

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

### ***Grado en Odontología***

# **TRATAMIENTO FUNCIONAL EN PACIENTES DE CLASE II EN CRECIMIENTO**

**Madrid, curso 2022/2023**

Número identificativo: 45

## **Resumen y palabras claves:**

**Introducción:** La maloclusión de clase II por retrusión mandibular es una de las más frecuentes. Se produce en edades tempranas y se refleja tanto en la estética facial como en la oclusión. Puede ser corregida en fase de crecimiento, reconocible radiográficamente gracias a las vértebras cervicales, a través de la aparatología funcional. Esta última tiene el objetivo de mantener la mandíbula en posición más adelantada para estimular el crecimiento de la misma. Entre los aparatos destacan el Twin Block que es removible y está compuesto por pistas de acrílico, el Herbst que es fijo y se compone de pistones y émbolos y el último salido en el mercado, el IMA (dispositivo avance mandibular de Invisalign) que abraza los dientes por completo y tiene dos aletas vestibulares. **Objetivos:** Los objetivos de este trabajo fueron encontrar los efectos craneofaciales de los aparatos funcionales y en particular los de los aparatos Twin Block, Herbst y IMA. **Material y métodos:** Al fin de realizar este estudio, se seleccionaron artículos de plataformas científicas que tenían relevancia en el ámbito de la odontología. **Resultados :** Respectando los criterios de elegibilidad y analizando los artículos de interés, se recogieron en total 40 estudios. **Conclusiones:** Los aparatos funcionales de clase II, demostraron ser efectivos en cambios en los tejidos blandos y modificación de la inclinación de los incisivos. A lo contrario, el crecimiento esquelético evidenció controversia. Estas características valieron para los aparatos Twin Block y Herbst pero no para el IMA que demostró estimular el crecimiento esquelético y no afectar la inclinación dentoalveolar. **PALABRAS CLAVES:** Odontología , Aparatología funcional de clase II, Twin Block, Herbst, dispositivo avance mandibular Invisalign

## **Abstract and keywords:**

**Introduction:** The class II malocclusion for mandibular retrusion is one of the most commonly seen. It shows in childhood and is responsible for facial aesthetics and occlusion. It can be solved during the growing period, which can be recognized by a cervical vertebral radiography, by using functional appliances. These devices, have the objective of maintaining the mandibula in an advanced position so that it can grow. Among these appliances there are Twin Block, which is a removable one that is composed of acrylic planes, Herbst, that is a fixed one constituted of telescopic system and IMA (Invisalign mandibular advancer), which is an Invisalign that presents vestibular wings. **Objective:** The aim of this study was to find the craniofacial effects of the functional appliances and precisely the ones of Twin Block, Herbst and IMA **Materials and methods:** In order to achieve the objectives, were analyzed articles from scientific databases that had high relevance in the dentistry world. **Results:** Respecting the eligibility criteria and analyzing the articles of interest, there were chosen 40 studies. **Conclusions:** All in all, the class II functional appliances demonstrated being effective in correcting the facial aesthetics and having dentoalveolar components. There was controversy in the evidence of skeletal effects. These changes were valid for Twin Block and Herbst but not for IMA. Infact, it produced skeletal mandibular growth and controlled the inclination of incisors.

**KEYWORDS:** Odontology , Class II functional appliances, Twin Block, Herbst, Invisalign mandibular advancer

## ÍNDICE:

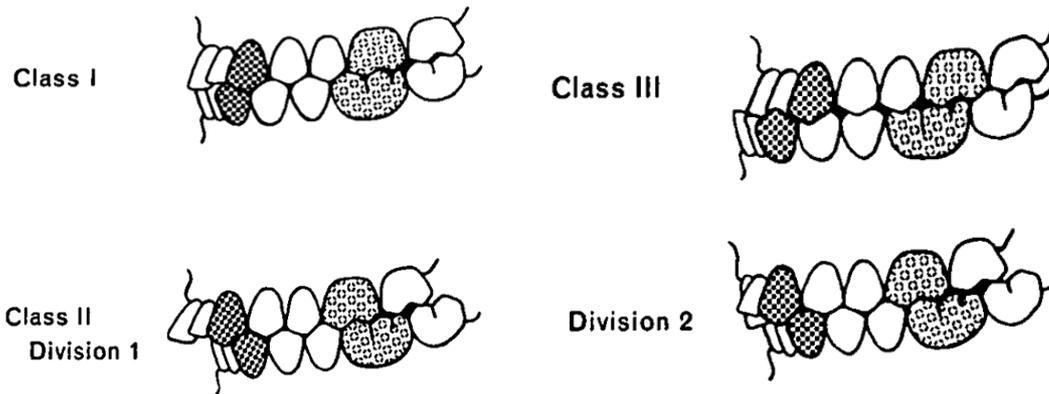
<b>1.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Maloclusión clase II.....	1
1.2 Crecimiento mandibular .....	4
1.3 Determinación del pico de crecimiento .....	7
1.4 Aparatología funcional .....	8
1.4 Justificación.....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 Objetivo principal:.....	15
2.2 Objetivos secundarios: .....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
3.1 Estrategia de búsqueda .....	16
3.2. Criterios de elegibilidad: criterios de inclusión y exclusión.....	16
3.3. Palabras claves y MeSH.....	17
<b>4.RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
4.2 Diagrama de flujo .....	18
4.2 Efectos de la aparatología funcional .....	20
4.3 Efectos craneofaciales del aparato Twin Block .....	21
4.4 Efectos craneofaciales del aparato Herbst .....	25
4.5 Efectos craneofaciales del dispositivo avance mandibular Invisalign .....	28
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>30</b>
5.1 Efectos craneofaciales de los aparatos funcionales .....	30
5.2. Efectos craneofaciales del aparato Twin Block .....	31
5.3 Efectos craneofaciales del aparato Herbst .....	32
5.4 Efectos craneofaciales del dispositivo de avance mandibular de Invisalign.....	33
<b>6.CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>36</b>

## **1.INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Maloclusión clase II**

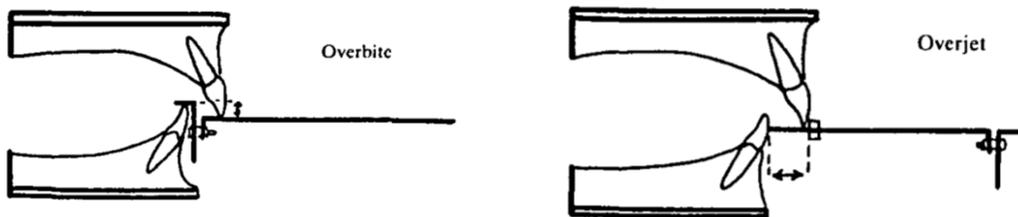
La maloclusión de clase II tiene una prevalencia a nivel mundial del 19,56%, siendo más presente en la población caucásica donde se acerca al 22,9%. Dentro de estos percentiles, la tipología de causa mandibular es la que se presenta con más frecuencia.(1-3) Esta patología es multifactorial, comprendiendo una componente genética, ambiental y los hábitos y se manifiesta en los tres planos del espacio: sagital, transversal y vertical. Tiene 3 posibles orígenes: dental, dentoalveolar y esquelética. (2,4)

En el año 1890 Edward H. Angle define la oclusión dental normal y de aquí clasifica todas las modificaciones como maloclusiones a nivel dental, basándose en la posición de los primeros molares permanentes superiores en el plano anteroposterior. Se define una maloclusión clase I de Angle , cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye en el surco mesiovestibular del primer molar inferior permanente, como en la oclusión normal, pero se presenta alguna malposición. Por otro lado, se define maloclusión clase II de Angle cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye a mesial del surco mesiovestibular del primer molar inferior permanente. Por último se considera maloclusión clase III de Angle cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye a distal del surco mesiovestibular del primer molar inferior permanente. (Fig.1)(4,5)



**Figura 1.** Representación esquemática de las clases de maloclusión de Angle; se evidencian con puntos negros, las posiciones de los primeros molares y los caninos (6)

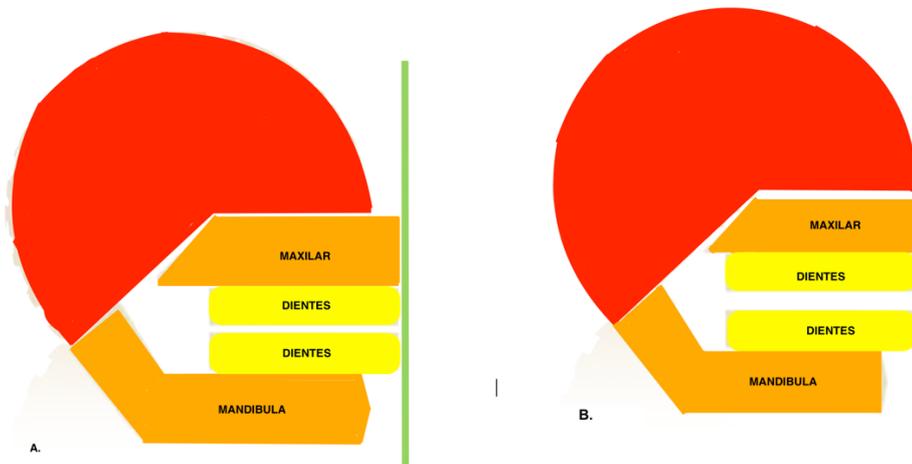
Siempre a nivel dental, la clase II se clasifica a su vez en división 1 y división 2. La primera está caracterizada por resalte o overjet aumentado mientras que la segunda por el aumento de la sobremordida o overbite. (Fig.2) (7)



