase II puede manejarse de tres diversas maneras; con extracciones y sin extracciones, con la distalización de los dientes maxilares en Clase I y cirugía Ortognática que pueden combinarse con o sin extracción de los dientes, los factores que influyen en la elección del tratamiento son; la severidad de la maloclusión y la edad del paciente. <sup>8</sup> Después de un diagnóstico correcto y adecuado, el régimen de tratamiento apropiado puede ser seleccionado. Los enfoques más frecuentes de tratamiento en pacientes en crecimiento:

-Distalización maxilar-Molar.- en pacientes con un posicionamiento hacia delante de la dentición maxilar.

-Tracción extraoral

-Mejora mandibular: Ortopedia Funcional Mandibular.

El problema de Clase II indica que muchas veces tienen un fuerte componente transversal que deberá ser solucionado con una RME (Expansión Rápida del maxilar).<sup>14</sup>

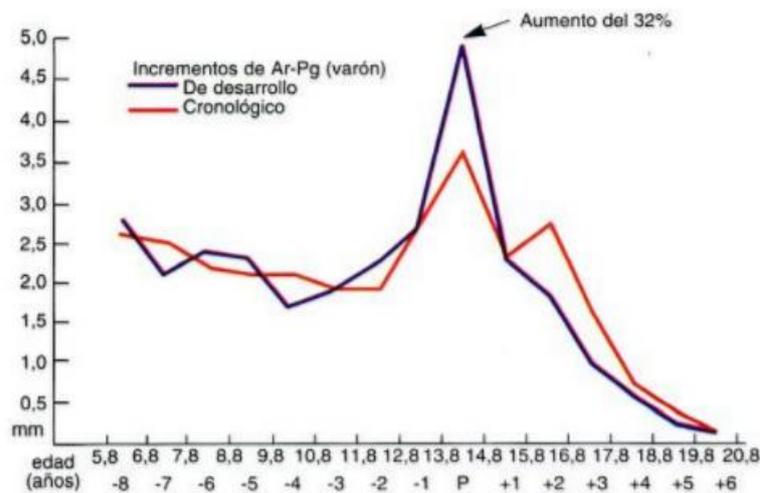
La maloclusión con deficiencia mandibular ha sido tratada durante más de un siglo con diferentes tipos de aparatos funcionales, la selección de los aparatos pueden variar en; aparatos funcionales extraíbles y aparatos funcionales fijos, a su vez esta varía de acuerdo con la discrepancia anteroposterior establecido, la cooperación y el periodo de crecimiento del paciente. Para pacientes en crecimiento el tratamiento sin extracción con modificación del crecimiento sería la elección, efectuado con los aparatos funcionales fijos y removibles, la terapia funcional tiene como fin maximizar el potencial de crecimiento genético del individuo, guiar el crecimiento de la cara y el establecimiento de la dentición hacia un desarrollo óptimo. <sup>8</sup>

McNamara (1981) es uno de los ortodoncistas contemporáneos en manifestar que hay, en la realidad, una variedad de maloclusiones de Clase II y la selección del tratamiento debe estar orientada en la dirección a la naturaleza o etiología del

problema individual, no en función de lo que fue establecido por autores o escuelas de pensamiento pasado. La ventaja de clasificar las maloclusiones, facilita la rapidez en la identificación del aspecto clínico, sea para la comunicación entre profesionales, o sea para que el propio ortodoncista ratiocine sobre los posibles factores etiológicos del problema. <sup>11</sup>

### 3.3 CUANDO TRATAR LA CLASE II

La primera clave para corregir la Clase II está en considerar el potencial de crecimiento del paciente. El clínico se preocupa tanto como puede por predecir donde se encuentra el niño respecto de la velocidad pico (el nivel de desarrollo del niño), la magnitud y la dirección de crecimiento. (figura 10)



Fuente: Proffit W.R., Fields H.W., Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. 5ta. Elsevier. 2013<sup>10</sup>

**Figura. N°10**

#### MAGNITUDES Y DIRECCIÓN DE CRECIMIENTO

Los incrementos de crecimiento basados en la edad cronológica (línea roja) son peores predictores que los basados en la edad de desarrollo (línea azul). Nótese que la edad de desarrollo predice más crecimiento mandibular durante la pubertad.

La figura demuestra que usar la edad de desarrollo en vez de la edad cronológica ofrece una medida mejor en cuanto al pronóstico de los aumentos por crecimiento que pueda anticiparse durante la velocidad pico. Los estándares basados sólo en la edad cronológica puede resultar engañosa. Como los pacientes presentan maduración temprana, promedio o tardía, cuando se les promedia. La curva de

crecimiento tiende a aplanarse y no refleja algunos de los destacados incrementos del crecimiento que ocurren, en especial, alrededor de la pubertad. <sup>10</sup>

Es importante evaluar la maduración esquelética en el tratamiento de Ortodoncia. Se ha demostrado que las etapas de maduración cervical y mano-muñeca están correlacionadas con los cambios de crecimiento esquelético durante la pubertad. Las vértebras cervicales tienen 6 fases de maduración mientras que la falange medial del tercer dedo tienen 5 etapas; una versión modificada tiene 6 etapas. Ozer T, et al, determinaron en su estudio que las 6 etapas de falange medial modificada se correlacionaron con las 6 etapas de maduración de las vértebras cervicales, debido a que las vértebras cervicales es un indicador de maduración confiable, la falange medial del tercer dedo puede usarse en su lugar para evaluar la maduración esquelética de un sujeto. <sup>22</sup>

Las consideraciones acerca del crecimiento constituyen, quizás, los factores más importantes al planificar el tratamiento de un paciente de Clase II cuando se reconoce que los cambios más notables en la corrección posiblemente puedan atribuirse al crecimiento y no al desplazamiento de dientes. Más allá del crecimiento intrínseco del paciente, es posible predecir algunos efectos ortopédicos pequeños, tanto en magnitud como en cronología; sin embargo, es necesario ser cuidadosos en no atribuir estos cambios a un subproducto ortopédicos de los aparatos. Aun cuando es posible producir algunos de estos pequeños efectos ortopédicos, estos pueden perderse con el tiempo. Para citar al poeta romano Horacio: “Usted podrá lanzar al aire la naturaleza con una horquilla, pero pronto volverá a caer”. <sup>10</sup>

#### **4.- TRATAMIENTO FUNCIONAL**

Aparatos funcionales han sido utilizados por más de un siglo en el manejo de la maloclusión Clase II está probado para producir una combinación de efectos esquelético y dental durante la fase de tratamiento para reducir eficazmente la sobremordida horizontal durante la etapa de crecimiento de los pacientes. Existen marcadas diferencias en la elección concreta del tipo de aparato funcional, internacionalmente como por ejemplo, el Herbst entre Estados Unidos y el continente

Europeo, es el más popular para ortodoncistas y la Twin Block más frecuente en el Reino Unido.<sup>23</sup>

La decisión sobre cuál es la técnica más efectiva para usar, en el tratamiento de pacientes en crecimiento con maloclusiones Clase II esqueléticas y dentales durante mucho tiempo viene siendo fuente de considerable debate en el literatura de ortodoncia. Cuatro métodos comúnmente utilizados para la corrección de Clase II incluyen terapia de extracción selectiva, ortopedia fuerzas entregadas con arcos de tracción extraoral, ortopedia funcional mandibular utilizando aparatos funcionales, y más recientemente, distalización molar con o sin dispositivos de anclaje temporal. Puede ser manejado con un enfoque en una o dos fases. Los factores que pueden influenciar en las opciones del tratamiento incluyen la severidad de la maloclusión de Clase II y la edad del paciente. Para el paciente en crecimiento la no extracción con la modificación del crecimiento puede ser el tratamiento de elección. La modificación del crecimiento es llevada a cabo usualmente por los aparatos funcionales, removibles o fijos.<sup>8,9</sup>

El término aparato funcional se refiere a un aparato extraíble o aparato fijo diseñado para alterar la posición sagital y vertical de la mandíbula, lo que resulta en cambios ortodónticos y ortopédicos en las mandíbulas. A pesar de su larga historia, los aparatos funcionales continúan siendo controvertidos en su uso, efectividad y modo de acción. Los defensores de los aparatos funcionales citan estimulación del crecimiento mandibular causado por el avance posicionamiento de la mandíbula. Estudios histológicos en animales de laboratorio han demostrado consistentemente un significativo aumento en la actividad celular cuando la mandíbula es hiperpropulsada, y se ha especulado que se puede producir un efecto similar en los humanos, ayudando así a la corrección de las maloclusiones Clase II. Sin embargo, algunos investigadores no están de acuerdo con estos hallazgos, alegando que los cambios pueden ser solo los esperados con crecimiento normal o terapia de ortodoncia convencional. Varios investigadores han propuesto que la corrección de la Clase II observada con aparatos funcionales fue causado por un efecto headgear que restringe el crecimiento maxilar junto con una combinación de cambios dentales, como la retroclinación de los incisivos superiores y proclinación de los incisivos mandibulares. Remodelación anterior de la fosa glenoidea y espontánea desplazamiento anterior mandibular que ocurre después de la

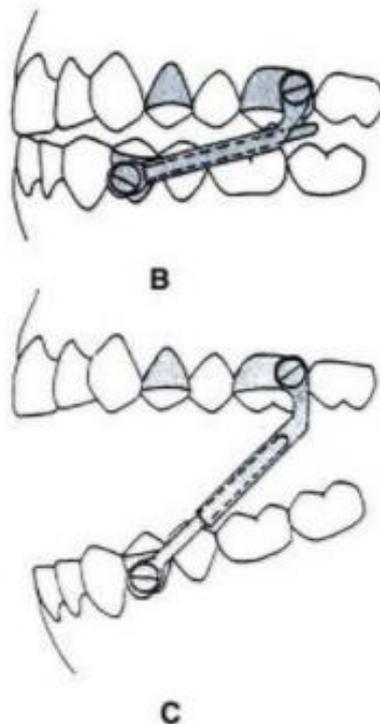
eliminación del tratamiento funcional también se ha mencionado como contribuyentes a la corrección de clase II.<sup>21</sup>

#### **4.1 APARATOS FUNCIONALES FIJOS**

Los aparatos funcionales fijos pueden clasificarse en tres grupos: Fijo rígido, Fijo flexible y fijo Híbrido. El aparato funcional fijo más utilizado e históricamente prominente es el Herbst.<sup>8,9</sup> . Un dispositivo funcional es generalmente uno que involucra a ambos arcos y actúa principalmente manteniendo la mandíbula lejos de su posición de reposo normal. Un aparato funcional también se puede describir como uno destinado a modificar el crecimiento, pero dado que los ensayos clínicos prospectivos han encontrado que esa aceleración inicial del crecimiento se disipa con el tiempo, tal vez lo más apropiado sea la descripción de correctores de Clase II fijos.<sup>9</sup> La principal diferencia entre fijos, extraíbles y dispositivos funcional fijo es la preferencia sobre el cumplimiento, mientras el uso de tiempo completo está garantizada con el uso del funcional fijo. Las variante del tipo fijo; el aparato Herbst , MARA, han demostrado tener efectos tanto esquelético y dentoalveolar. Entre el grupo del tipo fijo flexible, está el Jasper Jumper. Los dispositivos funcionales fijo híbrido abarcan funciones de aparatos rígidos y flexibles con un resorte. Proporcionando la flexibilidad necesaria para el dispositivo, por ejemplo, forsus resistente a la fatiga y Twin force dispositivo corrector de mordida de fuerza y Eureka Spring. Estos aparatos pueden dar constantes fuerzas horizontales, particularmente cuando la boca está cerrada y tienen un efecto aditivo headgear. Aunque el cumplimiento es menos importante con aparatos funcionales fijos pueden ser menos indulgentes en otros aspectos, puede requerir más tiempo adicional y apoyo de laboratorio y pueden ser más susceptibles a roturas catastróficas. Sin embargo, el refinamiento de los dispositivos funcionales fijo particularmente las variantes más flexibles, ofrecen una mayor libertad en la excursión mandibular y el movimiento hacia adelante, potencialmente mejorar la comodidad del paciente.<sup>23</sup>

## A. Aparato de Herbst

Es un dispositivo fijo “saltador de la mordida”, para tratar las maloclusiones de Clase II. Está compuesto de un mecanismo telescópico fijado a las denticiones superior e inferior. El mecanismo mantiene forzada la mandíbula en posición protruida durante todo el tratamiento. Permite movimientos de apertura y cierre de la mandíbula y también cierto movimiento mandibular lateral (figura 11).<sup>24</sup>



Biomecánica de Ortodoncia Clínica, Ravindra Nanda, Editorial Médica Panamericana, Buenos aires Argentina. 2007.<sup>24</sup>

**Figura N. °11**

### **PRESENTACIÓN DEL APARATO HERBST**

La terapia con aparatología de Herbst fue introducida en 1909, en el 5to Congreso Odontológico Internacional, en Berlín, por Emil Herbst (1872-1940). Para el tratamiento de la mala oclusión de Clase II. El objetivo era posicionar hacia adelante la mandíbula, sin la cooperación del paciente, entre otras indicaciones, el aparato se utilizaba en desórdenes temporomandibulares (DTM), tales como ruidos articulares y bruxismo. En 1934, Herbst publicó en tres artículos, estudios de su experiencia a largo plazo con ese aparato. Después de esa fase, muy poco se

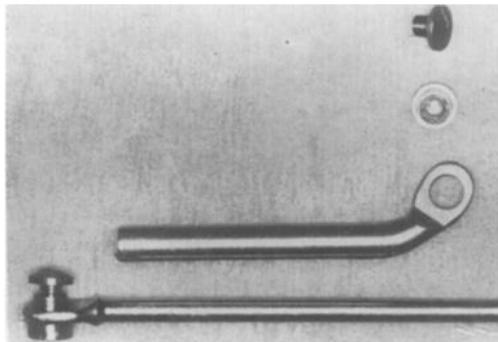
publicó sobre este método de tratamiento, hasta que fue reintroducido y popularizado por Hans Pancherz en la década de los setenta (1979).<sup>25, 26, 27</sup>

Presenta las siguientes ventajas:

- 1.- El aparato Herbst funciona las 24 horas del día
- 2.-No se requiere la cooperación del paciente
- 3.- El tiempo de tratamiento es corto de ( de 6 a 8 meses aproximadamente).<sup>27</sup>

### **Descripción del aparato de Herbst**

Cada dispositivo de telescopio consta de un tubo, un émbolo, dos pivotes y dos tornillos. El pivote para el tubo suele soldarse a la banda del primer molar permanente superior, y el pivote para el émbolo a las bandas primer premolar mandibular (figura 12).



