

Título del trabajo:

CAMBIOS ESQUELÉTICOS EN PACIENTES DE CLASE II TRAS EL AVANCE MANDIBULAR CON
SLIDE-BLOCKS

Alumno:

Miriam Salcedo Poyales

Trabajo fin de Máster de la Universidad Europea de Madrid

Especialidad de Ortodoncia Avanzada y Ortodoncia digital

Tutelado por la Dra. Lourdes Noguera Wu

Curso 2022-2025

DEDICATORIA

A mis padres y a mi tía Mamen, por su apoyo diario y amor incondicional.

A mi tío Antonio, porque sin él esto no hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTOS

A mis directoras de TFM, Silvia y Lourdes, por ayudarme en todo momento.

A mis profesores por animarme a ser cada día mejor profesional.

A mis compañeros y amigos, por hacer de estos, los tres mejores años de mi vida.

RESUMEN

Introducción

A lo largo de los años, se han ido desarrollando diferentes aparatos ortopédicos para tratar las clases II esqueléticas. Las modificaciones de algunos potencian sus resultados de manera más efectiva. En este estudio valoraremos los cambios producidos en paciente tratados con Slide-Blocks que se encuentran en periodo de crecimiento y analizaremos si existe correlación con su biotipo facial.

Materiales y métodos

Se emplearon radiografías laterales de cráneo tomadas antes y después del tratamiento en pacientes tratados con el aparato ortopédico Slide-Blocks, en el Departamento de Ortodoncia Avanzada de la Universidad Europea de Madrid (España). Los criterios de inclusión fueron diagnóstico de clase II esquelética, estadio de maduración vertebral CS3, disponibilidad de radiografías laterales pre y postratamiento, y ausencia de tratamientos ortodónticos previos.

Resultados

Los cambios en el ángulo goníaco, altura de la rama y cuerpo mandibular cambian de forma significativa ($p < 0.001$). Dentro de las variaciones más relevantes, la longitud mandibular es la parte de la mandíbula que más crecimiento muestra. De manera general en el tratamiento, los pacientes mesofaciales son los que mejor efectividad muestran frente al tratamiento.

Conclusiones

Tanto la rama como el cuerpo aumentan de manera significativa. Siendo cambios más destacables en mesofaciales en el caso del cuerpo mandibular y dolicofaciales en el caso de la altura de la rama. La longitud mandibular es la variable que más cambios muestra tras el tratamiento en todos los patrones faciales, siendo un incremento más pronunciado en pacientes mesofaciales. El ángulo goníaco experimenta cambios de apertura, que aumentarán la dimensión vertical; en este último, son los pacientes braquifaciales los que mayores cambios mostraron.

Palabras clave: Clase II esquelética, Slide-Blocks, Twin-block, avance mandibular, patrón facial

ABSTRACT

Introduction

Over the years, different orthopedic devices have been developed to treat skeletal class II. The modifications of some of them enhance their results in a more effective way. In this study we will evaluate the changes produced in patients in grow phase treated with Slide-Blocks and if there is a correlation with their facial biotype.

Materials and methods

Lateral skull radiographs taken before and after treatment were used in patients treated with the Slide-Blocks orthopedic appliance at the Department of Advanced Orthodontics of the European University of Madrid (Spain). Inclusion criteria were skeletal class II diagnosis, vertebral maturation stage CS3, availability of pre- and post-treatment lateral radiographs, and absence of previous orthodontic treatment.

Results

Changes in gonial angle, ramus height and mandibular body changed significantly ($p < 0.001$). Among the most relevant variations, mandibular length was the part of the mandible that showed the most growth. In general, mesofacial patients showed the best effectiveness in the treatment.

Conclusions

Mandibular length was the variable that showed the most changes after treatment in all facial patterns, with a more pronounced increase in mesofacial patients. Both the ramus and the body increased significantly. The changes were.

Keywords: Skeletal Class II, Slide-Blocks, Twin-block, mandibular advancement, facial pattern.

ÍNDICE

1. ÍNDICES	1
1.1. <i>Índice de figuras</i>	1
1.2. <i>Índice de tablas</i>	2
1.3. <i>Índice de abreviaturas</i>	3
2. ANTECEDENTES	4
2.1. <i>MALOCCLUSIÓN</i>	4
2.1.1. Clasificación de las maloclusiones	4
2.2. <i>CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MADURACIÓN</i>	6
2.2.1. Generalidades del crecimiento	7
2.2.1.1. Teoría del servosistema de Alexandre Petrovic	7
2.2.2. Crecimiento del complejo nasomaxilar	9
2.2.3. Crecimiento mandibular	11
2.3. <i>ROTACIÓN MANDIBULAR</i>	12
2.3.1. Rotación intramatricial o primaria	14
2.3.2. Rotación secundaria	18
3. INTRODUCCIÓN	19
3.1. <i>BIOTIPOS FACIALES</i>	19
3.1.1. Crecimiento mandibular tipo braquifacial	19
3.1.2. Crecimiento mandibular tipo dólicofacial	19
3.2. <i>Aparatología funcional</i>	20
3.2.1. Twin-Block	20
3.2.2. Modificación de Twin-Block: Slide-Blocks	21
3.2.3. Tipos de Slide-Blocks	21
4. JUSTIFICACIÓN	29
5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	30

5.1.	<i>Hipótesis de trabajo</i>	30
5.2.	<i>Objetivos</i>	30
5.2.1.	Objetivo general	30
5.2.2.	Objetivos secundarios	30
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
6.1.	<i>Muestra y consideraciones generales</i>	31
6.2.	<i>Criterios de inclusión</i>	32
6.3.	<i>Criterios de exclusión</i>	32
6.4.	<i>Análisis cefalométrico</i>	32
6.5.	<i>Estandarización</i>	37
6.6.	<i>Análisis estadístico</i>	37
7.	RESULTADOS	39
7.1.	<i>Análisis principal</i>	39
7.1.1.	Cuerpo mandibular	39
7.1.2.	Altura de la rama	42
7.1.3.	Ángulo goníaco	44
7.1.4.	Longitud mandibular	46
7.2.	<i>Análisis secundario</i>	48
7.3.	<i>Hipótesis de investigación</i>	49
8.	DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES	52
9.	CONCLUSIONES	60
10.	BIBLIOGRAFÍA	62

1. ÍNDICES

1.1. Índice de figuras

Figura 1: Imagen A clase II división 1 e imagen B clase II división 2.

Figura 2: Teoría del servosistema de Alexandre Petrovic.

Figura 3: Crecimiento transversal del maxilar asociado a la erupción dentaria.

Figura 4: Crecimiento vertical del maxilar por desplazamiento primario y secundario.

Figura 5: Zonas de aposición y reabsorción en el crecimiento mandibular.

Figura 6: Rotación total de la mandíbula.

Figura 7: Técnica propuesta por Ödegaard.

Figura 8: Rotación primaria anterior.

Figura 9: Rotación primaria posterior.

Figura 10: Slide-Blocks tipo 1, bloque superior (izquierda) y bloque inferior (derecha).

Figura 11: Slide-Blocks tipo 1B.

Figura 12: Slide Blok tipo 1 FI.

Figura 13: Slide-Blocks tipo 1 FIB.

Figura 14: Slide-Blocks tipo 2.

Figura 15: Slide-Blocks tipo 2 FI.

Figura 16: Los cinco ángulos del índice de VERT.

Figura 17: Ejemplo del índice de VERT en software Nemoceph®.

Figura 18: Esferas de Jarabak.

Figura 19: Ejemplo longitud mandibular y altura de la rama en software Nemoceph®.

Figura 20: Ejemplo longitud cuerpo mandibular y ángulo goníaco en software Nemoceph®.

Figura 21: Gráficos comparando longitud mandibular pretratamiento y post-tratamiento.

Figura 22: Gráficos comparando cuerpo mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento.

Figura 23: Gráficos comparando altura de la rama pre-tratamiento y post-tratamiento.

Figura 24: Gráficos comparando el ángulo goniaco pre-tratamiento y post-tratamiento.

1.2. Índice de tablas

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes del uso del Slide-Blocks.

Tabla 2: Comparación longitud mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento.

Tabla 3: Comparación cuerpo mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento.

Tabla 4: Comparación altura de la rama pre-tratamiento y post-tratamiento.

Tabla 5: Comparación ángulo goníaco pre-tratamiento y post-tratamiento.

Tabla 6: Resumen de la prueba de hipótesis en la longitud mandibular.

Tabla 7: Resumen de la prueba de hipótesis en el cuerpo mandibular.

Tabla 8: Resumen de la prueba de hipótesis en la rama mandibular.

Tabla 9: Resumen de la prueba de hipótesis en el ángulo goníaco.

Tabla 10: Resumen de la prueba de hipótesis en la mandíbula.

1.3. Índice de abreviaturas

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
OMS	Según la Organización Mundial de la Salud
SB	Slide-Blocks
STH	Hormona de crecimiento Somatotropina
ML	Línea mandibular
IPLI	Línea del implante
RL	Línea rama mandibular
SNL	Línea Sella-Nasion
TB	Twin Block
AEO	Aparatología anclaje extraoral
ICC	Coeficiente de correlaciones interclases
mm	Milímetros

2. ANTECEDENTES

2.1. MALOCLUSIÓN

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la maloclusión constituye el tercer problema más prevalente en el ámbito de la salud bucodental. Esto se debe a que, aunque la mayoría de las maloclusiones no se consideren un riesgo de mortalidad, la prevalencia e incidencia hacen que se consideren un problema para la salud pública ⁽¹⁾.

La prevalencia de las maloclusiones ha ido aumentando a lo largo de los años. En las culturas primitivas, debido al tipo de dieta y consistencia de los alimentos, la estimulación de las estructuras periorales y de los maxilares era un factor clave para la supervivencia. Por el contrario, el tipo de alimentación de las culturas actuales requiere una menor demanda del aparato masticatorio, fomentando una disminución del tamaño de los maxilares ⁽¹⁾.

Conocido como “el padre de la ortodoncia moderna” el Doctor Edward Hartley Angle en 1899, determinó una clasificación de la dentición permanente en una oclusión estática. Estipuló tres clases de maloclusión según la relación entre la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente superior y el surco vestibular del primer molar permanente inferior ⁽²⁾.

2.1.1. Clasificación de las maloclusiones

La clasificación molar de Angle describe las relaciones anteroposteriores entre los primeros molares permanentes. La clase I molar, también denominada neutroclusión, se define por una relación sagital adecuada, en la que el surco mesiovestibular del primer molar inferior se alinea con la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ^(2, 3).

La clase II molar, o mesoclusión, corresponde a una maloclusión de tipo anteroposterior en la cual el surco mesiovestibular del primer molar inferior se sitúa por detrás (distal) de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ^(2, 3).

En contraste, la clase III molar, conocida como distoclusión, se presenta cuando el surco mesiovestibular del primer molar inferior se ubica por delante (mesial) de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ^(2, 3).

Dentro de las clases II, el Dr. Angle estableció con dos tipos de subdivisiones, división 1 y división 2 ^(2, 4).

2.1.2. Clasificaciones Clase II

Las Clases II división 1 se define por una clase II a nivel molar, con unos incisivos superiores vestibulizados, un aumento de resalte y una sobremordida profunda. La curva de Spee generalmente está aumentada y existe una compresión de la arcada superior en forma de V o triangular. A nivel estético a menudo se correlaciona con un labio superior corto que genera incompetencias en el sellado labial ^(2, 4).

Las Clases II división 2 se definen por una clase II a nivel molar, con unos incisivos superiores rectos o lingualizados y pudiendo presentar los incisivos laterales vestibulizados. El resalte está disminuido y la sobremordida aumentada. La arcada superior presenta una forma cuadrada y hay competencia labial ^(2, 4).

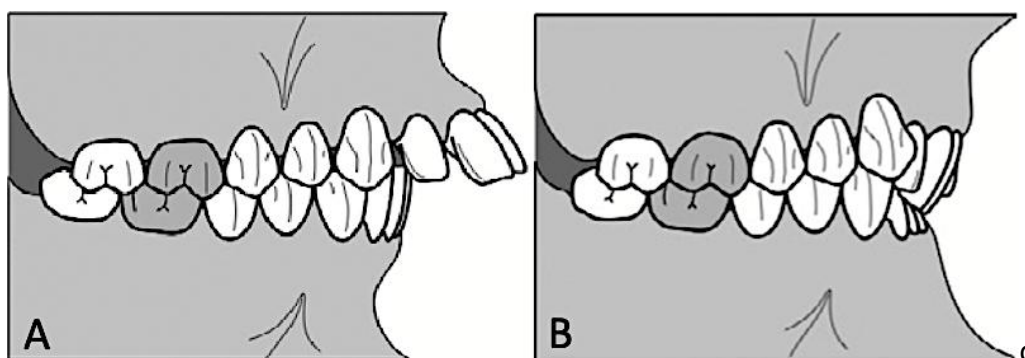


Figura 1: Imagen A clase II división 1 e imagen B clase II división 2 ⁽²⁾.

2.1.3. Características maloclusiones Clase II

La clasificación de Angle se basó exclusivamente en la relación sagital de los primeros molares permanentes y no valoraba transversal ni vertical, así como diferentes

circunstancias etiopatogénicas. Sin embargo, las clases II se pueden presentar por una mandíbula retrognática con respecto a un maxilar ortognático, un maxilar prognático y una mandíbula ortognática o una combinación de ambas. Esta desarmonía maxilo-mandibular, da lugar a un perfil convexo y unas proporciones faciales antiestéticas ⁽⁵⁾.

Dependiendo de la cantidad de desviación sagital entre los molares, las clases II pueden ser completas o medias. Una clase II incompleta es aquella que presenta las caras mesiales de los primeros molares permanentes en el mismo plano vertical; mientras que una clase II completa aumenta el grado de maloclusión anteroposterior, presentado la que la cúspide distovestibular del primer molar permanente superior a nivel del surco vestibular del primer molar permanente inferior ⁽⁴⁾.

Por otro lado, las clases II pueden ser unilaterales o bilaterales. En el caso de ser bilateral, ambas hemiarcadas (derecha e izquierda) presentarán clase II. En el caso de una clase II unilateral, afectará a una sola hemiarcada (derecha o izquierda) y en ese caso, el lado que presente la clase II, será determinado como subdivisión ⁽⁴⁾.

Es difícil clasificar la etiología de las maloclusiones, ya que con frecuencia son de carácter multifactorial. Tanto los factores ambientales como genéticos y las interacciones entre ambos pueden aumentar o aliviar a este tipo de maloclusión ^(1, 6).

Tanto el consumo alcohol durante el embarazo (Síndrome del alcoholismo fetal) y el parto pretérmino o prematuro, se han asociado a mandíbulas retrognáticas y maloclusiones de Clase II. Además, Los perfiles severamente retrognáticos y las maloclusiones de Clase II son características comunes en pacientes con anomalías craneofaciales, incluida la secuencia de Pierre Robin, los síndromes de Treacher Collins, Stickler y Turner, lo que respalda el papel de la genética en el retrognatismo mandibular ⁽⁶⁾.

2.2. CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MADURACIÓN

El término crecimiento puede referirse tanto a un cambio de tamaño como a un aumento de tamaño o del número de unidades organizativas. Meredith definió el

crecimiento como “toda serie de cambios anatómicos y fisiológicos que tienen lugar entre el comienzo de la vida prenatal y el final de senilidad” ⁽⁷⁾.

Como hemos mencionado, el crecimiento es el aumento de tamaño y peso de una célula, órgano o ser vivo. Es cuantitativo y se acompaña de diferenciación y morfogénesis a su vez ⁽⁷⁾.

Por otro lado, debemos diferenciar crecimiento de desarrollo. El desarrollo es la evolución progresiva de las distintas etapas de la vida de un organismo. Es cualitativo, continuo y diacrónico, y lo podemos dividir en tres tipos: corporal, afectivo o intelectual. Implica un grado creciente de organización, un aumento de complejidad ^(8,9).

Por último, la maduración de un organismo se debe entender como la adquisición progresiva de funciones y características que comienzan en un ser vivo con la concepción y finalizan cuando se alcanza el estado adulto ^(8,9).

Cuando se habla de crecimiento, se incluye el desarrollo y la maduración, no solamente un aumento de tamaño. El desarrollo de un ser vivo en los tres aspectos mencionados serán necesarios para su función ^(7,9).

