



**Universidad
Andrés Bello®**

Facultad de Odontología

Programa de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial

**PROTRACCIÓN MAXILAR, ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO: REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA**

Tesina para optar al Título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial

Autores:

Dra. María Constanza Lara Sepúlveda

Dra. Constanza Denisse Reyes Bonifay

Docente Guía:

Dra. Carolina Vergara Santoro

VIÑA DEL MAR - CHILE

DICIEMBRE 2023

DEDICATORIA

A nuestras familias por el apoyo incondicional.

Gracias por ayudarnos a cumplir nuestros objetivos y sueños.

AGRADECIMIENTOS

Para nuestros queridos docentes: Gracias por enseñarnos a cuestionarlo todo y cultivar un pensamiento crítico que trasciende la sala de clases. En especial a la Dra. Carolina Vergara, por su guía en este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pág. 1
OBJETIVOS DEL TRABAJO	Pág. 3
MATERIAL Y MÉTODO.....	Pág. 4
MARCO TEÓRICO.....	Pág. 6
MALOCLUSIÓN CLASE III	Pág. 6
1. Etiología y definición.....	Pág. 6
2. Crecimiento y desarrollo craneofacial.....	Pág. 7
3. Prevalencia.....	Pág. 13
4. Diagnóstico y clasificación.....	Pág. 16
5. Predictores de crecimiento.....	Pág. 19
6. Tratamiento temprano.....	Pág. 23
DISCUSIÓN	Pág. 30
CONCLUSIÓN	Pág. 47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Pág. 49

RESUMEN

Introducción: La maloclusión esquelética de Clase III se considera uno de los problemas más difíciles de manejar en ortodoncia y generalmente requiere una intervención temprana.

Objetivo: Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la protracción maxilar y evaluar las diferentes alternativas de tratamiento disponibles, con el fin de proporcionar una visión integral y actualizada de los enfoques utilizados en la práctica clínica.

Material y método: Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Cochrane y SCielo basada en tres campos: “Protracción maxilar”, “Clase III” e “Hipoplasia maxilar”, sin filtro de búsqueda en el tipo de artículo, desde el año 2018 hasta la fecha. De los 164 artículos encontrados en total, 40 fueron seleccionados para su revisión.

Discusión: Analizando los artículos seleccionados se evidencia que el mejor momento para el inicio del tratamiento de las maloclusiones de Clase III es en la fase temprana de la dentición y tiene como finalidad reducir la posibilidad de cirugía ortognática en la edad adulta. La protracción maxilar convencional es la forma de tratamiento por años de elección en la práctica clínica promoviendo eficazmente el crecimiento maxilar, pero se asocia con efectos secundarios como proinclinación labial de los incisivos superiores, rotación mandibular en sentido horario y un aumento en la altura del tercio inferior de la cara. Con el uso de minitornillos y miniplacas, la terapia de protracción maxilar anclada esqueléticamente ha demostrado producir menos efectos secundarios indeseados.

Conclusión: Independientemente de la terapia de elección, se ha demostrado que los tratamientos de protracción maxilar en pacientes con mal oclusión clase III en crecimiento son eficaces para corregir la hipoplasia maxilar solo a corto plazo. No existe actualmente una revisión sistemática o metaanálisis que evalúe a largo plazo los resultados del tratamiento ortopédico en dichos pacientes. Siendo necesario más estudios clínicos aleatorios a largo plazo y estudios observacionales de alta calidad para evaluar a fondo los efectos sobre los cambios esqueléticos maxilares.

INTRODUCCIÓN

La maloclusión esquelética de Clase III se considera uno de los problemas más difíciles de manejar en ortodoncia y generalmente requiere una intervención temprana. El sesenta y siete por ciento de los pacientes con maloclusión de Clase III presentan retrognatismo maxilar. (1)

En el espectro de tratamiento ortopédico de la ortodoncia, la terapia de anomalías esqueléticas de Clase III representa un desafío en la rutina clínica debido al crecimiento esquelético duradero, el componente hereditario fuertemente pronunciado y las correlaciones funcionales. (2)

Una Clase III esquelética es un tipo de anomalía mandibular/ facial en la que la mandíbula está posicionada más anterior en relación al maxilar, o la maxilar está posicionado más atrás. También es posible una combinación de ambos. La clase esquelética III puede provocar una variedad de problemas, que incluyen dificultad para ocluir y hablar, desgaste dental desigual, enfermedad periodontal y deterioro estético del perfil facial con discapacidades psicosociales acompañantes. (2)

El diagnóstico continuo y en profundidad, un plan de tratamiento adecuado con aparatos y la necesidad de controlar el crecimiento más allá de la etapa terminal de crecimiento son los elementos clave de la terapia esquelética de Clase III. (2)

Los métodos de tratamiento de esta maloclusión en adultos pueden consistir en una combinación de ortodoncia y cirugía o sólo en un camuflaje ortodóncico. La cirugía ortognática suele ser el tratamiento ideal para adultos con maloclusión de Clase III, sin embargo, muchos pacientes no aceptan la opción quirúrgica por limitaciones económicas o por lo invasivo del procedimiento. Las alternativas a la cirugía ortognática incluyen tratamientos de camuflaje con distalización de la arcada dental mandibular mediante unidades de anclaje esquelético provisionales y elásticos intermaxilares de Clase III. (3)

La protracción maxilar es la forma de tratamiento preferida en la práctica clínica y tiene como objetivo reducir la posibilidad de cirugía ortognática en la edad adulta. (4)

El presente trabajo busca realizar una revisión bibliográfica acerca de las diferentes técnicas empleadas para traccionar el maxilar, con el objetivo principal de entregar información acerca de sus efectos y oportunidad de tratamiento, pudiendo simplificar la toma de decisión del clínico con contenido basado en la evidencia.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo general:

Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la protracción maxilar y evaluar las diferentes alternativas de tratamiento disponibles, con el fin de proporcionar una visión integral y actualizada de los enfoques utilizados en la práctica clínica.