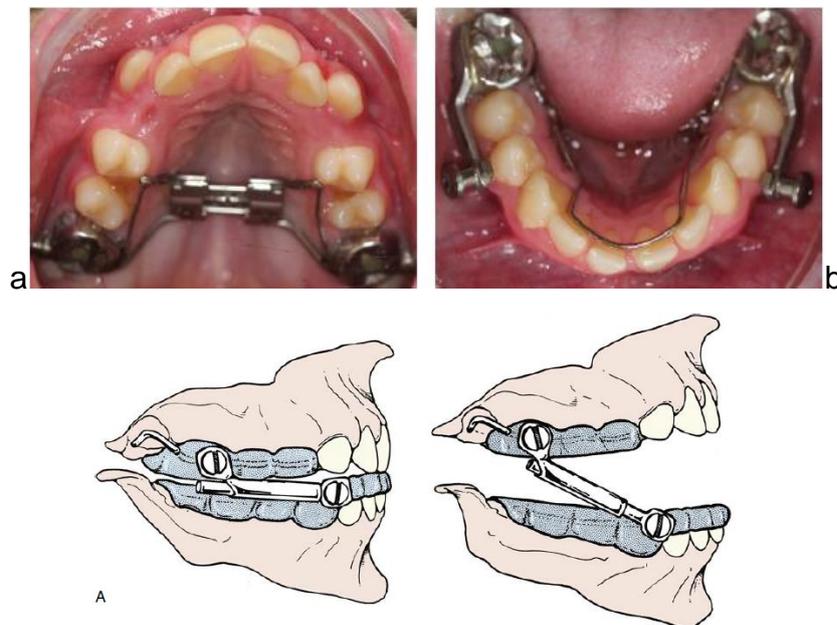
Fuente: Pancherz H. The Herbst appliance-its biologic effects and clinical use. American Journal of Orthodontics.1985;87(1):1-20<sup>27</sup>

**Figura. N° 12**

### **MECANISMO DEL TELESCOPIO HERBST DESMONTADO**

Los tornillos evitan que las piezas telescópicas se deslicen de los pivotes. La longitud del tubo determina la cantidad de mordida que salta. Por lo general, la mandíbula se retiene en una relación incisal de borde a borde. La longitud del émbolo se mantiene en un máximo para evitar que se salga del tubo cuando la boca se abre de par en par. Sin embargo, si el émbolo es demasiado largo, puede sobresalir muy por detrás del tubo y lesionar la mucosa bucal distal al primer molar permanente superior. El mecanismo permite movimientos de apertura vertical y, cuando está bien construido, también movimientos laterales de la mandíbula.<sup>27</sup>

El Aparato Herbst se puede comparar con una articulación artificial que funciona entre el maxilar y la mandíbula. Es como un telescopio bilateral anclado a los arcos superior e inferior, manteniendo la mandíbula en posición de postura anterior continua.<sup>25,27</sup> Durante todos los movimientos funcionales mandibulares, lo que resulta en cambios dentosqueléticos sagital y vertical. Clínicamente hay varias variantes del dispositivo Herbst, incluido el dispositivo Herbst con bandas y el dispositivo Herbst con férula acrílica (figura13).<sup>25</sup>



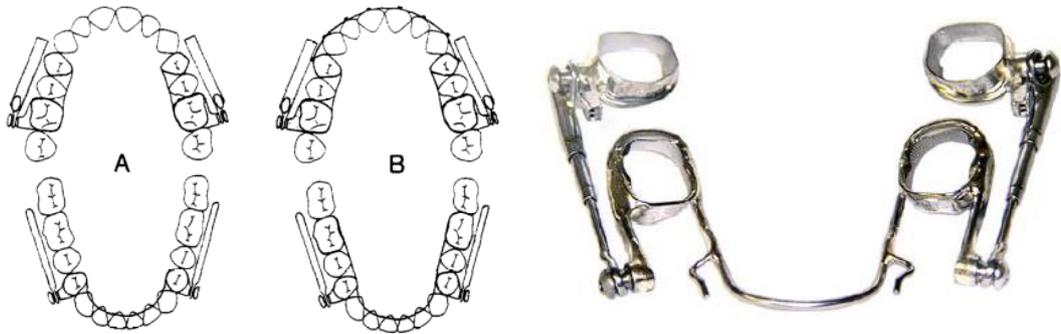
Fuente: Fleming P, Lee R. Orthodontic Functional Appliances Theory and Practice.2016<sup>9</sup>

**Figura N.º13**

### **VARIACIONES DEL DISEÑO HERBST**

El sistema de anclaje del aparato de Herbst consiste básicamente en lo siguiente: en el arco dental maxilar, los primeros premolares y los primeros molares permanentes están unidos y están interconectados a cada lado con un medio arco (1.5 x 0.75 mm) lingual o alambre de arco seccional bucal. En el arco dental mandibular, los primeros premolares están unidos por bandas y conectados con un medio arco lado lingual (1,5 x 0,75 mm) con un arco de alambre las superficies linguales de los dientes frontales. Esta forma de anclaje se llama anclaje parcial. En varios casos, este tipo de anclaje es insuficiente y, por lo tanto, se ve incrementado por la incorporación de unidades dentales adicionales: en el arco dental maxilar se liga un arco labial a brackets en los primeros premolares, caninos

e incisivos. En el arco dental mandibular, el arco del arco lingual se extiende a los primeros molares permanentes que, por lo tanto, también están unidos. Esta forma de anclaje se llama anclaje total ( figura 14).<sup>27</sup>



Fuente: Pancherz H. The Herbst appliance-its biologic effects and clinical use. American Journal of Orthodontics.1985;87(1):1-20<sup>27</sup>

**Figura. N ° 14**

### **MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL DISPOSITIVO**

Herbst con bandas brinda facilidad y precisión de ajuste, aumento mínimo en la apertura de la mordida y facilidad de extracción.

En estudios sobre los resultados a largo plazo del tratamiento con este aparato Pancherz pudo observar una recidiva importante durante el periodo inmediatamente posterior al tratamiento. Actualmente recomienda usar el aparato de Herbst para la dentición permanente precoz cuando los cambios son más localizados a la protrusión mandibular, pero no para la dentición mixta. Se necesita de la menor cooperación del paciente en comparación con los casquetes o los aparatos funcionales extraíbles. Desde siempre la rotura del aparato ha sido un inconveniente importante.<sup>10,24</sup>

Pancherz y Hagg encontraron que el crecimiento sagital en el cóndilo en pacientes tratados con dispositivo de Herbst en el punto culminante del crecimiento de la pubertad fue el doble de lo observado en pacientes tratados 3 años antes o 3 años después del punto máximo, Otros estudios han demostrado que los mayores

porcentajes de corrección molar y overjet fueron dentoalveolares en pacientes pospuberal con mayor proclividad de incisivos inferiores. <sup>24</sup>

La característica común a todos los diseños es la telescopía rígida, tubos bucales y varillas, que mantienen la mandíbula en continuo protrusión tanto en reposo como en función. Un arco lingual es usualmente incluido en el arco inferior y un arco transpalatino (TPA) es a menudo incorporado en el elemento superior, ayudando a mantener forma de arco al tiempo que limita los posibles movimientos no deseados tales como la inclinación mesial de los dientes de anclaje inferiores o el rodamiento bucal de las molares maxilares. Al igual que con otros dispositivos funcionales, ciertos casos pueden requerir la expansión del arco superior, ya que una discrepancia transversal puede producirse cuando la mandíbula está avanzada. Eso generalmente es mejor llevar a cabo la fase de expansión antes de la suma de los brazos telescópicos. Un requisito para la expansión puede evaluarse haciendo que la postura del paciente avance hacia una mordedura de borde a borde y volver a evaluar las relaciones transversales. Para un efecto de tratamiento máximo, se ha propuesto que el aparato debe construirse con una posición incisal de borde a borde. Sin embargo, otros investigadores han sugerido que un avance paso a paso puede resultar en un mayor cambio en el esqueleto con relación de su base. En una comparación retrospectiva de paso a paso y avance máximo, una mejora mayor en la relación sagital de la base de la mandíbula de 2,9 mm se registró utilizando avance paso a paso. Sin embargo, hubo diferencias importantes entre los grupos, como por ejemplo, paso a paso se usó adelante con un Herbst en combinación con headgear durante 12 meses, en comparación con un dispositivo Herbst estándar utilizado durante 10 meses con un avance máximo. Un gran componente de la diferencia registrada se debió a un 1-1.5 mm efecto de distalización / "headgear" en el maxilar, que también puede relacionarse a los 2 meses adicionales de tratamiento unidos al uso del casco. Otro estudio concluyó que la cantidad de cambio esquelético fue mayor con el avance paso a paso de Herbst. <sup>9</sup>

Estudios clínicos de los diseños de los aparatos fijos y removibles indican que se producen adaptaciones tanto esquelético como dentoalveolares. En general, alrededor del 50% del efecto del tratamiento se debe al movimiento del diente,

principalmente el movimiento hacia atrás y hacia arriba de la dentición maxilar posterior. El efecto de tratamiento principalmente esquelético producido es un aumento a corto plazo del crecimiento mandibular (es decir, de 2,0 a 2,5 mm) valores mayores que los normales. No hay duda de que una relación molar Clase I puede ser lograda en la mayoría de los pacientes de clase II en crecimiento después del dispositivo Herbst. Estudios han demostrado que el Herbst no es el dispositivo de elección en pacientes en dentición mixta por que una recaída se puede producir. <sup>14</sup>

**Tomblin T., et al (2016)** En su investigación sobre los cambios dentales y óseos en pacientes tratados con un dispositivo Herbst de banda reforzada durante un período prolongado y terapia de dispositivo fijo. Fueron 30 los participantes 16 varones y 14 mujeres, las edades de los participantes en este estudio fue de  $12.3 \pm 2.5$  años (rango, 10-15 años). El promedio de tiempo de tratamiento con el aparato de Herbst fue de  $1.5 \pm 0.7$  años, y el tiempo medio de tratamiento con el aparato fijo fue de  $1.8 \pm 0.5$  años. La muestra control con características similares. La mandíbula era avanzada en incrementos graduales (1 o 2 mm cada 8 semanas) hasta llegar a un borde a borde. En este estudio, el tiempo de tratamiento con el Herbst aparato era casi el doble (1,5 años). Herbst recomienda que la duración del tratamiento con su aparato no debe ser inferior 9 meses. Los resultados obtenidos después del tratamiento donde la sobremordida horizontal se redujo en 7,2 mm después de restar los cambios de crecimiento. La contribución del esqueleto fue de 2.5 mm (35%), y la contribución dental fue de 4.7 mm (65%). La relación molar fue sobre corregido a una relación de Clase I de 7,5 mm. La evaluación Wits fue mejorada por 4,2 mm. Verticalmente, sobremordida vertical disminuyó en 3,3 mm. Los molares maxilares y mandibulares fueron extruidas en 1 mm. El plano oclusal gira a la derecha por  $5^\circ$  con un pequeño cambio en el ángulo del plano mandibular.

Después del tratamiento con aparatos fijos, la corrección de la sobremordida horizontal se mantuvo en 7,6 mm. La contribución del esqueleto fue de 2,9 mm (38%), y la contribución dental fue de 4.7 mm (62%). La relación molar fue corregida a una relación de Clase I de 5,9 mm. La evaluación Wits fue mejorada por 3,2 mm. Verticalmente, sobremordida vertical disminuyó en 4,2 mm. Los molares maxilares y mandibulares extruido fueron de 0,3 y 0,8 mm, respectivamente. El plano oclusal,

gira a la derecha por  $1.2^{\circ}$  con un pequeño cambio en el ángulo del plano mandibular. Las correcciones dentoalveolares representaron el doble que la de los componentes esqueléticos. El tratamiento con el aparato Herbst resultaron en Movimiento hacia distal de los molares maxilares e incisivos, mientras que los incisivos y molares mandibulares se mueve hacia adelante. Esto demuestra que, aunque el aparato Herbst tiene un efecto intrusivo a nivel de los molares y los incisivos mandibulares, este efecto es temporal. Se llega a la conclusión de que duplicando el tiempo de tratamiento ortopédico con el aparato Herbst reforzado durante un promedio de 1,5 años seguido por el aparato fijo fue eficaz en la corrección de la clase II división 1 maloclusiones con exceso de sobremordida horizontal y vertical. En esta muestra de pacientes tratados con éxito, la mayoría de los cambios después de la terapia Herbst fueron dentoalveolar (62%). Sin embargo, la mayoría de los cambios esqueléticos lograda con el Herbst aparato aparato fijo se mantuvieron después de la terapia.<sup>28</sup>

**Yang Xing, et al.** En un metaanálisis, con nuevas evidencias de los últimos años, realizo una revisión donde investiga la efectividad del dispositivo Herbst para pacientes con maloclusión Clase II. 12 ensayos finales (CCT). El tamaño de muestra varía de 8 a 55; la duración del tratamiento activo de Herbst oscila entre 5 meses y 30 meses. Los resultados encontrados fueron un aumento significativo de Co.Go de 1,76 (CI 1.27; 2.26) en 4 estudios; el efecto del tratamiento activo de Co-Gn fue de 1.74 (CI 0.95 ; 2.53 )en 5 estudios; la disminución significativa en periodo activo de -5.70 (-6.71; -4.69) de la relación molar en 4 estudios; en 6 estudios se halló una disminución significativa de A punto OLp de -0.52 (-0.73 ; -0.30); 7 estudios mostraron un aumento significativo en la medida Pg-OLp siendo de 1.45 (0.43; 2.47). Se realizo un análisis de sensibilidad para examinar la estabilidad del presente metaanálisis, los resultados en cuanto a ANB y sobremordida registraron como inestables. La mayoría de resultados describieron el efecto dental y esquelético como consistentes, aumento significativo del SNB 1.06 CI (0.53-0.160), disminución significativa del SNA -0.56 (0.99-0.14) y ANB de -1.08 (-2.16-0.00), siendo estas medidas indicadoras de las relaciones maxilo-mandibulares. Resultados lineales de disminución de A punto OLp y aumento de Pg-OLp, también muestran que Pg-OLp y Co-Gn aumentan con el tratamiento Herbst, esto nos lleva a sugerir cambios mandibulares.

También debemos señalar que aunque (Pg-OLp, Co-Gn) fueron estadísticamente significativas puede ser clínicamente no significativas (1.45 y 1.74) considerando también que los tratamientos fueron efectuados durante el tirón de crecimiento y se sugiere que los efectos del crecimiento no deberían ser ignorados, se necesitaría más análisis para este estudio. Dado que el efecto esquelético fue menor Co-Gn =1.74 y el total de la relación molar= 5.70 se puede deducir que se produjeron cambios esqueléticos, y verdaderos cambios dentales contribuyeron en reducir la discrepancia. Por lo tanto el aparato Herbst puede corregir la relación sagital de los dientes superiores e inferiores a través de ambos cambios, esqueléticos y dentales. Estos resultados deben de ser interpretados con cautela debido a la existencia de heterogeneidad en cuanto a las medidas del SNB, ANB y la relación molar. También se pudo comprobar en este estudio que el Herbst no tuvo ningún efecto sobre el plano mandibular, esto es indicativo de las relaciones verticales. Se ha sugerido una construcción de mordida borde a borde, sin embargo se debe utilizar el aparato Herbst con mucha precaución en pacientes que presenten ángulos del plano mandibular altos. Las limitaciones de este metaanálisis incluye el número limitado de estudios ECA de alta calidad, tratamientos a largo plazo debido a la baja calidad de estudios así como sesgo de las publicaciones. Desde que se dice que el aparato Herbst restringe maxilares, se puede sugerir que el aparato Herbst es el más indicado para el tratamiento de maloclusión de Clase II con retrognatismo mandibular.<sup>25</sup>

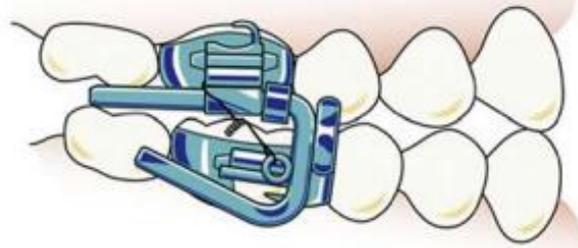
Existe un debate considerable acerca de como la corrección de la maloclusión de Clase II se logra durante el uso de Herbst. La investigación ha demostrado que el Herbst como con otros aparatos funcionales, no “desarrolla” las mandíbulas sino que produce un “efecto de fuerza axtraoral” mediante la distalización los molares maxilares y la restricción del crecimiento maxilar. No existe evidencia para corroborar el crecimiento acentuado de la mandíbula por el uso del Herbst.