2.2.1. Generalidades del crecimiento

Los huesos desempeñan diversas funciones esenciales, incluyendo proporcionar estructura, soporte para los músculos, protección de órganos vitales, mantener el equilibrio mineral del cuerpo y participar en la producción de células sanguíneas. Histológicamente, los huesos se dividen en dos tipos principales: cortical (compacto) y trabecular (esponjoso), con una proporción de aproximadamente 80% cortical y 20% trabecular en el cuerpo humano, aunque esto puede variar con la edad ^(10,11).

La composición de los huesos comprende una fase inorgánica, principalmente hidroxapatita, y una fase orgánica, principalmente colágeno. La formación ósea puede ocurrir de dos maneras principales: intramembranosa y endocondral ^(10,11).

2.2.1.1. Teoría del servosistema de Alexandre Petrovic

Según la hipótesis del servosistema propuesta por Alexandre Petrovic, el crecimiento del complejo craneofacial está regulado tanto por factores genéticos como por la influencia de estímulos externos. Esta teoría plantea que dicho crecimiento funciona como un sistema de autorregulación automática e inconsciente, en el cual la aposición y reabsorción ósea se activan en respuesta a la información que recibe el sistema. Además, se reconoce que esta respuesta adaptativa puede verse modulada por factores intrínsecos del individuo, como la carga genética y la influencia hormonal ^(9,11).

Petrovic utilizó un enfoque inspirado en el lenguaje cibernético para explicar la relación entre las estructuras del sistema masticatorio. En su modelo, la posición sagital del maxilar superior actúa como la señal de entrada del sistema, regulada por la hormona del crecimiento somatotropina (STH), la somatomedina, el cartílago del tabique nasal y el desarrollo de la lengua. En contraste, la posición sagital de la mandíbula se interpreta como una variable de control o elemento comparador periférico ⁽⁹⁾.

El crecimiento del maxilar superior está directamente influenciado por la acción de la STH y la somatomedina sobre el cartílago del septum nasal, y de forma indirecta sobre las suturas circundantes. Estas hormonas también modulan la respuesta de los pre-osteoblastos a estímulos locales y regionales, favoreciendo su proliferación. En particular, la acción sobre el cartílago septal provoca un desplazamiento anterior del maxilar, lo que estimula el crecimiento en la sutura premaxilar y, en menor grado, en la maxilo-palatina ⁽⁹⁾.

Este cambio en la posición del maxilar desencadena una serie de ajustes en la mandíbula, incluyendo la activación de músculos masticatorios como el pterigoideo externo. Esta respuesta muscular favorece una mejor relación oclusal. A su vez, el incremento en la actividad muscular promueve la proliferación celular en el cartílago condilar, lo cual impulsa un crecimiento mandibular posterior por rotación y un desarrollo adicional del cóndilo. Este modelo proporciona una base teórica para comprender cómo el cóndilo mandibular reacciona a estímulos mecánicos y, por tanto, cómo actúan los aparatos ortopédicos funcionales ⁽⁹⁾.

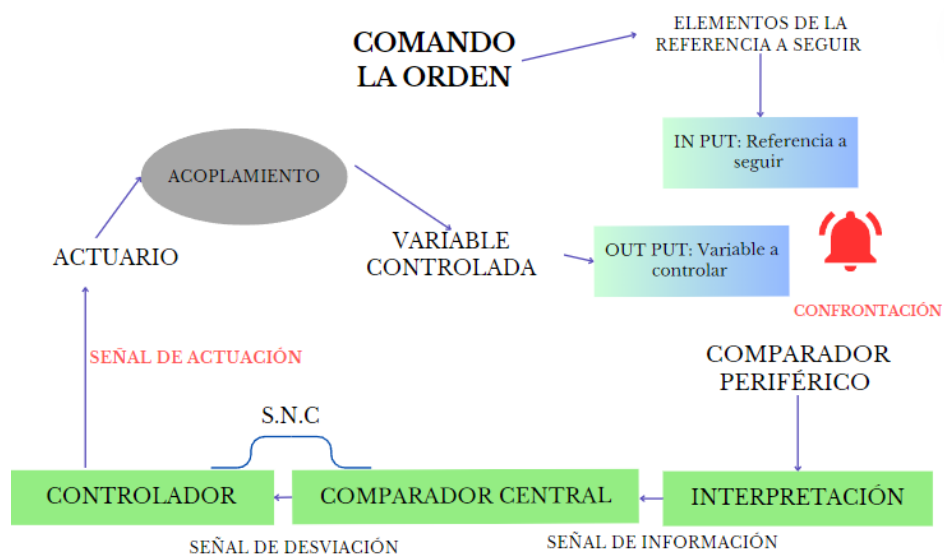


Figura 2: Teoría del servosistema de Alexandre Petrovic. Fuente: Elaboración propia.

Dicho de otra manera, el maxilar es "la estructura estable" y la mandíbula debe adaptarse al maxilar (debe asegurar la masticación). El comparador periférico manda una señal de información y hay un controlador central que regula el crecimiento mandibular a través de la actividad del músculo pterigoideo lateral. Para que un músculo (actuador) actúe sobre el crecimiento (variable controlada) tiene que haber un traductor genético/GEN (acoplamiento). Se manda la misma orden, pero la respuesta no siempre será la misma dependerá de que exista mayor o menor activación del gen y, por lo tanto, dependiendo de ello la cantidad de crecimiento será mayor o menor ⁽⁹⁾.

2.2.2. Crecimiento del complejo nasomaxilar

El complejo nasomaxilar está constituido por diversos elementos óseos, entre los que se incluyen los maxilares, cigomáticos, nasales, palatinos, etmoides y vómer. El maxilar superior experimenta crecimiento mediante osificación intramembranosa y expansión sutural, desarrollándose en los planos sagital, transversal y vertical, con participación del tabique nasal en el crecimiento vertical. En el plano sagital, este proceso se caracteriza por aposición ósea en las regiones posterior y superior, junto con reabsorción predominantemente en la zona anterior, lo cual resulta en un desplazamiento inferoanterior del maxilar. Este patrón de crecimiento anteroposterior

se asocia con una relación esquelética de clase I, reflejando una proporción adecuada entre el maxilar superior y la mandíbula ⁽¹¹⁾.

El crecimiento transversal del maxilar superior se lleva a cabo principalmente mediante dos mecanismos: la actividad de la sutura media palatina y la erupción dentaria. De ambos, la sutura media palatina representa el principal centro de crecimiento, siendo el que más contribuye al aumento en anchura del maxilar. Este crecimiento sutural puede mantenerse activo hasta aproximadamente los 12 o 13 años. Durante este periodo, las células mesenquimales presentes en la sutura se diferencian en osteoblastos, que posteriormente forman hueso nuevo, lo que permite la expansión transversal del maxilar ⁽¹¹⁾.

Por otro lado, la erupción dentaria también influye en este proceso. La inclinación vestibular de los dientes en erupción ejerce fuerzas sobre las paredes óseas del maxilar, favoreciendo su expansión lateral a medida que los dientes emergen en la cavidad oral ⁽¹¹⁾.

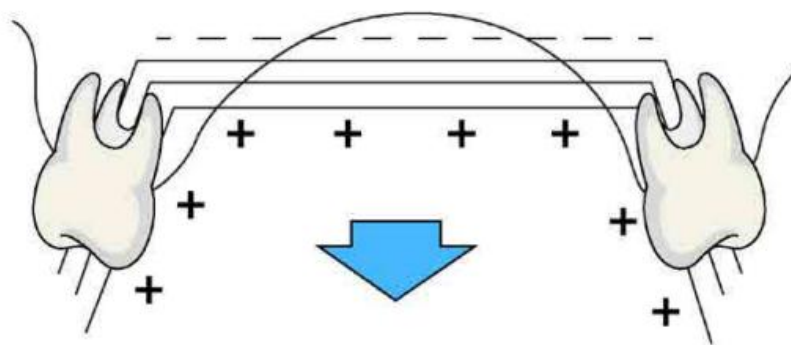


Figura 3: Crecimiento transversal del maxilar asociado a la erupción dentaria ⁽¹¹⁾.

El crecimiento vertical del maxilar superior está determinado principalmente por dos estímulos fundamentales. En primer lugar, el desplazamiento secundario del septum nasal, así como de los huesos frontal y cigomático, ejerce una presión descendente sobre el maxilar, favoreciendo su desplazamiento hacia abajo. En segundo lugar, el factor más determinante en este proceso es el desplazamiento primario inducido por la erupción dental. La presencia y el desarrollo de los dientes están estrechamente

relacionados con el crecimiento del reborde alveolar y con la dimensión vertical del tercio inferior de la cara ⁽¹¹⁾.

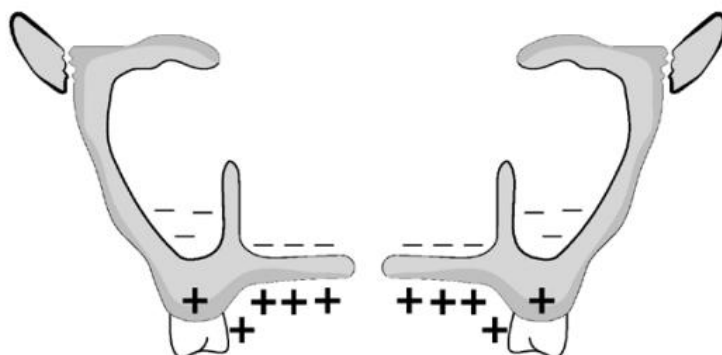


Figura 4: Crecimiento vertical del maxilar por desplazamiento primario y secundario ⁽¹¹⁾.

2.2.3. Crecimiento mandibular

La mandíbula se desarrolla mediante procesos de osificación tanto endocondral como intramembranosa. Inicialmente, su formación se da a través de osificación endocondral, debido a la presencia del cartílago de Meckel. A lo largo de la vida, persiste un remanente de cartílago secundario, el cóndilo mandibular, que constituye el principal centro de crecimiento mandibular ⁽¹¹⁾.

El crecimiento sagital de la mandíbula se produce mediante un proceso de aposición ósea, que predomina en la región posterior y superior del cóndilo mandibular, acompañado de un proceso de reabsorción en la zona anterior. Este patrón de remodelación conduce al desplazamiento de la mandíbula en dirección anteroinferior. Es fundamental que este crecimiento sagital se mantenga en armonía con el crecimiento del maxilar superior, a fin de preservar una relación esquelética de clase I ^(11,12).

En cuanto al crecimiento transversal, este obedece a dos principios clave. El primero y más importante es el principio en “V”, que describe un crecimiento divergente localizado en la parte posterior de la mandíbula, sin incremento en la región anterior. El segundo factor es la erupción dentaria: cuando los dientes erupcionan con una

inclinación vestibular, ejercen una fuerza que estimula el crecimiento óseo. El aumento más notable en la anchura mandibular se produce durante la erupción de los dientes laterales inferiores ⁽¹²⁾.

El crecimiento vertical mandibular ocurre en dos regiones principales: el cuerpo y la rama de la mandíbula. En el cuerpo mandibular, la erupción dentaria es el estímulo principal para la formación ósea, ya que la presencia de dientes es indispensable para el mantenimiento del crecimiento en esta zona; en ausencia de ellos, no se genera hueso nuevo. En la rama mandibular, el crecimiento es estimulado por la actividad del cóndilo mandibular, donde las células mesenquimales se diferencian y participan en un proceso constante de remodelado óseo ^(11,12).

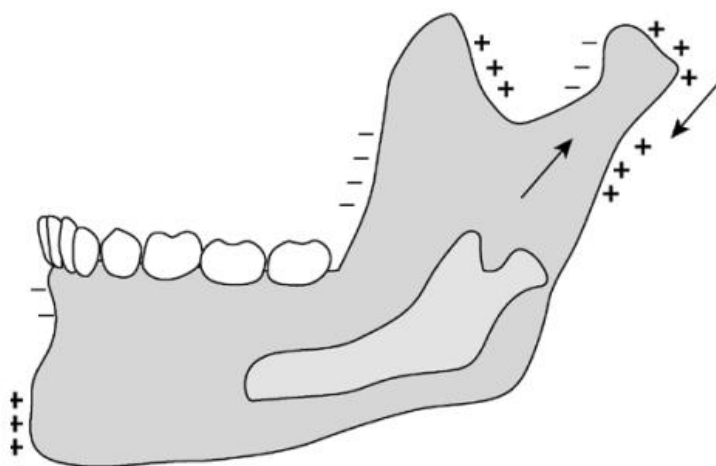


Figura 5: Zonas de aposición y reabsorción en el crecimiento mandibular ⁽¹¹⁾.

Una vez mencionado el crecimiento por los fenómenos de aposición y reabsorción, debemos entender que la mandíbula tiene otro tipo de crecimiento dependiendo de los estímulos que reciba para dirigir su desarrollo: la rotación ^(11,13).

2.3. ROTACIÓN MANDIBULAR

En un estudio experimental sobre la rotación mandibular mediante el uso de implantes metálicos, Björk y Skieller investigaron el crecimiento y desarrollo de la mandíbula en relación con la base craneal anterior. Introdujeron el concepto de rotación de la matriz,

que hace referencia al movimiento de la matriz de tejido blando de la mandíbula. Este se evalúa observando los cambios en la inclinación del borde inferior mandibular ⁽¹³⁾.

La rotación de la matriz se mide a través de la variación del ángulo ML-SNL (línea mandibular respecto a la línea Sella-Nasion). Una disminución en este ángulo indica una rotación anterior de la mandíbula, mientras que un aumento señala una rotación posterior. Asimismo, los autores analizaron la variación del ángulo RL-SNL (línea rama mandibular y la línea Sella-Nasion) para estudiar la rotación secundaria, complementando así la evaluación del patrón rotacional mandibular ⁽¹³⁾.

El movimiento de la matriz de tejido blando sigue un patrón pendular, con los cóndilos actuando como centro de rotación. Este enfoque permitió a los investigadores comprender de forma más precisa cómo la mandíbula se adapta y crece en relación con la base del cráneo, subrayando la relevancia de los cambios angulares y de la rotación de la matriz en el desarrollo mandibular ⁽¹³⁾.

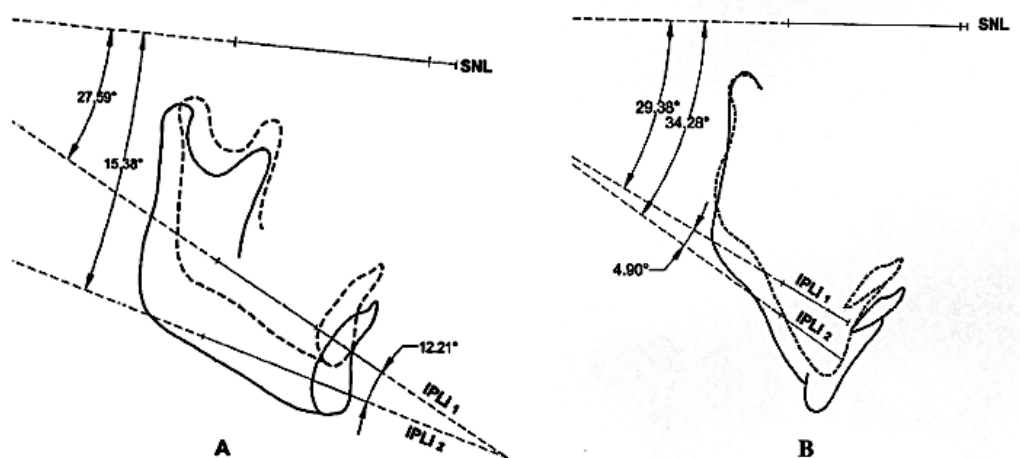


Figura 6: Rotación anterior (A) y rotación posterior (B) ⁽¹⁴⁾.

El concepto de crecimiento rotacional fue introducido por Björk en 1955, quien definió la rotación secundaria como la rotación en bloque de toda la mandíbula en relación con la base craneal anterior, representada por la línea Sella-Nasion (SNL) ⁽¹³⁾.

Como se ha señalado previamente, en los casos de rotación anterior, el ángulo formado entre la línea del implante inferior (IPLi) y la línea Sella-Nasion (SNL) disminuye, siendo cuantificado mediante valores negativos. En contraste, durante la rotación posterior,

dicho ángulo aumenta, y se expresa en valores positivos, reflejando así el tipo y dirección del cambio rotacional mandibular ⁽¹³⁾.