**Figura 2.** Representación esquemática de la sobremordida a la izquierda y del resalte a la derecha. (8)

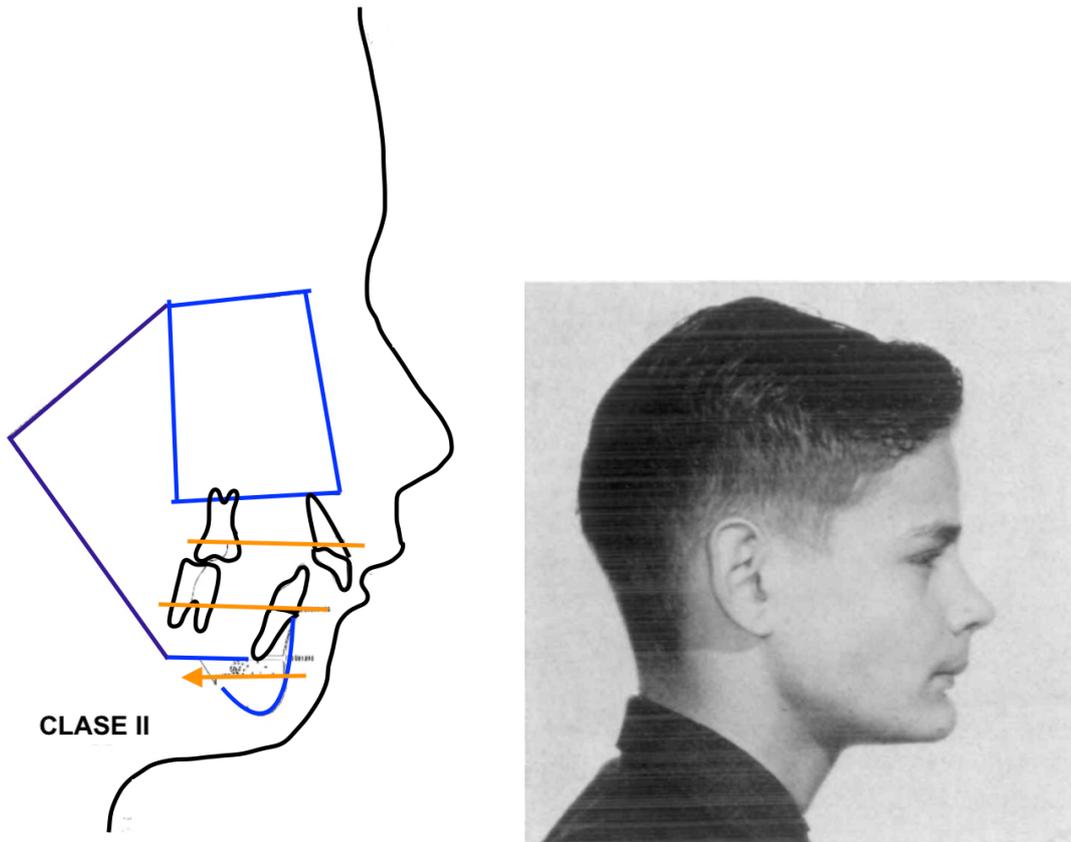
A nivel esquelético la maloclusión clase II está caracterizada por la posición distalizada del maxilar inferior respecto al superior. La causa puede ser maxilar, en este caso, la mandíbula está bien posicionada (SNB correcto) pero el maxilar superior está adelantado por hiperplasia, prognatismo. También puede ser por causa mandibular; en este caso se encuentra el maxilar superior bien posicionado (SNA correcto) pero la mandíbula retraída por hipoplasia o retrognacia. Por último, la causa puede ser también mixta: hiperplasia/ prognacia

maxilar con retrognatismo mandibular o hiperplasia/prognacia maxilar con hipoplasia mandibular. (Fig.3)(9)



**Figura 3.**Clase II esquelética; A= Clase II esquelética por prognatismo maxilar; B= Clase II esquelética por retrusión mandibular. Dibujo de realización propia.

La maloclusión de clase II, se refleja también en la estética facial. Con respecto a la maloclusión de clase II por retrusión mandibular, se aprecia perfil muy convexo, incompetencia labial con falta de sellado, que es aún más llamativa en caso de pro-inclinación de los incisivos superiores. Además el ángulo naso labial puede estar reducido, el labio inferior está evertido, el surco mentolabial bien definido y la línea del cuello corta.(Fig.4) (4,5)



**Figura 4.** A la izquierda hay una representación gráfica del perfil de clase II con retrusión mandibular. Dibujo de realización propia.

A la derecha una imagen del típico perfil de clase II por retrusión mandibular.

(6)

## 1.2 Crecimiento mandibular

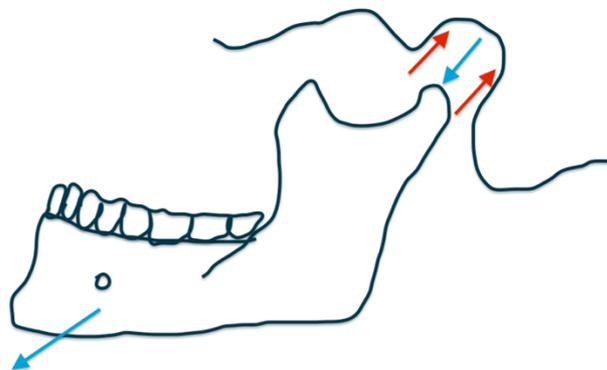
El aparato estomatognático es un conjunto de tejidos blandos, huesos y dientes que trabajan juntos y sincronizados. De aquí viene que para entender la maloclusión y poder actuar de forma ortopédica sobre las posiciones de los maxilares es necesario conocer su crecimiento postnatal. (10)

Entre las estructuras implicadas en el desarrollo del maxilar inferior están el cóndilo, el cuerpo, la rama vertical. (9,10)

La mandíbula, al nacer, se presenta con las mismas estructuras de un maxilar adulto, diferenciándose en el tamaño y la forma. Empieza a desarrollarse, alargándose anteriormente, desde el 3°-4° mes hasta el 5° año de vida a través de reabsorción en la cara posterior del cuerpo y aposición en la cara anterior del

mismo para crear espacio a los dientes temporales. A nivel de la sincondrosis mandibular, hasta los 8 meses, hay una proliferación del cartílago que permite el desarrollo transversal del maxilar. Desde este momento la única forma de crecimiento es el alargamiento posterior. (9)

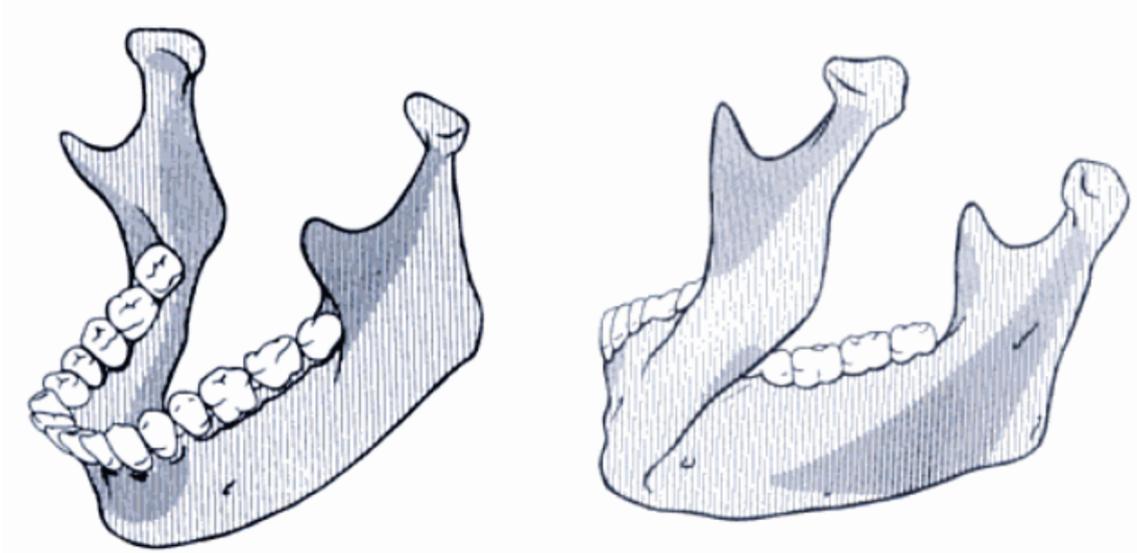
A nivel condíleo, hasta los 20 años, el cartílago secundario crece hacia atrás y arriba mientras que crece hacia fuera hasta los 3 años, por la limitación de la base del cráneo. Esto junto a la morfología de la fosa glenoidea permite el desplazamiento de la mandíbula hacia delante y abajo. (Fig.5)(7,10)



**Figura 5.** Representación del crecimiento condilar. A nivel del cóndilo las flechas indican que crece hacia atrás y arriba y la flecha a nivel de la mandíbula indica que se mueve hacia delante y abajo. Dibujo de realización propia.

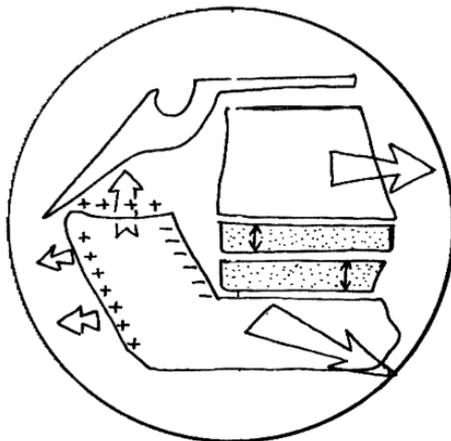
El crecimiento de la rama vertical se produce por medio de reabsorción en la parte anterior y aposición en la parte posterior, permitiendo el alargamiento posterior de la mandíbula. Hay aposición en la cara interna de la apófisis corónides y reabsorción en la parte externa. (9)

Por último, a nivel del cuerpo mandibular, apreciamos aposición en la cara externa, menos que en el hueso labial, y aposición reabsorción en V a nivel de la apófisis alveolar. (Fig.6) (7)



**Figura 6.** Representación de las zonas de remodelado óseo mandibulares durante el crecimiento. Las zonas oscuras indican reabsorción y las claras aposición (10)

El conjunto de estas modificaciones morfológicas, conllevan una rotación mandibular que puede ser: anterior (cóndilo hacia arriba y delante), moviendo la mandíbula hacia delante, ideal para compensar las maloclusiones de clase II esquelética de causa mandibular; rotación posterior (cóndilo hacia atrás y arriba) responsable de la posición retraída del maxilar inferior. (Fig.7) (9,10)



**Figura 7.** Representación del desplazamiento mandibular (flechas), junto a la remodelación hacia abajo y atrás de la mandíbula. Los + indican la aposición y los - la reabsorción. (11)