## **B.- Dispositivo de reposicionamiento anterior mandibular (MARA)**

A comienzos de la década de los noventa, Toll y Eckart desarrollaron conjuntamente el aparato MARA el aparato de reposicionamiento anterior mandibular como una alternativa más duradera y menos voluminosa al aparato de Herbst, pero con las mismas propiedades de un aparato fijo y la misma guía de la

mordida anterior. Aparentemente el aparato MARA produce al menos un efecto temporal de casquete e influye en el maxilar inferior ( de acuerdo a las mediciones del ángulo SNB) menos que los bloques gemelos y el aparato de Herbst. <sup>24,29</sup> MARA es una alternativa al Herbst, con la gran ventaja de que trata una maloclusión de Clase II en combinación con aparatos fijos integrales. Esto puede representar una característica clínica favorable para acortar la duración del tratamiento. Se diferencia de otros dispositivos de Clase II tales como el Forsus o Jasper Jumper, porque es rígido y no tiene una conexión continua entre el arco superior y el arco inferior. <sup>29</sup>

MARA es un dispositivo que ha ganado popularidad para la corrección de las maloclusiones de Clase II. Es un aparato fijo que se fabrica en coronas de acero inoxidable comúnmente colocado sobre los primeros molares permanente maxilar y mandibular (figura 15).



Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º15**

### **DISPOSITIVO DE REPOSICIONAMIENTO MARA**

El brazo soldado a la corona inferior de acero inoxidable guía la mandíbula inferior anteriormente, ya que se articula con el maxilar superior durante el cierre.

Se ha usado en dentición mixta y etapas tempranas de dentición permanente, con indicaciones similares a los Dispositivo Herbst. MARA actúa prohibiendo al paciente el cierre en una relación natural de Clase II. Tras el cierre mandibular, los brazos de extensión del MARA interfieren, haciéndolo de modo que la mandíbula se debe proyectar hacia adelante para que ocurra el contacto oclusal completo. El aparato MARA produce efectos de tratamiento que generalmente son similares a

los de Herbst, a excepción de algunas diferencias. Considerando que la intrusión molar maxilar es una característica del uso de Herbst, este hallazgo no se ha informado con el MARA. Aunque se ha demostrado que Los aparatos MARA y Herbst producen cambios significativos con respecto a los controles en la posición horizontal de los incisivos mandibulares, se ha demostrado que el MARA produce menos proclinación de los incisivos inferiores. El efecto del tratamiento anteroposterior del MARA es logrado a través de cambios esqueléticos y dentales. Estudios en los cambios esqueléticos indican que el MARA produce aumentos en longitud mandibular, pero ejerce efectos esqueléticos insignificantes en el maxilar superior. Por el contrario, los cambios dentales observados se deben principalmente a la distalización del molar maxilar, del que se dice que es 75% de la corrección dental total. Movimiento mesial de la piezas molares mandibulares de aproximadamente el 25% del total de la corrección dental. (figura 16).



Biomecánica de Ortodoncia Clínica, Ravindra Nanda, Editorial Médica Panamericana, Buenos aires Argentina. 2007. <sup>24</sup>

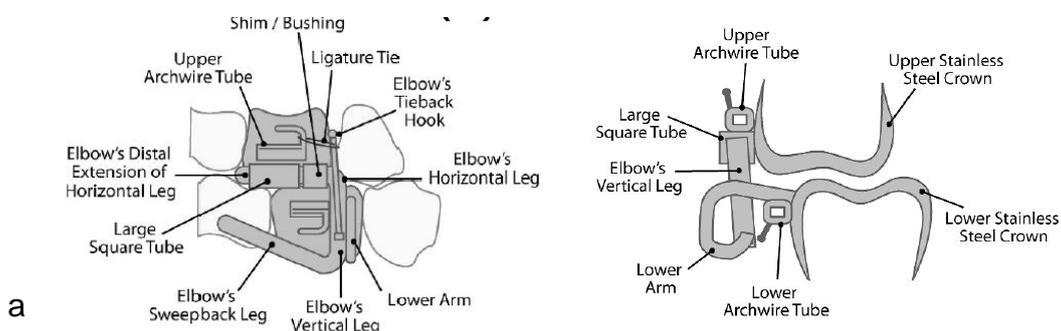
**Figura N.º 16**

#### **IMAGEN DEL DISPOSITIVO MARA**

MARA obliga al paciente a adelantar el maxilar inferior para poder cerrar la boca, en caso contrario el codo superior choca con el brazo fijo inferior. Es menos voluminoso que el Herbst y suelen preferirlo, para potenciar el avance se añaden cuñas a la parte horizontal del codo y se fija a este último con ligaduras.<sup>24</sup>

Debido al diseño de MARA, posibles e Indeseable movimientos dentales deben ser considerados. En el plano sagital, rotación distal de los molares superiores o rotación mesial de los molares inferiores o ambos pueden presentarse. Estos movimientos pueden ser controlados mediante la incorporación de soporte

adicional en el diseño (por ejemplo, un ATP, un expansor fijo y / o un arco lingual inferior sosteniendo el arco). Debido a las coronas tanto en el maxilar y Primeros molares mandibulares, a menudo hay una intrusión transitoria de los molares cuando se elimina la corona se autocorrigie rápidamente.<sup>2,14</sup> El mayor inconveniente de usar el MARA, sin embargo, es la rotura del dispositivo y la percepción inicial del paciente del volumen del dispositivo, que puede ser percibido como un problema significativo. Para mitigar este problema en pacientes con bocas pequeñas y mejillas apretadas, uno puede dejar de adherir brackets a los segundos premolares para que los brazos MARA puedan estar construido más de cerca al arco dental. Pequeños escudos pueden que también ser colocados para ayudar a mantener las mejillas apretadas lejos de los brazos MARA.<sup>14</sup> El plano inclinado MARA, (elbow's sweepback leg) pierna de barrido hacia atrás del codo; (figura 17), funciona como un obstáculo a evitar durante el cierre, lo que induce a la mandíbula inferior a avanzar. Se supone que esto favorece una reeducación neuromuscular durante la corrección de la relación dentosquelética Clase II. <sup>9,29</sup> Los creadores de MARA recomiendan un tiempo de tratamiento de 12 meses para lograr un efecto ortopédico o de salto de mordida. La estabilización de los molares inferiores es reforzado por el ajuste de un arco lingual, que se construye a una distancia de 2 mm a 3 mm de la superficie lingual de los incisivos inferiores con el fin de evitar la proclinación de estos dientes. Este dispositivo no requiere la colocación de accesorios en otros dientes que no sean los primeros molares. Un protocolo de avance paso a paso puede ser aplicado hasta una leve sobrecorrección. <sup>29</sup>



Fuente: Huanca L.T. and others. Treatment and posttreatment outcomes induced by the mandibular advancement repositioning appliance; a controlled clinical study. Angle Orthod.2011;81(4):684-691.<sup>29</sup>

**Figura N° .17**

**MARA Y SUS COMPONENTES; a) Vista sagital b) sección frontal**

**Huanca L.T. et al.** Evaluó los efectos dentosqueléticos posteriores al tratamiento producidos por MARA en el tratamiento de la maloclusión de Clase II. 23 pacientes cuyas edades en el tiempo de tratamiento fue de  $10.2 \pm 1.5$  años, en el término del tratamiento fue de  $12.3 \pm 1.5$  y un año después de finalizado de  $14.8 \pm 2.3$ , utilizaron un grupo control sin tratamiento. Marcadores fiduciaros fueron usados en los trazados cefalométricos, la duración media del tratamiento con MARA fue de  $1,2 \pm 0,5$  años. Todas las variables cefalométricas que contribuyen a la corrección de Clase II mostraron cambios significativamente favorables, ángulo ANB  $-1.4^\circ$ ; wits  $-2.1$  mm; Overjet  $-2.8$  mm. Se observó un "efecto headgear" en el maxilar (A a Nasion perpendicular,  $-0.8$  mm), mientras que la longitud mandibular total (Co-Gn) y la altura de la rama (Co-Go) aumentaron significativamente más en los casos que en los controles ( $+2.2$  mm y  $+2.3$  mm, respectivamente), mejorando así un patrón de crecimiento diferencial favorable (Max / Mand diferencial,  $+2.8$  mm). Los incisivos inferiores mostraron avance sagital y proclinación  $+5.8^\circ$  con respecto al plano mandibular. Los molares inferiores también fueron significativamente avanzados  $+1.0$  mm y mostraron algo de extrusión  $+0.9$  mm. No hubo efectos adversos en la dimensión vertical con ningún cambio significativo en las medidas verticales. Los cambios del intervalo se notaron cambios menores posteriores al tratamiento con MARA como una recaída leve pero significativa ( $-2.2^\circ$ ) en la proinclinación excesiva de los incisivos inferiores. El "efecto headgear" en el maxilar (SNA  $-0.9^\circ$ ) continuó durante esta fase. Los cambios desde el inicio hasta el tiempo de tratamiento con aparatología fija con brackets, el efecto headgear SNA  $-1.2^\circ$ ; A a Nasion por  $-1.4$  mm en el maxilar, se asoció con elongación complementaria mandibular (Co-Gn,  $+2.0$  mm). Ángulo ANB ( $-1.8^\circ$ ) wits  $-1.8$  mm, overjet  $-3.3$  mm y overbite  $-1.4$  mm mostraron disminuciones significativamente mayores en pacientes MARA en comparación con los pacientes de controles. Se observó un efecto vertical, con una ligera apertura del ángulo de Frankfurt a plano palatino  $+1.3$  y un aumento del tercio inferior de la cara ANS-Me  $+1.8$  mm en el grupo MARA. Los incisivos inferiores estaban proclinados  $+3.7^\circ$  con una tendencia a la extrusión del primer molar mandibular  $+1,6$  mm en el grupo MARA a diferencia de los controles. Se puede concluir que MARA produce cambios esqueléticos favorables (elongación mandibular, restricción del crecimiento maxilar, disminución de ANB), aunque mínimas y los cambios dentoalveolares (overjet, overbite y corrección de la relación molar) se mantienen después de 1 año de observación posterior al

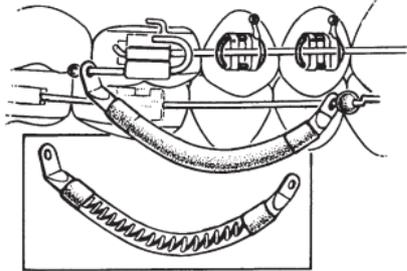
tratamiento. La proclinación de los incisivos inferiores es limitada, probablemente como resultado del tratamiento con brackets que es usado simultáneamente con MARA.<sup>29</sup>

**Thikriat S. (2015).** En su revisión sistemática cuyo objetivo fue evaluar los efectos a corto y largo plazo el Dispositivo de reposicionamiento anterior mandibular (MARA) en las dimensiones mandibulares en pacientes con maloclusión de Clase II y evaluar la estabilidad de los resultados MARA. Los efectos a corto plazo reveló un aumento significativo de la longitud de la mandíbula (1.16 m/año) y la altura de la rama (1.58 m) y un aumento no significativo de la longitud del cuerpo (0.21m). Los efectos después del uso del dispositivo MARA mostró una ventaja estadísticamente significativa sobre la longitud mandibular (0.83m/a) longitud del cuerpo (0,61m/a) y la altura de la rama (0.70m/a) pero estos tamaños fueron muy pequeños. MARA produjo mejora del crecimiento mandibular a corto y largo plazo, pero estas evidencias pueden no ser clínicamente significativas por los efectos muy pequeños.<sup>30</sup> Esta revisión tiene limitaciones, por la calidad baja y media de los estudios incluidos lo que limita la validez externa de los resultados los diversos protocolos y metodologías de tratamiento pudo haber reducido la homogeneidad y debilitado el efecto del tamaño del efecto combinado.

### **C.- PUENTE DE JASPER JAMPER**

Aparato intermaxilar fijo incorpora una fuerza activa de empuje sobre molares maxilares y dentición mandibular.<sup>24</sup> El popular Jasper Jumper es una modificación del dispositivo Herbst anteriormente descrito. El módulo de fuerza flexible interarcada del Jasper Jumper le permite al paciente una mayor libertad de movimiento (figura 18-19). Al igual que con la versión Pancherz del dispositivo Herbst.<sup>24,31</sup> James Jasper presentó el dispositivo Jasper Jumper (JJ) (American Orthodontics, Sheboygan, Wis) en 1987. Jasper y McNamara revisaron detalladamente el diseño del dispositivo y las aplicaciones clínicas. Los principales efectos del JJ informados en la literatura son dentoalveolares en lugar de esqueléticos. El JJ genera una fuerza dirigida hacia el arco inferior (mandíbula) y fuerzas posteriores hacia las regiones molares superiores. Además, el JJ ejerce fuerzas intrusivas en la parte anterior del arco mandibular y en la parte posterior de las denticiones maxilares. De acuerdo con varios estudios el aparato JJ no causa

cambios significativos en el maxilar superior, aunque las fuerzas actúan directamente sobre el arco maxilar.<sup>31</sup>

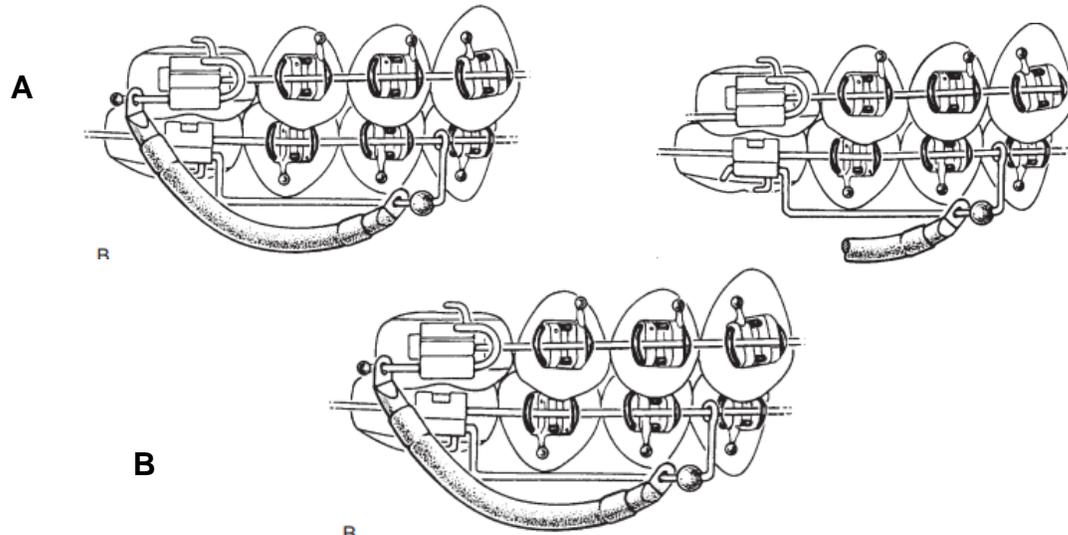


Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º 18**

### **DISPOSITIVO JASPER JUMPER**

A.-Jasper Jumper es esencial. El extremo distal del módulo de fuerza se adjunta al arco dental maxilar por medio de un pasador de bola y tubos dobles molares. El aparato puede ser activado moviendo anteriormente el pasador de bola. La alineación del resorte dentro del mecanismo del puente se muestra en el recuadro.



Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º19**

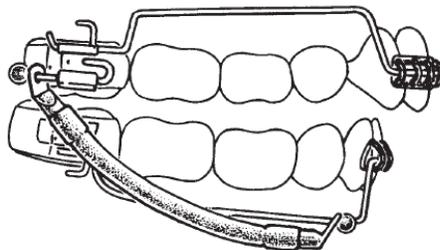
### **ADAPTACIÓN DEL JASPER JUMPER**

Los estabilizadores (cables de arco auxiliares) se usan para anclar el módulo de fuerza. A.- el alambre rectangular auxiliar se enrosca anteriormente sobre el arco principal y luego se ceñirá hacia atrás a través del tubo auxiliar. B.- un pasador de bola se inserta a través del orificio distal del módulo de puente, colocada anteriormente a través del tubo del arco facial en la primera banda molar superior, y ceñida hacia adelante para activar el módulo.

Jasper Jumper recurre a fuerzas de empuje, en contraste a los elásticos intermaxilares convencionales (figuras 18-19). La postura hacia adelante repetitiva es el elemento clave. El metabolismo de nuevo, se estimula para proporcionar el resultado óptimo alcanzable. McNamara señala que la respuesta al tratamiento de Jasper Jumper se divide casi por igual entre efectos esqueléticos y dentales. En promedio, un aumento de 2 mm en la mandíbula ocurre durante el tratamiento. Poco cambio esquelético maxilar se ha notado. Como con todos los dispositivos funcionales, existe el potencial de modificación de la fosa en posición y estructura morfológica en el individuo en crecimiento. Se debe analizar estos usando confiable hitos tridimensionales en lugar de radiografías bidimensional convencionales. Según McNamara, el cambio dentoalveolar más pronunciado con Jasper Jumper y dispositivos similares, es un

movimiento posterior relativo de los segmentos bucales maxilares de proximadamente 2.5 mm. <sup>14</sup>

Proclinación de los incisivos inferiores también se informa, como con el aparato convencional de Herbst. Al igual que con la versión Pancherz del dispositivo Herbst, el Jasper Jumper tiene la ventaja de un tratamiento activo más corto tiempo, que es un arma de doble filo porque hay menos tiempo disponible para aprovechar los incrementos de crecimiento. Necesidades de cumplimiento del paciente son mínimos El aparato es menos rígido que el clásico dispositivo Herbst y utiliza un dispositivo de empuje flexible, también activando el buccinador, mecanismo de fuerzas musculares bucales (figuras 20-21). Además de las fuerzas sagitales, Jasper Jumper tiene una vector de expansión transversal que actúa sobre los molares maxilares, que debe ser observado Un arco transpalatino contrarresta la malposición bucal no deseada de los primeros molares superiores. El uso de un arco lingual inferior mejora el anclaje mandibular. La mayoría de las observaciones del equipo Pancherz sobre el dispositivo convencional de Herbst se aplica al Jasper Jumper, aunque algunos especialistas creen que la magnitud del cambio es menor con el Jasper Jumper.<sup>31,14</sup>

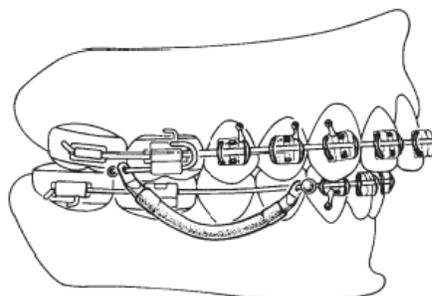


Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º 20**

### **JUSPER JAMPER VISTA SAGITAL**

El módulo de fuerza se usa en pacientes con dentición mixta. En este caso, una curva de bayoneta se coloca distalmente para el canino, y una bola Lexan anteriormente actúa como una parada para el módulo de fuerza. En este ejemplo, el alambre rectangular superior e inferior los arcos utilitarios conectan los dientes anterior y posterior.

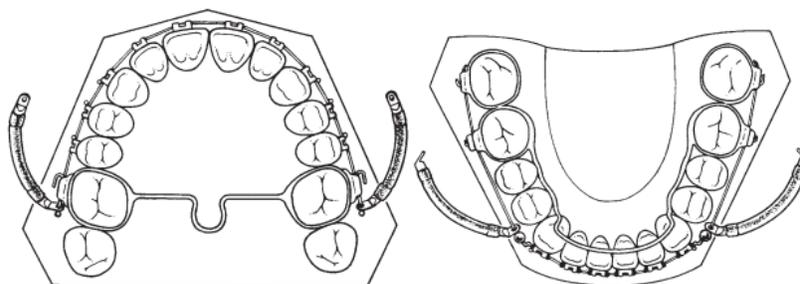


Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º 21**

### **DISPOSICIÓN EN LOS ARCOS DENTALES**

El anclaje máximo está configurado para el módulo de fuerza. Los arcos maxilares y mandibulares se extienden a la segunda molares y son cinchados posteriormente también puede ser usado. La curvatura descentrada en el arco principal (ver Fig. siguiente) está escondido por la bola Lexan.



Fuente: Graber L.W. et al. Orthodontics Current Principles and Techniques. Sexta edición. Elsevier. 2017<sup>14</sup>

**Figura N.º 22**

### **JUSPER JAMPER VISTA HORIZONTAL**

El arco transpalatal, combinado con dispositivos fijos, se utiliza para mejorar anclaje maxilar B, un arco lingual inferior, combinado con dispositivos fijos, mejora el anclaje mandibular.

Rankin en un estudio clínico señaló mayores efectos dentoalveolares en comparación con los esqueléticos. La corrección clase II se obtuvo del movimiento mesial de los molares inferiores y protrusión considerable de los incisivos. Jasper y McNamara concluyeron que los componentes esqueléticos y dental de la corrección de la Clase II eran aproximadamente iguales, mientras que Weiland y Bantleon atribuyen solo 38% de corrección molar a cambios esqueléticos.<sup>8</sup>

**Bassareli T. et al (2016)** En su estudio retrospectivo cuyo objetivo fue evaluar los efectos dentoalveolares producidos por un JJ modificado con un plano de mordida anterior en sujetos en crecimiento con Clase II y aumento de la sobremordida. Los pacientes fueron tratados con aparatos fijos preajustados en combinación con un aparato JJ y un plano de mordida anterior. El aparato JJ se instaló solo al final de la fase de alineación y nivelación del tratamiento de ortodoncia, cuando se insertó un arco de acero inoxidable de 0.019 pulgadas × 0.025 pulgadas en ambos arcos. La resina compuesta (extendida hasta 7 mm) fue adherida en la superficie palatina de los dos incisivos centrales superiores al mismo tiempo que se insertaba el JJ (figura 23). El dispositivo JJ se activó con un avance gradual (cada 60 días) en lugar de con un salto de mordida de un paso. El tamaño del dispositivo JJ se determinó siguiendo las instrucciones del fabricante. Cada resorte se unió al primer molar superior utilizando un alfiler de bola insertado en el tubo del bracket. A diferencia del habitual protocolo JJ, el extremo inferior del resorte se enganchó al arco mandibular entre el canino y el primer premolar, evitando así cualquier contacto con el canino, mediante una plantilla auxiliar de acero inoxidable de 0,7 mm insertada en el gancho de la banda molar inferior en el extremo distal. Este tipo de inserción en el molar inferior permitió expresar una fuerza sagital mesial única más cercana al CR molar evitando cualquier momento indeseable (Figura 22). Los pacientes fueron controlados a intervalos de 4 semanas.

31

Un total de 32 pacientes en crecimiento (14 niñas y 18 niños) se incluyeron en el grupo JJ. La edad media fue de  $11,9 \pm 1,4$  años. La duración media de la fase activa de JJ fue de 7,7 meses. Al final del tratamiento, la edad promedio fue de  $14.0 \pm 1.5$  años. Todos los pacientes lograron la oclusión de Clase I con sobremordida normal y

overbite. El tiempo medio de tratamiento fue de  $2,1 \pm 0,4$  años. El grupo control utilizó los mismos criterios de selección.



Fuente: Bassarelli T. et al. Dentoskeletal effects produced by a Jasper Jumper with an anterior bite plane. Angle Orthod. 2016;86(5):775-781.<sup>31</sup>

**Figura N.º 23**

### **PRESENTACIÓN CLÍNICA DEL DISPOSITIVO JASPER JUMPER**

La comparación estadística en los cambios T1-T2 para las mediciones esqueléticas entre los dos grupos mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto en las dimensiones sagital como vertical. Mientras que la base mandibular (Pg / OLp) aumentó significativamente (+2,5 mm) junto con la longitud mandibular (Pg / OLp + Co / OLp, +2,0 mm) en el grupo JJ, la base maxilar permaneció sin cambios en el grupo control. Con respecto a los cambios en la dimensión esquelética vertical, el grupo JJ mostró aumentos significativamente mayores de +1,2 mm en la inclinación de la mandíbula tanto en la base craneal como en el plano palatino frente a los sujetos control no tratados. Al comparar los cambios dentoalveolares, el grupo JJ mostró una reducción significativa en el overjet (-3.9 mm), la sobremordida (-3.1 mm) y la relación molar (-3.5 mm). Significativamente más posiciones sobresalientes de los molares superiores (mi / OLP menos Pg / OLp) e inferiores (ms / OLP menos A / OLp) se encontraron en el grupo JJ, pero las posiciones sagitales de los incisivos superiores e inferiores no presentaron diferencias significativas entre los dos grupos. Los incisivos inferiores (L1-ML) en el grupo JJ mostraron una proclinación significativamente mayor (+ 4.4 °) que el grupo control. Uno de los principales resultados de este protocolo consiste en un aumento significativo en la posición sagital de la mandíbula. Los

resultados sugirieron que en sujetos en crecimiento un dispositivo JJ modificado puede ser un dispositivo eficaz en el tratamiento de maloclusiones Clase II división 1 con sobremordida vertical algo profunda. La adición de un plano de mordida anterior podría tener un efecto esquelético mandibular positivo en los planos sagital y vertical. En particular, el 75% de la corrección sagital se debió principalmente a cambios en el esqueleto mandibular, mientras que el 25% restante de la corrección se debió principalmente a una menor proinclinación de los incisivos. <sup>31</sup>

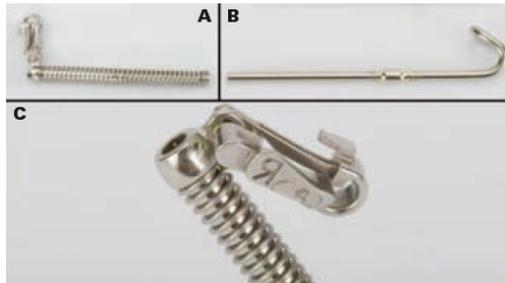
#### **D.- FORSUS (Dispositivo Forsus-Resistente a la fatiga)**

Forsus Fatigue Resistant Device (3M Unitek Corp, California, EE. UU.) Es un triple, sistema telescópico semirrígido, que incorpora una muelle en espiral de titanio y níquel superelástico que se puede ensamblar en la consulta en un tiempo relativamente corto. Es compatible con aparatos de ortodoncia fijos completos y puede ser incorporado con aparatos preexistentes. Se une al primer molar maxilar a través del tubo vestibular que se utiliza habitualmente para la tracción extraoral y en el arco mandibular, distal al canino o al primer premolar. El resorte de empuje interarco produce aproximadamente 200 g de fuerza. <sup>32</sup>

#### **Diseño del Aparato**

El último modelo forsus comprende un módulo tipo muelle el cual presenta en uno de sus extremos un dispositivo de adaptación al tubo bucal del primer molar superior, habitualmente al tubo de tracción extraoral (figura 24). El diseño actual y último de este dispositivo permite una inserción y ajuste muy sencillo, utilizando un simple alicate Weingart. En el otro extremo del muelle presenta un orificio por donde se inserta el “brazo” o bilela, el cual también tiene en su extremo libre una curvatura que nos permite ajustar al arco de acero en la mandíbula (figura 25) El muelle es de tamaño universal, mientras que el brazo o bilele dispone de distintos tamaños que van desde los 22 hasta los 38mm (figura 26) la selección del brazo o bilela idónea para el paciente es muy importante y debe ser realizada con una regla especialmente diseñada, que se coloca en el extremo distal del tubo del molar superior y de ahí se mide hasta donde se ajustará el “brazo” o bilela, que frecuentemente es distal al canino inferior o a veces distal del 1er premolar inferior, esto se mide cuando el paciente está en máxima

intercuspidación (figura 27) como elemento accesorio el dispositivo cuenta con unas arandelas (como topes) crimpables que se ajustan en el extremo del brazo o bilela y esto permite la reactivación del dispositivo incrementando la tensión en el muelle.<sup>32,33,34</sup>

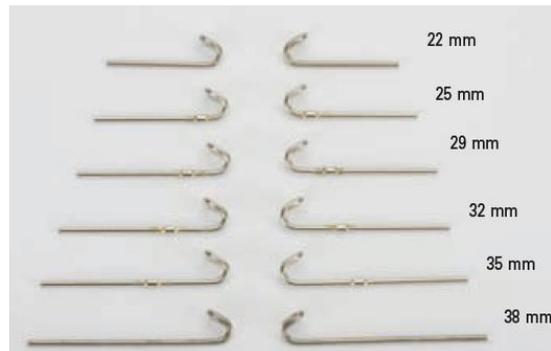


Fuente: Chaque A.J. Tratamiento de la Clase II mediante el Forsus. Rev Esp Ortod.2011;41:233-45.<sup>33</sup>

**Figura N.º 24**

### **COMPONENTES DEL FORSUS**

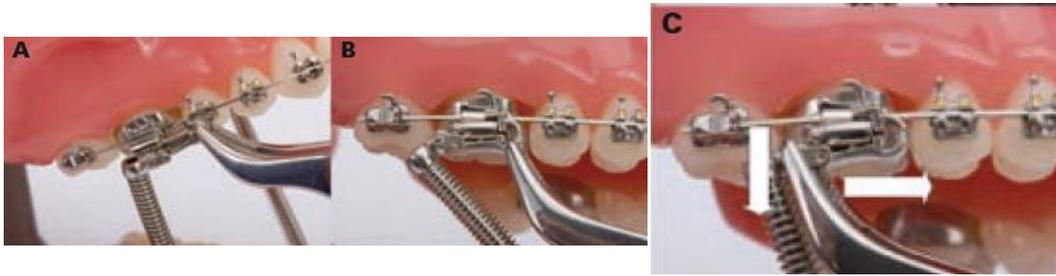
A: Módulo tipo muelle. B: Brazo o bilela. C. detalle dl dispositivo de adaptación del módulo tipo muelle al tubo del molar superior



Fuente: Chaque A.J. Tratamiento de la Clase II mediante el Forsus. Rev Esp Ortod.2011;41:233-45.<sup>33</sup>

**Figura N.º 25**

### **SECUENCIA DE BRAZOS O BILELAS DISPONIBLES**



Fuente: Chaque A.J. Tratamiento de la Clase II mediante el Forsus. Rev Esp Ortod.2011;41:233-45.<sup>33</sup>

**Figura N.º 26**

### **MECANISMO DE REMOCIÓN Y DE INSERCIÓN DEL MUELLE**

A: se sujeta el muelle con un alicate Weingart y se enfrenta la lengüeta con el tubo molar, B: se empuja hacia atrás y queda insertado, C: para sacarlo se sujeta el dispositivo por detrás y se empuja hacia abajo y hacia adelante.