Objetivos específicos:

- Analizar los distintos dispositivos y técnicas utilizados para la protracción maxilar.
- Evaluar la evidencia científica de la efectividad a corto y a largo plazo de los diferentes tipos de tratamiento.
- Comparar alternativas de tratamiento
- Explorar indicaciones y momento oportuno para cada alternativa de tratamiento.
- Analizar factores individuales en los resultados del tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Cochrane y SCielo basada en tres campos: “Protracción maxilar”, “Clase III” e “Hipoplasia maxilar”, sin filtro de búsqueda en el tipo de artículo, desde el año 2018 hasta la fecha. De los 164 artículos encontrados en total, 40 fueron seleccionados para su revisión.

Estrategia de búsqueda y selección de estudios :

Dos investigadoras (M.L. y C.R.) realizaron en conjunto una búsqueda basada en tres campos: “Protracción maxilar”, “Clase III” e “Hipoplasia maxilar”, resumida en la siguiente tabla.

Fuente de Datos y Filtros	Campo de Búsqueda con Protracción maxilar	Boolean o	Campo de búsqueda con Clase III	Boolean o	Campos de búsqueda con Hipoplasia maxilar
PubMed n= 133 Tipo de artículo: Sin filtro Año de publicación: 2018 a la fecha Idioma: inglés	maxillary protraction	AND	class iii OR class iii malocclusion OR class iii skeletal malocclusion	OR	Maxillary hypoplasia
Cochrane n= 25	maxillary protraction	AND	class iii OR class iii malocclusion	OR	Maxillary hypoplasia

Tipo de artículo: Sin filtro Año de publicación 2018 a la fecha Idioma: inglés			OR class iii skeletal malocclusion		
SCielo n= 6 Tipo de artículo: Sin filtro Año de publicación 2018 a la fecha Idioma: inglés	maxillary protraction	AND	class iii OR class iii malocclusion OR class iii skeletal malocclusion	OR	Maxillary hypoplasia

Tabla I: Resumen de la búsqueda en las distintas bases de datos.

El total de artículos encontrados en la búsqueda fue de 164. Ambas investigadoras realizaron una eliminación de duplicados y se seleccionaron de acuerdo al título y al resumen de los artículos relacionados con alternativas de tratamiento con protracción maxilar, obteniendo 40 artículos. Estos artículos fueron leídos y resumidos, con el fin de obtener información a partir de la evidencia más recientemente publicada.

MARCO TEÓRICO

Maloclusión Clase III

1. Etiología y definición:

Las maloclusiones clase III son una de las maloclusiones más difíciles de tratar en ortodoncia, estas han sido reconocidas durante mucho tiempo como un desafío diagnóstico y terapéutico para el clínico. (5)(6)(7)

Estas maloclusiones resultan de un gran espectro de compensaciones de base craneal, maxilar y mandibular, pudiendo presentarse como una hipoplasia del maxilar, prognatismo mandibular o una combinación de ambos. Estos términos reflejan la heterogeneidad anatómica de esta maloclusión, ya que uno o ambos maxilares pueden verse afectados en longitud sagital, o en su posición uno respecto del otro. (8) Sus manifestaciones clínicas pueden abarcar desde complicaciones dentoalveolares, esqueléticas, o ambas. (9)

Su etiopatogenia es compleja y multifactorial, ya que son el resultado de la interacción entre factores hereditarios genéticos con factores funcionales ambientales. Su manifestación es producto de una distorsión del desarrollo normal, en lugar de un proceso patológico. Como se mencionó anteriormente sus diversas presentaciones se deben a la discrepancia en el crecimiento maxilar y mandibular junto con problemas verticales y / o transversales además de las malformaciones sagitales. (10)

Los estudios de agregación familiar también sugieren que los factores ambientales familiares o la herencia pueden desempeñar un papel sustancial en la etiología de la maloclusión clase III. (11)

La herencia genética familiar tiene una fuerte influencia en las dimensiones esqueléticas craneofaciales que contribuyen al desarrollo de una maloclusión de clase III. Por muchas generaciones en algunos grupos familiares se ha encontrado una incidencia significativamente mayor de esta maloclusión. (12)

El patrón de transmisión de la maloclusión clase III sigue siendo un tema de controversia. Según algunos autores, la transmisión es autosómica recesiva, y según otros, es autosómica dominante con penetrancia completa o incompleta; Sin embargo, algunos otros admiten el modo de transmisión poligénica. (13)

Los factores ambientales que se sabe, influyen en esta maloclusión, incluyen hábitos posturales incorrectos de la mandíbula que alteran patológicamente la posición del cóndilo mandibular dentro de la fosa, dando como resultado un deslizamiento anterior mandibular. Se han descrito también otros factores que estarían afectando como el estímulo de crecimiento, antecedentes de hábitos prolongados de succión o reposo lingual, deglución atípica, obstrucción de la vía aérea nasal, respiración bucal, cambios mandibulares funcionales debido a necesidades respiratorias, tamaño de la lengua y forma y tamaño de la vía aérea faríngea alterados (amígdalas hipertróficas, macroglosia, adenoides), desequilibrios hormonales y trastornos tales como gigantismo o adenomas hipofisarios, traumatismos, pérdida prematura de dientes primarios, defectos anatómicos congénitos (es decir, labio leporino, paladar hendido). (8)(14)

2. Crecimiento y desarrollo craneofacial:

Se han llevado a cabo numerosos intentos para modificar la relación de las proporciones faciales durante el crecimiento esquelético y de esta manera limitar las compensaciones dentales no deseadas. Sin embargo se ha visto que en gran parte esto ocurre con cambios milimétricos. Aunque en algunos pacientes se observan cambios más grandes, es difícil asegurar que gran parte de esto no sea un cambio asociado al crecimiento que hubiera ocurrido sin tratamiento. (15)

Así mismo, varios autores han recomendado el tratamiento temprano en el desarrollo de una maloclusión clase III, con el objetivo de lograr una modificación del crecimiento. (16) Es por esto mismo, que conocer el crecimiento maxilar, mandibular y del tercio medio facial es fundamental para realizar un buen tratamiento en un paciente clase III, ya que en este periodo se pueden evidenciar muchas variaciones en los patrones de crecimiento mandibular.