### **1.3 Determinación del pico de crecimiento**

En ortodoncia es de vital importancia encontrar el momento correcto para dar inicio al tratamiento, pues este se va a diferenciar dependiendo del estado de crecimiento del paciente (12). De hecho, hoy en día hay multitudes de métodos para determinar el crecimiento puberal que son más o menos precisos; entre estos encontramos: edad cronológica, maduración sexual, dientes, altura y peso, maduración ósea donde destacan el método de las falanges y el método de maduración de las vértebras cervicales (CVM). (13) Este último, ideado por Lamparski (14) es eficaz porque es sencillo de identificar, no expone al paciente a exceso de radiación pues se puede utilizar la telerradiografía diagnóstica y observar al tamaño y forma de las vértebras cervicales con particular atención a la tercera (C3) y cuarta (C4). Tiene 6 fases (12): (Fig.8)

-en la fase 1, dos años antes del pico, la totalidad de las vértebras presenta los bordes inferiores planos y los superiores afilados de posterior a anterior

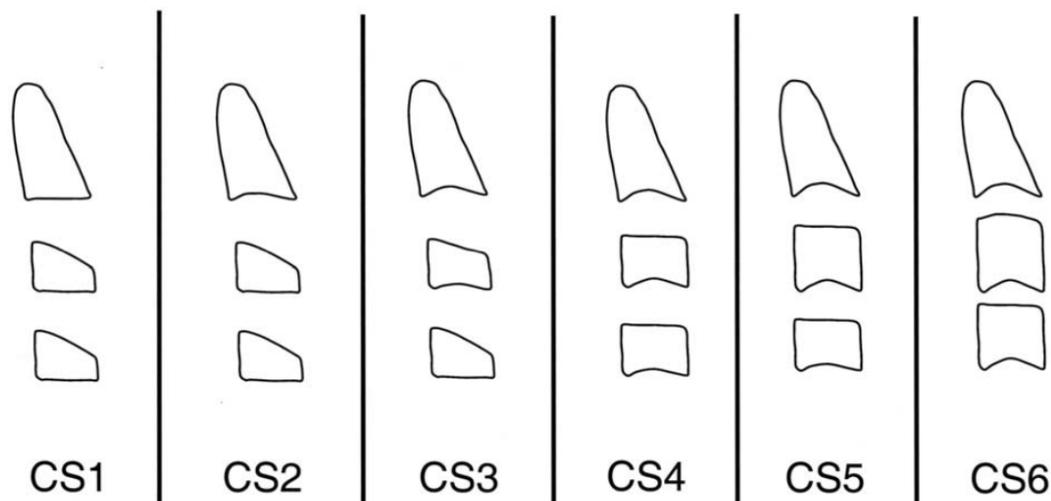
-en la fase 2, 1 año antes del pico, aumenta la altura de las vértebras y se nota una concavidad en el borde inferior de C2

-en la fase 3, año del pico, se desarrollan las mismas características que la fase anterior solo en la vertebra C3

-en la fase 4, 1 año después del pico, se desarrolla una concavidad en el borde inferior de C4 y los cuerpos de C3 y C4 tienen forma rectangular

-en la fase 5, cuando ya se ha acabado el desarrollo mandibular desde un año, todas las vértebras tienen una concavidad inferior, cuerpo con forma cuadrada y están más cercanas las unas de las otras

-en la fase 6, ya se han profundizado todas las concavidades de las vértebras y se presentan más altas que anchas con forma rectangular



**Figura 8.** Representación esquemática de las 6 fases de desarrollo de las vértebras (CS = cervical stage) (12)

#### 1.4 Aparatología funcional

Entre las posibilidades de tratamiento de la clase II, en pacientes en crecimiento se encuentra la aparatología funcional. Esta última tiene la función de mantener la mandíbula en una posición más adelantada, acercándola a la oclusión ideal para estimular su crecimiento a través de la elongación de los músculos, tejidos blandos que transmiten las fuerzas hacia los dientes. (4,15)

En el 1879, Kingsley presentó un plano de adelantamiento mandibular que tenía una placa maxilar y se agarraba a los incisivos inferiores; esto tenía la función de “levantar de mordida” pero conseguía llevar la mandíbula en una posición adelantada. Posteriormente en el 1907 Pierre Robín, habló por primera vez del monobloque, predecesor del aparato de Andresen del 1930. Este último, activador de Andresen, consiste en una placa superior acrílica que tiene unas aletas de agarre mandibular, así que obliga al avance del maxilar inferior. (4,9)

Los aparatos funcionales, son aparatos pasivos y se pueden clasificar según la forma o respecto a la modalidad de aplicación. En el primer caso, se subdividen en dispositivos bimaxilares, de placas dobles y los de “pantalla en vestíbulo bucal”; como ejemplo de este último tenemos el regulador de función de Frankel.

En caso de subdividirlos según la modalidad de aplicación, tenemos aparatos removibles y fijos. (16)

Los aparatos bimaxilares se presentan como un único dispositivo que junta la arcada superior con la inferior. Un ejemplo es el Bionator de Balters, ideado en el año 1952, que es un dispositivo removible, formado por una base de acrílico que contacta con los sectores posteriores superiores y anteroinferiores, permitiendo colocar la mandíbula en una posición más anterior. (Fig.9-10)(17)



**Figura 9.** Bionator de Balters, cuerpo acrílico y los 3 arcos (16)

Igualmente está compuesto por 3 tipos de arcos; el arco labial contacta con las superficies vestibulares de los dientes anterosuperiores y se utiliza para forzar el cierre de los labios; el arco lingual se encuentra a nivel del paladar y tiene la función de mantener la lengua en posición baja y al mismo tiempo aumentar el diámetro del paladar y por último los dos lazos bucinadores que tienen el papel de separar las mejillas. (16–18) (Fig.10)



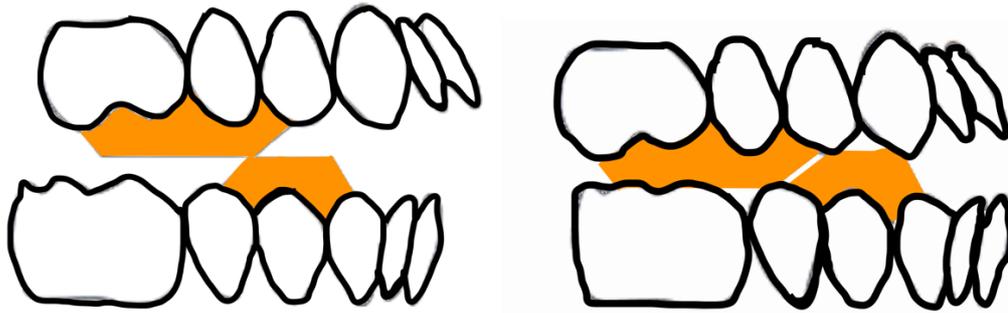
**Figura 10.** Aparato Bionator de Balters en boca. Se notan los lazos bucinadores en la primera y tercera imagen y el arco labial en la segunda imagen (17)

Los aparatos de placa doble están compuestos por un dispositivo maxilar y otro mandibular permitiendo así libertad al hablar y al comer; un ejemplo es el Twin Block, desarrollado por William J. Clark, un dispositivo removible que se compone de un aparato superior y otro inferior con unos bloques de mordida posteriores a la angulación de 70° que permiten, al entrar en oclusión, el deslizamiento de la arcada inferior hacia delante. (2,18)(Fig.11,12)



**Figura 11.** Twin Block; bloques de mordida de acrílico y retenedores (2)

Entre las versiones del dispositivo Twin Block destaca una modificación en la cual, se encuentra un bloque de acrílico que abraza los incisivos inferiores con el intento de controlar la inclinación de los mismos. (2) Además, el aparato puede ser cementado en la arcada superior, inferior o en ambas, en caso de no tener buena colaboración por parte del paciente. Al dispositivo que se coloca en el maxilar se le puede añadir un disyuntor, teniendo así un Twin Block tipo Slide Block. (4,5)



**Figura 12.** Esquema de deslizamiento de la mandíbula, producido por los planos de mordida del Twin Block. Dibujo de realización propia.

Entre los aparatos funcionales fijos destacan: el Herbst.(15)

El dispositivo Herbst, descrito en el año 1905 por Emil Herbst, y renovado por Hans Pancherz en el 1979, está compuesto por dos tornillos colocados encima de una banda, coronas metálicas o directamente pegados a la corona del primer molar superior y del segundo premolar inferior. A estos se junta un pistón telescópico con túbulos y émbolos que va a forzar el alojamiento de la mandíbula hacia una posición adelantada. (5,15,19) (Fig.13,14)



**Figura 13.** Herbst visión frontal (20)



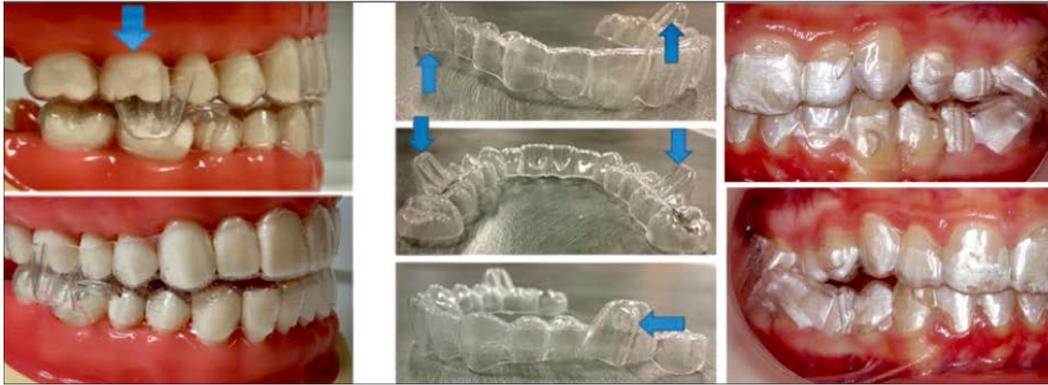
**Figura 14.** Herbst visión lateral (21)

En el año 2002, Arturo Vela presenta una nueva versión de este aparato, con el nombre de “bisagra o biela oclusal” y que consiste en un bloque de acrílico oclusal con adentro un pasador transversal que sirve para activar el dispositivo. Esto mejora tanto el manejo cuanto la comodidad del aparato. (Fig.15 )(60)