Otra manera de medir la rotación mandibular fue descrita por Lavergne y Gasson, quienes utilizaron la técnica propuesta por Ödegaard para determinar el grado de rotación. Las mediciones del grado de rotación se tomaban en el ángulo posterior, por lo que, la rotación anterior se daba cuando el ángulo aumentaba y la posterior cuando disminuía ⁽¹³⁾.

Ödegaard realizó un experimento en el que se colocaron tres implantes y unió los más distantes. Trazó una perpendicular a la línea anterior que pasase por el tercer implante restante y se proyectaba sobre SNL. Desde este último ángulo generado por las dos líneas anteriores, se medía por posterior ⁽¹³⁾.

La rotación total de la mandíbula se define como la suma de la rotación primaria y la rotación secundaria que ocurren a lo largo de un periodo específico del desarrollo mandibular ⁽¹³⁾.

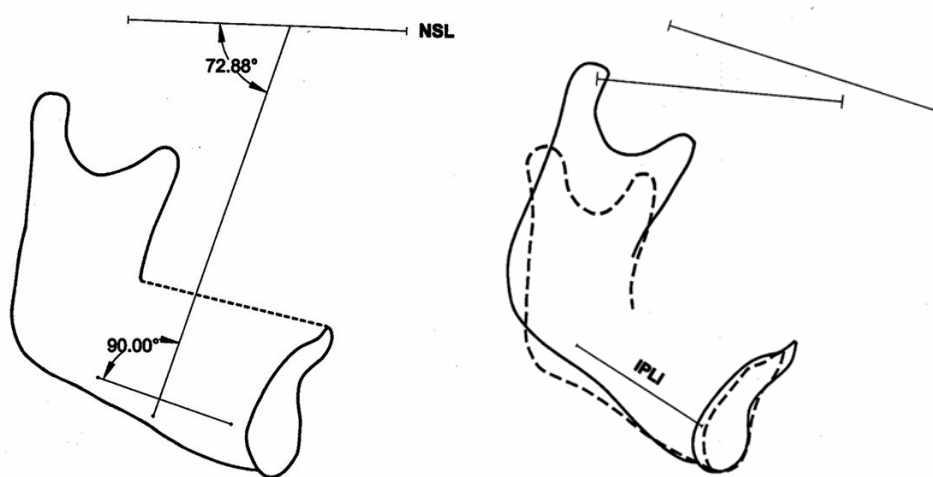


Figura 7: Técnica propuesta por Ödegaard ⁽¹³⁾.

2.3.1. Rotación intramatricial o primaria

La rotación primaria, denominada también como rotación intramatricial o rotación morfogénica, es aquella se da durante el crecimiento del ser humano y tiene lugar en la estructura de la mandíbula. Es el movimiento de la mandíbula en sí misma, antes de considerar la influencia de factores externos como músculos u otros tejidos ⁽¹³⁾.

Es el desplazamiento de los distintos componentes óseos que origina el remodelado, y no a la inversa. Esto se debe a que el hueso, por sí mismo, carece de la capacidad fisiológica de generar movimiento a partir de su propio crecimiento, es decir, no puede empujarse a sí mismo como consecuencia de su expansión estructural ⁽¹³⁾.

La rotación primaria, según Enlow, se refiere a los movimientos rotacionales internos de la mandíbula que ocurren durante su desarrollo en relación con la base craneal. Este concepto es esencial para entender cómo la mandíbula cambia de forma y posición a lo largo del crecimiento. Enlow identificó que la rotación primaria forma parte de un patrón más amplio de crecimiento y remodelación ósea. Durante el proceso de crecimiento, se produce un desplazamiento de reubicación que genera gradientes de tensión y presión en la matriz ósea. Como respuesta a estos estímulos mecánicos, se desarrollan zonas de reabsorción ósea y otras de aposición, lo que permite que la mandíbula crezca y se adapte funcional y estructuralmente a las necesidades del organismo ⁽¹²⁾.

Björk y Skieller fueron quienes definieron este movimiento como rotación intramatricial. Según su propuesta, se trata de la rotación del cuerpo mandibular dentro de la matriz de tejido blando, cuyo centro de rotación se localiza en algún punto dentro del propio cuerpo mandibular. La posición exacta de este centro depende de factores como la morfología del cuerpo mandibular, la rotación del maxilar y las características de la oclusión ⁽¹³⁾.

Dependiendo del tipo de rotación que se origine en la mandíbula (anterior o posterior), esta experimentará una serie de remodelados que originarán morfologías mandibulares diferentes ⁽¹³⁾.

2.3.1.1. Rotación primaria anterior

En la rotación primaria anterior en la parte anterosuperior se produce un gradiente de tensión, en la que se genera hueso y en la zona posteroinferior hay presión, donde se reabsorbe ⁽¹³⁾.

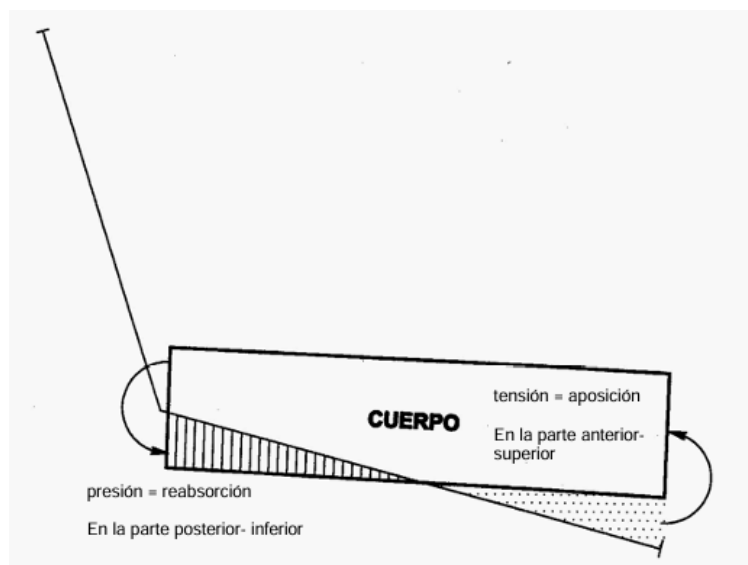


Figura 8: Rotación primaria anterior. Fuente: Elaboración propia.

Diferenciaremos dos tipos de remodelados, en el borde inferior de la mandíbula y en el borde posterior de la rama: remodelado inferior y remodelado posterior. En la rotación primaria anterior siempre el remodelado inferior es contrario a la rotación, siendo de inclinación posterior. Por lo tanto, si el remodelado es positivo, la rotación será negativa. Por otro lado, el remodelado posterior va en el mismo sentido de la rotación. En la rotación anterior la parte superior del ramus va hacia adelante y la parte inferior va hacia atrás o se mantiene ⁽¹³⁾.

El remodelado inferior nunca es mayor que el posterior, solo pueden ser iguales o el remodelado posterior de mayor magnitud que el remodelado inferior ⁽¹³⁾.

En lo referido al ángulo goníaco, el remodelado inferior abrirá el ángulo goníaco (contrario a la rotación) y el remodelado posterior cerrará el ángulo goníaco (mismo sentido que la rotación). Por lo tanto, el ángulo goníaco es el resultado de la suma de ambos remodelados; y solamente podrá cerrarse o mantenerse ⁽¹³⁾.

2.3.1.2. Rotación primaria posterior

En la rotación primaria posterior, los valores de ambos procesos de remodelado (inferior y posterior) son iguales, por lo que el ángulo goníaco no se modifica. El ángulo goníaco será igual o ligeramente mayor, dado que el remodelado primario posterior inferior nunca puede superar al remodelado posterior. Mientras tanto, el remodelado inferior es opuesto y presenta una inclinación anterior, en contraste con el remodelado posterior, que muestra una inclinación posterior ⁽¹³⁾.

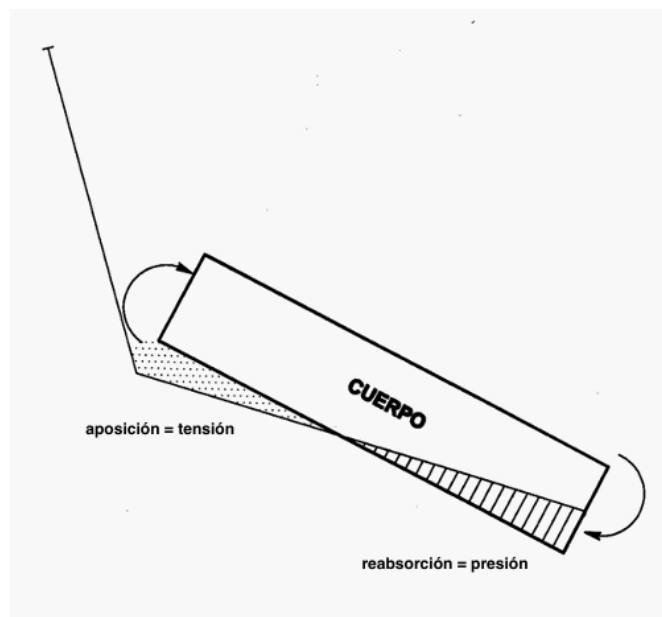


Figura 9: Rotación primaria posterior. Fuente:

2.3.1.3. Rotación primaria neutra

La rotación primaria neutra se refiere a una condición en la que no hay una inclinación predominante del cuerpo mandibular ni hacia arriba (anterior) ni hacia abajo (posterior) en relación con la línea mandibular. En esta situación, la mandíbula mantiene una orientación equilibrada durante su crecimiento y desarrollo ⁽¹³⁾.

En una rotación primaria neutra, el ángulo ML-SNL se mantiene estable, sin cambios significativos hacia un aumento (indicación de rotación posterior) o disminución (indicación de rotación anterior). Aunque hay un proceso continuo de reabsorción y

aposición ósea, este se distribuye de manera uniforme, manteniendo una forma mandibular equilibrada ⁽¹³⁾.

2.3.1.4. Crecimiento de avance

En el crecimiento de avance la longitud mandibular aumenta. Se observa un proceso de remodelación ósea donde la reabsorción del hueso en la parte posterior y la aposición del hueso en la parte anterior permiten el desplazamiento hacia adelante ⁽¹³⁾.

El crecimiento en la zona del cóndilo es un factor clave que impulsa la mandíbula hacia adelante. Los cambios en la posición de puntos anatómicos específicos, como el pogonion (el punto más anterior del mentón) en relación con estructuras craneales, son utilizados para evaluar el avance mandibular ⁽¹³⁾.

2.3.2. Rotación secundaria

La rotación secundaria, también conocida como rotación matricial o rotación posicional, consiste en el movimiento en bloque de toda la mandíbula respecto a la base craneal anterior, tomando como eje de rotación los cóndilos. En este tipo de rotación no se producen remodelaciones óseas, ya que su desarrollo depende del crecimiento de huesos adyacentes ⁽¹³⁾.

Björk y Skieller la definieron como la rotación de la matriz de tejido blando mandibular en relación con la base craneal anterior, considerando la matriz de tejido blando como la línea tangencial al borde mandibular inferior ⁽¹³⁾. Enlow, por su parte, señaló que el desplazamiento secundario es consecuencia del crecimiento de otros huesos ⁽¹²⁾.

La rotación secundaria anterior ocurre cuando el ángulo formado entre la línea mandibular y la línea de la rama mandibular, en relación con la línea Sella-Nasion (SNL), disminuye. En cambio, la rotación secundaria posterior se caracteriza por un aumento de este ángulo. En términos prácticos, durante la rotación anterior la mandíbula gira hacia arriba y hacia adelante, incrementando su dimensión horizontal; mientras que, en la rotación posterior, la mandíbula rota hacia abajo y hacia atrás respecto a la base craneal anterior, disminuyendo su expresión horizontal ⁽¹³⁾.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. BIOTIPOS FACIALES

El crecimiento facial está estrechamente relacionado con el biotipo facial, el cual puede ser dólicofacial, braquifacial o mesofacial, dependiendo de las proporciones y características de la cara. Las alteraciones en el crecimiento mandibular o maxilar pueden llevar a maloclusiones, como la oclusión de clase II u oclusión de clase III, y estos patrones de crecimiento pueden estar influenciados por una variedad de factores genéticos, hormonales y funcionales.

Haciendo referencia al trabajo publicado por Björk ⁽¹⁴⁾ y Ricketts ⁽¹⁵⁾ determinaron dos formas de crecimiento mandibular a través la superposición de telerradiografías en donde tomaban como referencia el germen del tercer molar y el canal mandibular. El crecimiento horizontal se daba en pacientes con biotipo braquifacial y el crecimiento vertical en pacientes con biotipo dólicofacial.

3.1.1. Crecimiento mandibular tipo braquifacial

En pacientes con biotipo braquifacial, la mandíbula tiende a rotar hacia adelante, lo que conlleva una reducción de la altura facial anterior y un incremento en la altura posterior. Este fenómeno es consecuencia directa del crecimiento vertical del cóndilo. Adicionalmente, se observa un engrosamiento de la sínfisis mandibular, así como una mayor extrusión molar en comparación con la extrusión de los incisivos, lo cual provoca un cambio en la inclinación del plano oclusal en sentido opuesto a la rotación mandibular ⁽¹⁴⁾.

3.1.2. Crecimiento mandibular tipo dólicofacial

En pacientes con biotipo dólicofacial, la mandíbula rota posteriormente, aumentando la altura facial anterior y disminuyendo la posterior. Esta rotación causa una inclinación posterior de la sínfisis y un cambio en el plano oclusal, con mayor extrusión incisiva que molar ⁽¹⁴⁾.

La rotación mandibular puede causar mordida abierta anterior y deficiencia mandibular, con un mentón retraído y descendido. Las variaciones en la altura facial están más relacionadas con la rotación total de la mandíbula y el ángulo del plano mandibular que con la rotación interna del eje mandibular. Además, la rotación posterior suele presentarse en pacientes con trastornos temporomandibulares, donde el crecimiento condilar está limitado, afectando el desarrollo mandibular. La posición mandibular resulta de la interacción entre factores internos y externos, y una rotación interna inadecuada puede generar maloclusiones y alteraciones en la altura facial ⁽¹⁴⁾.

3.2. Aparatología funcional

La aparatología funcional consta de un conjunto de dispositivos ortodóncicos diseñados para alterar la actividad muscular y estimular el crecimiento mandibular en pacientes con discrepancias esqueléticas de Clase II. Su funcionamiento se basa en la activación muscular promoviendo una mejor relación entre maxilares ⁽³⁾.

Con el paso de los años, la aparatología funcional en ortodoncia ha evolucionado significativamente, desde sus primeros intentos hasta los dispositivos sofisticados utilizados en la actualidad. Su desarrollo ha estado ligado al estudio del crecimiento craneofacial y la influencia de los estímulos funcionales en la modificación del crecimiento esquelético y muscular ⁽³⁾.

3.2.1. Twin-Block

En 1977, William Clark introdujo el Twin Block (TB), un aparato funcional removible con bloques inclinados que permitía un avance mandibular progresivo que favorecía la adaptación muscular y ósea durante el crecimiento del paciente ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

El Twin Block consta de dos placas acrílicas removibles, una para el maxilar superior y otra para la mandíbula, con superficies inclinadas o bloques de mordida, que conseguían una posición avanzada de la mandíbula. Para la retención, se utilizaban en molares y premolares unos ganchos Delta o Adams en que favorecen la estabilidad y se

complementaba con ganchos interdentes con forma redondeada o curvada en C. Podía llevar un tornillo en la línea media del paladar para la expansión de la arcada superior o resortes adicionales para mover dientes de manera individual, mejorando así la forma de las arcadas ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

El objetivo principal del tratamiento es modificar el patrón de crecimiento facial y la estructura ósea subyacente. El enfoque funcional se centra en adelantar el maxilar inferior retruido mediante un aparato removible que, al colocarse, induce una mordida protrusiva. Esto genera un desplazamiento funcional de los cóndilos mandibulares hacia abajo y hacia adelante, además de aumentar el espacio intermaxilar en las dimensiones anteroposterior y vertical ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Se recomienda su uso en pacientes en fase de crecimiento que poseen maloclusiones de clase II, división 1 por retrognatia mandibular. Pacientes con resaltes y/o mordidas profundas, y si se utiliza expansión, pacientes con discrepancias transversales de leve a moderadas. Por otro lado, no se recomienda en pacientes adultos, en clases II por protrusión maxilar severa ni en paciente poco colaboradores ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Entre sus principales ventajas destaca su eficacia en pacientes colaboradores durante la etapa de crecimiento, así como la mejora en la higiene oral que se facilita al poder ser retirado para el cepillado. Su principal desventaja se potencia en la dependencia de la cooperación del paciente para poder llegar a alcanzar resultados óptimos y que, al comienzo del tratamiento, hasta que el paciente logre adaptarse a la posición modificada, pueden llegar a aparecer ligeras molestias ⁽¹⁷⁾.