La formación del rostro se produce entre la cuarta y la octava semana de vida intrauterina, en el período embrionario. La cara deriva de prominencias que rodean una depresión central, llamada estomodeo, que será la cavidad oral futura. Esta cavidad está delimitada en su parte superior por el proceso frontal, inferiormente por el corazón y la prominencia cardíaca, y en los costados por los procesos maxilar y el arco mandibular, que provienen del primer arco faríngeo. En esta etapa, hay seis arcos faríngeos. (17)

Posteriormente, los procesos disminuyen su proliferación celular y el mesénquima prolifera debajo de las áreas más deprimidas, nivelando hacia arriba. La nivelación de los procesos nasales mediales, junto con el proceso frontonasal, dará lugar a la nariz, el proceso maxilar y el paladar primario. También es parte de la formación de la nariz y el proceso maxilar, el proceso nasal lateral. (18)

Por otra parte, la premaxila y el labio superior se forman también entre la cuarta y la séptima semana de vida intrauterina. Después de ese período, se produce un movimiento hacia arriba de la cabeza del embrión, dejando de apoyarse contra la protuberancia del corazón, esto permite que la mandíbula se desarrolle más, creando espacio para liberar el descenso de la lengua, lo que permite simultáneamente que los procesos palatinos que están verticales, se vuelvan horizontales, proliferen, y se mueven hacia la línea media en un movimiento de bisagra, para encontrarse entre sí y formar el paladar secundario. (19)

Alrededor de los 7 meses de vida intrauterina, hay un cambio en la suplementación sanguínea de la cara que ocurre concomitantemente con un período crítico de desarrollo promedio de la cara y el paladar. La premaxila comienza su osificación en esta fase, con un centro de osificación separado del maxilar. (20) En la porción anterior, la nivelación ocurre con el paladar primario, respetando el agujero y el canal incisivo en la línea media, derivados del paladar primario y secundario, que contiene vasos, nervios, glándulas y segmentos o restos del conducto nasopalatino.

La cara se divide en tres tercios: superior, medio e inferior, que corresponden al proceso frontal y los ojos, procesos maxilares y proceso mandibular. El complejo maxilar es el

elemento principal de la cara media, con un crecimiento vertical predominante asociado con la base del cráneo. (21)

El crecimiento craneofacial se produce a través de la osificación endocondral, con reemplazo de cartílago por hueso. Mientras que el complejo nasomaxilar se desarrolla a través de la osificación intramembranosa, a través de la diferenciación celular osteoblástica, directamente del tejido mesenquimatoso, promoviendo la neoformación ósea e iniciando ciclos de reabsorción y neoformación. (22)

En los primeros años de vida, el crecimiento del cráneo predomina sobre el crecimiento facial. Al mismo tiempo, el crecimiento mandibular es exuberante y el crecimiento maxilar se reduce. Hay un crecimiento del complejo maxilar hacia la región anterior e inferior predominantemente horizontal en la primera década de la vida, y vertical, en la segunda década. (21)

El complejo maxilar tiene tres segmentos, el anterior, que precede al agujero incisivo, el medio, que delimita entre el agujero incisivo y la sutura transversal con el hueso palatino, y el posterior, después de la sutura transversal con el hueso palatino. Cuando se habla del complejo maxilar y mandibular, y los enfoques respecto a su morfología y posibilidades clínico-terapéuticas, apenas mencionan estos segmentos maxilares anterior y posterior. (23)

El segmento anterior, correspondiente a la premaxila, donde se encuentran los cuatro incisivos superiores, se desarrolla desde el paladar primario, y está estrechamente relacionada con el desarrollo de la cara humana. (24)

Los límites de la premaxila están demarcados por una sutura que comienza desde el agujero incisivo hasta la región entre los incisivos laterales y caninos, con una posición variable entre estos dientes. (25) Esta conformación da forma a la premaxila. El recorrido de esta sutura desciende desde la unión de los centros de crecimiento del maxilar y la premaxila, cerca del proceso piriforme en su porción inferior, hasta el margen alveolar en la región canina, cruzando el paladar hacia el agujero incisivo. (26)

Se pueden distinguir cuatro partes de la premaxila, el cuerpo, que continúa con el maxilar, la porción alveolar, que contiene los dientes, el proceso palatino y el proceso infravomeriano, que se fusiona con el cartílago del tabique nasal y el vómer. (20)

Por otra parte, durante el crecimiento y el desarrollo facial en la infancia, Enlow y Dale describieron que existe un desplazamiento del complejo nasomaxilar como resultado del aumento de los tejidos blandos en la cara. Los huesos del complejo nasomaxilar se podrían tensar de sus diversas articulaciones suturales, aposicionando hueso simultáneamente a los márgenes de esta sutura, extendiendo el perímetro de cada hueso por medio de cantidades que equivalen al desplazamiento regional obtenido. (17) Esto entregaría luces que indicarían que estimular este estiramiento de forma temprana ortopédicamente, pudiese tener una respuesta de elongación por parte de las estructuras sometidas a esta acción.