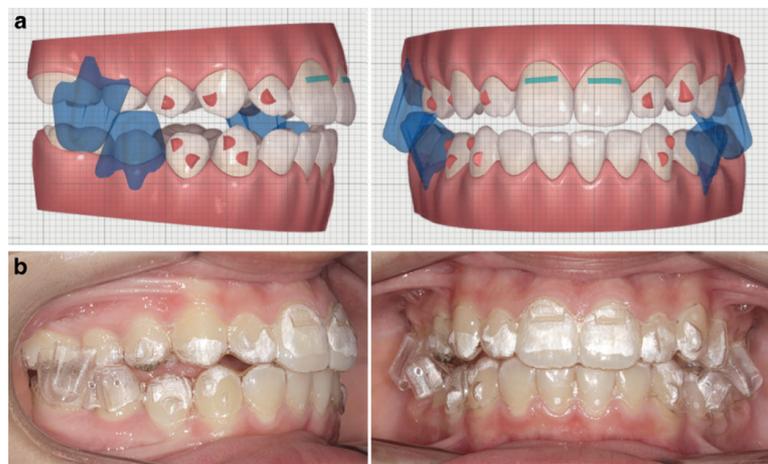
**Figura 15.** Representación del Herbst de Biela oclusal. (60)

En el 2017, la nueva tecnología de alineadores ha ideado un nuevo dispositivo llamado MAF (mandibular advancement feature) o MAI (invisalign mandibular advancer) que replica la idea del Twin block. De hecho, se presenta como un normal alineador que tiene dos aletas de precisión inclinadas, a bucal con respecto a las arcadas, en posición del primer molar superior y de los premolares inferiores que al chocar van a crear un deslizamiento mandibular hacia delante. (Fig.16,17) (22–24)



**Figura 16.** Representación MAF. Las flechas indican las aletas vestibulares.(23)

La novedad de este dispositivo es que funciona con el mecanismo CAD-CAM, así que tiene un flujo digital completo que permite programar el tratamiento con sus modificaciones por medio del ordenador. (Fig. 16) Con respecto a los movimientos que realiza, es novedoso que junta la protrusión mandibular con el alineamiento y nivelación de los dientes. Esto es posible gracias al material que abraza en su totalidad los dientes. (22)



**Figura 17.** a: Representación del MAF en el proyecto al ordenador en posición lateral y frontal , con las aletas vestibulares en azul y los attaches en los dientes en color rojo; b: MAF en boca en posición lateral y frontal. (22)

#### **1.4 Justificación**

Al día de hoy , las maloclusiones de clase II tienen una alta prevalencia en las clínicas dentales, siendo las de división I las más frecuentes .(1–3) Esta anomalía se manifiesta en edades tempranas y va empeorando con el crecimiento, creando incomodidades para los pacientes por problemas estéticos y funcionales. Igualmente, las maloclusiones identificadas en edades tempranas permiten aprovechar del crecimiento esquelético para realizar un tratamiento más sencillo, menos invasivo y que acorte el tiempo y fases de terapia futuras. (3) Por otro lado, los aparatos funcionales, son una gran variada familia de dispositivos que están presentes en el mercado desde hace muchos años y han sido estudiados por varios autores, dando resultados controvertidos a propósito de si los efectos que provocan a nivel craneofacial son dentales, esqueléticos o mixtos. De aquí, la necesidad de estudiar el funcionamiento de los aparatos funcionales en pacientes clases II de causa mandibular en crecimiento. Además, se busca encontrar la mejor solución para el paciente a nivel terapéutico. Por lo tanto, se estudian de modo individual los efectos craneofaciales de los aparatos funcionales Twin Block, Herbst y el nuevo dispositivo de avance mandibular de Invisalign (IMA).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo principal:**

1. Estudiar los efectos craneofaciales de la aparatología funcional en pacientes de clase II de causa mandibular en crecimiento

### **2.2 Objetivos secundarios:**

1. Identificar los efectos craneofaciales del aparato funcional Twin Block
2. Estudiar los efectos de avance mandibular del aparato funcional Herbst
3. Valorar los efectos craneofaciales del aparato Invisalign de avance mandibular

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Estrategia de búsqueda**

A fin de elegir los artículos para realizar esta revisión sistemática, se ha efectuado una búsqueda electrónica a través de las plataformas virtuales de impacto a nivel científico tales como: PubMed, Medline y la base de datos de Dentistry & Oral Science relevante en el sector odontológico. Asimismo, fue utilizada la biblioteca virtual de SciELO, Cochrane Library y por último varios libros que tratan de maloclusiones con sus planes de tratamiento y técnicas de ortodoncia básica y moderna.

Se ha llevado a cabo la búsqueda a través de palabras claves o términos MeSH guiados por operadores booleanos que ayudaron en la selección de artículos de interés y que se diferenciaban respecto a la base de datos elegida.

#### **3.2. Criterios de elegibilidad: criterios de inclusión y exclusión**

Al fin de cumplir con los objetivos de este trabajo, fueron revisados artículos provenientes de revistas relevantes en el mundo de la ortodoncia y odontología como “American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics”, “European Journal of Orthodontics”, “Journal of Dental Research”.

El idioma de los artículos fue preferentemente inglés y todos publicados en los últimos 10 años (entre 2012 y 2022). No obstante, fueron incluidos artículos más antiguos para completar las informaciones y que corresponden a clasificaciones, técnicas o materiales originales de autor que no han sido descritas de forma válida en artículos más recientes. Al mismo tiempo se consultaron varios libros en idioma español tales como: “Ortodoncia clínica y terapéutica” de Canut , “Ortodoncia contemporánea” de Profitt, “Aparatología en ortopedia funcional” de Grohmann y “Ortodoncia, principios y técnicas actuales” de Graber.

Los criterios de elegibilidad se presentan aquí ilustrados. (Tab.1)

**Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos en inglés	Idioma que se diferencie al inglés
Revisiones , meta análisis	Estudios antiguos, no actualizados (de más de 10 años)
Estudios en pacientes en crecimiento	Estudios en pacientes en fase de post pico o adultos
Pacientes clases II esquelética de causa mandibular	Estudios sobre animales
Pacientes tratados con aparatología funcional	Estudios no pertinentes con el tema del trabajo

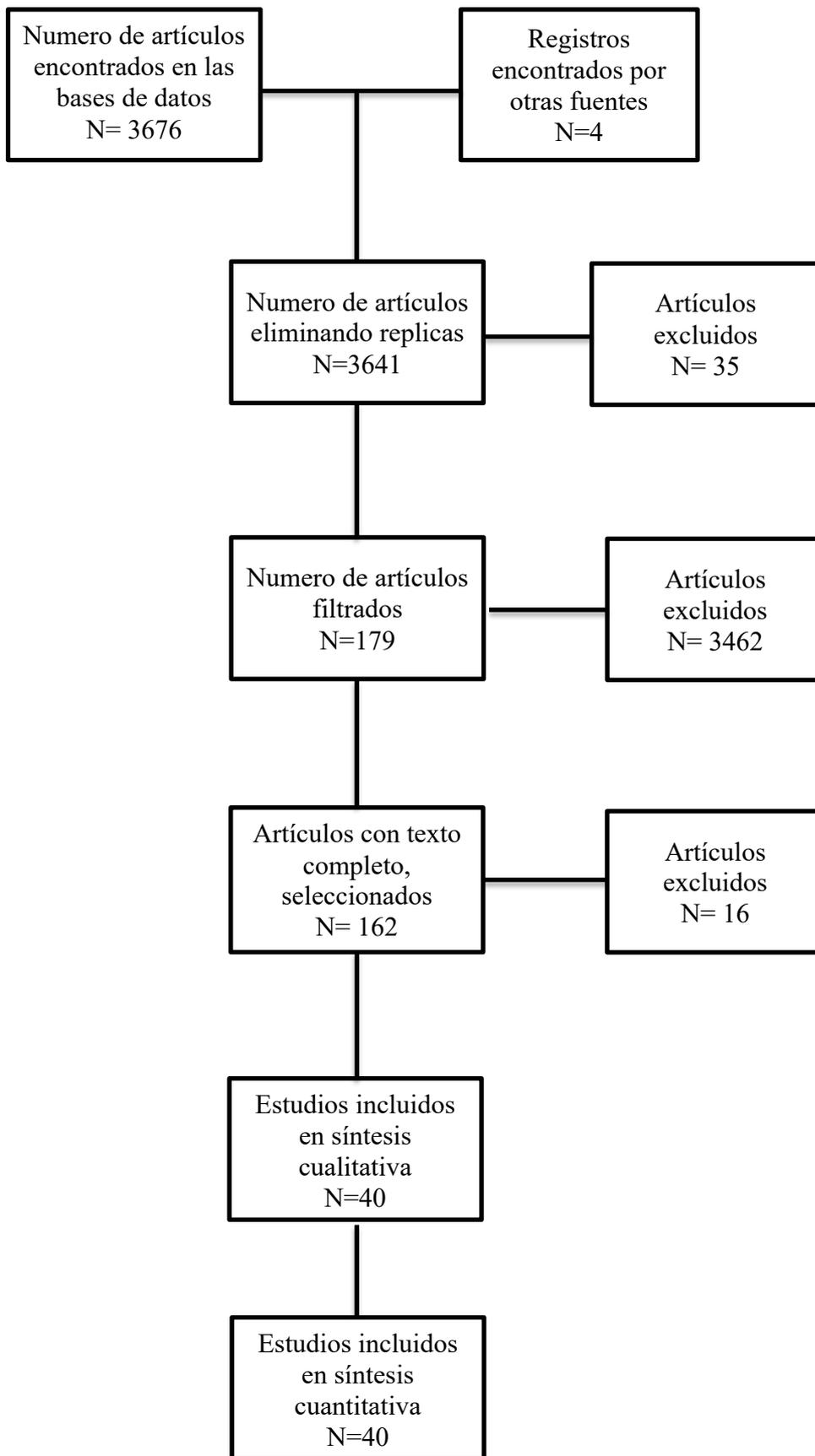
### **3.3. Palabras claves y MeSH**

Las palabras claves y MeSH empleados con los operadores booleanos fueron: Orthodontic [MeSH] treatment, Orthodontic [MeSH] AND Orthopedic [MeSH], Class II malocclusion [MeSH], Class II malocclusion NOT division II, Esqueletal class II malocclusion [MeSH], Mandibular growth, Skeletal maturation, Cervical vertebrae [MeSH], Orthodontic Appliances [MeSH], Functional appliances [MeSH], Treatment effects functional appliances, Dentoskeletal effects, Dental OR skeletal effects, Mandibular advancement [MeSH], Twin Block, Herbst, Herbst OR Twin Block, Invisalign, Invisalign mandibular advancement feature appliance, Fixed [MeSH] functional appliances, Removable [MeSH] functional appliances, Fixed AND Removable functional appliances [MeSH], Fixed OR Removable functional appliances [MeSH].