Fuente: Chaque A.J. Tratamiento de la Clase II mediante el Forsus. Rev Esp Ortod.2011;41:233-45.<sup>33</sup>

**Figura N.º 27**

### **MEDICIÓN Y SELECCIÓN DEL BRAZO O BILELA**

Cuando está completamente comprimido, se oponen las fuerzas se transmiten a los sitios de conexión. La razón para llamarlo dispositivo resistente a la fatiga es que el conjunto de resorte de compresión lineal de Forsus puede soportar hasta 5 millones de ciclos de carga. Es un aparato fijo que ha demostrado ser de los mejores medios de tratamientos en maloclusiones Clase II. Los estudios indican que logra la corrección en un tiempo aproximado de 3 a 6 meses dependiendo de la severidad de la maloclusión y de la respuesta biológica del individuo. La corrección se da por

movimientos dento-alveolares, el efecto más notorio es el movimiento o posicionamiento anterior de la mandíbula (figura 28).<sup>32,34</sup>



Prakash AS, et al. Biomechanical clinical considerations in correcting skeletal Class II Malocclusion with Forsus. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2012;13(6):918-924.<sup>34</sup>

**Figura N.º28**

### **DISPOSITIVO FORSUS POSICIONADO EN LOS ARCOS**

Se conocen efectos indeseables en los aparatos funcionales fijos como la protusión de los incisivos inferiores, dado por la fuerza que se concentra en el segmento anterior inferior, aunque con el uso de Forsus, se puede evitar o disminuir, colocando un alambre pre-trenzado antes de colocación del Forsus, otra manera es efectuando torque labial radicular. Otro importante efecto del aparato Forsus, es la inclinación distal de los incisivos y molares maxilares, aunque la unión del aparato al maxilar es en los tubos, el efecto se encuentra en los incisivos y el arco superior se consolida.<sup>32</sup>

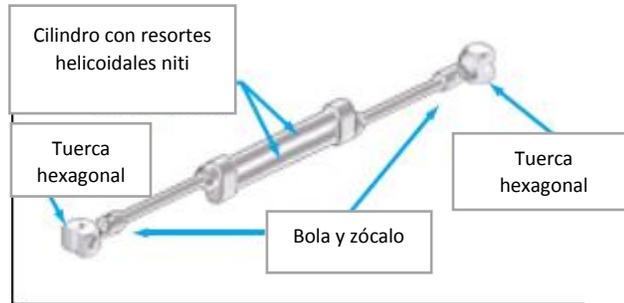
**Giorgio Cassiatiore**, et al. En su estudio tras un tratamiento global, el Forsus mostró una restricción significativa del crecimiento sagital maxilar junto con una importante corrección del Overjet, Overbite y relación molar. Durante el intervalo de observación general, el tratamiento con Forsus no registró significativos cambios esqueléticos vertical o sagital, mientras que se registraron mejoras significativas en la sbremordida; Overjet (23,8 mm), Overbite (21,5 mm) y relación molar (+3,7 mm). Concluyendo que el tratamiento con el protocolo Forsus, fue eficaz en la corrección de la maloclusión de clase II, principalmente a nivel dentoalveolar cuando evaluaron 2 años después del final del tratamiento integral. Datos generales de los resultados nos muestra que Forsus en combinación con aparatos fijos, cuando se el tratamiento se ha realizado en

un promedio de 2 post tratamiento, nos lleva a considerar que los principales efectos de este protocolo de tratamiento se encuentran en el nivel dentoalveolar, estadística y clínicamente significativas.<sup>35</sup>

Forsus (3M Unitek, Monrovia, Calif) es uno de los más nuevos aparatos populares que no necesitan cooperación del paciente y se informa que es más cómodo para los pacientes, aunque estudios previamente publicados demostraron la eficiencia de los aparatos funcionales fijos, también informaron que la protrusión de los incisivos mandibulares era un hallazgo común. Este efecto desfavorable limita el efectos esqueléticos del aparato fijo. Para superar este problema, Aslan et al. utilizaron un Forsus FRD aparato combinado con un minitornillo. Los autores informaron que los incisivos inferiores sobresalían de manera insignificante (aproximadamente 3.5u), y el overjet y las correcciones molares fueron totalmente dentoalveolares, confirmando que el aparato no fue exitoso para mejoras esqueléticas. Recientemente, Unal T. et al. publicó un informe de caso que muestra el tratamiento de una maloclusión esquelética de clase II debido a retrusión mandibular utilizando un dispositivo Forsus Forsus con miniplaca como anclaje insertado en la sínfisis mandibular, los autores Informaron que este nuevo enfoque fue eficaz para corregir la maloclusión de clase II sin protrusión de los incisivos mandibulares y con efectos esqueléticos.<sup>36</sup>

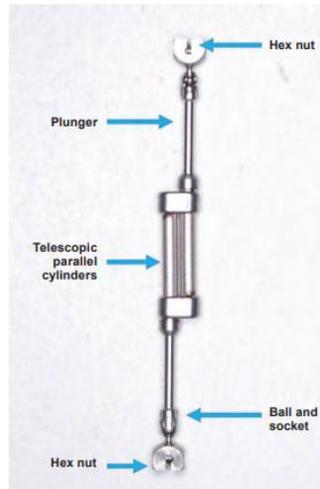
### **E.- Twin Force Bite Correctot (TFBC)**

El TFBC es un sistema intermaxilar fijo de empuje, sujetado bilateralmente a los arcos superior e inferior. Cada unidad está hecha de dos cilindros paralelos de 15 mm que albergan muelles helicoidales de níquel – titanio. En los extremos libres de los émbolos, tuercas exagonales para fijar el aparato a los arcos, mesial a los molares superiores y distal a los caninos inferiores. Se entrega una fuerza constante de aproximadamente 210g en cada lado a compresión completa (figura 29). Permiten un amplio rango de movimiento y movimiento lateral de la mandíbula (figura 30-31) Medición de varios dispositivos con un medidor de fuerza demostró una compresión completa, promedio de fuerza de aproximadamente 210 g. En la compresión completa, el TFBC posturaliza la mandíbula del paciente en una oclusión de borde a borde.<sup>37,38</sup>



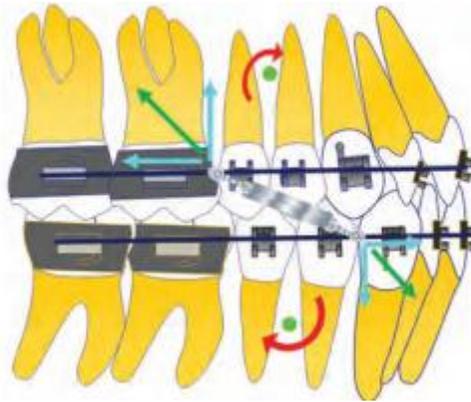
Fuente: Rothenberg J. et al. Class II Correction with the Twin Force Bite Corrector. JCO. Inc.2004;38(4): 232-240.<sup>38</sup>

**Figura N.º 29**  
**Twin FORCE BITE CORRECTOR EN POSICIÓN ABIERTA**



Fuente: Chhibber A. et al. Long Term Stability of Class II Correction with the twin forcé bite corrector. JCO.Inc.2010;44(6):363-376.<sup>37</sup>

**Figura N.º 30**  
**COMPONENTES DEL TWIN FORCE**



Fuente: Chhibber A. et al. Long Term Stability of Class II Correction with the twin forcé bite corrector. JCO.Inc.2010;44(6):363-376.<sup>37</sup>

### Figura N.º 31

#### FUERZAS Y MOMENTOS PRODUCIDOS POR EL TFBC

El dispositivo está unido al arco mesial superior primeros molares, reduciendo la distancia entre el punto de aplicación de fuerza y centro de resistencia de arco superior. Esto genera un momento más pequeño en arco superior que con otros dispositivos de salto de mordida, donde la aplicación del punto de fuerza es distal a primeros molares superiores.

#### Protocolo de tratamiento

Después de la nivelación y alineación inicial y una vez instalados arcos de acero inoxidable 0.019 x 0.025" en el arco superior y .021 x .025 en el arco inferior (figura 32). Los arcos ajustados y consolidados en una sola unidad para evitar la apertura de espacios o el volcamiento de los incisivos. Un arco transpalatino de acero inoxidable de 032 x 032, este arco es colocado para contrarrestar las fuerzas bucales ejercido por el TFBC. Además, para prevenir inclinación de los incisivos inferiores, prescripción de brackets con torque negativo se usa en el sector anterior inferior. Cuando se instala el TFBC a los arcos, mesial a los molares maxilares y distal a la caninos inferiores la mandíbula está protruída hacia adelante en una relación anterior de borde a borde (Fig 32). Durante cada visita, los resortes de níquel titanio debe ser eliminado de las unidades telescópicas para verificar su integridad. Los resortes se reactivan si es necesario, para que el paciente se vea obligado a morder una relación de borde a borde. Después de tres meses del uso del aparato, el paciente generalmente muestra sobrecorrección de las relaciones molares y caninas de clase I, para compensar

cualquier recaída que pueda ocurrir después extracción del aparato Se finaliza con acabado apropiado y se realizan detalles individuales de las piezas dentarias. Se recomienda el protocolo de retención que implica un retenedor fijo para el arco inferior y un retenedor envolvente extraíble para el superior. El tiempo promedio de tratamiento es aproximadamente es de 24 meses (figura 32).<sup>37</sup>



Fuente: Chhibber A. et al. Long Term Stability of Class II Correction with the twin forcé bite corrector. JCO.Inc.2010;44(6):363-376.<sup>37</sup>

### Figura N.º 32 PROTOCOLO DEL TRATAMIENTO CON TFBC

**Chhibber A. (2013)** En su estudio donde quería comprobar si había efectos y cambios entre pacientes prepúberes y postpúberes con el Twin Force Bite Corrector, llegando a la conclusión de que no había diferencia en el tratamiento de pacientes prepúberes y postpúberes con el TFBC, estos resultados eran al final del tratamiento resultando ser similares.<sup>39</sup>

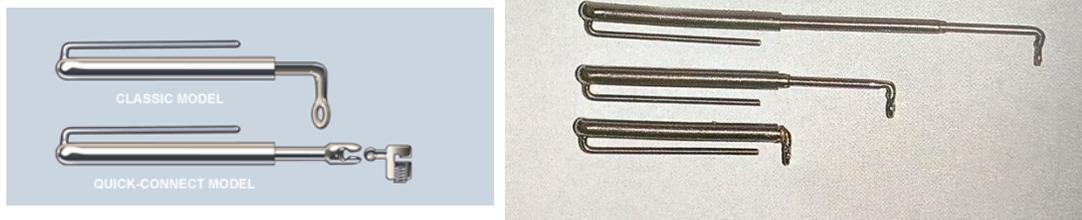
**Con el uso del Twin Force se pueden observar los siguientes efectos:**

- Se produce extrusiones a nivel de las molares superiores
- Con el uso de los Aparatos funcionales fijos se tiende a inclinar el plano oclusal por las fuerzas que se generan, pero este efecto puede revertirse al final del tratamiento.
- La corrección se produce por la mesialización de las molares inferiores y proclinación de los incisivos inferiores

- El patrón de crecimiento del paciente favorece los resultados
- En pacientes verticales se debe de utilizar con suma precaución y se puede recurrir al control vertical con Headgear. <sup>39</sup>

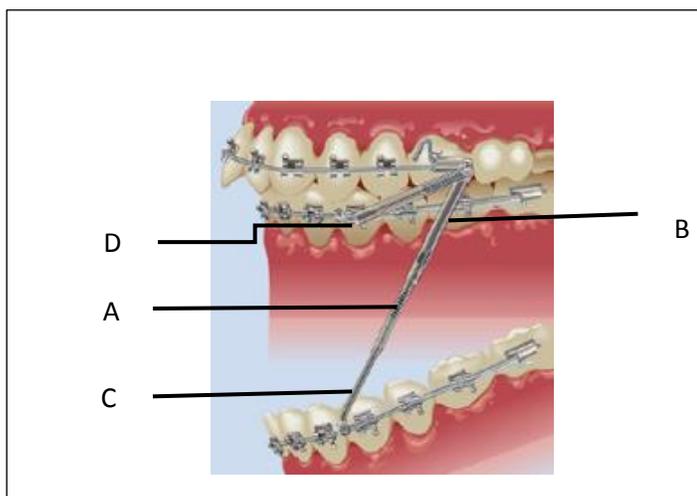
## **F.- EUREKA SPRING**

Este resorte de compresión interarcada fue introducido por primera en 1996 por Jhon DeVincenzo, el interés por los ortodoncistas y la popularidad de este dispositivo se incremento debido a su versatilidad y los movimientos rápidos que puede producir con mínima colaboración del paciente y su baja tasa de ruptura, este es un resorte en espiral abierto de tipo lineal, esta linealidad asegura la misma cantidad de deformación a lo largo de toda la longitud del resorte. El resorte Eureka viene en dos tamaños y puede ser utilizado a la derecha o izquierda de los arcos dentales, están disponibles varios niveles de fuerza para el módulo del resorte, así como el modelo de conexión/desconexión rápido que permite una rápida inserción y remoción del módulo sin remoción del arco ortodóntico (figura 33-34). Su diámetro externo es de 2.38mm alcanza una extensión de 66mm su compresión máxima es de 27mm, extensión neta de 33mm y la fuerza de compresión total que produce es de 225mg. Algunos pacientes no pueden tolerar mucha invasión del vestíbulo bucal y por esta razón cuanto más pequeño sea el dispositivo mucho mejor la tolerancia. El resorte Eureka en cuanto a costo es menos caro, puede resultar aún mucha más económico por que sus componentes se adquieren por separado. Aunque el resorte Eureka el Twin Force y Forsus son diferentes en apariencia, su mecanismo de acción, magnitudes de fuerza y análisis de vectores son similares. Debido a esto, la respuesta ortodónticas y ortopédicas al tratamiento deberían ser también similares. <sup>40</sup>