Respecto al tercio inferior de la cara, éste está constituido por los tejidos blandos relacionados con un hueso único, la mandíbula. Hace algunos años, algunos autores se referían a esta unidad esquelética como un hueso largo en U con cartílagos de crecimiento a ambos extremos, que al mismo tiempo cumplían un papel articular. El mecanismo endocondral se describía como el contribuyente en la formación de la mandíbula. Actualmente el papel del cóndilo ha sido disminuido a una función articular y de formación condilar. (27)

La mandíbula es un excelente ejemplo de desplazamiento esquelético. Crece hacia arriba y atrás pero su desplazamiento es hacia abajo y adelante. Después que el cartílago de Meckel ha cumplido su papel de referencia para la osificación intramembranosa de la unidad, el aumento de tamaño por aposición anterior se cumple en los primeros meses de vida. Después de esa época, además del funcionamiento de la sínfisis hasta los 8 meses de vida postnatal y la aposición de hueso alveolar, casi todo el movimiento anterior de la mandíbula es resultado de un crecimiento en la zona posterior. (27)

El cóndilo de la mandíbula es el otro cartílago importante. Corresponde a un tejido cartilaginoso muy particular, ya que es un cartílago secundario, distinto al cartílago embrionario. Se caracteriza por la penetración de células mesenquimáticas y además por

la actividad proliferativa de estas células, que según numerosos estudios, duraría hasta los veinte años, permitiendo a estas células persistentes, la posibilidad de remodelación funcional del cóndilo. (27)

Según Petrovic et al. (28) en el cartílago condilar se encuentran grupos celulares originados de células mesenquimáticas indiferenciadas provenientes de la cresta neural como condroblastos, fibroblastos, osteoblastos.

Según Rabie y Hagg (29), la estructura celular del cóndilo mandibular de una rata se puede dividir en cuatro capas: 1) Una capa articular constituida por un mesénquima - fibroso con células parecidas a los fibroblastos; 2) una capa proliferativa, caracterizada por un reservorio de células mesenquimales indiferenciadas y aplanadas dispuestas en varias capas; 3) una capa hipertrófica, que se presenta como una zona de transición gradual de cartílago a tejido osteoide con abundantes proteoglicanos, y 4) una capa ósea.

Por su parte, la histología del cóndilo mandibular normal en el adulto consiste en una capa fibrosa superficial, una capa de células mesenquimales y una capa de fibrocartílago; mientras que una articulación en crecimiento presenta cuatro capas: la capa de tejido fibroso conectivo superficial, una capa proliferativa mesenquimal, una capa de condrocitos hipertróficos y una capa de osificación. (30)

Macroscópicamente el cartílago articular es similar en su estructura a otras articulaciones sinoviales mientras que microscópicamente el cartílago articular se compone de cartílago hialino, a diferencia del cartílago condilar mandibular, que está formado en gran parte de fibrocartílago con gruesas multicapas compuestas de zonas fibrosas. (31)

Investigaciones del cartílago condilar, a nivel histológico, intentaron dilucidar el proceso de crecimiento condilar especialmente en relación con la respuesta al tratamiento con el uso de aparatos funcionales de avance mandibular en animales de experimentación. Se encontró un aumento significativo en el espesor del cartílago condilar en la región posterosuperior, debido al aumento de la actividad mitótica derivando en el incremento de crecimiento de los cóndilos. (32) Por el contrario, otros estudios afirmaron que el avance mandibular no podría resultar en un cambio de la proliferación de células mesenquimales. (33)

En relación a la influencia genética sobre el crecimiento condilar se ha encontrado que varios factores de diferenciación, factores de crecimiento y mediadores angiogénicos desempeñan papeles importantes durante la osificación endocondral de los huesos largos, de manera similar, el crecimiento condilar debe ser regulado por una serie de influencias producto de diversos factores de crecimiento y otros factores reguladores que son expresados endógenamente en los cóndilos. (34)

Investigadores como Rabie *et al.* (35) consideran que el cartílago condilar mandibular sirve como un importante centro de crecimiento para la mandíbula en desarrollo durante las etapas fetal y postnatal temprana; pero cuando la actividad funcional aumenta, funciona como cartílago articular. Investigaciones clínicas en las que se modificó la posición mandibular por compensaciones y movimientos dentales, describen el cartílago del cóndilo mandibular como un lugar de compensación de crecimiento que sigue los cambios de posición espacial de la mandíbula, donde juegan un papel importante numerosos factores intrínsecos y extrínsecos, teniendo como principio que el crecimiento craneofacial tiene una adaptación primaria en la función dental y una adaptación secundaria en suturas y cartílago condilar. (36) Esto explica cómo una inadecuada relación cúspide-fosa, contactos prematuros y relaciones intermaxilares deficientes pueden generar constantes desequilibrios en el cóndilo mandibular, el cual responde mediante una adaptación, cambiando su forma por procesos de modelado, remodelado y desplazamiento, condicionando la rotación del plano oclusal y de la mandíbula. (37) De tal modo que el cóndilo mandibular actúa como centro de crecimiento aumentando la respuesta a alteraciones de oclusión; mostrando su papel como sitio de crecimiento y constante adaptabilidad. (38)

El crecimiento condilar presenta una dirección hacia afuera y posterior. Si bien el cóndilo no actúa como una placa epifisiaria, es un sitio de crecimiento y una superficie articular para el cráneo. Este crecimiento si bien no es el más importante en magnitud que experimenta la mandíbula, lleva a un desplazamiento mandibular en cuerpo hacia adelante y abajo durante la etapa prepuberal, y se extiende hasta la etapa puberal. El mecanismo por el cual esto sucede, es la formación de hueso endocondral a este nivel. (39)

Si se superpone la silueta de una mandíbula de un niño de dos años a otra de un adulto en puntos comunes de referencia, o en base a implantes, como estudió Björk, la cantidad de crecimiento posterior se hace evidente; el espacio para los molares permanentes ocurre por reabsorción del borde anterior de la rama. Para compensar esto, debe ocurrir una aposición sustancial en la zona posterior para mantener el ancho de la rama y al mismo tiempo una sincronización con la actividad de reemplazo cartilaginoso del cóndilo. (27)