## **4.RESULTADOS**

### **4.2 Diagrama de flujo**

A través de la ecuación de búsqueda se encontraron de primeras 3676 artículos y se seleccionaron 4 libros de interés. De aquí han sido eliminados los artículos que se presentaban en réplicas y los que no respectaban los criterios de elegibilidad presentes en la Tabla 1., llegando a un total de 179 artículos. A seguir se excluyeron los artículos que no se encontraban en formato completo accesible y se leyeron por completo los restantes estudios, seleccionando los relevantes por abstract y contenido, por un total de 40 seleccionados. Tabla 2.



**Tabla 2.** Diagrama de flujo

## 4.2 Efectos de la aparatología funcional

La Tabla 3. representa que, entre los artículos seleccionados, se encontraron 9 revisiones sistemáticas y metaanálisis de revistas de impacto a nivel científico y que se agruparon según los efectos craneofaciales que evidenciaban y que podían ser esqueléticos, dentoalveolares o de tejidos blandos.

**Tabla 3. Efectos craneofaciales de la aparatología funcional por autor**

<b>Autores y año</b>	<b>Revista</b>	<b>Tipo estudio</b>	<b>Efectos</b>
Zymperdikas, y col, 2016 (25)	European journal orthodontics	Meta análisis	Dentoalveolares ,tejidos blandos, esqueléticos mínimos
V.D'Antò, y col. 2015 (26)	Journal of oral rehabilitation	Revisión sistemática	Dentoalveolares, esqueléticos
A.T.Dibiase y col. 2015(15)	British dental journal	Revisión sistemática	Dentoalveolares, tejidos blandos, esqueléticos (mínimos)
R. Nucera y col. 2016 (27)	American journal orthodontics	Revisión sistemática	Esqueléticos (maxilar)
V. Koretsi y col. 2015 (28)	European journal orthodontics	Revisión sistemática	Dentoalveolares, tejidos blandos, esqueléticos mínimos

Perinetti y col. 2015(29)	Angle orthodontist	Revisión sistemática	Esqueléticos, dentoalveolares
Perinetti y col. 2015 (30)	Plos one	Revisión sistemática	Esqueléticos, dentoalveolares
Villegas y col. 2017(31)	BMC oral health	Revisión sistemática	Esqueléticos
Vaid y col. 2014 (32)	Seminars in orthodontics	Meta análisis	Esqueléticos, dentoalveolares

#### 4.3 Efectos craneofaciales del aparato Twin Block

En la Tabla 4. fueron coleccionados 14 artículos sobre el aparato Twin Block, pertenecientes a revistas de impacto. Fueron respectivamente 7 ensayos clínicos controlados aleatorizados, 3 ensayos clínicos aleatorizados, 1 revisión sistemática, 3 estudios retrospectivos. Estos artículos fueron analizados por la amplitud de la muestra, comprobando el grupo de estudio, si había grupo control y duración en meses del estudio

**Tabla 4. Características de los estudio seleccionados sobre Twin Block**

<b>Autores y año</b>	<b>Revista</b>	<b>Tipo estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
Baysal y col. 2013 (33)	European Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=60 GEt= 20 GC=20	15 meses
DiBiase y col. 2020(34)	European Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=100 GEt=52 GC=X	15 meses
Parekh y col. 2019(35)	American Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT= 62 GE= 62 GC=X	15 meses

and Dentofacial Orthopedics				
Lee y col. 2014 (36)	European Journal of Orthodontics	Ensayo clínico aleatorizado	TOT=103 GEt=53 GC=X	15 meses
Ehsani y col. 2015 (37)	European Journal of Orthodontics	Revisión sistemática y meta análisis	X	X
Giuntini y col. 2015 (38)	Angle Orthodontist	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=91 GEt= 28 GC=27	13 meses
Baysal y col. 2014 (39)	European Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=60 GEt=20 GC=20	≈15 meses
Ghodke y col. 2014(40)	Progress in Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=38 GE=20 GC= 18	6 meses
Burhan y col. 2015 (41)	European Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=40 GEt=20 GC= X	12 meses
Zhang y col. 2020 (42)	BMC oral health	Estudio retrospectivo	TOT=29 GEt=15 GC=x	6 meses
Büyükbayraktar y col. 2023(43)	BMC oral health	Estudio retrospectivo	TOT=36 GEt=18 GC=X	6 meses
Ghaffar y col. 2021(44)	European dental journal	Ensayo clínico aleatorizado	TOT=30 GEt=15 GC=x	12 meses

Plas y col. 2017 (45)	Angle orthodontist	Estudio retrospectivo	TOT=56 GEt=56 GC= x	22 meses
Chavan y col. 2014(46)	Progress orthodontics	in aleatorizado	Ensayo clínico TOT=30 GEt=10 GC=10	6 meses

Legenda: TOT= total de la muestra seleccionada; GEt : grupo de estudio Twin Block; GC=grupo control

En la Tabla 5. se analizaron por autor, los resultados dentales y esqueléticos siguientes al tratamiento con el aparato Twin-Block, mirando si había reducción del crecimiento maxilar (SNA negativo), estimulación del crecimiento mandibular (SNB positivo), cambio de la inclinación de los incisivos superiores y inferiores con respecto a los planos palatino y mandibular y reducción del resalte. Para llegar a los datos definitivos y tener una tabla homogénea, como algunos estudios presentaban los datos pre-tratamiento y post-tratamiento fue necesario realizar cálculos de suma o resta.

**Tabla 5. Análisis de los cambios esqueléticos y dentales post tratamiento con el aparato Twin Block**

<b>Autores y año</b>	<b>SNA</b>	<b>SNB</b>	<b>ANB</b>	<b>IMPA/L1PM</b>	<b>U1PM</b>	<b>RESALTE</b>
Baysal y col. 2013(33)	-0,75°	+2,00°	-2,85°	+0,93°	X	X
Dibiase y col. 2020(15)	0,0°	+2,1°	-2,2°	+5,3°	-5,8°	-7mm
Parekh y col.(35)	+0,03°	+1,47°	-1,51°	+4,43°	-8,81°	-7mm
Lee y col.(36)	X	X	-2,5°	+5,9°	-5,2°	-6,9mm
Giuntini y col.(38)	-0,2°	+2,4°	-2,6°	+3,3°	-6,3°	-8mm
Baysal y col.(39)	X	X	X	-0,17°	0,83°	-4,48mm
Ghodke y col.(40)	+0,33°	+1,9°	-1,93°	X	X	X
Burhan y col.(41)	-1,03°	3,13°	-3,95°	+3,63°	-2,61°	-4,75mm
Zhang y col.(42)	-1,09°	1,47°	-2,55°	X	X	X
Büyükbayraktar y col.(43)	-0,44°	1,31°	-1,75°	+2,53°	-3,37°	-2,99mm
Ghaffar y col.(44)	-0,63°	+1,2°	-1,53°	+2,13°	-0,93°	X
Plas y col.(45)	-1,09°	+0,78°	-1,86°	+2,03°	X	-3,67mm

Leyenda: SNA: ángulo sella-nasion-punto A; SNB: ángulo sella-nasion-punto B; ANB: SNA-SNB; IMPA/L1PM: ángulo incisivo inferior respecto al plano mandibular Gonion- Mentón; U1PM: ángulo entre el incisivo superior y el plano palatino que va de ENP espina nasal posterior a ENA espina nasal anterior; Resalte: distancia horizontal entre la parte vestibular del incisivo inferior y el borde incisal del incisivo superior;

#### 4.4 Efectos craneofaciales del aparato Herbst

La Tabla 6. se realizó coleccionado 11 artículos de interés sobre la aparatología funcional Herbst, proveniente de revistas de empaco. Precisamente hay 3 ensayos controlados aleatorizados, 3 estudios clínicos retrospectivos, 2 estudios clínicos prospectivos, 2 revisiones sistemáticas o meta-análisis, 1 ensayo clínico aleatorizado. Todos los artículos se estudiaron en base al número total de la muestra, cuántos en el conjunto fueron tratados con el dispositivo Herbst y si había un grupo control. De la misma forma, se recolectó el tiempo de duración de los estudios.

**Tabla 6. Características de los estudios seleccionados sobre Herbst**

<b>Autores y año</b>	<b>Revista</b>	<b>Tipo estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
Baysal y col. 2013 (33)	European Journal of Orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=60 GEH= 20 GC=20	15 meses
Celikoglu y col. 2016(20)	Angle Orthodontist	Estudio clínico retrospectivo	TOT=32 GEh= 16	≈7 meses
Al-Dboush y col. 2022(47)	Orthodontics and Craneofacial Research	Revisión sistemática	X	X
Bock y col. 2013 (48)	Angle Orthodontics	Estudio clínico prospectivo	TOT=44 GEh=22	12 meses
Baysal y col. 2014 (39)	European journal orthdontics	Ensayo clínico aleatorizado	TOT=30 GEh=10 GC=10	15 meses

Fan y col. 2020(49)	BMC oral health	Ensayo clínico aleatorizado	TOT=20 GEh=20	8 meses
Atresh y col. 2018(50)	American journal orthodontics	Estudio retrospectivo de cohorte	TOT=27 GEh=16 GC=11	7,5 meses
Aidar y col. 2023 (51)	Orthodontic and craneofacial research	Estudio de seguimiento longitudinal	TOT=50 GEh=25 GC=25	12 meses
Tomblyn y col. 2016(52)	American journal orthodontics	Estudio retrospectivo	TOT=100 GEh=30 GC=100	18 meses
Yang y col. 2016(53)	European journal orthodontics	Meta- analisis	X	X
Amuk y col. 2022 (54)	European journal orthodontics	Ensayo controlado aleatorizado	TOT=90 GEh=30 GC=60	11 meses

Leyenda: TOT: total de la muestra; GEh: grupo de estudio con el aparato Herbst; GC= grupo control;

La Tabla 7. recolecta todos los datos encontrados en los artículos estudiados, sobre las modificaciones de los valores cefalométricos siguientes al tratamiento con el aparato funcional Herbst. En particular, a nivel esquelético, se examinaron los cambios en la posición del maxilar (SNA), de la mandíbula (SNB), la relación entre ellos (ANB), mientras a nivel dentoalveolar se estudiaron la posición de los incisivos superiores e inferiores respectivamente a los planos palatinos (U1PM) y mandibulares (IMPA/L1PM). Por último, se analizó el resalte.