Rakosy T, Graber TM. Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico Dentofacial. 1ed:Venezuela: AMOLCA;2012.<sup>40</sup>

**Figura N.º 33**  
**COMPONENTES DEL DISPOSITIVO EUREKA**



Rakosy T, Graber TM. Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico Dentofacial. 1ed:Venezuela: AMOLCA;2012.<sup>40</sup>

**Figura N.º 34**  
**RESORTE EUREKA EN TOTAL APERTURA**

El módulo del resorte (A) se desliza dentro del tubo del atache molar (B). El resorte de compresión es encajado en el cilindro y lleva la vara de empuje (C) contra la dentadura anterior opuesta. Resulta esencial que la distancia libre (D) sea de, por lo menos 3mm para reducir la ruptura del Eureka.<sup>40</sup>

Tablas de comparaciones entre los Aparatos Funcionales Fijos; Herbst, Jasper Jumper y los ICS (Resorte de compresión interarcada)

**Tabla N.º 02**

**COMPARACIÓN DE APARATOS ICS DE HERBST Y JASPER JUMPER**

	<b>ICS</b>	<b>Herbst</b>	<b>Jasper Jumper</b>
Atache especial para los molares	No	Si	No
Finalización durante el uso	Si	No	Si
Tratamiento a utilizar durante la dentición mixta	Si	Si	Si
Costo	Menos costo	Costoso	Costoso
Proclamación de una respuesta ortopédica	No	Si	Puede ser
Requiere de un avance condilar para la respuesta	No	Si	No
Ajuste del componente vertical del vector	Si	No	No
Fuerza ajustable	Si	No	Si

**Tabla N.º 03**

**FORTALEZA Y DEBILIDAD DE LOS APARATOS ICS; Eureka, Forsus, Twin Force**

ICS	Fortalezas	Debilidad
Resorte Eureka	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Tamaño pequeño buena aceptación por parte del paciente</li> <li>. Variedad de fuerzas y ataches</li> <li>. Disponible el reemplazo de los componentes</li> <li>. Puede utilizarse con aparatos removibles</li> <li>. Menos costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Técnicamente de colocación exacta</li> <li>. Se rompe más frecuentemente que el Forsus.</li> <li>. Carece del respaldo de una compañía ortodóncica internacional</li> <li>. En algunos momentos la disponibilidad del producto varía</li> </ul>
Forsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Se rompe con menos frecuencia</li> <li>. Técnicamente fácil de insertar</li> <li>. Respaldo de una compañía ortodóncica Internacional</li> <li>. Atache molar único</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Extensión neta más reducida</li> <li>. No se recomienda para la corrección de la maloclusión de Clase III</li> <li>. Irritación tisular en el vestíbula anterior</li> <li>. Es el más costoso</li> </ul>
Twin Force	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mayor extensión neta</li> <li>. En algunos pacientes puede utilizarse para la corrección de la maloclusión de Clase III</li> <li>. No requiere un tubo molar</li> <li>. Respaldo por una compañía de una casa comercial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ruptura comparable con la del resorte Eureka</li> <li>. La ruptura de un solo componente hace que sea desechada toda la unidad</li> <li>. En algunos pacientes interfiere oclusalmente</li> <li>. Costoso</li> </ul>

Fuente: Rakosi T, Graber TM, Tratamiento Ortodóncico Ortopédico Dentofacial. Venezuela: Amolca; 2012<sup>40</sup>

## 5.- EFECTOS DE APARATOS FUNCIONALES FIJOS VERSUS APARATOS FUNCIONALES REMOVIBLES.

Las diferencias clave entre los dispositivos fijos y extraíbles se relaciona con la capacidad de asegurar el cumplimiento y producir adelanto de la mordida significativa adelanto con apertura vertical limitada. Sin embargo, estos aparatos fijos pueden estar asociados con una alta tasa de roturas y más visitas a urgencias. Por el contrario, aparatos removibles pueden estar asociados con la apertura de mordida vertical excesiva y la interferencia con las funciones normales y movimiento mandibular, impidiendo su uso a tiempo completo. <sup>23</sup>

**Pacha M.M, et al(2016)** En una revisión sistemática, donde incluyeron cuatro estudios que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, con 282 participantes evaluados con Twin Block y Herbst aparato fijo, informaron mejoras significativas en la discrepancia antero-posterior esquelética, longitud mandibular y reducción de la sobremordida horizontal con ambos dispositivos. Si bien un estudio informó significativamente más corta la duración del tratamiento con el aparato Herbst, el otro estudio no encontró ninguna diferencia. Aparato Herbst tenía un mejor cumplimiento, menos abandonos pero más visitas a urgencias. Un estudio que comparó el activador con el Twin-force, corrector de mordida encontró significativamente más corto tiempo con el aparato fijo. Sin embargo, la longitud efectiva de posicionamiento y sagital de la mandíbula no fue diferente entre los grupos. Un estudio que comparaba Activador y Forsus, informó el crecimiento mandibular mejorado y restricción del crecimiento maxilar con ambos aparatos. Asociaron también al activador con el aumento de la altura facial posterior. Forsus significativamente giraba el plano oclusal. Pacha MM. concluyó que, aparatos funcionales fijos y removible, son efectivos en reducir la sobremordida horizontal en niños que están creciendo. Sin embargo, no hay pruebas suficientes para diferenciar entre los dos tipos con respecto a procesos biológicos (efectos esqueléticos y dentales) o efectos en la experiencia del paciente. La variabilidad de los participantes, intervenciones y resultados estudiados puede describirse como la heterogeneidad clínica. Hubo heterogeneidad clínica significativa

en términos de metodología, tipo de intervención y los resultados medidos. Ambas modalidades son eficaces en la corrección de la sobremordida horizontal con pocas diferencias en los cambios cefalométricos y la escasez de datos sobre resultados centrados en el paciente, existe poca evidencia sobre la eficacia relativa de aparatos funcionales fijos y removibles en relación a las experiencias y percepciones del paciente en estas modalidades de tratamiento. Más ensayos clínicos bien diseñados que evaluar los méritos relativos de ambos, tanto médico y paciente. <sup>23</sup>

## **6.- EFECTOS EN LA POSICIÓN MANDIBULAR (ATM)**

Los mecanismos de adaptación de las articulaciones temporomandibulares (ATM), cuando están siendo sometidas al avance mandibular durante la corrección de la malaoclusión Clase II división 1, han sido muy debatidos y cuestionados. Estos pacientes presentan normalmente, la sobremordida aumentada potenciando los riesgos de desarrollar desórdenes temporomandibulares (TMD). Es conocido que el reposicionamiento mandibular con el uso de aparatos fijos se aplican fuerzas casi constante a la ATM y puede causar la remodelación del cóndilo, eminencia articular y fosa glenoidea, lo cual puede causar daño permanente a la estructura de la ATM(s). Sin embargo, es incierto si estos aparatos propulsores mandibulares tengan o no efecto beneficioso o perjudicial en los tejidos articulares de la (ATM). <sup>41</sup>

La resonancia magnética tiene un valor limitado cuando se trata de representar acertadamente y describir las anormalidades óseas en la ATM. La tomografía computarizada (TC) es el estándar de oro para imágenes óseas. Cone-beam CT (CBCT) tiene mucho menor exposición a la radiación que el TAC multidetector, y ahora se utiliza ampliamente en la práctica de ortodoncia para la evaluación de la remodelación óseo de la ATM. Aunque la resonancia magnética es considerada como la técnica más precisa de imagen para la visualización del disco articular, tiene un pobre identificación de los márgenes del tejido óseo y un valor limitado cuando se trata de describir las anormalidades óseas de la ATM. <sup>26,41</sup>

En la instalación del aparato de Herbst, los cóndilos mandibulares son desplazadas anteriormente en la fosa mandibular y, dependiendo de la mordida constructiva, llegan

cerca del ápice del tubérculo articular. Algunos estudios que evaluaron las ATM antes y después del tratamiento, confirmaron que la relación cóndilo-fosa fue restablecida al final de la terapia. Por otro lado, una investigación encontró los cóndilos posicionados anteriormente en la fosa mandibular al final del período de observación con este método de tratamiento. Las investigaciones clínicas en seres humanos también se encuentran en la literatura demostrando respuestas adaptativas al tratamiento con el aparato de Herbst. En la mayoría de los trabajos encontrados en la literatura no se detectaron efectos adversos en las ATM, evaluadas por medio de IRM, en pacientes tratados con el aparato de Herbst.<sup>26</sup>

Esta demostrado con evidencias científicas no haber encontrado efectos adversos en las ATM a causa de la utilización de los Aparatos funcionales fijos-Propulsores mandibulares para tratamiento de la Clase II.

**Al-Saleh M.A.Q, et al(2015)** En su Revisión Sistemática donde el objetivo fue evaluar la posición mandibular y los efectos de los aparatos fijos sobre la ATM, morfología y posición (el cóndilo, fosa glenoidea y el disco articular) en el tratamiento de la maloclusión clase II esquelética, encontrando que el nivel de las pruebas en relación con los cambio en la posición del disco y morfología del mismo con aparatos de posicionamiento anterior mandibular es baja. Concluyendo que la literatura revisada en la que se investiga el efecto de corto plazo en Aparatos Funcionales Fijos en pacientes en crecimiento activo, mostraron problemas de diseño, encontraron también limitaciones metodológicas importantes y defectos analíticos que hicieron imposible sacar conclusiones definitivas acerca de los tratamientos realizados. En los artículos encontrados no se pudo establecer la evidencia de la reacción de los tejidos de la ATM frente a las fuerzas aplicadas con el uso de los dispositivos de posicionamiento anterior de la mandíbula.<sup>41</sup>

Por lo tanto se crea una controversia en la literatura publicada y se pone en evidencia las limitaciones de los estudios revisados y se recomienda estudios bien diseñados necesarios para establecer las reacciones del tejido articular al utilizar aparatos de

reposicionamiento mandibular anterior para tratar la maloclusión de clase II en la población adolescente, para la adquisición de resultados más precisos, tamaños de muestras más grandes y la utilización de CBCT volumétrica 3D antes y después del tratamiento como un protocolo.

**De Arruda H. et al. 2009** En su investigación donde el objetivo de su investigación fue evaluar, por medio de resonancia magnética, los efectos en las ATMs provocados por el tratamiento, con el aparato de Herbst y ortodoncia fija, de una mala oclusión Clasificada II, división 1, asociada a retrognatismo mandibular, en paciente tratados con el aparato de Herbst. De Arruda en su investigación concluyó que después de la terapia ortopédica realizada con el aparato de Herbst, seguida por el refinamiento de la oclusión con el aparato ortodóntico fijo, en el paciente evaluado, no se obtuvieron, efectos adversos en las posiciones de los cóndilos y discos articulares de las ATM en la evaluación a corto plazo. <sup>26</sup>

**De Arruda Aidar. Et al. (2011)** En la presentación de su caso clínico cuyo objetivo fue acompañar longitudinalmente por medio de telerradiografías laterales e imágenes de resonancia magnética (IRM) de las articulaciones temporomandibulares (ATMs), en un adolescente portador de mala oclusión de Clase II división 1 asociado a retrognatismo mandibular, tratado en dos fases: Fase Ortopédica, con aparato de Herbst; y Fase Ortodóntica, con aparato fijo. Donde los resultados encontrados fueron: efectos esqueléticos(33,5%) y dentoalveolares (66,5%). Las IRMs mostraron el disco bien posicionado al inicio del tratamiento y al final de la fase de tratamiento con Herbst. En término de la Fase Ortodóntica, el disco presentó desplazamiento lateral en la ATM derecha. Al IRM intermediarios, los cóndilos presentaron un área hiperintensa, sugiriendo el inicio de remodelación. Se pudo concluir que el tratamiento realizado fue eficiente en la corrección de la mala oclusión de Clase II, con resultados estables en una evaluación a largo plazo. <sup>42</sup>

**Chaudhry A. et al (2015)** El propósito de este estudio fue evaluar el estrés del patrón de distribución en diferentes partes de la mandíbula y estructuras asociadas, con el

uso de un aparato funcional fijo ( Forsus dispositivo resistente a la fatiga) en una paciente con el Método de Elementos Finitos (FEM) con un CBCT generado imagen 3D. El FEM tiene numerosas ventajas en ortodoncia es una técnica no invasiva que mide la cantidad real de estrés experimentado en cualquier punto alveolar de los dientes, huesos, ligamentos periodontales y huesos cráneo-faciales. Posiblemente pueda simular el ambiente oral in vitro; el desplazamiento de los dientes puede ser visualizada gráficamente. El punto de aplicación, magnitudes y la dirección de una fuerza que fácilmente puede ser variado para simular la situación clínica; reproducibilidad no afecta a las propiedades físicas de los materiales, y el estudio se puede repetir tantas veces como el operador lo desee. Por lo tanto, la FEM ha sido introducido en la ortodoncia como una poderosa herramienta de investigación para resolver diversos problemas biomecánicos estructurales. La limitación de un estudio FEM es que sólo puede grabar patrones de estrés instantáneo. El estudio fue realizado en una paciente de sexo femenino de 15 años de edad con una maloclusión de Clase II división 1. Las siguientes regiones fueron las que demostraron mayor estrés: el hueso cortical, dientes y cabeza condilar. El estrés formado en diversas partes de la mandíbula donde los hallazgos sugieren que la remodelación del hueso como respuesta a las fuerzas mecánicas pueden estar correlacionadas con la ubicación de la resistencia a la tracción y fuerzas compresivas. El resultado encontrado en este estudio fue de mayor tensión en el hueso cortical del canino, en la zona del premolar y la escotadura sigmoidea. En la fase de reposo se observa tensiones en el cuello del cóndilo, en la escotadura sigmoidea y una pequeña parte en el borde posterior de la rama, mientras que en la cabeza del cóndilo la apófisis coronoides el ángulo de la mandíbula y la mayor parte del cuerpo de la mandíbula mostró un mínimo de estrés .