Además, la mandíbula durante su crecimiento puede sufrir una rotación entre su cuerpo y la rama. Esta rotación mandibular del crecimiento, que puede ser anterior o posterior, modifica la longitud mandibular efectiva. Una rotación primaria anterior disminuye la longitud mandibular efectiva, y la rotación primaria posterior y el crecimiento de avance la aumentan. Este es un modo que tiene la mandíbula de compensar un potencial de crecimiento diferente al del maxilar. Si el potencial de crecimiento tisular mandibular es ligeramente diferente al potencial de crecimiento tisular del maxilar; esta discrepancia maxilomandibular se podría corregir completamente con un acortamiento o alargamiento de la longitud mandibular mediante esta rotación de crecimiento. (39)

Existen también límites en la dirección del crecimiento condilar y en la modificación del ángulo goníaco. Si el potencial de crecimiento mandibular es muy distinto (mucho más pequeño o mucho más grande) del potencial de crecimiento maxilar el sistema de regulación a través de la rotación mandibular puede intentar compensar pero resultar insuficiente. (40)

3. Prevalencia:

Tanto en nuestro país como a nivel mundial se ha estudiado la prevalencia de maloclusiones, variando éstas de acuerdo al grupo étnico, rango etario y criterio diagnóstico utilizado.

La literatura existente sobre la prevalencia global respecto específicamente a las maloclusiones clase III, ha demostrado que su incidencia varía mucho entre los diferentes grupos étnicos, razas y regiones geográficas estudiadas (Figura 1). Existe una amplia

gama de prevalencia reportada, incluso con resultados contradictorios, y las discrepancias en la tasa de prevalencia pueden atribuirse a la variación entre las muestras, el momento de la investigación y el tipo de análisis realizado. (41)

Hardy y cols., en una revisión sistemática (41), informó una prevalencia global de maloclusión clase III de Angle dentro del intervalo de 0% a 26,7% para diferentes poblaciones. Se revelaron tasas de prevalencia de 15,80%, 15,69% y 16,59% para los países del sudeste asiático, específicamente los chinos y malayos respectivamente. Entre los japoneses fue de alrededor del 14%, para los coreanos del 9% al 19%, y alrededor del 1,65% para los taiwaneses. Para los niños indios de edades comprendidas entre 5 y 15 años, la prevalencia varió entre 0% y 4,76%. Además, desde un punto de vista global, los indios tenían la prevalencia más baja de 1,19% entre todos los demás grupos raciales. La prevalencia del 10.18% se informó para las poblaciones del Medio Oriente, y entre ellos, para los árabes israelíes fue del 1.3%, los iraníes alrededor del 15.2%, los turcos alrededor del 10.30% –11.5%, y los egipcios mostraron una tasa del 4% al 11.38%. Con respecto a los países africanos, se encontró que la tasa de prevalencia era de 4.59% y variaba para Kenia, Tanzania y Nigeria (entre 1% y 16.8%).

Se ha encontrado que las maloclusiones de clase III no son más frecuentes en los grupos hispanos que en los africanos o caucásicos. Se informó una prevalencia de aproximadamente el 9,1% y el 8,3% para los estadounidenses y los mexicoamericanos, respectivamente. (42)

También se observó una prevalencia de entre 2% a 6% en poblaciones europeas, en donde la población blanca en Reino Unido y Escandinavia tuvo una incidencia de Clase III de aproximadamente 3% a 5% (43), y aproximadamente 6% para Suecia. (44)

Para los estadounidenses, se encontró que la prevalencia era de aproximadamente 5%. (45) Los estudios en grupos de población afroamericana de EE. UU. encontraron que la prevalencia en el rango de 3% – 6%. Estudios similares realizados en otras nacionalidades revelaron una prevalencia de Clases III de aproximadamente 3% para brasileños, 22 14% para sirios, y 9.4% para individuos de Arabia Saudita. (46)

En nuestro país, hay muchos estudios que se han enfocado a cuantificar y describir la prevalencia de anomalías dentomaxilares en población juvenil, sin embargo, no existe ninguno dirigido a la cuantificación específica de pacientes Clases III. Fernández C. menciona en un estudio descriptivo de pacientes entre 7 y 13 años de edad, que la prevalencia de Clase III, considerando el overjet invertido y Clase III de Angle, corresponde a un 6% del universo estudiado. (47) En otro estudio, Burgos D., identifica del universo estudiado que en niños entre 6 y 15 años, cerca del 3% presenta una mordida invertida anterior. (48)

Nationality	Prevalence (%)
Chinese	15.69
Malaysian	16.59
Japanese	2.3–14
Korean	9–19
Taiwanese	1.65
Indian	0–4.76
Israeli Arabs	1.30
Iranians	15.20
Turkish	10.30
Egyptians	11.38
Tanzanian	1.81–19.72
Nigerian	1.22–11.79
United Kingdom	3–5
Scandinavian	3–5
Swedish	6
Brazilian	3–5
Saudi Arabian	9.40
African Americans	3–6
European Americans	0.80
Latino Americans	9.10
Mexican Americans	8.30
Italians	5
German	2.80
Belgian	6
British	2.9
Danish	4.30
Polynesian	5.50
Syrian	14.0
Lebanese	5.10

Figura 1. Prevalencia de maloclusión de clase III reportada en diferentes nacionalidades. (10)

4. Diagnóstico y clasificación:

El diagnóstico de las maloclusiones clase III varía desde problemas dentoalveolares con desplazamiento funcional anterior de la mandíbula hasta problemas esqueléticos verdaderos con discrepancias graves maxilomandibulares, las que conducen a un diagnóstico más complejo.