3.2.2. Modificación de Twin-Block: Slide-Blocks

3.2.3. Tipos de Slide-Blocks

Basado en el dispositivo de bloques gemelos ideado por el Dr. Clark, la Dra. Silvia Luckow junto con el director técnico del Laboratorio Ortosan, D. Santiago Jiménez, desarrollaron un aparato ortopédico diseñado para corregir la deficiencia anteroposterior mandibular,

abordando simultáneamente la discrepancia transversal maxilar de manera eficaz y cómoda.

El dispositivo conocido como Slide-Blocks (SB) consta de dos partes: una fija sobre el maxilar y otra removible en la mandíbula. Los bloques maxilar y mandibular se conectan mediante rampas o planos inclinados situados mesialmente a los primeros molares superiores e inferiores, con una inclinación estándar de aproximadamente 70°, la cual puede reducirse hasta cerca de 45° si el paciente presenta dificultades para mantener la protrusión mandibular y la correcta oclusión de los bloques gemelos. El tratamiento se divide en dos fases: una activa y otra de mantenimiento.

Los componentes varían en la incorporación de los planos inclinados; el bloque superior, tipo disyuntor, está fabricado en acrílico, mientras que el bloque inferior funciona como una férula que cubre desde el primer premolar derecho al primero izquierdo. Los planos acrílicos establecen contacto con todos los dientes, permitiendo controlar la erupción dentaria mediante su desgaste selectivo.

Dentro de sus diferentes diseños, se dividió en tres tipos para facilitar su aplicación. El tipo 1 consta de un bloque superior con tornillo de expansión o una barra transpalatina con un bloque inferior simple. En el tipo 2, ambos bloques llevan incorporados un tornillo de expansión. Y el tipo 3, el cual apenas tiene utilidad práctica, ya que no tiene plano anterior acrílico generando sobre erupción de los incisivos superiores e inferiores.

3.2.3.1. Tipo 1

El bloque inferior está confeccionado en acrílico y se extiende desde la región mesial del segundo premolar o distal del primer premolar hasta los dientes correspondientes del lado contralateral.

Este diseño permite realizar la disyunción maxilar o expansión dentoalveolar de la arcada superior, así como la alineación y vestibularización de los incisivos superiores, además de facilitar la erupción del primer molar inferior.



*Figura 10: Slide-Blocks tipo 1, bloque superior (izquierda) y bloque inferior (derecha).
Fuente: Imagen clínica de un paciente tratado en la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Europea de Madrid. Imagen utilizada con fines académicos y con consentimiento informado.*

3.2.3.2. Tipo 1B

En esta variante, el bloque superior está formado por dos bloques laterales que se extienden desde el último molar hasta el primer premolar, conectados entre sí por una barra transpalatina que funciona como elemento de unión. El bloque inferior permanece igual que en el tipo 1, consistiendo en un bloque deacrílico que abarca desde la región mesial del segundo premolar o distal del primer premolar hasta los dientes correspondientes del lado opuesto.

Aunque este diseño no permite la expansión maxilar, sí facilita la alineación y/o vestibularización de los incisivos superiores, además de favorecer la erupción del primer molar inferior.

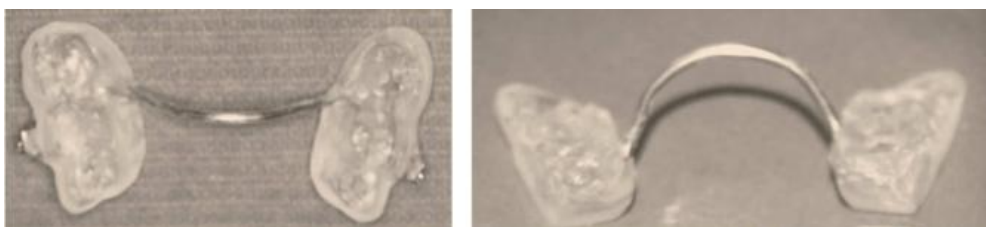


Figura 11: Slide-Blocks tipo 1B. Fuente: Imagen proporcionada por S. Luckow, comunicación personal.

3.2.3.3. Tipo 1 FI

En este tipo de Slide-Blocks, solo tenemos cambios en el bloque inferior, cubriendo la totalidad de los dientes inferiores, presenta un plano inclinado ubicado en la zona mesial del segundo premolar o del molar temporal. Incluye un tornillo; en caso de contar con una barra, se denominaría 1B FI.

En el tipo 1 FI podemos realizar disyunción maxilar y/o expansión dentoalveolar de la arcada dentaria superior y alinear y/o vestibularizar los incisivos inferiores. Por otro lado, al cubrir los incisivos inferiores disminuye esa proinclinación que se genera durante el tratamiento. Sin embargo, en este caso la modificación no permite la erupción del primer molar inferior.

En el tipo 1B FI no hay expansión maxilar ni erupción del molar inferior. Pero seguimos pudiendo alinear y/o vestibularizar los incisivos superiores y nos controla más la vestibularización de los inferiores.



Figura 12: Slide Blok tipo 1 FI. Fuente: Imagen proporcionada por S. Luckow, comunicación personal.

3.2.3.4. Tipo 1 FIB

El bloque inferior de acrílico cubre aproximadamente un tercio de la corona de todos los dientes inferiores, dejando libres de contacto vestibular y lingual a los incisivos, e incorpora un plano inclinado en la zona mesial del segundo premolar. Este diseño

permite la cementación de brackets vestibulares en los incisivos y primeros molares, mientras que los caninos y premolares quedan retenidos únicamente por elacrílico.

Con este Slide-Blocks podemos disyuntar o expandir, alinear y/o vestibularizar los incisivos inferiores y alinear y/o disminuir el torque de los incisivos inferiores. Pero tampoco permite erupción del molar inferior.



Figura 13: Slide-Blocks tipo 1 FIB. Fuente: Imagen proporcionada por S. Luckow, comunicación personal.

3.2.3.5. Tipo 2

En el Slide-Blocks tipo 2, el bloque superior es igual al del Tipo 1. Sin embargo, en la arcada inferior contamos con un bloque deacrílico que incluye un plano anterior y un tornillo de expansión. Este bloque se extiende desde la zona mesial del segundo premolar o distal del primer premolar hasta los mismos dientes contralaterales. Los incisivos inferiores deben contactar únicamente con elacrílico en la zona incisal, es decir, no deben estar completamente incluidos dentro delacrílico.

Con este tipo, podemos disyuntar o expandir el maxilar superior, alinear y/o vestibularizar los incisivos superiores, alinear y/o disminuir el torque de los incisivos inferiores. Sin embargo, elacrílico no nos permitirá la erupción molar inferior.

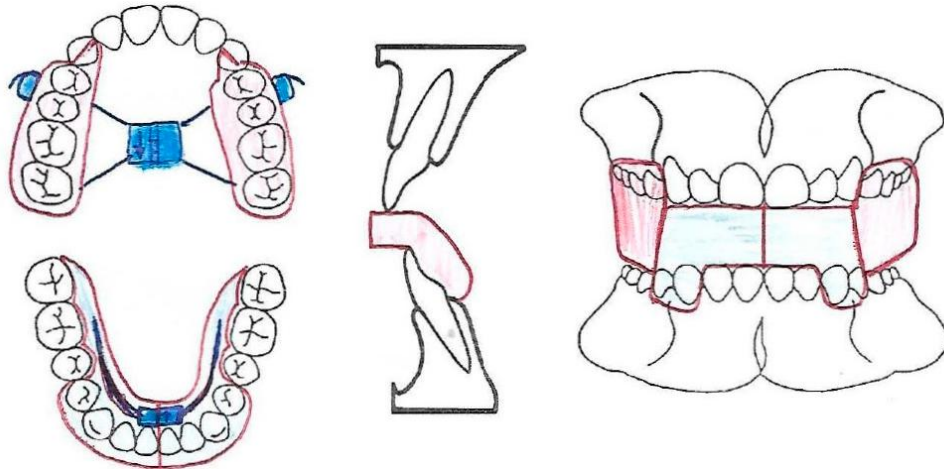


Figura 14: Slide-Blocks tipo 2. Fuente: Adaptación de Slide-Blocks (<https://slideblocks.es/profesionales/>).

3.2.3.6. Tipo 2 FI y FIB

Como ya hemos mencionado anteriormente, el bloque superior sería igual. En el tipo 2 FI, el bloque inferior incluye un tornillo de expansión y el acrílico cubre todos los dientes inferiores, incorporando un plano inclinado en la cara mesial del segundo premolar o distal del primer premolar. El bloque debe contactar únicamente el borde incisal de los incisivos; si estos estuvieran completamente cubiertos, se impediría la expansión dentoalveolar.

Con el Slide-Blocks tipo 2 FI podemos disyuntar el maxilar superior o expandir el superior y el inferior. Permite alinear y/o vestibularizar los incisivos superiores y alinear y/o disminuir el torque de los incisivos inferiores. No hay erupción del molar inferior, pero da más estabilidad al bloque inferior durante la expansión al cubrir todos los dientes.

En el diseño FIB el bloque inferior de acrílico cubre 1/3 de las coronas y lleva un tornillo en el medio.

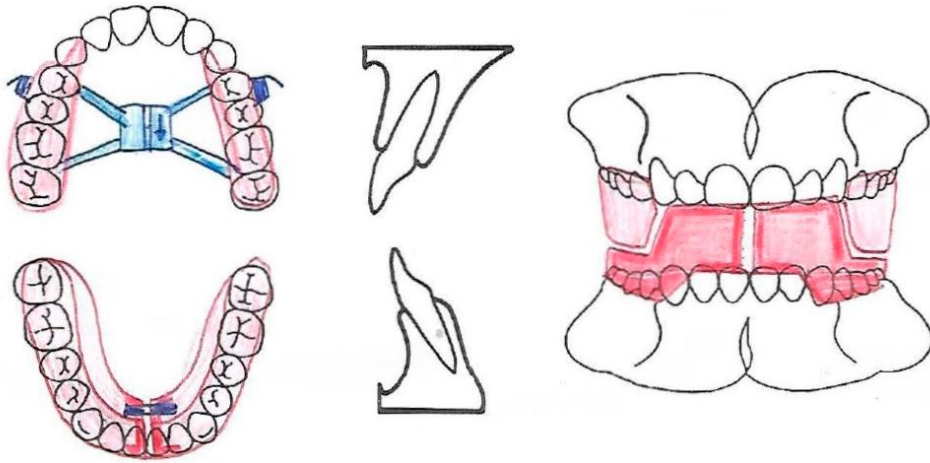


Figura 15: Slide-Blocks tipo 2 FI. Fuente: Adaptación de Slide-Blocks (<https://slideblocks.es/profesionales/>).

Se deberá individualizar cada caso para establecer que tipo es el más indicado. Dependerá de la necesidad, disyunción maxilar y/o expansión dentoalveolar de las arcadas, así como el control vertical de los incisivos superiores e inferiores.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Comodidad para el paciente	Proinclinación de incisivos inferiores
Uso constante (24 horas)	Impide la erupción de molares y premolares superiores
Permite el uso durante la masticación, lo que reduce la probabilidad de pérdidas y facilita movimientos de lateralidad con el aparato	No permite erupción de premolares y caninos inferiores
Favorece una adecuada función lingual	
Posibilita la expansión rápida del maxilar	
Facilita la alineación, vestibularización o intrusión de los incisivos superiores mediante tubos y brackets colocados en dichos dientes	
Permite adaptación de aparatología auxiliar en sus modificaciones (SB modificaciones especiales, AEO)	

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes del uso del Slide-Blocks. Fuente: Elaboración propia.

4. JUSTIFICACIÓN

Durante el transcurso de los años, se han desarrollado diversos aparatos destinados a la corrección de las clases II esqueléticas. Las modificaciones realizadas para potenciar la acción de estos nos han permitido resultados óptimos en los tratamientos.

En lo que respecta al Twin-Block existen numerables estudios clínicos que demuestran su eficacia y establecen sus indicaciones, ventajas e inconvenientes. Sin embargo, comparado con el Slide-Blocks no hay tanta información, pudiendo mencionar que, al tratarse de un aparato de uso continuo, inclusive en la masticación, los resultados obtenidos pueden llegar a ser más destacables.

Por ello, en este trabajo buscaremos analizar los cambios mandibulares producidos tras el uso de SB, observando cuál de ellos es el más relevante y a su vez, ver si este cambio es más preponderante en un biotipo facial o en otro.

5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

5.1. Hipótesis de trabajo

La hipótesis nula (H_0) plantea que no existe relación en el aumento de la efectividad del Slide-Blocks asociado al biotipo facial (braquifacial, mesofacial, dolicofacial).

5.2. Objetivos

5.2.1. Objetivo general

1. Analizar los cambios óseos mandibulares resultantes del tratamiento con Slide-Blocks en sujetos con clase II esquelética.

5.2.2. Objetivos secundarios

2. Cambios en la longitud del cuerpo y altura de la rama mandibular tras el uso de SB.
3. Cambios en el ángulo goníaco tras el uso de SB.
4. Cambios en la longitud efectiva mandibular tras el uso de SB.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Muestra y consideraciones generales

En este estudio de tipo retrospectivo se escogieron un total de 36 pacientes que portaron aparatología funcional Slide-Blocks. Los pacientes fueron tratados en el Máster de Ortodoncia Avanzada de la Universidad Europea de Madrid, España.

Para la selección de paciente se estableció el periodo de tiempo entre enero de 2019 y enero de 2022. Seis de ellos comenzaron tratamiento en 2022, once en 2021, otros seis en 2020 y trece en 2019.

Se recopilaron las radiografías laterales de cráneo antes de comenzar el tratamiento de ortodoncia interceptiva (T1) y una vez finalizado (T2). Trazamos a través de la aplicación NemoStudio® (Software Nemotec, Madrid, España) todas las telerradiografías laterales de cada paciente, un total de 72 telerradiografías. Se superpusieron sobre puntos de referencia anatómicamente estables y se compararon los cambios esqueléticos y las respuestas rotacionales del crecimiento, analizando las variables y superponiendo las radiografías T1 y T2.

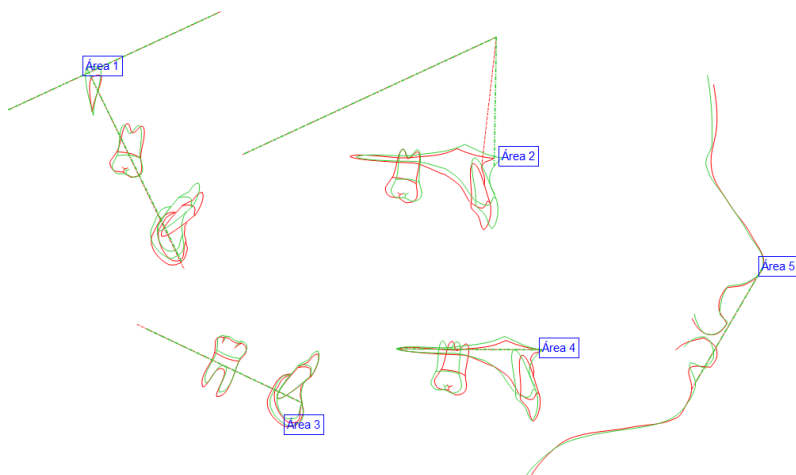


Figura 22: Ejemplo superposición T1 (verde) y T2 (rojo). Fuente: elaboración propia mediante el software Nemoceph®.

De los treinta y seis pacientes seleccionados, 16 eran hombres y 20 mujeres. Por otro lado, dentro de la muestra encontramos que 20 de nuestros pacientes presentaban al

inicio del tratamiento un patrón braquifacial, mientras que 7 eran mesofaciales y los otros 9 dolicofaciales.

Se tuvo en cuenta como consideraciones éticas que el único documento identificativo del paciente fuesen las telerradiografías de perfil. Los demás documentos registrados fueron identificados con un número personalizado para cada paciente. Conforme a la Ley de Protección de Datos (LOPD), la universidad se encargará de resguardar toda la información registrada.