Con el uso del Forsus para la corrección de la maloclusión se observó que hubo un aumento de tres veces el estrés en el hueso cortical, y de casi 12 veces en los dientes, el Forsus, aparato que transmite la fuerza a través de los dientes, mientras que en el cóndilo aumenta el estrés más de 2 veces. Concluyendo así que el máximo de estrés producido en varias regiones de la mandíbula por el uso de aparatos funcionales fijos de reposicionamiento mandibular producen tensiones y estrés en la articulación

témporo mandibular y la mandíbula, por más de 3 veces en la cortical y por más de 2 veces en el cóndilo. <sup>6</sup>

El mecanismo por el cual la ATM responde a la terapia de aparatos funcionales sigue siendo motivo de controversia. Al avanzar la mandíbula hasta una nueva relación incisal borde a borde, los cóndilos son avanzados dentro de la cavidad glenoidea, hasta que se reposicionen en el límite extremo inferior de la eminencia articular, produciéndose así fuerzas sagitales que son transmitidas a los dientes y huesos y por tanto se produce procesos adaptativos esqueléticos dento alveolares y faciales que transforman la Clase II en una Clase I. <sup>41</sup>

Podría concluir que en los artículos revisados y basándome en la revisión sistemática, no se puede llegar a una conclusión y definición clara debido a que los estudios realizados en los diversos años y con diversos diseños y herramientas no estandarizadas, muestras poco consistentes algunos sin cegamiento y aleatorización, limitaciones en la metodología de estudio, por lo tanto queda poco claro lo que realmente lo que se produce a nivel de la ATM con el uso de aparatos propulsores mandibulares fijos.

## **7.- EFECTOS DEL TRATAMIENTO CON APARATOS FUNCIONALES FIJOS**

**Yi cheung RN (2015)** Debido a que la mayoría de estudios se centran en el tratamiento de una sola fase a pesar que en la situación clínica se requiere de dos fases, donde es necesario el uso de aparatología fija (brackets), para la obtención de la alineación y oclusión adecuada, pocos estudios se han llevado a cabo en el tratamiento de dos fases. El propósito de este estudio es de investigar el cambio en la posición mandibular durante cada fase en un tratamiento de ortodoncia de dos fases de la maloclusión de Clase II esquelética. Los resultados fueron obtenidos de cefalogramas laterales, se dividieron en tres subgrupos, grupo positivo, con una maxila prognatico y una mandíbula normal, el grupo estable, con maxila normal y mandíbula retrusiva y el grupo negativo con una maxila prognática y una mandíbula retrusiva. Los resultados

encontrados en la primera fase Aproximadamente el 50% de la corrección de overjet se debió al cambio en la base del esqueleto, el efecto esquelético contribuyó menos (42.5%) que el efecto dentoalveolar (57.5%) en la corrección de la relación molar, no se observaron diferencias significativas entre los tres subgrupos durante el tratamiento de la primera fase.

Para el grupo positivo, las mejoras en overjet y relación molar se debieron completamente a cambios esqueléticos. Los efectos esqueléticos contribuyeron alrededor del 75% a la reducción de overjet en el grupo estable; solo el 25% se debió a efectos dentoalveolares, Para la corrección de la relación molar, alrededor del 57% se debió a los efectos esqueléticos, el 43% fue contribuido por los cambios dentoalveolares. Para el grupo negativo, los efectos dentoalveolares fueron más dominantes en la corrección del reborde (aproximadamente 40% esquelético y 60% dental, mientras que los efectos esqueléticos y dentoalveolares jugaron partes iguales en la mejora de la relación molar

Para el período de tratamiento total hubo una mejoría significativa en la muestra del estudio en overjet y overbite, con la normalización de la base de la mandíbula y las relaciones molares, y el aumento en las alturas de la cara superior e inferior. Durante la fase I, los cambios esqueléticos contribuyeron 49.5% y 42.5% a las correcciones overjet y relación molar, respectivamente, mientras que al final de la fase II, debido a la recaída dentoalveolar, las contribuciones de los cambios esqueléticos aumentaron a 71.2% y 78.2%, respectivamente. Dichos hallazgos entraron en conflicto con algunos de los estudios previos, que concluyeron que el tratamiento con dispositivos funcionales no tiene un efecto clínico beneficioso en la corrección de la maloclusión de Clase II esquelética. Las diferencias en los cambios de tratamiento en los tres subgrupos demostraron claramente la gran variación en la respuesta al tratamiento con el mismo aparato de ortodoncia, lo que podría reflejar que el patrón de crecimiento subyacente difiere entre los grupos y también refleja la debilidad de los métodos de diagnóstico actuales. Sin embargo, como se indicó anteriormente, debido a las deficiencias de los ECA en la evaluación de los resultados del tratamiento de

ortodoncia, las conclusiones válidas en el contexto clínico no pudieron ser extraídos. Añadiendo las limitaciones del presente estudio con el tamaño de muestra pequeño y ningún grupo de control comparable

Después del tratamiento con el aparato Herbst en la fase I, el prognatismo mandibular aumentó en el 100% de los pacientes, pero durante la fase II, solo un tercio de los pacientes continuó teniendo un posicionamiento hacia adelante de la mandíbula. En un tercio de los pacientes, la mandíbula permaneció relativamente sin cambios, mientras que en el tercio restante el prognatismo mandibular disminuyó. Sin embargo, aún se observó un aumento significativo en la longitud mandibular en el 100% de los pacientes en la fase II. Dichos hallazgos indicaron que, en lugar del crecimiento "subnormal" en el período posterior a Herbst, la mandíbula continuó creciendo en los grupos estables y negativos, pero principalmente en sentido vertical en lugar de sagital. Concluyendo que durante las fases I y II la mandíbula aumenta de longitud, durante la fase I se evidenció el aumento del prognatismo mandibular pero en la segunda fase la dirección de crecimiento mandibular fue variable. <sup>44</sup>

**Perinetti G (2015).** En su Revisión Sistemática cuyo objetivo fue evaluar los efectos dentoalveolares y esqueléticos de los aparatos funcionales fijos, solos o en combinación con aparatos multibracket (tratamiento integral), para el tratamiento de la maloclusión de clase II en pacientes postpubertal y puberal. Existiendo muchas investigaciones que evalúan los efectos producidos por los AFF, sin embargo, ninguno de estos estudios han centrado la atención en el momento de la intervención, es decir, la fase de crecimiento, durante el cual se realizó el tratamiento. En este estudio la sincronización la etapa de crecimiento ha sido reportado como uno de los factores clave para el éxito de los resultados del tratamiento. Estudios afirman que la fase de crecimiento puberal es el período óptimo para el logro de efectos esqueléticos. Además, el cumplimiento del paciente es otra cuestión importante cuando se trata con Aparatos funcionales, que pueden superarse mediante el uso de aparatos funcionales fijo. Esta revisión fue realizado en etapas de la puberal y postpuberal o en fase de crecimiento, no se establecieron restricciones en cuanto al tipo de aparato fijo utilizado

solo o en combinación con tratamiento integral (MBA), se utilizaron diversos propulsores mandibulares: Herbst con bandas y Herbst con férulas, Forsus, Jusper jumper, MARA, Sabbagh, Universal Spring (SUS) y el magnético Sydney Magnoglide seguido de aparatología multibrackets.

La fase de crecimiento tenía que ser evaluada con respectivos métodos utilizados, CVM o método maño muñeca. Los tratamientos fueron realizados en fase de crecimiento puberal exepcto en tres investigaciones que fueron en fase pospuberal, la duración del tratamiento con aparatología fija fue variable con los distintos dispositivos ya mencionados. El avance mandibular con dichos aparatos fue de 2 a 4mm en la mayoría de estudios, de borde a borde y de Clase I y alguno con una ligera corrección excesiva. Tres estudios informaron 100% tasa de éxito, 2 estudios 87.2% y 92.8%, los demás estudios no informaron. Independientemente del tratamiento, distribución de efectos dentoalveolares se observó generalmente. A nivel mandibular, estos efectos fueron reportados como movimiento mesial de los dientes mandibulares, se informo proclinación de incisivos inferiores e inclinación distal de molares maxilares. Efectos esqueléticos importantes se reportaron en pacientes púberes, efectos muy limitados al crecimiento mandibular, en pacientes pospuberales no informaron crecimiento mandibular, 8 estudios informaron del crecimiento mandibular, modificación del perfil del tejido blando fueron descritos en solo 6 estudios como adelanto del punto pogonion. A nivel general de calificación de estudios fue media para 6 de ellos, alta para 4 estudios y solo alta para un estudio. El metaanálisis fue limitado al crecimiento mandibular donde el promedio de la longitud en pacientes puberales, como promedio fue de 1,95 mm (1,47 a 2,44). Sólo un estudio en pacientes tratados en etapa postpubertal informó de un aumento de la longitud mandibular total negativo de -1.73 mm (-2.60 a -0.86). Con respecto a la longitud mandibular el cambio global fue 2,03 mm (1,27 a 2,80) para los pacientes en la pubertad. Para el tratamiento integral, la longitud mandibular total fueron 2,22 mm (1,63 a 2,82) y 0,44 mm (-0,78 a 1.66) para los pacienetes puberales y pospuberales. Por último, el cambio de longitud en el complejo mandibular para pacientes postpubertal fue de 1,86 mm (0,83 a 2,89).

Este análisis para el estudio del efecto en los cambios de la longitud total mandibular reveló un mayor efecto estadísticamente significativo para los pacientes en la pubertad en comparación con los pacientes postpuberales solo para el tratamiento funcional pero no para el tratamiento integral. Por lo tanto, si bien cabe esperar efectos esqueléticos para el tratamiento funcional en pacientes en la pubertad, más estudios son necesarios para dilucidar si estos efectos son significativamente mayores que las alcanzables en pacientes tratados después de la pubertad.

Crecimientos mandibulares clínicamente relevantes han sido demostrado en pacientes púberes, una cuantificación precisa de la eficacia de este tratamiento con Aparatos funcionales fijo permanece aún indeterminada. Por último, el tratamiento a largo plazo de la estabilidad independientemente de las modalidades seguidas, todavía no han sido evaluados.

Se puede concluir que: el uso de aparatos funcional son eficaces en el tratamiento de la maloclusión Clase II, con efectos esqueléticos cuando es realizada durante la fase de crecimiento puberal, así mismo la elongación mandibular y restricción maxilar son observados, y finalmente efectos esqueléticos solos no son los responsables de la corrección de la Clase II, siempre esta presente los efectos dentoalveolares incluso en pacientes tratados durante la etapa de pubertad. <sup>45</sup>

**Bock N. (2016).** En una Revisión sistemática donde el propósitos de su estudio fueron: (1) identificar todos los dispositivos funcionales fijos para la corrección de Clase II, (2) revisar sistemáticamente la literatura para evidencia científica sobre la estabilidad de los resultados de Tx de Clase II logrados mediante terapia de dispositivos funcionales fijos (3) realizar un metanálisis (si es posible) y evaluar las posibles diferencias entre los dispositivos. En este estudio se identificaron 76 dispositivos funcionales fijos para el tratamiento de la Clase II de los cuales la mayoría (59) se encuentran en el mercado, una gran cantidad de estos dispositivos son, al menos en gran parte derivados del dispositivo Herbst original, y algunos de ellos están incluso disponibles en varios subtipos diferentes, que varían en el diseño del dispositivo y / o anclaje. Sin embargo,

otros aparatos difieren en cuanto al modo de acción. Fueron 20 publicaciones, que se incluyeron en la presente revisión . 19 artículos con Herbst y 1 con Twin-force. Hubo una gran variación intra e inter estudio en relación con el protocolo de retención.

Resultados del estudio del corrector de Mordida Twin-Force. Se encontró un artículo que describe un total de 5 pacientes con una edad promedio de pretécnicos de 11 años. El período medio de observación posterior al Tx fue de 72 meses. Durante el Tx, se observó una disminución tanto del ángulo ANB (2.4 grados) como del ángulo de convexidad del perfil de los tejidos blandos excluyendo la nariz (2.8 grados). Ambas variables mostraron una mejoría adicional durante el período post-Tx; el ángulo ANB disminuyó en un 46% adicional y la convexidad del perfil del tejido blando excluyendo la nariz 86% de la cantidad alcanzada durante el Tx.

**Conclusiones:** La evidencia científica sobre la estabilidad de los resultados de Tx es inexistente para la mayoría de los dispositivos funcionales fijos para la corrección de Clase II, excepto para el dispositivo Herbst Tx. Incluso si la calidad de la mayoría de los estudios es bastante baja (nivel de evidencia III), se encontró buena estabilidad dentoalveolar sin cambios clínicamente relevantes para la mayoría de las variables.<sup>5</sup>

**Zymperdikas V. (2015)** En su Revisión sistemática pretende resumir la evidencia actual que evalúen mediante la radiografía cefalométrica lateral la efectividad clínica de los aparatos funcionales fijos en el tratamiento de pacientes con maloclusión de clase II en comparación con individuos no tratados, así como para identificar cualquier factor que afecte los resultados del tratamiento.

Se concluye que los efectos esqueléticos del tratamiento con AFF en pacientes con maloclusión de clase II, excluyendo los efectos del crecimiento normal, fueron pequeños y probablemente de menor importancia clínica. El tratamiento de la maloclusión de clase II con AFF se asoció con una pequeña estimulación del crecimiento mandibular, una pequeña inhibición del crecimiento maxilar y con cambios dentoalveolares y de tejidos blandos más relevantes. Las recomendaciones sobre la efectividad del tratamiento con AFF sobre la restricción del crecimiento maxilar, el

avance de la mandíbula, la corrección de la maloclusión de Clase II esquelética, el plano mandibular y los ángulos nasolabiales son más débiles y la investigación futura podrían afectarlos.