Edward H. Angle en 1899 clasificó las maloclusiones en Clase I, Clase II y Clase III de acuerdo a la relación observada entre los primeros molares permanentes maxilares y mandibulares en oclusión. (49)

Gradualmente a través del tiempo, se modificó la clasificación de Angle y también se incluyó información adicional como la relación que existía entre la mandíbula y su patrón de crecimiento. Por lo tanto, una relación mandibular de Clase III sugiere que la mandíbula ha adquirido una posición más mesial en relación con el maxilar y / o la base craneal. (50)

Charles H. Tweed, clasificó además a las maloclusiones clase III como Pseudo Clase III cuando la mandíbula tenía un tamaño normal y el maxilar presentaba una falta de desarrollo sagital para la edad (Tipo A), y Clase III esquelética cuando la mandíbula se encontraba prognática, cuando existía un subdesarrollo del maxilar en sentido sagital, o una combinación entre ambas (Tipo B). (51) Así también, Moyers se refirió al concepto de pseudoclase III, haciendo énfasis a la necesidad de determinar si la mandíbula, en el cierre, está en relación céntrica o en una posición "anterior" conveniente para pacientes con problemas neuromusculares o funcionales. Describió que el reposicionamiento anterior generalmente resulta de una relación de contacto con el diente que fuerza a la mandíbula hacia adelante, sugiriendo que en el fondo es una mala relación posicional con un reflejo neuromuscular adquirido. (52)

Esta maloclusión representa un complejo desequilibrio esquelético facial tridimensional entre el crecimiento maxilar y mandibular junto con diversos grados de compensación tanto dentoalveolares como de tejidos blandos, que se pueden expresar de muchas formas clínicas. (53)

Puede estar asociada con el crecimiento deficiente del maxilar (retrognatismo maxilar), exceso de crecimiento mandibular (prognatismo mandibular), o una combinación de ambas, junto con malformaciones verticales y transversales. (54) Por lo tanto, un patrón de crecimiento hipodivergente acentúa el problema de Clase III debido a una mayor rotación de crecimiento de la mandíbula en la dirección hacia arriba y hacia adelante, mientras que un patrón de crecimiento vertical lo compensa debido a la rotación hacia abajo y hacia atrás; esto siempre y cuando la dimensión vertical no se convierta en un problema. (15)

Algunas características esqueléticas suelen verse alteradas en la gran mayoría, como lo son la base craneal anterior (S-Na) y posterior (S-Ar) acortadas, el ángulo de la Silla reducido (Na-S-Ar) y un ángulo goníaco aumentado (Ar-Go-Gn) con el consecuente posicionamiento hacia delante de la fosa glenoidea. (55) Por otra parte, las características dentales de estos pacientes no siempre evidencian clínicamente una relación clase III de Angle molar y canina. Sin embargo, es común observar una protrusión de incisivos maxilares y retrusión de incisivos mandibulares con mordida de vis a vis o mordida invertida, como un intento natural de adaptación de las estructuras.

La primera pregunta que debemos hacer al paciente o padres (Apoderados), debe referirse al historial de prognatismo mandibular o mordida invertida en la familia y parientes cercanos. Una historia de ello indica en gran medida una causa genética de maloclusión clase III.

El segundo paso más importante es evaluar la relación intermaxilar en RC y OC para determinar cualquier cambio funcional. La relación molar y del grupo incisivo en esta anomalía, es uno de los criterios diagnósticos más importantes. La relación clase III con overjet positivo o vis a vis acompañada de incisivos mandibulares retroinclinados, representa una forma compensada de maloclusión de clase III o también llamada Pseudo Clase III. El reposicionamiento anterior de la mandíbula puede deberse a un contacto prematuro de los dientes en RC que fuerza a la mandíbula a acomodarse hacia adelante en OC. (56) Estos individuos con maloclusión de clase III tienen un patrón esquelético de clase I, perfil ortognático y relación molar de clase I en RC, pero una clase III en patrón esquelético y dental en OC. (57) La eliminación de la discrepancia entre OC y RC debe

demostrar si se trata de una maloclusión de Clase I simple o una maloclusión de Clase III compensada. (58) En estos individuos, la corrección temprana demuestra ser un ambiente favorable para el crecimiento futuro. Referente a esto, Ngan y cols., han descrito la evaluación de la mordida invertida, dirigida a diferenciar una Clase III verdadera de una Pseudo Clase III (Figura 2).

Los estudios cefalométricos más usados para clasificar y diagnosticar una clase III son aquellos que correlacionan el maxilar con la mandíbula y cada uno de ellos con la base craneal anterior. Estos son el análisis ANB de Steiner, el análisis de Wits respecto al plano oclusal, el diferencial maxilomandibular (medición lineal desde el Condilion al punto A y Condilion al Gnation), nasion perpendicular al punto A y nasion perpendicular a pogonion. Sin embargo de todos estos mencionados, se ha encontrado que el análisis de Wits al plano oclusal es el factor más importante en la toma de decisiones del tratamiento de camuflaje ortodóncico a las opciones quirúrgicas. (59)

Un valor Wits de 0 a -4 mm, puede sugerir un patrón clase III tratable por medio de un tratamiento de camuflaje ortodóncico con máscara facial o terapia de mentonera (60), y en el caso de valores valor entre -5 y -12 mm requiere un análisis adicional del vector de respuesta al tratamiento de crecimiento (GTRV) utilizando una serie de radiografías cefalométricas para decidir si camuflar o esperar un crecimiento completo antes del tratamiento quirúrgico. (61)