6.2. Criterios de inclusión

1. Pacientes con clase II esqueléticas ANB $> 4^\circ$, SNA normal o SNB reducido $< 78^\circ$.
2. Pacientes en edad de crecimiento. Etapa de maduración vertebral (CVM) CS3.
3. Pacientes con radiografías lateral pre y post tratamiento.
4. Pacientes sin tratamientos de ortodoncia previos.

6.3. Criterios de exclusión

1. Pacientes con trastornos en la articulación temporomandibular.
2. Escasa calidad en los registros radiográficos.
3. Registros CBCT.
4. Tratamientos no finalizados y/o abandono del tratamiento.
5. Tratamiento de ortodoncia previo.
6. Ausencias dentales múltiples (excepto agenesias comunes como los segundos premolares).

6.4. Análisis cefalométrico

En lo mencionado anteriormente, para el trazado de las telerradiografías se utilizó el NemoStudio[®], software de diagnóstico cefalométrico de la empresa NEMOTC SL. Tras la estandarización de todas las radiografías, se determinaron cuáles eran los valores que más información nos aportaban en nuestro estudio, antes del tratamiento y una vez finalizado. Se eligieron como variables cefalométricas los siguientes parámetros:

Patrón: para la determinación del patrón facial se utilizaron varias variables, en primer lugar, el índice de VERT de Ricketts, en donde se utilizan cinco ángulos. El eje facial (1), la profundidad facial (2), el ángulo del plano mandibular (3), el arco facial (4) y la altura facial inferior (5).

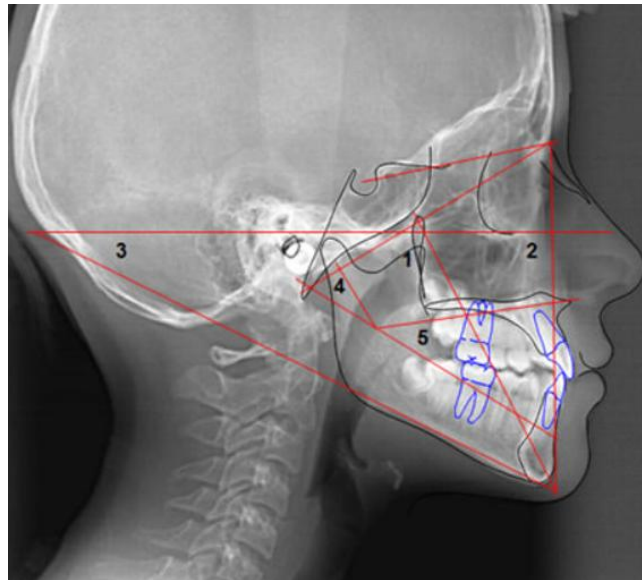


Figura 16: Los cinco ángulos del índice de VERT. Fuente: elaboración propia mediante el software Nemoceph®.

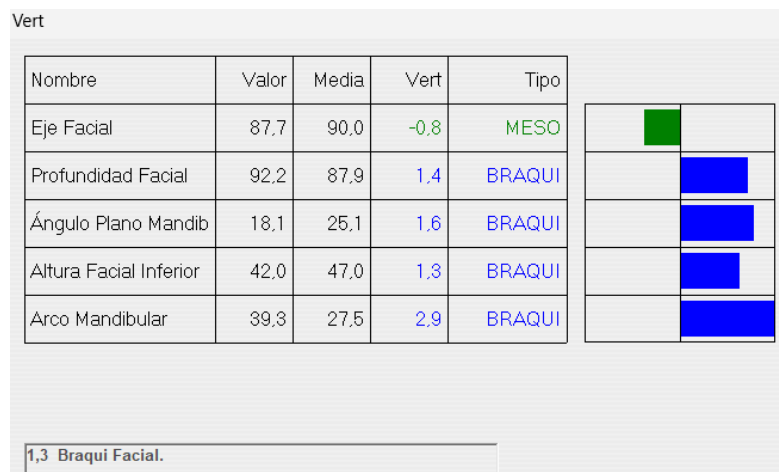


Figura 17: Ejemplo del índice de VERT. Fuente: elaboración propia mediante el software Nemoceph®.

El valor de VERT se calcula con la medición de los ángulos de manera individual y se calcula la diferencia de grados con respecto la norma. Esta diferencia se divide para la desviación estándar y se clasifica. Si el valor se encuentra entre el rango -0,5 y +0,5 el

individuo se clasifica como mesofacial. Cuando los valores del VERT son superiores a +0,5 indican que es un paciente braquifacial y los valores menores de -0.5 indican los pacientes cuyo patrón de la cara se clasificó como dolicofacial. En el programa Nemoceph®, estos cálculos se realizan directamente.

Además de fijarnos en VERT, en todos los pacientes se analizó la relación Alt.Fac.Post/Alt.Fac.Ant para determinar el patrón facial.

Variable	Definición
Alt.Fac.Post/Alt.Fac.Ant	Relación establecida por Jarabak. Es la distancia entre los puntos S y Go relacionado con la distancia entre los puntos N y Me. Si está aumentado, rotación anterior, tendencia a patrón braquifacial. Si está disminuido, crecimiento rotacional posterior, tendencia a patrón dolicofacial.

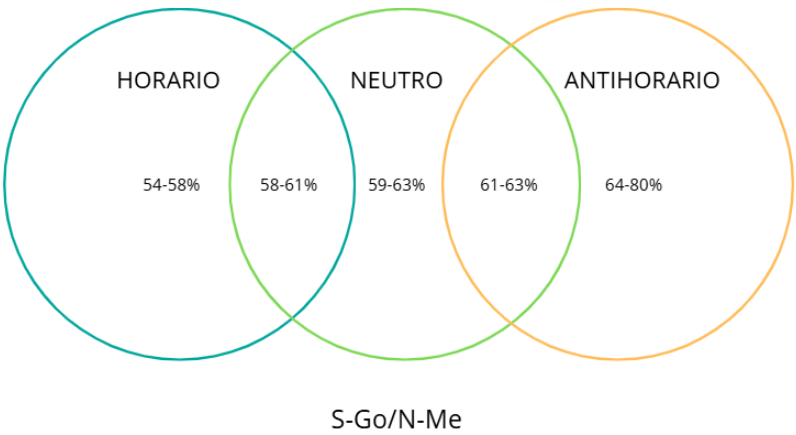


Figura 18: Esferas de Jarabak. Fuente: Elaboración propia.

Otros de los valores que utilizamos en nuestro estudio fueron los mostrados en las tablas a continuación:

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>
Diferencia maxilo-mandibular	Establecida por McNamara. Diferencia entre longitud mandibular efectiva y longitud maxilar efectiva. Si los valores son mayores a la norma, clase III esquelética. Valores menores a la norma, clase II esquelética.
Longitud mandibular	Establecida por Jarabak. Medida lineal de Co a Gn. Indica la longitud total de la mandíbula. Si los valores dan disminuidos a la media, tendencia a clase III. Por el contrario, si está aumentada, tendencia a clase III
Cuerpo mandibular	Definido por Jarabak. Medida lineal Go-Me. Si nos da aumentado, tendencia a clase III esquelética. Por el contrario, si da disminuido, tendencia a clase II esquelética.
Altura rama	Definido por Jarabak. Medida lineal Ar-Go. Si nos da aumentado, indica un aumento en el crecimiento vertical de la rama. Si da disminuido, disminución en el crecimiento vertical de la rama.
Ángulo goníaco	Definido por Jarabak. Medida angular Ar-Go-Me. Un ángulo aumentado respecto a la media tenderá a favorecer un patrón dólcofacial, tendencia a mordida abierta. Un ángulo disminuido tenderá a un patrón braquifacial, predisposición a sobremordida.

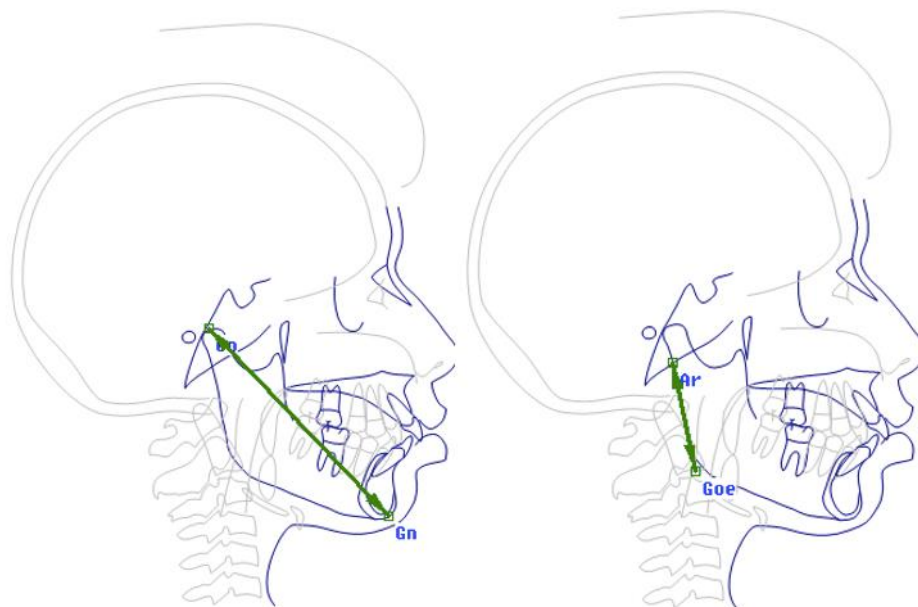


Figura 19: Ejemplo longitud mandibular y altura de la rama. Fuente: elaboración propia mediante el software Nemoceph®.

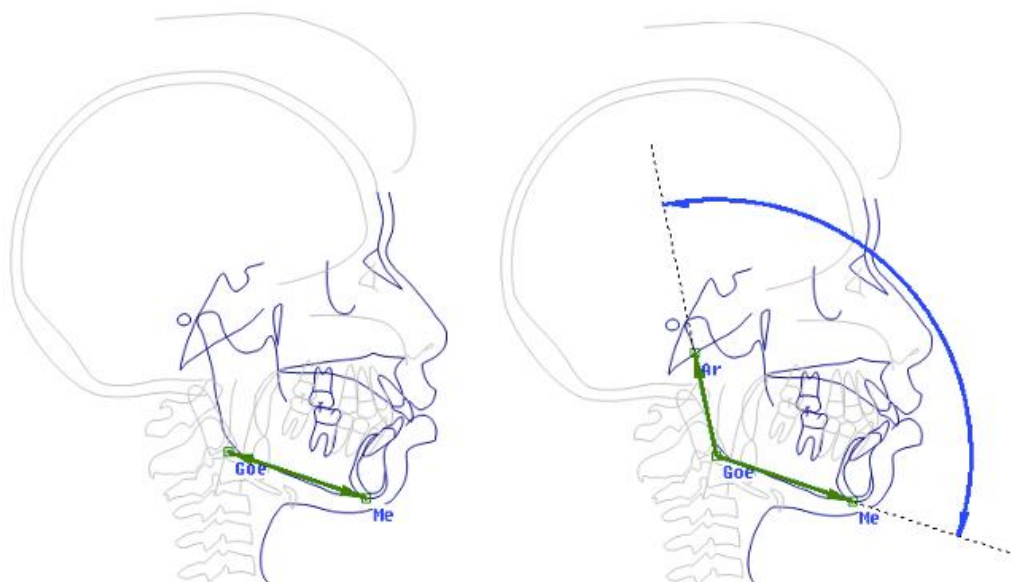


Figura 20: Ejemplo longitud cuerpo mandibular y ángulo goníaco. Fuente: elaboración propia mediante el software Nemoceph®.

6.5. Estandarización

Para que todas las radiografías tuviesen la misma exactitud y estandarización, debían poder ser calibradas, lo que nos ayudaba a garantizar que los puntos de referencia y las medidas resultantes eran más fiables. El trazado cefalométrico fue realizado por un operador experto, ciego a los grupos y supervisado por un profesor especializado en la materia. Para eliminar los sesgos de los trazados, se repitieron quince de los trazados seleccionados de manera aleatoria al mes de la primera realización, y se usó el coeficiente de correlaciones interclases (ICC) para que pudiésemos calcular la concordancia intraevaluador de ambas mediciones.

6.6. Análisis estadístico

Para el estudio utilizamos tres muestras de pacientes sometidos a un mismo tratamiento. Categorizamos a los pacientes según su biotipo facial (braquifacial, mesofacial, dólicofacial). Dentro del tratamiento, se seleccionaron dos registros por paciente, una radiografía lateral de cráneo antes de comenzar con el aparato interceptivo Slide-Blocks (T1) y otra una vez finalizado el tratamiento con este (T2).

El contraste de la hipótesis se dividió en dos conceptos:

- A. Cambios significativos en el hueso mandibular tras el uso del Slide-Blocks.
- B. Verificar si existe correlación de los cambios con el biotipo facial.

Para seleccionar la prueba estadística más adecuada, es necesario verificar si las variables cumplen con el supuesto de normalidad. Esta evaluación se realiza mediante una prueba estadística cuyo resultado se interpreta a través del valor p. Si dicho valor es mayor a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que los datos presentan una distribución normal y, por tanto, se recurre a pruebas paramétricas para el análisis. En cambio, si el valor p es inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que las variables no se distribuyen normalmente, siendo entonces apropiado aplicar pruebas no paramétricas.

Por otro lado, no se hallaron valores nulos, lo que fortaleció la validez interna del estudio. No hubo duplicados que pudieran sesgar los resultados y los tipos de datos fueron consistentes, lo que garantizó la fiabilidad de las mediciones.

7. RESULTADOS

El objetivo principal de nuestro estudio se basó en verificar si existe algún tipo de relación en un mayor, menor o igual crecimiento mandibular de pacientes que han llevado Slide-Blocks y tienen un biotipo facial braqui, meso o dólico.

Para ello se intentó coger una muestra que tuviese una edad aproximada. Se calculó la edad media de los pacientes en el momento en el que se realizó la radiografía pre-tratamiento, siendo de 11 años. Con respecto al dimorfismo sexual, no hubo diferencias significativas, 18 fueron mujeres y 18 fueron hombres.

El estudio por tanto estuvo formado por una muestra total de 36 pacientes ($n=36$), los cuales se analizaron en un primer momento de manera individual, para observar los cambios establecidos por el SB y posteriormente serían analizados diferenciándolos por su biotipo facial.

En ese segundo análisis diferenciamos tres grupos, el grupo A, formado por pacientes braquifaciales, los cuales fueron la mayoría de la muestra ($n=20$). El segundo grupo, los mesofaciales, el grupo B formado por un total de 7 ($n=7$); y por último el grupo C, los dólicofaciales formado por 9 pacientes ($n=9$).

7.1. Análisis principal

7.1.1. Cuerpo mandibular

Al analizar los cambios en la longitud del cuerpo mandibular, estamos observando específicamente cómo creció la parte horizontal de la mandíbula. Los datos nos revelan un incremento significativo, con valores que pasaron de una media de 64.69 mm a 68.01 mm tras el tratamiento, representando un aumento promedio de 3.32 mm.

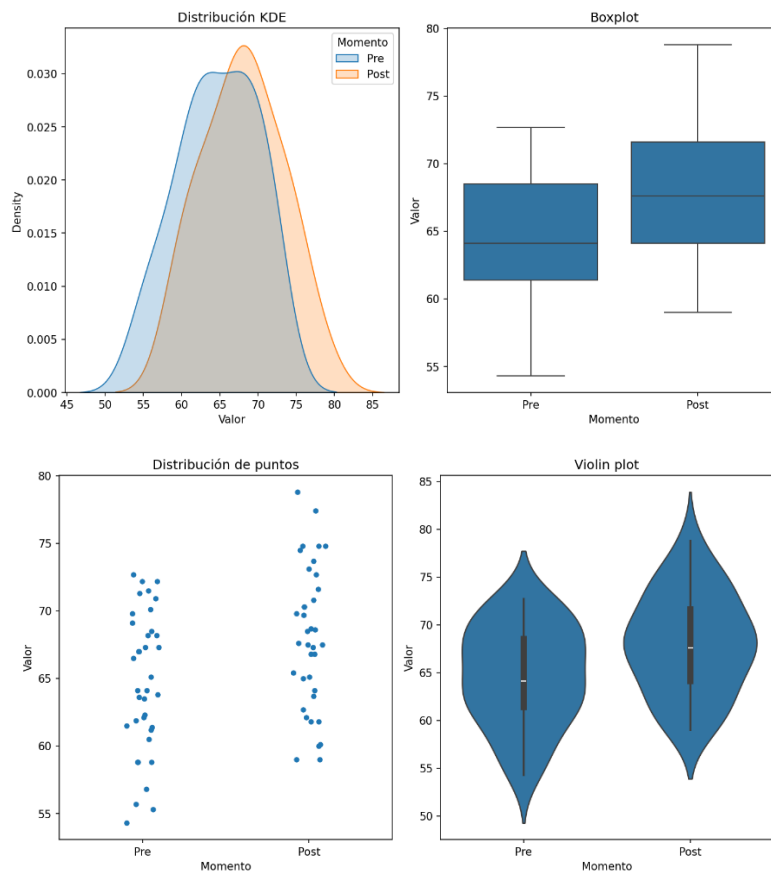


Figura 22: Gráficos comparando cuerpo mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos nos cuentan visualmente esta historia de crecimiento. En la distribución de densidad (el primer gráfico con curvas), vemos que la curva naranja (post-tratamiento) se ha desplazado claramente hacia la derecha respecto a la curva azul (pre-tratamiento). Este desplazamiento nos indica que prácticamente todos los pacientes experimentaron un aumento en la longitud del cuerpo mandibular.