El tratamiento de la maloclusión de Clase II con AFF parece no ser tan efectivo como se cree en cuestiones de corrección esquelética. Se requieren estudios adicionales para una evaluación exhaustiva de los resultados esqueléticos, dentales y de tejidos blandos de los AFF a largo plazo. La provisión de datos detallados de estos estudios sobre las características de los pacientes (sexo, patrón de crecimiento y maduración esquelética), las características particulares del dispositivo funcional utilizado (el diseño exacto del dispositivo y la posible incorporación de elementos adicionales), así como el esquema de retención seguido debería ser considerado. Finalmente, para permitir también la evaluación de variables lineales, se debe informar el factor de aumento de las radiografías cefalométricas laterales en cada uno de los ensayos respectivos.<sup>3</sup>

## **8.- EFECTOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS DEL PERFIL FACIAL**

Uno de los objetivos del tratamiento funcional es obtener un perfil más recto a partir de un perfil retrognático inicial, característico de los pacientes de la clase II división 1. Son pocos los estudios que enfocan sus informes sobre los cambios que se produce en los tejidos blandos. Aunque los dispositivos funcionales fijos producen algunos cambios estadísticos significativos en el perfil del tejido blando, la magnitud de los cambios puede no ser percibida como clínicamente significativa. La proyección de la protrusión incisiva inferior producida por el tratamiento Herbst no parece estar asociada con la protrusión labial inferior en los estudios. Se ha demostrado que la adaptabilidad de los tejidos blandos a los cambios en los tejidos duros es una asociación compleja, no lineal. Una posible explicación es una importante retrusión dental de los incisivos superiores combinada con una protrusión de los incisivos inferiores, debido a que ambos labios son soportados más significativamente por los incisivos superiores, los cambios en la posición anteroposterior de los incisivos

superiores afectan más significativamente la posición del labio que los cambios en los incisivos inferiores. Se ha publicado un número muy limitado de estudios que evalúan cambios tridimensionales de tejidos blandos después del tratamiento funcional. Sus principales limitaciones son el hecho de no utilizar un grupo de control normal no tratado y presentar los resultados como cambios visuales en lugar de cambios volumétricos reales. <sup>46</sup>

**Flores-Mir. Et al. (2006)** En su revisión encontró una mejora de la convexidad facial. Concluyendo que los cambios producidos por los aparatos funcionales fijos parecen restringir el movimiento hacia adelante del labio superior. No se encontraron cambios en la posición anteroposterior del labio inferior y del tejido blando. Los cambios en los tejidos blandos fueron similares entre las muestras de adultos jóvenes sin crecimiento y las adolescentes en crecimiento. <sup>46</sup>

**Von Bremen J (2014).** En su estudio con el objetivo de evaluar de forma subjetiva el cambio percibido en el perfil facial inducido por la terapia de Herbst en pacientes adultos de Clase II que no están preocupados principalmente por sus perfiles, el aparato Herbst es una herramienta muy confiable para tratar la maloclusión. Sin embargo, si se desea obtener un mejor perfil, el avance mandibular quirúrgico o la cirugía bimaxilar se recomienda comúnmente como única alternativa. Esto a menudo desalienta a los pacientes debido a que estos procedimientos son riesgosos y los costos son mucho más altos. Pacientes tratados con el aparato de Herbst con férula seguido de aparatos multibracket. Los pacientes fueron calificados por los ortodoncistas y estudiantes, el objetivo del tratamiento principal en este grupo fue la reducción de la sobremordida y la alineación de los dientes. Estudios revelan que los pacientes adultos que se someten a un avance mandibular quirúrgico tienden a reportar una mejoría en el perfil que el paciente adulto tratado con Herbst . Las evaluaciones de pacientes en este cohorte se llevaron a cabo en fotografías de perfil de color, donde concluyeron que, en promedio, el atractivo del perfil facial de los pacientes adultos fue mejorado por el tratamiento de Herbst. Sin embargo, la percepción interindividual del atractivo del perfil variaba mucho, los estudiantes tienden

a ser mucho más crítico que los ortodoncistas. Por otro lado podemos decir que el atractivo de la cara está influenciado por una multitud de factores no métricos, el perfil facial solo juega un papel menor, y esa belleza permanece "en el ojo del espectador". Pudiendo haber sido más conveniente haber evaluado siluetas faciales negras en lugar de fotografías.<sup>47</sup>

**Janson G. et al. 2017.** El propósito de su estudio fue evaluar los cambios de los tejidos blandos en los pacientes con maloclusión Clase II división I tratados con aparatos funcionales fijos, post tratamiento; pacientes tratados con extracciones de premolares maxilares. La preocupación del uso de protocolo de extracción de premolares maxilares es que afecte negativamente la sonrisa estética y el perfil de los tejidos blandos, recientemente una revisión sistemática encontró que no había diferencias significativas entre los grupos de extracción y no extracción de premolares, esta decisión podría ser beneficioso en pacientes que presentan protrusión. Los resultados de este estudio no muestran diferencias estadísticamente significativa entre los dos protocolos de tratamiento, teniendo en cuenta que el overjet en ambos grupos fue similar. Por lo tanto la decisión entre el tratamiento de la maloclusión de Clase II con aparatos funcionales fijos o dos extracciones de premolares maxilares debe basarse en las variables como son: el cumplimiento del paciente, incisivos mandibulares proclivados así como costo beneficio y la preferencia de tratamiento del ortodoncista y el paciente. Este estudio tiene algunas limitaciones siendo lo primero el uso de diversos aparatos funcionales fijos, es evidente que existen ciertas diferencias en los efectos de dichos aparatos, aunque en general los efectos han de ser similares, concluyendo que maloclusiones tratadas con aparatos funcionales fijos y tratamientos con dos extracciones de premolares son similares y no producen cambios en los perfiles blandos en pacientes en la pubertad tardía.<sup>1</sup>

## CONCLUSIONES

- Los aparatos Funcionales fijos – Propulsores mandibulares para la corrección de la Clase II descritos, han demostrado que su efectividad es debido a cambios dentoalveolares en mayor proporción que los esqueléticos.
- Se ha podido comprobar que los efectos dentoalveolares son los que se producen a nivel del segmento maxilar, con un leve movimiento posterior semejándose al efecto del Aparato extraoral (headgear), inclinación vestibular de los incisivos inferiores así como mesialización a nivel de molares inferiores.
- En pacientes con crecimiento vertical, su uso deberá ser con suma cautela debido a la rotación del plano oclusal en sentido horario, de ser factible el control vertical en este tipo de pacientes.
- La etapa de preferencia para el tratamiento con los Aparatos Funcionales Fijos – Propulsores mandibulares es durante la etapa puberal, de esta forma aprovechar el crecimiento del paciente y los efectos esqueléticos que podrían favorecer el tratamiento de la maloclusión de Clase II.
- Cuando diagnosticamos y determinamos el tratamiento, tenemos que considerar que cada paciente presenta un crecimiento individual, con su propio patrón de crecimiento y desarrollo esto sin importar la edad cronológica, el género, la forma o la etapa de dentición, con esto podemos añadir que un paciente buen crecedor (normodivergente-hipodivergente), será favorable para la aplicación de la terapia funcional.
- El uso de un indicador fiable de madurez esquelética es aconsejable para aplicar el tratamiento en la fecha adecuada y de esta manera aprovechar la etapa de crecimiento del paciente.
- La utilización del dispositivo funcional fijo– Propulsor mandibular, cualquiera de los descritos en la literatura dependerá de la indicación, facilidad y destreza en su uso por parte del operador.
- El Ortodoncista está en la obligación de realizar una evaluación individualizada, puesto que el paciente presenta su propio patrón de desarrollo madurativo, el especialista está en la obligación de reconocer estas variaciones y aplicar el protocolo más adecuado para cada paciente.

- Los efectos en la ATM de los aparatos funcionales fijos-propulsores mandibulares, queda poco claro lo que realmente se produce a nivel de la ATM con el uso de aparatos propulsores mandibulares fijos. Algunos estudios indican que inicialmente la relación cóndilo-disco-cavidad glenoidea puede estar alterada durante el tratamiento, pero luego es restablecida al final del tratamiento.
- En los tejidos blandos del perfil facial, una mejora de la convexidad facial se ha podido apreciar.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Janson G, Castello B N, Aliaga-Del castillo A, and others. Soft tissue treatment changes with fixed functional appliances and with maxillary premolar extraction in class II division 1 malocclusion patients. *Eur J Orthod.* 2017;1-9.
- 2.- Parra Q N, Botero P M. Aparatos de Avance mandibular: ¿Mito o Realidad?. *Rev. Nac. Odontol.* 2003;9:57-7.
- 3.- Zymperdikas V F, Koretsi V, Papageorgiou S N, Papadopoulos M A. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a Systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2016;38(2):113-126.
- 4.- Naga K V, Dhivya K. Pradeed B K, and Others. Early prevention and intervention of class II division 1 in growing patients. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(suppl 1):s79-s83.
- 5.- Bock N C, Von Bremen J, Ruf S. Stability of class II fixed Functional appliance therapy – a Sistematic Review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2016;38(2):129-139.
- 6.- Chaudhry A. Sidhu M S, Chaudhary G, Grover S, and others. Evaluation of stress changes in the mandible with a fixed functional appliance: a finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(2):226-34.
- 7.- Márquez L V. Aparatos Funcionales Fijos – Propulsores mandibulares. Lima-Perú.2017.
- 8.- Ravindra N. Sunil K. Terapias Actuales de Ortodoncia. Venezuela: Amolca;2011.
- 9.- Fleming P and Lee R. Orthodontic Functional Appliances Theory and Prectice. UK London:Jhon Willy & Sons, Ltd.2016.
- 10.- Proffit W R, Fields HW. Sarver DM. Ortodoncia Contemporánea. 5ta Edición.Elsevier.2013.
- 11.- Vellini F F. Ortodoncia Diagnóstico y planificación Clínica. 2da Edición. Sao Paulo.Artes Médicas L.2004.
- 12.- Kim I, Olivera M E, Duncan W J, Cioffi I, and Farella M. 3D assessment of mandibular Growth Based on Imagen Registration: a Feasibility Study in a rabbit model. *Biomed Research International.*2014;1-6.
- 13.- Luckow S and others. La mandíbula: Su rotación durante el crecimiento. Una revisión bibliográfica(II).*Ortodoncia española.*2000;40(2):51-60.
- 14.- Graaber L W, Vanarsdall R L,Vig K.W.L. Huang G.J. Orthodontics Current Principles and Techniques.6ta Edición. St Louis,Missouri: Elsevier.2017.

- 15.- Echarri L P. Diagnostico en Ortodoncia- Estudio Estudio Multidisciplinario. Editorial Quitessence.1998.
- 16.- Rodriguez Y E, Casasa A R. Ortodoncia Contemporánea- Diagnóstico y Tratamiento. 2da. Edición.Amolca. 2008.
- 17.- Interlandi S. Ortodoncia Bases para la iniciación. 1ra Edición. Artes Médicas L. 2008.
- 18.- Saldarriaga-Valencia JA, Alvarez-Valera E, Botero-Mariaca PM. Treatments for Skeletal Class II malocclusion Combined. Rev CES Odont. 2013;26(2):145-159.
- 19.- Bugaighis I, Karant D. The prevalence of malocclusion in urban Libyan Schoolchildren. J Orthod SCI. 2013;2(1):1-6.
- 20.- Menendez M V L. Clasificación de la maloclusión según Angle en el Perú (Análisis de 27 trabajos de Investigación). Odontología SanMarquina. 1998;2:41-44.
- 21.- Ozer T, Kama D J, Ozer S Y. A Practical Method to determine Pubertal Growth. Am J Orthod Dentofacial Orthop.2006;130(2);131.1e-6.
- 22.- Pangrazio MN, Pangrazio-Kulbershb V, Bergerc J L, Bayirlid B, and others. Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance in patients with Class II Skeletal Malocclusions. Angle Orthod. 2012;82(6):971-97.
- 23.- Pacha M M. Fleming P S. and Johal A. A comparison of the efficacy of fixed versus removable functional: Systematic review. European Journal of Orthodontics.2016;38(6): 621-630.
- 24.- Nanda R. Biomecánica y Estética- Estrategia en Ortodoncia Clínica. Amolca.2007.
- 25.- Yang X, Zhu Y, Long H and others. The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a Meta-analysis. European Journal of Orthodontics. 2016;33(3):324-333.
- 26.- De Arruda Aidar L A, Dominguez G C, Yamashita H K and others. Avaliacao longitudinal das ATM com ressonancia magnética, em adolescents tratado com aparelho de Herbst e Ortodoncia fija. Rev Clin Ortodon Dental. Press.Maringa.2009;8(5):33-46.
- 27.- Pancherz Hans. The Herbst appliance- its biologic effects and clinical use. American Journal of Orthodontics. 1985;87(1):1-20.
- 28.- Tomblyn T. Rogers M, Andrews L, and others. Cephalometric Study of Class II Division 1 patients treated with an extendedduration reinforced, banded herbs appliance followed by fixed appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2016;150(5):818-30.

- 29.- Huanca L T, Toll D E, Defraia E, Baccetti T, and others. Treatment and Posttreatment outcomes induced by the Mandibular advancement Repositioning Appliance; a Controlled Clinical Study. *Angle Orthod.* 2011;81(4):684-691.
- 30.- Thikriat S, Jewair A. Meta-analysis on the mandibular dimensions effects of the Mara appliance in patients with Class II malocclusions. *Angle Orthod.* 2015;85(4):706-714.
- 31.- Bassarelli T, Franchi L, Defraia E, Melse B. Dentoskeletal effects produced by a Jasper Jumper with an anterior bite plane. *Angle Orthod.* 2016;86(5):775-781.
- 32.- Rodriguez A L, Dobles A L. Aparato funcional Forsus para la corrección de Clase II esquelética a temprana edad- Reporte de un caso Clínico. *Revista Electrónica de la Facultad de Odontología ULACIT-Costa Rica.* 2014;7(2):1-14.
- 33.- Chaque A, Sensi J. Tratamiento de la Clase II mediante el Forsus. *Rev Esp Ortod.* 2011;41:233-45.
- 34.- Prakash A S, Sudhakar P, Mummidi B, and others. Biomechanical and clinical considerations in correcting skeletal Class II Malocclusion with Forsus. *The Journal of Contemporary Dental Practice.* 2012;13(6):918-924.
- 35.- Caciatore G, Huanca L T, Alvetto L, Giuntini V. Treatment and Posttreatment effects induced by the Forsus appliance a Controlled Clinical Study. 2014;84(6):1010-1017.
- 36.- Unal T, Celikoglu M, Candirli C. Evaluation of the effects of skeletal anchored Forsus FRD using miniplates inserted into the mandibular symphysis: a new approach for the treatment of Class II malocclusion. 2015;85(3):413-419.
- 37.- Chhibber A, Upadhyay M, Uribe F, Nanda R. Long-Term Stability of Class II Correction with the Twin Force Bite Corrector. *JCO. Inc.* 2010;44(6):363-376.
- 38.- Rothenberg Jeff, Campbell E S, Nanda R. Class II correction with the Twin Force Bite Corrector. *JCO. Inc.* 2004;38(4):232-240.
- 39.- Chhibber A, Upadhyay M, and others. Mechanism of class II Correction in prepubertal and postpubertal. *Angle Orthod.* 2013;83(4):718-727.
- 40.- Rakosy T, Graber TM. Tratamiento Ortodóncico y Ortopédico Dentofacial. AMOLCA.2012.
- 41.- Al-Saleh A Q, Alsufyani N, Flores-Mir C, and others. Changes in temporomandibular Joint Morphology in Class II patients treated with fixed mandibular repositioning and Evaluated Through 3D Imaging: a Systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2015; 18:185-201.
- 42.- De Arruda Aida L A, Dominguez G C, Yamashita H K, and others.

Adolescentes tratados con Aparelho de Herbst e Ortodoncia Fixa: Implicaciones clínicas e de IRMS das ATMs apos 10 años de acompanhamento. Rev Clin Dental Press. 2011;10(4):44-56.

43.- Palomino SP, Almeida K M, De Mello P R, Restrepo M, Ravelf D R. Effects of fixed Mandibular Propulsive appliances on the Temporomandibular Joint. Revista CES Odontología. 2014;27(2):82-92.

44.- Yi Cheung R N, Hagg U, Kitwong R W, and Others. Change of Mandibular Position during Two-Phase Orthodontic Treatment of Skeletal Class II in the Chinese Population. Hindawi Publishing Corporation Scientific World Journal. 2015;1-16.

45.- Perinetti G, Primožic J, Furlani G, Franchi L, Contardo L. Treatment effects of fixed functional appliances alone or in combination with Multibracket appliance: A systematic review and Meta-analysis. Angle Orthod. 2015;85(3): 480-492.

46.- Flores- Mir C, Major M P, Major P W. Soft Tissue Changes with Fixed Functional Appliances in Class II division 1. Angle Orthod. 2006; 76(4):712-20.

47.- Von Bremen J, Erbe C, Pancherz H, Ruf S. Facial-Profile attractiveness Changes in adult Patient treated with the Herbst appliance. J Orofac Orthop. 2014;75(3):1-7.