**Tabla 7. Análisis de los cambios dentales y esqueléticos post tratamiento con el aparato Herbst**

<b>Autores y año</b>	<b>SNA</b>	<b>SNB</b>	<b>ANB</b>	<b>IMPA/L1PM</b>	<b>U1PM</b>	<b>RESALTE</b>
Baysal y col. 2013(33)	1,17°	+1,01°	2,37°	+4,2°	X	X
Celikoglu y col. 2016(20)	1,14°	+1,85°	3,00°	+7,50°	X	-5,08mm
Baysal y col. 2014(39)	X	X	X	+0,50°	+1,4mm	-5,08mm
Aidar y col. 2022(51)	0,42°	+0,99°	1,41°	+5,22°	-5,37°	X
Tomblyn y col. 2016(52)	0,58°	+4,03°	4,61°	X	X	-7,2mm
Amuk y col. 2022(54)	0,13°	+2,02°	1,72°	X	X	X

Leyenda: SNA: ángulo sella-nasion-punto A; SNB: ángulo sella-nasion-punto B; ANB: SNA-SNB; IMPA/L1PM: ángulo entre incisivo inferior respecto al plano mandibular Gonion- Mentón; U1PM: ángulo entre el incisivo superior y el plano palatino que va de ENP espina nasal posterior a ENA espina nasal anterior; Resalte: distancia horizontal entre la parte vestibular del incisivo inferior y el borde incisal del incisivo superior;

#### 4.5 Efectos craneofaciales del dispositivo de avance mandibular Invisalign

En la Tabla 8. fueron recolectados los 6 artículos seleccionados sobre revistas de impacto científico, respecto al dispositivo de avance mandibular de Invisalign. En concreto 5 estudios retrospectivos controlados y un estudio prospectivo aleatorizado, que fueron categorizados respecto al tamaño de la muestra de estudio, a la presencia de grupo control y el tiempo de realización del análisis.

**Tabla 8. Características de los estudios seleccionados sobre el dispositivo de avance mandibular de Invisalign**

<b>Autor y año</b>	<b>Revista</b>	<b>Tipo estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
Lombardo y col. 2022 (55)	Journal of orthopedics orofacial	ensayo controlado aleatorizado	TOT=56 GEi=21 GC=15	12 meses
Caruso y col. 2021(22)	European journal of pediatric dentistry	Estudio controlado retrospectivo	TOT=20 GEi=10 GC=X	X
Wu y col. 2023(56)	BMC oral health	Estudio retrospectivo controlado	TOT=62 GEi=14 GC=12	22 meses
Ravera y col. 2021 (57)	European journal of pediatric dentistry	Estudio retrospectivo controlado	TOT=40 GEi=8 GC=32	18 meses
Zybutz y col. 2021(58)	Angle orthodontist	Estudio prospectivo aleatorizado	TOT=65 GEi=45 GC=X	2 meses
Sabouni y col. 2022 (23)	Journal of clinical imaging science	Estudio retrospectivo cohorte	TOT= 32 GEi=32 GC=X	≈9 meses

Leyenda: TOT: total de la muestra; GEi: grupo de estudio con el dispositivo de avance mandibular de Invisalign; GC= grupo control;

La Tabla 9. agrupa todos los datos recolectados en los artículos de interés respecto a los resultados dentales y esqueléticos post-tratamiento con el dispositivo de avance mandibular de Invisalign. Precisamente, el crecimiento de los maxilares, la relación entre ellos y a nivel dental la inclinación de los incisivos respecto al plano palatino, mandibular y por último el resalte.

**Tabla 9. Análisis de los cambios esqueléticos y dentales post tratamiento con el dispositivo de avance mandibular de Invisalign**

<b>Autor y año</b>	<b>SNA</b>	<b>SNB</b>	<b>ANB</b>	<b>IMPA/L1PM</b>	<b>U1/PM</b>	<b>RESALTE</b>
Lombardo y col. 2022(55)	-0,4°	+1,4°	-1,5°	+1,4°	-0,4°	-0,5mm
Caruso y col. 2021 (22)	+0,2°	+4,4°	-3,4°	+2,4°	-1,3°	-1,4mm
Wu y col. 2023 (56)	+0,18°	+0,90°	-0,85°	+0,95°	-0,70°	X
Ravera y col. 2021(57)	-0,91°	+0,35°	-1,30°	X	X	X
Sabouni y col. 2022	-0,31°	+0,25°	-0,55°	0,11°	X	-0,81mm

Leyenda: SNA: ángulo sella-nasion-punto A; SNB: ángulo sella-nasion-punto B; ANB: SNA-SNB; IMPA/L1PM: ángulo entre incisivo inferior respecto al plano mandibular Gonion- Mentón; U1PM: ángulo entre el incisivo superior y el plano palatino que va de ENP espina nasal posterior a ENA espina nasal anterior; Resalte: distancia horizontal entre la parte vestibular del incisivo inferior y el borde incisal del incisivo superior;

## 5. DISCUSIÓN

En ortodoncia, la maloclusión de clase II es una de las patologías más frecuentes y como se manifiesta desde edades tempranas, la aparatología funcional juega un papel fundamental en su corrección (20,25,26,59). Estos dispositivos, tanto los más antiguos como los nuevos, han sido muy estudiados en la literatura científica dando opiniones controvertidas sobre los efectos que provocan a nivel craneofacial. (15)

### 5.1 Efectos craneofaciales de los aparatos funcionales

Los aparatos funcionales de clase II , son un grupo de dispositivos que nacen con el objetivo de corregir la maloclusión promoviendo una posición adelantada de la mandíbula y generando un nuevo equilibrio neuromuscular. (31) Esta nueva situación puede ser por componente esquelética, dentoalveolar o mixta.

En una revisión sistemática sobre aparatología fija, Zymperdikas y col. evidencian que la mayoría de los cambios se manifiestan a nivel dentoalveolar, gracias a vestibularización de los incisivos inferiores y retroinclinación de los superiores y que esto repercute de forma positiva en los tejidos blandos. (Tabla 3.) (25). Al mismo tiempo otros autores confirman que los efectos esqueléticos no son clínicamente significativos y que lo que se aprecia, son cambios dentoalveolares reconocibles en reducción del overjet. (15) A lo contrario, Perinetti y col. demuestran cómo la aparatología fija produce cambios a nivel esquelético cuales incremento de la longitud efectiva mandibular y restricción del crecimiento maxilar. Esta situación ocurre solo si el paciente se encuentra en fase de pico de crecimiento y siempre habrán cambios dentoalveolares asociados. (29) Igualmente, Vaid y col., aparte de cambios dentoalveolares encuentran incremento a nivel de Co-Gn de 2,29 mm que resulta estadísticamente significativo solo para aparatología fija. (32)

Con respecto a la aparatología removible, Koretsi y col. en una revisión sistemática, evidencian cambios tanto a nivel dentoalveolar, con retrusión de los incisivos superiores de  $-6,33^\circ$  al año, como en tejidos blandos y mínimos en zona esquelética. Estos últimos son estadísticamente significativos solo para la restricción del crecimiento maxilar (reducción SNA  $0,28^\circ$ ). (Tabla 3.) (28)

Asimismo, otros autores como Vaid y col. no encuentran cambios esqueléticos estadísticamente significativos con respecto a la aparatología removible, solo dentales por retrusión de los incisivos superiores (32). Por otra parte, otros autores evidencian aumento en la longitud efectiva mandibular y restricción en el crecimiento maxilar, aun si los estudios de Villegas y col. tienen limitaciones por el rango de edad de la muestra y los de Perinetti y col. resultan significativos solo para pacientes en fase de pico de crecimiento. (26,27,30,31)

D'Antó y col. no encuentran cambios significativos con respecto a los tejidos blandos, mientras que otros autores los evidencian como estadísticamente significativos. (25,26,28,34)

## **5.2. Efectos craneofaciales del aparato Twin Block**

El aparato funcional Twin Block es uno de los más utilizados para la corrección de clase II de causa mandibular en pacientes en crecimiento. Aun así, en la literatura hay controversia sobre los efectos que produce a nivel craneofacial. (33)

Baysal y col. en un ensayo clínico, donde tratan pacientes por 15 meses con el aparato Twin block evidencian cambios a nivel esqueléticos, tales como: reducción del crecimiento maxilar (SNA  $-0,75$ ), crecimiento mandibular (SNB  $+2,00$ ) y elongación efectiva del cuerpo mandibular. Al mismo tiempo hay una componente dentoalveolar, de hecho, el IMPA aumenta de  $0,93^\circ$ . (Tabla 5.)(39) Asimismo, varios autores evidencian una reducción del crecimiento maxilar de entorno  $-1,03^\circ$ , en un periodo de tiempo que es de 12 meses para Burhan y col., 6 meses para Zhang y col. y 22 meses para Plas y col. (41,42,45). A lo contrario, otros artículos encuentran un incremento, aún si mínimo en el SNA post tratamiento con Twin Block. (35,37,40).