El gráfico de cajas nos muestra algo interesante: la mediana (línea central dentro de la caja) ha subido considerablemente, y la caja post-tratamiento está situada más arriba que la pre-tratamiento. Esto significa que el 50% central de nuestros pacientes experimentó un crecimiento muy consistente.

Si observamos el gráfico de puntos individuales, podemos apreciar cómo cada paciente (representado por un punto) experimentó un crecimiento. Es especialmente notable

cómo los pacientes con valores iniciales más bajos (en la parte inferior del gráfico "pre") mostraron un incremento significativo, acercándose más a valores normales.

Desde una perspectiva clínica, este crecimiento del cuerpo mandibular contribuye a mejorar el perfil facial del paciente, proporcionando mayor soporte para los tejidos blandos del tercio inferior de la cara y mejorando potencialmente problemas como la sobremordida o el apiñamiento dental inferior. Los pacientes con patrón mesofacial mostraron los mejores resultados en esta variable, lo que aprueba la idea de que una estructura facial equilibrada responde de manera más favorable al tratamiento.

	Cuerpo mand pre	Cuerpo mand post
count	37.000000	37.000000
mean	64.686486	68.005405
std	5.179080	5.257954
min	54.300000	59.000000
25%	61.400000	64.100000
50%	64.100000	67.600000
75%	68.500000	71.600000
max	72.700000	78.800000

Tabla 3: Comparación cuerpo mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

El cuerpo mandibular ha experimentado un aumento estadísticamente significativo de 3.32 mm en promedio tras el tratamiento. Este cambio es real ($p < 0.05$), pudiendo verificar que se debe al efecto del tratamiento y no a la variabilidad natural.

El intervalo de confianza nos indica que, con un 95% de seguridad, el incremento real en el cuerpo mandibular está entre 2.23 mm y 4.41 mm. Este cambio en el cuerpo mandibular puede mejorar sustancialmente el perfil facial del paciente y contribuir a una mejor función masticatoria.

7.1.2. Altura de la rama

En el caso de la rama mandibular, también mostró cambios significativos con nuestro tratamiento. Los datos revelan un incremento en la altura media de la rama, pasando de 43.07 mm a 46.53 mm, con un aumento promedio de 3.46 mm.

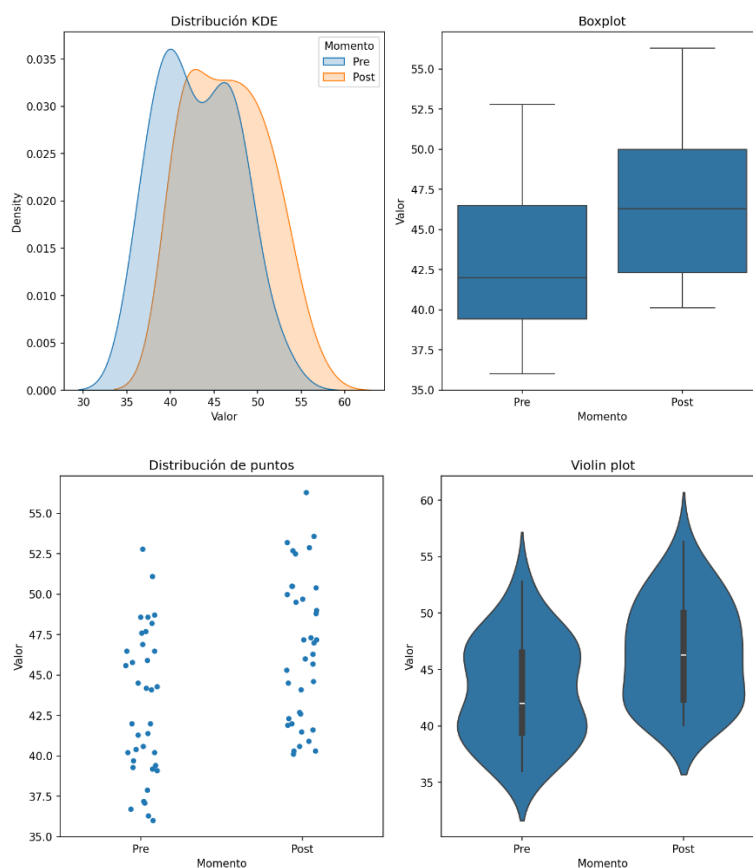


Figura 23: Gráficos comparando altura de la rama pre-tratamiento y post-tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar los gráficos de distribución, podemos observar claramente cómo la curva naranja (post-tratamiento) se ha desplazado hacia valores más altos en comparación con la curva azul (pre-tratamiento). Este desplazamiento nos indica un crecimiento vertical consistente de la rama mandibular.

En el gráfico de cajas, la elevación de toda la "caja" post-tratamiento nos muestra que no solo aumentaron los valores medios, sino que todo el rango intercuartílico (el 50% central de los datos) se desplazó hacia arriba. El valor mínimo aumentó

significativamente de 36.0 mm a 40.1 mm, lo que significa que los pacientes con ramas mandibulares inicialmente más cortas experimentaron un crecimiento sustancial.

En el último gráfico, el violin plot, muestra que la forma del "violín" post-tratamiento es más ancha en la parte superior, indicando una concentración de valores más altos después del tratamiento.

Desde una perspectiva clínica, este aumento en la altura de la rama mandibular tiene implicaciones importantes. Una rama mandibular más alta contribuye a un mejor equilibrio vertical facial, puede mejorar la eficiencia masticatoria y ayuda a establecer una mejor relación entre la mandíbula y el cráneo. Es particularmente beneficioso para pacientes con patrón dólícofacial (rostros largos), quienes mostraron el mayor cambio en esta variable, lo que podría ayudar a compensar su tendencia al crecimiento vertical excesivo.

	Altura rama pre	Altura rama post
count	37.000000	37.000000
mean	43.070270	46.529730
std	4.494309	4.522405
min	36.000000	40.100000
25%	39.400000	42.300000
50%	42.000000	46.300000
75%	46.500000	50.000000
max	52.800000	56.300000

Tabla 4: Comparación altura de la rama pre-tratamiento y post-tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

La altura de la rama mandibular ha aumentado significativamente en 3.46 mm de media después del tratamiento. Este cambio es estadísticamente significativo ($p < 0.05$), lo que confirma la efectividad del tratamiento en esta variable anatómica.

Con un 95% de confianza, el aumento real en la altura de la rama se encuentra entre 2.75 mm y 4.17 mm. Este incremento en la altura de la rama puede contribuir al balance vertical de la cara y mejorar la relación entre el maxilar y la mandíbula, favoreciendo una adecuada oclusión.

7.1.3. Ángulo goníaco

El ángulo goníaco, que define la forma de la mandíbula en su parte posterior donde la rama se une al cuerpo, mostró cambios sutiles pero significativos. Este ángulo aumentó ligeramente de 122.62° a 125.77°, con un incremento medio de 3.14°.

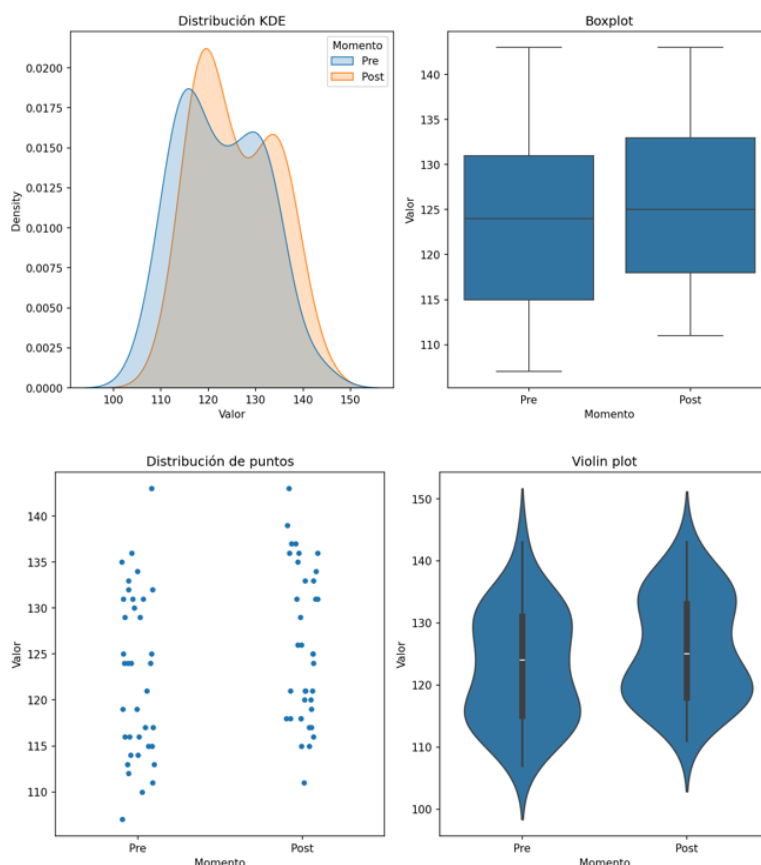


Figura 24: Gráficos comparando el ángulo goníaco pre-tratamiento y post-tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos de distribución muestran un desplazamiento moderado de la curva naranja (post-tratamiento) hacia valores más altos. Aunque el cambio es menos destacado que en otras variables, sigue siendo estadísticamente significativo como lo confirma el valor $p = 0.0000$.

En el gráfico de cajas, podemos observar que la mediana y los cuartiles se han desplazado hacia arriba, aunque con cierto solapamiento entre las cajas pre y post. Esto nos indica que el cambio, aunque consistente, fue más moderado que en las otras variables analizadas.

El gráfico de puntos individuales muestra una distribución interesante: algunos pacientes experimentaron cambios más marcados que otros, pero la tendencia general fue hacia un ligero aumento del ángulo.

Desde una perspectiva clínica, este aumento en el ángulo goníaco puede modificar el perfil facial del paciente. Un ángulo goníaco más abierto puede contribuir a una mandíbula más definida y a un mejor contorno del tercio inferior de la cara. Los pacientes con patrón braquifacial (rostros más cortos y anchos) fueron los que mostraron mayores cambios en esta variable, lo que podría contribuir a equilibrar sus proporciones faciales.

	Ángulo goniaco inicial	Ángulo goniaco final
count	37.000000	37.000000
mean	122.621622	125.756757
std	8.898662	8.394460
min	107.000000	111.000000
25%	115.000000	118.000000
50%	124.000000	125.000000
75%	131.000000	133.000000
max	143.000000	143.000000

Tabla 5: Comparación ángulo goníaco pre-tratamiento y post-tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

Como mencionamos anteriormente, el ángulo goníaco ha experimentado un incremento estadísticamente significativo de 3.14 grados en promedio. Este cambio no es casual ($p < 0.05$), sino producto del tratamiento aplicado.

El intervalo de confianza indica que, con un 95% de certeza, el cambio real en el ángulo goníaco está entre 2.45 y 3.82 grados. Esta modificación en el ángulo goníaco puede tener implicaciones importantes en el patrón de crecimiento facial y en la expresión de características morfológicas específicas del paciente.

7.1.4. Longitud mandibular

Comparando los cambios pre-tratamiento y post-tratamiento de todos los pacientes, la longitud mandibular, fue la variable que más cambió tras el tratamiento con Slide-Blocks en todos los patrones faciales. El cambio fue el más significativo estadísticamente.

- Braquifacial: $p = 0.00000$
- Mesofacial: $p = 0.000009$
- Dólicofacial: $p = 0.0000003$

La longitud mandibular de nuestros pacientes experimentó un incremento sustancial, pasando de una media inicial de 108.03 mm a 114.36 mm tras el tratamiento. Este crecimiento medio de 6.35 mm no es casual ni aleatorio; el valor p obtenido ($p < 0.0001$) evidencia una asociación estadísticamente significativa, lo que confirma que dicho cambio está directamente vinculado al tratamiento aplicado.

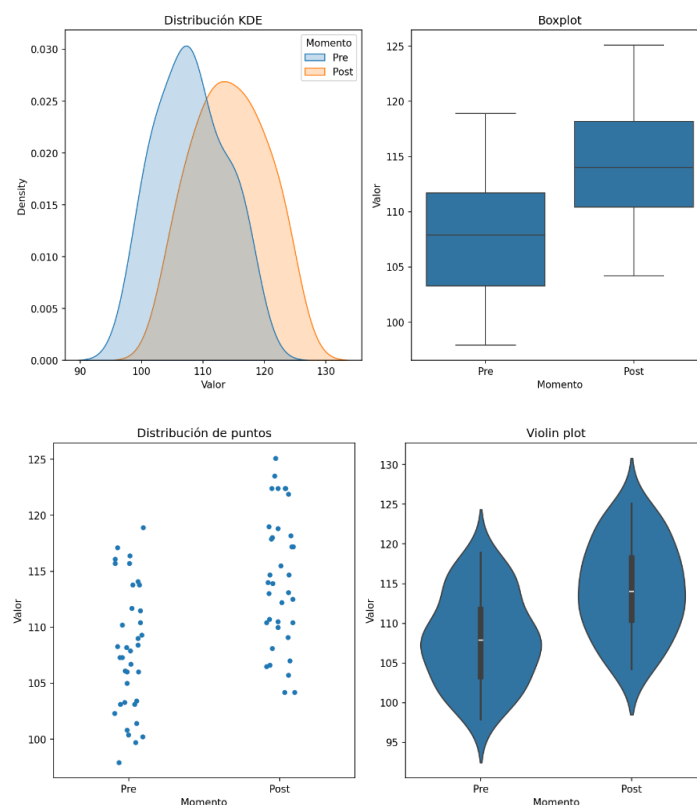


Figura 21: Gráficos comparando longitud mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

Si observamos los gráficos con detenimiento, podemos apreciar cómo la curva azul (pre-tratamiento) y la curva naranja (post-tratamiento) están claramente separadas. Esta separación visual denota que todos los pacientes mostraron un crecimiento mandibular significativo. Incluso el paciente con la mandíbula más pequeña inicialmente (97.9 mm) alcanzó un valor de 104.2 mm después del tratamiento.

En el diagrama de cajas (boxplot), podemos ver cómo toda la "caja" post-tratamiento está posicionada más arriba que la pre-tratamiento, sin apenas solapamiento. Esto significa que incluso el 25% de los pacientes con valores más bajos después del tratamiento mostraron mejores resultados que el 75% de los pacientes antes del tratamiento.

En el gráfico de puntos individuales cada punto representa a un paciente, y podemos observar cómo todos los puntos de la columna "post" están situados más arriba que los de la columna "pre". Esto nos confirma visualmente que el crecimiento fue consistente en toda nuestra muestra de pacientes.

En términos clínicos, este incremento significa una mejora en la proyección del mentón y un mejor balance facial. Los pacientes con patrón mesofacial fueron los que más se beneficiaron de este crecimiento, probablemente debido a que su estructura facial equilibrada permitió una respuesta más favorable al tratamiento.

	Long mandibular pre	Long mandibular post
count	37.000000	37.000000
mean	108.013514	114.362162
std	5.608335	5.873734
min	97.900000	104.200000
25%	103.300000	110.400000
50%	107.900000	114.000000
75%	111.700000	118.200000
max	118.900000	125.100000

Tabla 2: Comparación longitud mandibular pre-tratamiento y post-tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los valores extremos, el mínimo aumenta y el máximo también, lo que nos dice que no solo hay crecimiento en general, sino que los pacientes con mandíbulas más pequeñas también muestran progreso.