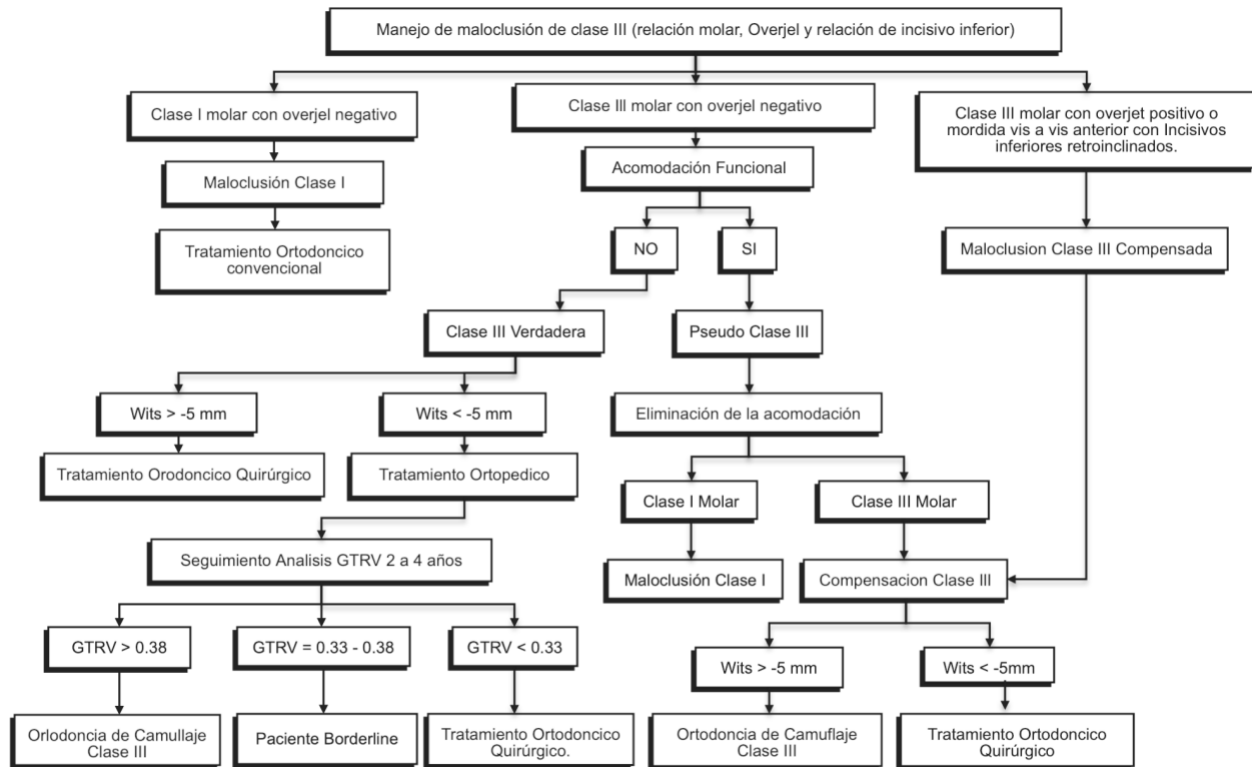


Figura 2. Guía resumen de orientación de tratamientos en pacientes clase III para la práctica clínica. (10)

5. Predictores de crecimiento:

Para una planificación efectiva del tratamiento y una predicción realista de la estabilidad de los resultados del tratamiento en pacientes en crecimiento de Clase III, el conocimiento de las tendencias de crecimiento es de suma importancia. Turpin (62), ha publicado que el crecimiento pesa mucho más que el tiempo de tratamiento y la mecánica de tratamiento utilizada en un paciente en crecimiento de maloclusión Clase III cuyo momento de tratamiento se considera aún controversial. En esencia, resumió los estudios de Mitani et al. (63) sobre la evaluación del crecimiento de Clase III a lo largo de los años, ya que “el patrón básico del prognatismo mandibular se establece antes de la pubertad y no cambia por sí solo. Sin embargo, sus incrementos de crecimiento total fueron casi los mismos que aquellos con una mandíbula normal después del peak de crecimiento puberal”. Los puntos planteados por Turpin sugieren que, a pesar del controvertido momento del tratamiento, el clínico debe seguir teniendo interés en el tratamiento ortopédico temprano cuando sea necesario.

El pronóstico del tratamiento ortopédico para una maloclusión clase III esquelética, es favorable cuando el tratamiento se indica antes del peak de crecimiento puberal. (64)(65)

Sin embargo, una maloclusión de clase III puede empeorar debido al crecimiento si un paciente no recibe tratamiento. Por lo tanto, se recomienda un tratamiento temprano para obtener una relación esquelética equilibrada y de esta forma minimizar la necesidad de un tratamiento mucho más complejo en el futuro, como la cirugía ortognática. (66)

Los estudios han sugerido que el resultado posterior al tratamiento ortopédico puede no ser estable dependiendo del crecimiento residual. (67) Esta es una situación decepcionante, no solo para los pacientes sino también para los ortodoncistas, y puede prevenirse si la predicción precisa del pronóstico eventual del tratamiento ortopédico hubiera sido posible antes de comenzar y ejecutar el tratamiento. (68)

Por lo tanto, la pregunta es: ¿Es posible la predicción del crecimiento de la mandíbula en pacientes Clase III en crecimiento con una precisión y fiabilidad óptima? Varios investigadores tomaron este desafío e intentaron predecir el pronóstico de la maloclusión de clase III para las características morfológicas y el análisis cefalométrico.

Björk, basado en un único análisis cefalométrico, definió siete signos estructurales de un crecimiento rotacional extremo de la mandíbula en la etapa temprana de desarrollo. Estos siete signos son "la inclinación de la cabeza condilar, la curvatura del canal mandibular, la forma del borde inferior de la mandíbula, el ancho de la sínfisis, el ángulo interincisal, el ángulo intermolar y la altura de la cara inferior anterior". Aunque se han informado siete signos estructurales de rotación del crecimiento, la predicción del crecimiento de la mandíbula sigue siendo un desafío, probablemente porque el crecimiento mandibular muestra amplias variaciones en términos de cantidad, dirección y tiempo o porque el procedimiento de predicción se basa en un razonamiento individual. (69)(70)