Con respecto al avance mandibular, varios autores encontraron una variación en el SNB de entorno a  $+2^\circ$ , en periodos de tiempos de alrededor 12 meses, demostrando así que el aparato produce crecimiento esquelético del maxilar inferior.(Tabla 5) (38–40). Por otro lado, Plas y col. evidenciaron como no estadísticamente significativos los cambios a nivel esquelético y solo fueron consideradas como válidas las modificaciones dentoalveolares como

vestibularización de los incisivos inferiores y retrusión de los incisivos superiores. (45). Todos los autores analizados, encontraron cambios a nivel dentoalveolar que corresponden a pro inclinación de los incisivos inferiores y retrusión de los incisivos maxilares y esto se refleja en la disminución del resalte. Este último, en varios estudios fue reducido de -7mm en un tiempo de entorno 15 meses. (34–36,38). Büyükbayraktar y col. Identificaron un cambio de solo -2,99 mm, pero su estudio duró 6 meses y no presenta grupo control. (43)

Respecto a este punto, como se ha encontrado una homogeneidad en los cambios dentoalveolares, hay que tener en cuenta que siempre que se produzcan modificaciones en las inclinaciones de los dientes anteriores, habrá una variación en los puntos cefalométricos A ,B y por consecuencias en los valores de SNA y SNB por las variaciones de las tablas óseas. (35)

Acerca de los tejidos blandos, Ehsani y col. en una revisión sistemática de 10 artículos encontraron entre los efectos del aparato Twin Block, controversia respecto a cambios en la posición de los labios al terminar el tratamiento. (37) Por otra parte Baysal y col., en un estudio sobre los tejidos blandos, llegan a la conclusión que hay cambios en la convexidad facial, aumenta el ángulo mentolabial y se produce avance del labio inferior y del punto Pogonion. (33). Igualmente Lee y col. hablan del cambio de posición y altura de los labios y avance del mentón. (36)

### **5.3 Efectos craneofaciales del aparato Herbst**

El aparato funcional Herbst, es un dispositivo fijo de los más utilizados para corregir maloclusiones producidas por retrusión mandibular en pacientes en crecimiento. (33)

Atresh y col. en un estudio de 7 meses con el dispositivo Herbst, no encontraron cambios esqueléticos respecto a reducción del crecimiento maxilar o cambios de inclinación del plano mandibular o del ángulo goniaco. Acerca de la mandíbula, evidencian cambios en la longitud mandibular pero no resultan estadísticamente significativos. (50) Por otro lado, Amuk y col. demuestran modificaciones esqueléticas cuales avance mandibular (aumenta el SNB de 2,02°), incremento

de la longitud efectiva mandibular y cambios dentoalveolares que se reflejan en reducción del resalte. (Tabla. 7)(54)

Asimismo, Yang y col. en una revisión sistemática de 12 artículos encuentran que el aparato Herbst produce modificaciones en los maxilares cuales reducción del crecimiento maxilar, estimulación del crecimiento mandibular y cambios en las inclinaciones de los incisivos. Respectivamente retrusión de los superiores y protrusión de los inferiores. (53)

Además, Tomblyn y col. en un estudio de 15 meses, indican que hay una reducción del resalte de -7,2mm a causa de componente dental y esquelética, siendo la primera doble respecto a la segunda.(Tabla 7.) (52) De la misma idea son Bock y col. diciendo que la componente mayor es la dentoalveolar. (48)

Entre los estudios analizados, hay homogeneidad en los datos que representan los valores dentoalveolares. Se puede notar en la Tabla 7. como siempre se ha notado aumento en el valor del IMPA y que la cifra mayor la obtuvieron Celikoglu y col. con +7,50°, en solo 7 meses, aun si no tienen grupo control en su estudio. (20).

Respecto a los tejidos blandos, varios autores observaron una mejoría en el perfil facial, con cambios en la posición del labio inferior, aumento del ángulo mentolabial y posición adelantada del Pogonion. (20,39,49)

#### **5.4 Efectos craneofaciales del dispositivo de avance mandibular de Invisalign.**

La aparatología funcional, tiene una larga historia en el mundo de la ortodoncia. Aun así, en los últimos años surgieron nuevos aparatos, tales como el dispositivo de avance mandibular de Invisalign (IMA), para solucionar la clase II de causa mandibular en pacientes en crecimiento.

Este aparato ha dado diferentes resultados en la literatura, que se encuentra pobre de informaciones por la novedad del dispositivo.

En un estudio de 12 meses, Lombardo y col. encuentran que el IMA produce cambios esqueléticos equivalentes a reducción del ANB (-1,5°), aumento de la longitud efectiva mandibular y por otra parte a nivel dental hay control de la posición de los dientes, de hecho el IMPA aumenta de solo 1,4° y el U1PM disminuye de solo 0,4°. No nombra efectos en los tejidos blandos. (Tabla 9.)(55)

De otro lado, Wu y col. evidencian avance mandibular, pero también modificaciones del resalte a causa de una componente dentoalveolar. Conjuntamente, se aprecia que aparte de estos movimientos se producen nivelación y alineación, gracias a la conformación del aparato que abraza en su totalidad los dientes. (56) Igualmente, Caruso y col. en un estudio sobre IMA, además de encontrar cambios esqueléticos respecto al avance mandibular (SNB +4,4°), no evidencian compensación dentoalveolar. Esto es dado por el aparato que envolviendo las superficies de los dientes, consigue controlar la inclinación de los mismos. (22)

Respecto a la componente dentoalveolar, Ravera y col. afirman que si se tratan los pacientes en fase pre-pico, tendremos mayor componente dental, con retro inclinación de los incisivos superiores, mientras que en fase de pico se aprecia avance mandibular. (57) A lo contrario, Sabouni y col. no encuentran componente dentoalveolar (IMPA 0,11°) pero solo cambios a nivel esquelético, que se traducen en reducción del crecimiento maxilar (SNA -0,31°), avance mandibular y aumento de la longitud efectiva mandibular. (Tabla 9.) (23)

En relación con los tejidos blandos, tanto Sabouni y col. como Wu y col. evidencian una disminución en la convexidad facial y mejoría del perfil. (23,56)

## 6.CONCLUSIONES

Respecto a los datos recolectados en esta revisión sistemática , concluimos que:

1. Los aparatos funcionales de clase II de causa mandibular, provocan efectos tanto en los tejidos blandos, produciendo protrusión del labio inferior, del mentón y disminución de la convexidad facial como dentoalveolares cuales retrusión del sector anterosuperior y protrusión del anteroinferior. A propósito de los efectos esqueléticos, hay controversia en la literatura.
2. El dispositivo Twin Block induce cambio a nivel de los tejidos blandos, observables en disminución de la convexidad facial, aumento del ángulo mentolabial y al mismo tiempo hay una gran componente dentoalveolar. Por otro lado, no hay concordancia sobre los efectos esqueléticos.
3. El aparato Herbst produce modificaciones dentoalveolares, visibles en cambio de la inclinación de los incisivos y de los tejidos blandos, reduciendo la convexidad facial. No hay suficiente evidencia para afirmar cambios esqueléticos.
4. El dispositivo de avance mandibular de Invisalign, induce cambios esqueléticos equivalentes a crecimiento del maxilar inferior, provoca cambios en los tejidos blandos y respecto a los dientes produce nivelación y alineación. No se evidencian cambios dentoalveolares significativos, pero faltan estudios al respecto.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dent Press J Orthod.* dicembre 2018;23(6):40.e1-40.e10. Doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1
2. Ajami S, Morovvat A, Khademi B, Jafarpour D, Babanouri N. Dentoskeletal effects of class II malocclusion treatment with the modified Twin Block appliance. *J Clin Exp Dent.* 2019;0–0. Doi: 10.4317/jced.56241
3. Brierley C, DiBiase A, Sandler P. Early Class II treatment. *Aust Dent J.* marzo 2017;62:4–10. Doi: 10.1111/adj.12478
4. Proffit WR. *Ortodoncia contemporánea: quinta edición.* 5a ed. Barcelona: Elsevier; 2014.
5. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ. *Ortodoncia: principios y técnicas actuales.* Sexta edición. Barcelona: Elsevier; 2018.
6. Gravelly JF, Johnson DB. Angle's Classification of Malocclusion: An Assessment of Reliability. *Br J Orthod.* aprile 1974;1(3):79–86. Doi: 10.1179/bjo.1.3.79
7. Gill DS, Naini FB, curatori. *Ortodoncia: principios y práctica.* México D.F.: Editorial El Manual Moderno; 2013.
8. Kinaan BK. Overjet and Overbite Distribution and Correlation: A Comparative Epidemiological English-Iraqi Study. *Br J Orthod.* aprile 1986;13(2):79–86. Doi: 10.1179/bjo.13.2.79
9. Canut Brusola JA. *Ortodoncia clínica y terapéutica.* 2ª ed., [reimp.]. Amsterdam: Elsevier-Masson; 2009.
10. Romero Peláez CM, Torres Murillo EA, Pinto Parada YA. Crecimiento del cartilago condilar. Una revisión de la literatura. *Odontol Sanmarquina.* 20 giugno 2018;21(2):131. Doi: 10.15381/os.v21i2.14779
11. Raphaël B, Lebeau J, Bettega G. Développement et croissance de la mandibule dans son environnement. *Ann Chir Plast Esthét.* gennaio 2001;46(5):478–94. Doi: 10.1016/S0294-1260(01)00047-4
12. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod.* settembre 2005;11(3):119–29. Doi: 10.1053/j.sodo.2005.04.005
13. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* gennaio 1995;107(1):58–66. Doi: 10.1016/S0889-5406(95)70157-5
14. Santiago RC, de Miranda Costa LF, Vitral RWF, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity: A systematic review. *Angle Orthod.* novembre 2012;82(6):1123–31. Doi: 10.2319/103111-673.1
15. DiBiase AT, Cobourne MT, Lee RT. The use of functional appliances in

- contemporary orthodontic practice. *Br Dent J.* febbraio 2015;218(3):123–8. Doi: 10.1038/sj.bdj.2015.44
16. Jungbauer R, Koretsi V, Proff P, Rudzki I, Kirschneck C. Twenty-year follow-up of functional treatment with a bionator appliance: *A retrospective dental cast analysis.* *Angle Orthod.* 1 marzo 2020;90(2):209–15. Doi: 10.2319/042419-292.1
  17. Bigliuzzi R, Franchi L, de Magalhães Bertoz AP, McNamara JA, Faltin K, Bertoz FA. Morphometric analysis of long-term dentoskeletal effects induced by treatment with Balters bionator. *Angle Orthod.* 1 settembre 2015;85(5):790–8. Doi: 10.2319/042419-292.1
  18. Grohmann U. *Aparatología en ortopedia funcional.* 2a ed. ampl. y rev. Caracas, Venezuela: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 2006.
  19. Karbach M, Zöllner C, Zöllner G, Wehrbein H, Erbe C. The Herbst appliance and its modifications - prevalence and individuality. *Head Face Med.* dicembre 2021;17(1):15. Doi: 10.1186/s13005-021-00266-2
  20. Celikoglu M, Buyuk SK, Ekizer A, Unal T. Treatment effects of skeletally anchored Forsus FRD EZ and Herbst appliances: A retrospective clinical study. *Angle Orthod.* 1 marzo 2016;86(2):306–14. Doi: 10.2319/040315-225.1
  21. Moro A, Mattos CFP, Borges SW, Flores-Mir C, Topolski F. Stability of Class II corrections with removable and fixed functional appliances: A literature review. *J World Fed Orthod.* giugno 2020;9(2):56–67. Doi: 10.1016/j.ejwf.2020.04.003
  22. Caruso S, Nota A, Caruso S, Severino M, Gatto R, Meuli S, et al. Mandibular advancement with clear aligners in the treatment of skeletal Class II. A retrospective controlled study. *Eur J Paediatr Dent.* 2021;22(1):26–30. Doi: 10.23804/ejpd.2021.22.01.05
  23. Sabouni W, Hansa I, Al Ali SM, Adel SM, Vaid N. Invisalign treatment with mandibular advancement: A retrospective cohort cephalometric appraisal. *J Clin Imaging Sci.* 29 luglio 2022;12:42. Doi: 10.25259/JCIS\_64\_2022
  24. Koukou M, Damanakis G, Tsolakis AI. Orthodontic Management of Skeletal Class II Malocclusion with the Invisalign Mandibular Advancement Feature Appliance: A Case Report and Review of the Literature. Abdalla AI, curatore. *Case Rep Dent.* 13 maggio 2022;2022:1–11. Doi: 10.1155/2022/7095467
  25. Zymperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* aprile 2016;38(2):113–26. Doi: 10.1093/ejo/cjv034
  26. D'Antò V, Bucci R, Franchi L, Rongo R, Michelotti A, Martina R. Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil.* agosto 2015;42(8):624–42. Doi: 10.1111/joor.12295