El tratamiento ha producido un aumento estadísticamente significativo en la longitud mandibular de 6.35 mm en promedio. Este cambio no se debe al azar ($p < 0.05$), sino que es consecuencia directa del tratamiento aplicado.

Con un 95% de confianza, podemos afirmar que el cambio real en la longitud mandibular en la población se encuentra entre 5.58 mm y 7.12 mm. Esta mejora considerable en la longitud mandibular puede contribuir significativamente a la corrección de la mordida y la armonía facial del paciente.

7.2. Análisis secundario

Centrándonos en cada cambio de manera individual relacionándolo con el biotipo facial, al analizar la variable longitud del cuerpo mandibular, se observa que los pacientes con patrón mesofacial presentan las mayores variaciones. El cambio medio registrado fue de 6,72 mm, con un valor de significancia estadística de $p = 0,008$.

En la altura de la rama, hay diferencias, el patrón que más cambio medio experimenta con un 4,26 son los braquifaciales. Siendo un cambio estadísticamente significativo con una p valor de 0.000.

En el caso del ángulo goníaco, se observó un cambio medio de 3,70 y una p valor de 0.000. Este resultado corresponde también con los pacientes con biotipo braquifacial, siendo los que mayor crecimiento muestran en esta región de la mandíbula.

Por último, en cuanto a la longitud mandibular después del tratamiento con Slide-Blocks, los pacientes con biotipo mesofacial mostraron el mayor cambio, con una media de 7,73 mm y un valor p de 0,000, lo que resulta estadísticamente significativo.

Haciendo un análisis general de la mandíbula, el patrón mesofacial fue el que mostró más cambios en promedio, lo que podría indicar una mayor respuesta al tratamiento ortopédico en este grupo.

7.3. Hipótesis de investigación

Como mencionamos anteriormente, enfocamos la investigación en que la hipótesis nula (H0) era que no existía relación en el aumento de la efectividad del Slide-Blocks asociado al biotipo facial (braquifacial, mesofacial, dolicofacial).

H0 = No hay diferencia estadísticamente significativa en el aumento de la efectividad del Slide-Blocks asociado al biotipo facial.

H1 = Si hay diferencia estadísticamente significativa en el aumento de la efectividad del Slide-Blocks asociado al biotipo facial.

Si *p-valor* es menor a 0,05 se rechazará la hipótesis nula, es decir, independientemente del biotipo facial, no existirá mayor efectividad en el uso del Slide-blocks.

Longitud cuerpo mandibular

Con un cambio medio de 6.72 siendo significativo dando un p valor de 0,008. Por ello rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que, en el caso del cuerpo mandibular, los pacientes con patrón mesofacial presentarán un mejor resultado tras tratamiento con Slide-Blocks.

Par	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza - Inferior	95% Intervalo de confianza - Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Cuerpo mand pre - Cuerpo mand post	3.318900	3.267700	0.537200	2.229400	4.408400	-6.178000	36	0.000000

Tabla 7: Síntesis de la prueba de hipótesis en el cuerpo mandibular. Fuente: Elaboración propia.

Altura rama mandibular

Con un cambio medio de 4.26 siendo significativo dando un p valor de 0,000. Por ello rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que, en el caso de la rama mandibular, los pacientes con patrón dolicofacial presentarán un mejor resultado tras tratamiento con Slide-blocks.

Par	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza - Inferior	95% Intervalo de confianza - Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Altura rama pre - Altura rama post	3.459500	2.121400	0.348800	2.752200	4.166800	-9.920000	36	0.000000

Tabla 8: Síntesis de la prueba de hipótesis en la rama mandibular. Fuente: Elaboración propia.

Ángulo goníaco

El patrón que más ha cambiado es el braquifacial, con un cambio medio de 3,7 siendo significativo dando un p valor de 0,000. Por ello rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que, en el caso del ángulo goníaco, los pacientes con patrón braquifacial presentarán un mejor resultado tras tratamiento con Slide-Blocks.

Par	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza - Inferior	95% Intervalo de confianza - Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Ángulo goníaco inicial - Ángulo goníaco final	3.135100	2.057000	0.338200	2.449300	3.821000	-9.271000	36	0.000000

Tabla 9: Síntesis de la prueba de hipótesis en el ángulo goníaco. Fuente: Elaboración propia.

Longitud mandibular

Con un cambio medio de 7.73 siendo significativo dando un p valor de 0,000. Por ello rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que, en el caso de la longitud mandibular, los pacientes con patrón mesofacial presentarán un mejor resultado tras tratamiento con Slide-Blocks.

Par	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza - Inferior	95% Intervalo de confianza - Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Long mandibular pre - Long mandibular post	6.348600	2.304500	0.378900	5.580300	7.117000	-16.757000	36	0.000000

Tabla 6: Síntesis de la prueba de hipótesis en la longitud mandibular. Fuente: Elaboración propia.

Mandíbula

Como se trata de una hipótesis que queremos analizar de manera generalizada en toda la mandíbula y no por zonas, realizamos un análisis en los que se demostró que con un p valor de 0,000 el patrón mesofacial es el que más cambios produce. Por lo que nuestra

hipótesis nula se rechaza y aceptamos la hipótesis alternativa de que, dependiendo del biotipo facial, el Slide-Blocks puede mostrar mayores o menos resultados.

Patrón		Variable	Media Pre	Media Post	Cambio	p-valor	Significativo
Mesofacial	Long mandibular pre vs Long mandibular post		107.9875	115.7125	7.7250	0.000009	True
Mesofacial	Cuerpo mand pre vs Cuerpo mand post		62.2375	68.9625	6.7250	0.008140	True
Mesofacial	Altura rama pre vs Altura rama post		41.6625	45.3250	3.6625	0.002327	True
Mesofacial	Ángulo goniaco inicial vs Ángulo goniaco final		125.3750	128.1250	2.7500	0.012075	True

Tabla 10: Síntesis de la prueba de hipótesis en la mandíbula. Fuente: Elaboración propia.

8. DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES GENERALES

Durante años se ha utilizado la aparatología interceptiva para tratar las maloclusiones de clase II. Sin embargo, siguen existiendo cuestiones sobre hasta qué punto estos aparatos producen un aumento clínicamente significativo del crecimiento. Son varios los estudios clínicos y revisiones sistemáticas las que nos informan de que su uso produce cambios esqueléticos y dentoalveolares favorables ⁽¹⁸⁾.

En la literatura científica, varias investigaciones han analizado los efectos del aparato de Twin Block en los cambios esqueléticos, en particular en la rama mandibular. Dos estudios recientes destacan la importancia de este aparato en la corrección de la maloclusión Clase II, haciendo hincapié en la modificación de la altura de la rama y la longitud mandibular.

Chavan et al. ⁽¹⁹⁾, llevaron a cabo un análisis en el que analizaron los cambios tridimensionales en pacientes sometidos a tratamiento con el aparato Twin Block, utilizando tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Los resultados indicaron un aumento notable en la longitud de la mandíbula, destacando especialmente las modificaciones en la altura de la rama y el cuerpo mandibular. En particular, el incremento en la longitud mandibular fue de 3.19 mm, mientras que en la rama mandibular se observó un incremento de 3.47 mm, y en el cuerpo mandibular, un aumento de 2.69 mm. Todos estos cambios fueron estadísticamente significativos con un valor de $p < 0.001$, lo que confirma que el tratamiento con el Twin Block genera un avance mandibular notable, con un efecto particular sobre la rama mandibular, contribuyendo a la mejora de la retrognacia mandibular. A diferencia de nuestro estudio, utilizaron registros CBCT, criterio de exclusión que elegimos para selección de los pacientes debido a la necesidad de homogeneidad en los métodos de evaluación radiográfica.

Por otro lado, el estudio de Punathil et al. ⁽²⁰⁾ también proporcionó evidencia sobre los efectos del Twin Block en la altura de la rama mandibular. En este estudio, se realizaron radiografías cefalométricas en 20 pacientes antes y después del tratamiento. Los resultados mostraron un aumento significativo en la altura de la rama mandibular, con

un incremento promedio de 2.7 mm ($p < 0.05$). Este aumento fue estadísticamente significativo, lo que indica que el Twin Block tiene un impacto directo en la modificación de la rama mandibular, contribuyendo de manera importante a la corrección de la maloclusión Clase II y mejorando la proyección mandibular. La muestra de este estudio fue la que más se asemejó a la nuestra; sin embargo, los cambios observados fueron mayores (promedio de 3,46 mm), probablemente debido a que, en nuestro caso, el paciente utilizó el aparato de manera continua, incluso durante la masticación, mientras que en el estudio mencionado se empleó un dispositivo removible.

En nuestro estudio, fijándonos en la altura de la rama mandibular, pudimos observar un incremento medio de 3.46 mm ($p < 0.05$), especialmente significativo en pacientes braquifaciales (media = 4.26 mm, p valor = 0.000). Este hallazgo apoya lo señalado por Cacciatore et al. ⁽²¹⁾, quienes encontraron que los pacientes con patrón braquifacial presentan un vector de crecimiento más favorable para desarrollos verticales mandibulares, mejorando así la relación maxilomandibular. Igualmente, en el estudio de Toth LR, McNamara JA ⁽²²⁾, se observó que el avance de la rama mandibular en los pacientes tratados con Twin Block fue de 4.5 mm en promedio, mientras que el grupo de control solo mostró un avance de 0.5 mm ($p < 0.05$), lo que respalda la efectividad del tratamiento en la mejora de la proyección mandibular. Ambos estudios demuestran que el aparato de Twin Block tiene un impacto significativo en la variación de la altura de la rama mandibular, reflejando un cambio funcional en la estructura esquelética mandibular, especialmente en la longitud mandibular y la proyección del mentón, con resultados que muestran una alta significancia estadística ($p < 0.05$).

Enfocándonos en los cambios en la longitud del cuerpo mandibular (Go-Me), nuestro análisis mostró un aumento promedio de 3.32 mm, siendo mayor en los pacientes mesofaciales (cambio medio de 6.72 mm, $p = 0.008$). En línea con lo sugerido por Perinetti et al. ⁽²³⁾, quienes destacaron que un biotipo equilibrado responde mejor al estímulo ortopédico, con mayor control en la dirección del crecimiento. Sin embargo, la magnitud del cambio en nuestra muestra fue ligeramente superior, posiblemente debido al uso continuo del SB frente al TB.

Toth y McNamara ⁽²²⁾ compararon los efectos del aparato Twin-block y del FR-2 de Fränkel en pacientes con Clase II, observando un aumento significativo en la longitud mandibular total (Co-Gn). Aunque no se reporta de forma explícita la medida del cuerpo mandibular (Go-Me), los resultados sugieren un crecimiento en dicha región como parte del alargamiento global de la mandíbula.

De forma similar, en el estudio prospectivo de Illing et al. ⁽²⁴⁾, que evaluó los efectos de los aparatos Bass, Bionator y Twin Block, se documentaron incrementos en la longitud mandibular total. Aunque la medida Go-Me no fue especificada, los hallazgos también indican un posible crecimiento en el cuerpo mandibular como consecuencia del tratamiento ortopédico funcional.

Baysal y Uysal ⁽²⁵⁾ realizaron una comparación entre los efectos dento-esqueléticos de los aparatos Twin Block y Herbst en pacientes con retrognatismo mandibular y Clase II División 1. Sus resultados mostraron aumentos significativos en la longitud mandibular (Co-Gn), lo que sugiere que el tratamiento favorece el crecimiento del cuerpo mandibular.

Por su parte, Daokar S y Sharma M.A ⁽²⁶⁾, en una revisión sistemática, analizaron los efectos esqueléticos, dentales y de tejidos blandos asociados al uso del aparato Twin Block. Encontraron incrementos en la longitud mandibular total, lo que respalda la hipótesis de un crecimiento compensatorio en el cuerpo mandibular.

Finalmente, Nota et al. ⁽²⁷⁾ llevaron a cabo un estudio retrospectivo mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para evaluar cambios tridimensionales en el cóndilo mandibular en sujetos en crecimiento. Aunque su enfoque principal fue la región condilar, también se observaron incrementos en la longitud mandibular total, lo que sugiere una contribución del cuerpo mandibular al desarrollo esquelético general. Como mencionamos anteriormente, los métodos diagnósticos que se utilizaron fueron diferentes, considerando para nuestro análisis el CBCT un criterio de exclusión.

Ehsani S et al. ⁽¹⁸⁾ reportaron un incremento promedio de 6,02 mm en la longitud mandibular en pacientes tratados con aparatos funcionales, en comparación con solo 0,3 mm en los grupos control, diferencia que resultó estadísticamente significativa.

Estos resultados concuerdan con los estudios de Mills y McCulloch ⁽²⁸⁾, quienes observaron un aumento de 6,5 mm en la longitud mandibular efectiva, así como con los de Toth LR, McNamara JA ⁽²²⁾, quienes reportaron un incremento de 3,0 mm.

De forma similar, estudios realizados por Giuntini et al. ⁽²⁹⁾, Khoja et al. ⁽³⁰⁾, Pattanaik et al. ⁽³¹⁾, Ajami et al. ⁽³²⁾, Tümer et al. ⁽³³⁾, también han evidenciado aumentos comparables en la longitud mandibular tras el uso de Twin Block.

Xu et al. ⁽³⁴⁾, señalaron un aumento significativo en la longitud mandibular tras el uso del Twin Block en comparación con el uso del aparato Herbst. Diferencia media ponderada para Go-Gn aproximadamente +1.44 mm (en comparación con Herbst), que nos confirman que el crecimiento mandibular está estimulado, pero con efectos más moderados que otros aparatos más agresivos como el Herbst.

En el estudio realizado por Baysal y Uysal ⁽²⁵⁾, los resultados mostraron que los pacientes tratados con el aparato de Twin Block experimentaron un aumento significativo en la longitud mandibular. En términos de los ángulos cefalométricos, el ángulo SN-GoGn mostró un cambio medio de 2.4° ($p < 0.01$). Además, se observó una mejora en la proyección del mentón, sugiriendo efectos positivos en la estética facial inferior.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran que el tratamiento con SB ha producido un crecimiento mandibular estadísticamente significativo, tanto en longitud mandibular como en sus componentes verticales y angulares, lo que concuerda en gran medida con la literatura existente. Tal como reporta Caruso et al. ⁽³⁵⁾, el uso del SB en etapas tempranas de desarrollo óseo mostró ser eficaz para potenciar el crecimiento mandibular, especialmente en pacientes con retrognatismo mandibular. En nuestro caso, la longitud mandibular aumentó en promedio 6.35 mm (p valor = 0.000), con valores consistentes entre todos los biotipos faciales, siendo más pronunciado en el grupo mesofacial (cambio medio de 7.73 mm, p valor = 0.000). Esto coincide con Caruso et al. ⁽³⁵⁾, quienes observaron un crecimiento promedio de 5.2 mm utilizando SB, aunque nuestra muestra presentó un incremento ligeramente superior, posiblemente debido a diferencias en la edad media o a una selección de pacientes con mayor potencial de crecimiento.

Enfocándonos en la relación vertical, varios estudios demostraron que el Twin Block ejerció una fuerza hacia adelante y hacia abajo de la mandíbula, provocando una pasterización mandibular y generando por tanto un aumento de la altura facial anterior inferior ^(25,27,36). En el estudio de Ajami et al. ⁽³²⁾ uno de los hallazgos clave fue el aumento significativo en la distancia ANS-Me (espina nasal anterior a mentón), con un valor de $p = 0.001$, lo que indica un incremento en la altura facial inferior ⁽²³⁾.

En los análisis de Giuntini et al. ⁽²⁹⁾ en lo relacionado a los cambios esqueléticos verticales mostraron que el TB indujo una rotación posterior significativa de la mandíbula respecto a la muestra de control. Singh et al. ⁽³⁷⁾ hallaron una tendencia similar hacia un aumento de las relaciones esqueléticas verticales en la muestra de TB tratada durante el estirón puberal con respecto a los grupos controles, aunque no alcanzó significación estadística.

En nuestra investigación se evidenció un incremento en el ángulo goníaco. Aumentó en promedio 3.14° ($p < 0.05$), con mayores cambios en pacientes braquifaciales (3.70° , $p = 0.000$), lo cual podría interpretarse como una modificación favorable. Este resultado es coherente con las observaciones de Perinetti et al. ⁽²³⁾, quienes describieron cómo el tratamiento funcional puede alterar los ángulos mandibulares en función del biotipo facial, aunque en su muestra el cambio fue menos marcado que en nuestro estudio.

Baysal y Uysal ⁽³⁸⁾ reportaron un aumento significativo en el ángulo goníaco (GoGn o Go-Me-Ar) en pacientes tratados con el aparato Twin Block. En los estudios de Illing et. al. ⁽²⁴⁾, Khoja et. al. ⁽³⁰⁾ y Daokar et. al. ⁽²⁶⁾ los resultados acerca del ángulo goníaco fueron homólogos, refiriendo un aumento estadísticamente significativo en un aumento de la relación vertical de los pacientes tras el tratamiento con Slide-Blocks.

Toth LR, McNamara JA ⁽²²⁾, investigaron este fenómeno utilizando distintos protocolos en relación con la altura facial. En algunos casos, se disminuyó la altura de los bloques acrílicos posteriores con la intención de facilitar la extrusión dental y, de ese modo, nivelar la curva de Spee. En otros casos, se mantuvo la altura original del acrílico con el propósito de ejercer un control más riguroso sobre el crecimiento vertical.

De manera similar, Illing et al. ⁽²⁴⁾, diseñaron su protocolo terapéutico con énfasis en el manejo vertical, incorporando topes oclusales para restringir la erupción molar en

pacientes con un plano mandibular inicialmente más inclinado. A su vez, Lund et al. ⁽³⁹⁾ informaron que el dispositivo Twin Block no lograba una inhibición completa de la erupción de los molares posteriores.

Khoja et al. ⁽³⁰⁾ reportaron un aumento significativo en el ángulo GoGn-SN en los grupos correspondientes a las etapas de maduración cervical CS-2 ($p = 0.007$) y CS-4 ($p = 0.024$), lo que indica un crecimiento mandibular hacia abajo y adelante, reflejando un incremento en la dimensión vertical inferior de la cara. En nuestro estudio, los pacientes se encontraban en la etapa CS-3 al inicio del tratamiento, una fase clave del pico puberal de crecimiento, lo que probablemente potenció la respuesta esquelética favorable al tratamiento ortopédico con Slide-Blocks.

El artículo de Baysal y Uysal ⁽²⁵⁾ encontró que tanto el Twin Block como el Herbst produjeron aumentos significativos en la dimensión vertical, específicamente en altura facial anterior inferior (ANS-Me), altura facial total (N-Me), ángulo mandibular (SN-GoGn). En el grupo Twin Block, el incremento vertical fue más pronunciado y se relacionó con un patrón rotacional posterior de la mandíbula (rotación horaria), lo que indica una tendencia a la apertura de la mordida.

En relación con los biotipos faciales, nuestros hallazgos difieren parcialmente de los reportados por Sfondrini et al. ⁽⁴⁰⁾, quienes indicaron que los pacientes con patrón dolicofacial respondían peor a tratamientos ortopédicos funcionales. En nuestro análisis, aunque el grupo mesofacial fue el que presentó la mayor respuesta global, los dolicofaciales también mostraron aumentos significativos en la longitud mandibular (p valor = 0.0000003), lo que podría deberse a una adecuada selección de la fase de maduración esquelética.

En conjunto, estos estudios no hacen división del biotipo facial que presentan los pacientes al comienzo del tratamiento. En nuestro estudio, se reflejó que los pacientes mesofaciales, dentro de los patrones que comparamos, fueron los que mejores resultados mostraron al tratamiento de manera generalizada. En individuos con patrón braquifacial, un aumento del ángulo del plano mandibular puede contribuir a una mejora en la armonía facial y en la corrección de discrepancias verticales. En contraste, se debe tener especial cuidado en aquellos pacientes con biotipo dolicofaciales, donde

la tendencia a una rotación mandibular posterior podría ser contrarrestada mediante control de la erupción de sectores posteriores y eventual intrusión de incisivos, favoreciendo una rotación secundaria anterior de la mandíbula con mayor proyección mandibular.

Asimismo, el análisis diferenciado según el biotipo facial permitió identificar que los pacientes con patrón mesofacial presentaron una respuesta más favorable al tratamiento ortopédico en términos de crecimiento mandibular, especialmente en las variables de longitud total y longitud del cuerpo mandibular. Esta observación, que no ha sido abordada con el mismo nivel de detalle que investigaciones previas sobre dispositivos funcionales como el Twin Block, podría constituir una línea de investigación futura de gran relevancia, orientada a la personalización del tratamiento ortopédico en función del biotipo craneofacial.

No obstante, aunque en nuestro estudio se realizó una comparación intergrupal entre pacientes con biotipos mesofacial, dolicofacial y braquifacial, debe señalarse como una limitación metodológica el hecho de que se incluyeron únicamente pacientes en edad de crecimiento. En este contexto, la ausencia de un grupo control no tratado (estratificado también por patrón facial) limita la posibilidad de establecer con certeza qué proporción del crecimiento mandibular observado es atribuible específicamente al uso del dispositivo Slide-Blocks y qué parte corresponde al desarrollo óseo natural propio del periodo evaluado. A pesar de esta limitación, la solidez estadística de nuestros resultados reflejada en valores p extremadamente bajos y en intervalos de confianza al 95% estrechos, respalda de manera consistente la asociación entre el tratamiento con SB y los cambios esqueléticos registrados, especialmente si se considera que todos los pacientes presentaron mejoras clínicamente relevantes.

Por último, en cuanto a la edad óptima para la colocación del dispositivo Slide-Blocks, la detección precoz de las maloclusiones constituye un aspecto clave en la implementación de terapias interoceptivas eficaces ^(26, 30). La fase más propicia para iniciar este tipo de intervención coincide con el pico de crecimiento mandibular, el cual se solapa con el pico puberal del crecimiento esquelético, etapa caracterizada por una aceleración máxima en el desarrollo condilar ⁽²⁷⁾. Es decir, el crecimiento mandibular favorable

ocurre durante cualquier etapa de maduración de las vértebras cervicales, siendo más pronunciado durante la etapa CS-3 ⁽³⁰⁾.

Si bien los resultados descritos apoyan el uso del aparato Slide-Blocks como una herramienta eficaz en el manejo de la maloclusión Clase II, es necesario considerar ciertas limitaciones metodológicas. La mayoría de los estudios disponibles se centran en cambios a corto plazo, por lo que persiste la necesidad de evaluaciones longitudinales que analicen la estabilidad esquelética a lo largo del tiempo. Además, aunque se ha observado un patrón consistente de rotación mandibular posterior, es fundamental adaptar el tratamiento al biotipo facial del paciente, optimizando los resultados funcionales y estéticos ^(41,42).

Enfocándonos en nuestro estudio, deberíamos realizar un análisis más individualizado sobre la altura del acrílico de cada Slide-Blocks y realizar un análisis de la rotación secundaria anterior que puede suceder tras la retirada del aparato con intrusión de incisivos. En este sentido, el enfoque individualizado y basado en la etapa de maduración esquelética cobra especial relevancia ⁽²²⁾.

Finalmente, futuras investigaciones deberían abordar la integración de tecnologías digitales para una planificación más precisa, así como el análisis de parámetros funcionales que trascienden los aspectos morfológicos ^(41,42).

9. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados de este estudio, podemos concluir que el tratamiento aplicado tuvo un impacto significativo en el crecimiento mandibular, con variaciones observadas según el biotipo facial de los pacientes

1. Todos los parámetros cefalométricos analizados en este estudio evidenciaron cambios positivos relacionados con el crecimiento mandibular tras el tratamiento. Entre ellos, la longitud mandibular fue el parámetro que mostró mayor variación, posicionándose como el indicador más representativo del efecto del tratamiento en todos los biotipos faciales.
2. En cuanto a las estructuras mandibulares, tanto la longitud del cuerpo mandibular como la altura de la rama experimentaron incrementos estadísticamente significativos. El cuerpo mandibular mostró un crecimiento más marcado en pacientes mesofaciales, mientras que el aumento en la altura de la rama fue más evidente en individuos con biotipo dólicofacial. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la respuesta mandibular al tratamiento puede variar según las características faciales individuales, lo cual tiene implicaciones importantes en la planificación ortopédica personalizada.
3. Por otro lado, el ángulo goníaco presentó cambios en sentido de apertura, lo que se traduce en un aumento de la dimensión vertical facial anterior. Este fenómeno fue más pronunciado en los pacientes con biotipo braquifacial, quienes mostraron las mayores variaciones en este parámetro. La apertura del ángulo goníaco debe considerarse al evaluar el impacto estético del tratamiento.
4. De manera específica, se registró un incremento notable en la longitud mandibular tras el uso del aparato SB. Este incremento fue especialmente notable en pacientes con biotipo mesofacial, lo que sugiere que este grupo responde de manera más favorable al estímulo ortopédico en términos de crecimiento anteroposterior de la mandíbula.

En conjunto, estos resultados respaldan el uso del aparato SB como una herramienta eficaz para promover el desarrollo mandibular, con efectos diferenciados según el biotipo facial del paciente. Este enfoque individualizado puede contribuir a mejorar la

predictibilidad y efectividad de los tratamientos ortopédicos en el crecimiento craneofacial.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Facultad de Odontología UNAM. Casuística de maloclusiones Clase I, Clase II y Clase III según Angle en el Departamento de Ortodoncia. [Informe académico]; s.f.
2. Ghodasra R, Brizuela M. Orthodontics, Malocclusion. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
3. Melchor SME, Enciso JMA, Vierna QJM. Correlación entre clasificación esquelética I, II, y III y clasificación dentaria I, II y III. *Oral*. 2006;7(21):317–20.
4. Canut JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2ª ed. Madrid: Masson; [p. 101–2].
5. Melissa RH, Bruno PD. Características clínicas y cefalométricas de la maloclusión clase II. *Odous Científica*. 2013;14(1).
6. Moreno Uribe LM, Howe SC, Kummet C, Vela KC, Dawson DV, Southard TE. Phenotypic diversity in white adults with moderate to severe Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;145(3):305–16. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.11.013.
7. Vilar Rodríguez C, Bartolomé Villar B, Morales Morillo M, Méndez Zunino M. *Cient Dent* (Ed impr). 2020;17(1):57–63.
8. Camargo-Prada D, Olaya-Gamboa ER, Torres-Murillo EA. Teorías del crecimiento craneofacial: una revisión de literatura. *UstaSalud*. 2017; 16:78–88.
9. Roosenboom J, Hens G, Mattern BC, Mark S, Claes P. Exploring the underlying genetics of craniofacial morphology through various sources of knowledge. *Biomed Res Int*. 2016;20(2):1–9. doi: 10.1155/2016/3054578
10. Donnelly H, Smith CA, Sweeten PE, Gadegaard N, Meek RM, D'Este M, Mata A, Eglin D, Dalby MJ. Bone and cartilage differentiation of a single stem cell population driven by material interface. *J Tissue Eng*. 2017;15(8).
11. Grohmann U. Conceptos básicos en crecimiento y desarrollo craneofacial.
12. Parada C, Chai Y. Mandible and Tongue Development. *Curr Top Dev Biol*. 2015; 115:31–58
13. Luckow S, Lesmes JC, Caicoya SO. La mandíbula: su rotación durante el crecimiento. Una revisión bibliográfica (II). [Lugar de publicación no especificado]; 2000.

14. Björk A, Skieller V. Contrasting mandibular growth and facial development in long face syndrome, juvenile rheumatoid polyarthritits, and mandibulofacial dysostosis. *J Craniofac Genet Dev Biol Suppl.* 1985; 1:127–38.
15. Langlade M, Picaud M. La prévision à longue échéance de la croissance mandibulaire selon Ricketts. *Rev Orthop Dento Faciale.* 1972;6(1):57–66.
16. Clark WJ. Tratamiento funcional con Bloques Gemelos: aplicaciones en ortopedia dentofacial. Madrid: Harcourt Brace; 1998. p. 264.
17. Carreño García J, Menéndez Núñez M. Efectos del tratamiento con Bloques Gemelos en pacientes con clase II división 1. Estudio cefalométrico. *Ortodoncia Española.* 2000;40(1):23–30.
18. 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.* 2015;37(2):170–6.
19. Chavan M, Shetty P, Revankar A, Shetty S, Shetty A. Comparison of temporomandibular joint changes in Twin Block and Bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Contemp Clin Dent.* 2014;5(4):437–43.
20. Punathil S, Bimalrag BR, Ephraim R, Ayilliath A, James J, Venugopal J. Cephalometric evaluation of the pre- and posttreatment changes after the correction of Class II Division 1 malocclusion with Twin Block appliance in mixed dentition. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2024;17(7):783–9.
21. Cacciatore G, Alborghetti A, Ghiozzi B, Mirabella D, Cornelis MA. Herbst appliance anchored to miniscrews with 2 types of ligation: effectiveness in skeletal Class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(5):728–36. doi:10.1016/j.ajodo.2013.12.020.
22. Toth LR, McNamara JA. Treatment effects produced by the Twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(6):597–609.
23. Perinetti G, Primožic J, Franchi L, Contardo L, Di Lenarda R. Treatment effects of removable functional appliances on mandibular advancement in growing patients: a systematic review with meta-analysis. *J Oral Rehabil.* 2011;38(8):604–20. doi:10.1111/j.1365-2842.2011.02209.x.

24. Illing HM, Morris DO, Lee RT. A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I: The hard tissues. *Eur J Orthod*. 1998;20(5):501–16.
25. Baysal A, Uysal T. Dentoskeletal effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II Division 1 mandibular retrognathia. *Eur J Orthod*. 2014;36(2):164–72.
26. Daokar S, Sharma M. A systematic review of skeletal, dental and soft tissue treatment effects of Twin Block appliance. *Orthod J Nepal*. 2020;10(1):65–72.
27. Nota A, Caruso S, Ehsani S, Baldini A, Tecco S. Three-dimensional volumetric analysis of mandibular condyle changes in growing subjects: a retrospective cross-sectional study. *Cranio*. 2020;38(5):320–6.
28. Mills CM, McCulloch KJ. Treatment effects of the Twin Block appliance: a cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114(1):15–24.
29. Giuntini V, Vangelisti A, Masucci C, Defraia E, McNamara JA Jr, Franchi L. Treatment effects produced by the Twin Block appliance vs the Forsus Fatigue Resistant Device in growing Class II patients. *Angle Orthod*. 2015;85(5):784–9.
30. Khoja A, Fida M, Shaikh A. Cephalometric evaluation of the effects of the Twin Block appliance in subjects with Class II, Division 1 malocclusion amongst different cervical vertebral maturation stages. *Dent Press J Orthod*. 2016;21(3):73–84.
31. Pattanaik S, Puvvula N, Mohammad N. Accelerating treatment of skeletal Class II malocclusion using fixed Twin Block appliances. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2018;11(2):146–50.
32. 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;11(11):e1093–8.
33. Tümer N, Gültan AS. Comparison of the effects of monoblock and Twin Block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;116(5):460–8.
34. Xu F, Fang Y, Sui X, et al. Comparison of Twin Block appliance and Herbst appliance in the treatment of Class II malocclusion among children: a meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2024;24:278. doi:10.1186/s12903-024-04027-w.
35. 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.
36. Grippaudo C, Pantanali F, Paolantonio EG, Saulle R, Latorre G, Deli R. Orthodontic treatment timing in growing patients. *Eur J Paediatr Dent.* 2013;14(3):231–6.
 37. Singh S, Singh M, Saini A, Misra V, Sharma VP, Singh GK. Timing of myofunctional appliance therapy. *J Clin Pediatr Dent.* 2010;35(2):233–40.
 38. Baysal A, Uysal T. Soft tissue effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II Division 1 mandibular retrognathia. *Eur J Orthod.* 2013;35(1):71–81.
 39. Lund DI, Sandler PJ. The effects of Twin Blocks: a prospective controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(1):104–10.
 40. Sfondrini MF, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, Scribante A. Skeletal and dental effects of class II functional treatment with the Twin Block in growing patients with different vertical skeletal patterns. *Appl Sci.* 2021;11(1):174. doi:10.3390/app11010174.
 41. Abdelrahman RM, Kula KS, Ghoneima AA. Three-dimensional evaluation of upper airway changes and its relationship with mandibular and hyoid positions following Twin Block therapy. *Angle Orthod.* 2021;91(4):441–8. doi:10.2319/072020-673.1.
 42. O'Brien K, Wright J, Conboy F, et al. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(3):234–43. doi:10.1016/S0889-5406(03)00462-4.