27. Nucera R, Lo Giudice A, Rustico L, Matarese G, Papadopoulos MA, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on maxillary growth in the short term: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* maggio 2016;149(5):600-611.e3. Doi: 10.1016/j.ajodo.2015.09.030
28. Koretsi V, Zymperdikas VF, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of removable functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* agosto 2015;37(4):418–34. Doi: 10.1093/ejo/cju071
29. Perinetti G, Primožič J, Furlani G, Franchi L, Contardo L. Treatment effects of fixed functional appliances alone or in combination with multibracket appliances: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod.* 1 maggio 2015;85(3):480–92. Doi: 10.2319/102813-790.1
30. Perinetti G, Primožič J, Franchi L, Contardo L. Treatment Effects of Removable Functional Appliances in Pre-Pubertal and Pubertal Class II Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. Bencharit S, curatore. *PLOS ONE.* 28 ottobre 2015;10(10):e0141198. Doi: 10.1371/journal.pone.0141198
31. Santamaría-Villegas A, Manrique-Hernandez R, Alvarez-Varela E, Restrepo-Serna C. Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* dicembre 2017;17(1):52. Doi: 10.1186/s12903-017-0339-8
32. Vaid NR, Doshi VM, Vandekar MJ. Class II treatment with functional appliances: A meta-analysis of short-term treatment effects. *Semin Orthod.* dicembre 2014;20(4):324–38. Doi: 10.1053/j.sodo.2014.09.008
33. Baysal A, Uysal T. Soft tissue effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathy. *Eur J Orthod.* 1 febbraio 2013;35(1):71–81. Doi: 10.1093/ejo/cjq187
34. DiBiase AT, Lucchesi L, Qureshi U, Lee RT. Post-treatment cephalometric changes in adolescent patients with Class II malocclusion treated using two different functional appliance systems for an extended time period: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 1 aprile 2020;42(2):135–43. Doi: 10.1093/ejo/cjz059
35. Parekh J, Counihan K, Fleming PS, Pandis N, Sharma PK. Effectiveness of part-time vs full-time wear protocols of Twin-block appliance on dental and skeletal changes: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* febbraio 2019;155(2):165–72. Doi: 10.1016/j.ajodo.2018.07.016
36. Lee RT, Barnes E, DiBiase A, Govender R, Qureshi U. An extended period of functional appliance therapy: a controlled clinical trial comparing the Twin Block and Dynamax appliances. *Eur J Orthod.* 1 ottobre 2014;36(5):512–21. Doi: 10.1093/ejo/cjs076
37. Ehsani S, Nebbe B, Normando D, Lagravere MO, Flores-Mir C. Short-term

- treatment effects produced by the Twin-block appliance: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* aprile 2015;37(2):170–6. Doi: 10.1093/ejo/cju030
38. Giuntini V, Vangelisti A, Masucci C, Defraia E, McNamara Jr JA, Franchi L. Treatment effects produced by the Twin-block appliance vs the Forsus Fatigue Resistant Device in growing Class II patients. *Angle Orthod.* 1 settembre 2015;85(5):784–9. Doi: 10.2319/090514-624.1
  39. Baysal A, Uysal T. Dentoskeletal effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathia. *Eur J Orthod.* 1 aprile 2014;36(2):164–72. Doi: 10.1093/ejo/cjt013
  40. Ghodke S, Utreja AK, Singh SP, Jena AK. Effects of twin-block appliance on the anatomy of pharyngeal airway passage (PAP) in class II malocclusion subjects. *Prog Orthod.* dicembre 2014;15(1):68. Doi: 10.1186/s40510-014-0068-3
  41. Burhan AS, Nawaya FR. Dentoskeletal effects of the Bite-Jumping Appliance and the Twin-Block Appliance in the treatment of skeletal Class II malocclusion: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 1 giugno 2015;37(3):330–7. Doi: 10.1093/ejo/cju052
  42. Zhang JN, Chen S, Huang CY, Zhong C, Jin J, Yu FY, et al. Comparison of the effects of rapid maxillary expansion versus Twin Block appliance on mandibular growth in skeletal Class II patients. *BMC Oral Health.* dicembre 2020;20(1):350. Doi: 10.1186/s12903-020-01344-8
  43. Çoban Büyükbayraktar Z, Camcı H. Dentoalveolar, skeletal, pharyngeal airway, cervical posture, hyoid bone position, and soft palate changes with Myobrace and Twin-block: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 30 gennaio 2023;23(1):53. Doi: 10.1186/s12903-023-02773-x
  44. Ghaffar F, Jan A, Akhtar O, Mughal AT, Shahid R, Shafique HZ, et al. Comparative Analysis of Dentoskeletal Changes of the Twin Block Appliance and the AdvanSync2 Appliance in Treatment of Skeletal Class-II Malocclusion in Pakistani Population: A Randomized Clinical Trial. *Eur J Dent.* luglio 2022;16(03):680–7. Doi: 10.1055/s-0041-1739543
  45. Van der Plas MC, Janssen KI, Pandis N, Livas C. Twin Block appliance with acrylic capping does not have a significant inhibitory effect on lower incisor proclination. *Angle Orthod.* 1 luglio 2017;87(4):513–8. Doi: 10.2319/102916-779.1
  46. Chavan SJ, Bhad WA, Doshi UH. Comparison of temporomandibular joint changes in Twin Block and Bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Prog Orthod.* dicembre 2014;15(1):57. Doi: 10.1186/s40510-014-0057-6
  47. Al-Dboush R, Soltan R, Rao J, El-Bialy T. Skeletal and dental effects of Herbst appliance anchored with temporary anchorage devices: A systematic review with meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* febbraio 2022;25(1):31–48. Doi:

- 10.1111/ocr.12510
48. Bock NC, Reiser B, Ruf S. Class II subdivision treatment with the Herbst appliance. *Angle Orthod.* 1 marzo 2013;83(2):327–33. Doi: 10.2319/052912-449
  49. Fan Y, Schneider P, Matthews H, Roberts WE, Xu T, Wei R, et al. 3D assessment of mandibular skeletal effects produced by the Herbst appliance. *BMC Oral Health.* dicembre 2020;20(1):117. Doi: 10.1186/s12903-020-01108-4
  50. Atresh A, Cevidanes LHS, Yatabe M, Muniz L, Nguyen T, Larson B, et al. Three-dimensional treatment outcomes in Class II patients with different vertical facial patterns treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* agosto 2018;154(2):238-248.e1. Doi: 10.1016/j.ajodo.2017.11.037
  51. De Arruda Aidar LA, Marchi LC, Fuerte S, Yamashita HK, Dominguez GC. Evaluation of the stability of treatment with Herbst appliance associated with Hyrax expander and fixed orthodontics through counterpart analysis: A longitudinal follow-up study. *Orthod Craniofac Res.* febbraio 2023;26(1):27–36. Doi: 10.1111/ocr.12574
  52. Tomblyn T, Rogers M, Andrews L, Martin C, Tremont T, Gunel E, et al. Cephalometric study of Class II Division 1 patients treated with an extended-duration, reinforced, banded Herbst appliance followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* novembre 2016;150(5):818–30. Doi: 10.1016/j.ajodo.2016.04.020
  53. Yang X, Zhu Y, Long H, Zhou Y, Jian F, Ye N, et al. The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a meta-analysis. *Eur J Orthod.* giugno 2016;38(3):324–33. Doi: 10.1093/ejo/cjv057
  54. Amuk M, Gul Amuk N, Yilmaz S. Treatment and posttreatment effects of Herbst appliance therapy on trabecular structure of the mandible using fractal dimension analysis. *Eur J Orthod.* 30 marzo 2022;44(2):125–33. Doi: 10.1093/ejo/cjab048
  55. Lombardo EC, Lione R, Franchi L, Gaffuri F, Maspero C, Cozza P, et al. Dentoskeletal effects of clear aligner vs twin block—a short-term study of functional appliances. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie [Internet].* 18 gennaio 2023; Doi: 10.1007/s00056-022-00443-1
  56. Wu Y, Yu Q, Xia Y, Wang B, Chen S, Gu K, et al. Does mandibular advancement with clear aligners have the same skeletal and dentoalveolar effects as traditional functional appliances? *BMC Oral Health.* 2 febbraio 2023;23(1):65. Doi: 10.1186/s12903-023-02709-5
  57. Ravera S, Castroflorio T, Galati F, Cugliari G, Garino F, Deregibus A, et al. Short term dentoskeletal effects of mandibular advancement clear aligners in Class II growing patients. A prospective controlled study according to STROBE Guidelines. *Eur J Paediatr Dent.* 2021;22(2):119–24. Doi:

10.23804/ejpd.2021.22.02.6

58. Zybutz T, Drummond R, Lekic M, Brownlee M. Investigation and comparison of patient experiences with removable functional appliances: *Angle Orthod.* 1 luglio 2021;91(4):490–5. Doi: 10.2319/050520-393.1
59. Booij JW, Goeke J, Bronkhorst EM, Katsaros C, Ruf S. Class II treatment by extraction of maxillary first molars or Herbst appliance: dentoskeletal and soft tissue effects in comparison. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie.* gennaio 2013;74(1):52–63. Doi: 10.1007/s00056-012-0112-1
60. Vela-Hernandez A, Lasagabaster-Latorre F, Ponce de León JM, Rico-Lillo I. Clinical management of the Herbst Occlusal Hinge appliance. *J Clin Orthod JCO.* novembre 2004;38(11):590–9