Buschang por otro lado el 2011 realizó un estudio de predictores de crecimiento Clase III observables y comparables mediante una Telerradiografía lateral, en una población de sujetos blancos entre los 6 y 16 años de edad, clasificados como Clase III según Angle, y un grupo control clasificado como Clase I. Tomó 20 puntos cefalométricos y los comparó

en intervalos etarios en tres grupos; el grupo I entre 6-8 años, el grupo II entre los 10-12 años y por último un grupo III entre los 14-16 años. Observó que los sujetos clase III tenían ángulos mandibulares mayores a los observados en el tiempo que los pacientes Clase I. Observó el mismo comportamiento respecto al ángulo goníaco y a la longitud de la rama. Describió también que estos pacientes clase III presentaban patrones de crecimiento hiperdivergente y un crecimiento excesivo de la altura facial inferior llevando a que las relaciones maxilomandibulares empeoren progresivamente entre los 6 y los 16 años si es que no se interviene tempranamente. Concluyó que el crecimiento anteroposterior mandibular se va acumulando en el tiempo lo que lleva a obtener como resultado, mandíbulas más grandes y prominentes. También que las medidas lineales mostraron diferencias significativas de sexo, siendo mayores en hombres. La evaluación de WITS fue significativamente menor en sujetos de clase III y disminuyó aún más en el tiempo. (71)

Otros estudios han identificado numerosas variables cefalométricas basadas en la morfología mandibular para predecir los resultados de tratamientos tempranos. (72)(73)(70) Estos estudios informaron tasas de éxito a largo plazo del 50.0% – 71.4% para el tratamiento ortopédico de Clase III. Debido a los criterios de éxito del tratamiento, las características del paciente y los momentos de evaluación que difieren entre los estudios; las tasas de éxito informadas variaron ampliamente y no pueden generalizarse a todos los pacientes tratados por la clase III esquelética.

Musich propuso la evaluación de la dirección y la magnitud del crecimiento mandibular y maxilar mediante una serie de cefalometrías. Propuso el análisis de GTRV para predecir la posibilidad de un crecimiento mandibular excesivo después del tratamiento ortopédico temprano en pacientes clase III. Basado en una inmensa experiencia clínica y extensa investigación en maloclusión clase III, Ngan describió el uso de serie de radiografías cefalométricas para el análisis de GTRV para predecir el crecimiento mandibular excesivo. (60) Según Ngan, "Los cambios de crecimiento horizontal del maxilar y la mandíbula se determinan ubicando los puntos A y B en la telerradiografía lateral, posterior al tratamiento. Se debe tomar otro cefalograma 2 a 4 años después del tratamiento de la clase III con terapia de máscara facial". El borde incisal del incisivo superior y la punta de

la cúspide mesiovestibular del molar maxilar se utilizan como punto de referencia para construir el plano oclusal (O). El punto A y el punto B deben marcarse en el cefalograma lateral y los puntos de conexión A y B perpendiculares al plano oclusal construirían las líneas AO y BO. Utilizando puntos de referencia sagital de estructuras estables del tercio medio facial, Nasion (N) y silla (S), la primera cefalometría post tratamiento se superpone con las siguientes de seguimiento, las líneas AO y BO se construyen nuevamente en las radiografías de seguimiento tomando de referencia el plano oclusal del primer trazado. La distancia entre los puntos A y el punto B de los dos trazados a lo largo del plano oclusal representa los cambios de crecimiento del maxilar y la mandíbula, respectivamente. (60)

Después de completar las mediciones, la relación GTRV para cada paciente se puede determinar mediante el uso de la fórmula:

$$\text{GTRV} = \frac{\text{cambios de crecimiento horizontal del maxilar}}{\text{cambios de crecimiento horizontal de la mandíbula.}}$$

Por lo tanto, GTRV se define como “el cambio del crecimiento horizontal del maxilar en el punto A dividido por el cambio del crecimiento horizontal de la mandíbula en el punto B en la cefalometría lateral como seguimiento posterior al uso máscara”. Para un individuo con un rango de edad de 6 a 16 años y con un patrón de crecimiento normal, la relación GTRV es 0.77. Esto sugiere que el crecimiento horizontal de la mandíbula supera el 23% en comparación con el maxilar para mantener una relación esquelética normal. (60)

Como resultados, en pacientes tratados con tratamiento ortopédico interoceptivo temprano, las proporciones de GTRV fueron significativamente diferentes para casos exitosos y casos no exitosos. Para casos exitosos, GTRV estaba en el rango de 0.33-0.88 (media 0.45) y para los casos no exitosos estuvo en el rango de 0.06-0.38 (media 0.22). Esto sugiere que los sujetos clase III leve a moderada pueden camuflarse ortodóncicamente después de un tratamiento ortopédico temprano exitoso, si la relación GTRV oscila entre 0.33 y 0.88. Los pacientes clase III con una relación de GTRV entre

0,33 y 0,38 pueden considerarse casos borderline que pueden tratarse con éxito con máscara de tracción, o por el contrario ser casos quirúrgicos al final y en este caso lo mejor sería advertir de la futura necesidad de intervención quirúrgica, si el GTRV la relación es <0.38 . Por lo tanto, el análisis de GTRV según lo sugerido por Ngan es útil para que los ortodoncistas evalúen el crecimiento de la mandíbula para predecir el pronóstico después del tratamiento ortopédico temprano de la maloclusión clase III. (60)

El tratamiento no quirúrgico de los problemas de clase III sigue siendo un desafío en nuestra profesión. Sin embargo, el diagnóstico oportuno y la intervención temprana de la maloclusión clase III pueden ser útiles para reducir su magnitud de severidad en la adolescencia. (60)

6. Tratamiento temprano:

Las características dentales y esqueléticas de las maloclusiones clase III generalmente se evidencian a temprana edad, y pueden empeorar con el crecimiento. (74)(75) En la mayoría de los casos, si no se realiza tratamiento en edades tempranas, la cirugía ortognática es la única opción para establecer una oclusión correcta. (76)(77) Sin embargo, la intercepción temprana de esta maloclusión puede representar una oportunidad para evitar o reducir el riesgo de cirugía. (78)

Un tratamiento temprano es crucial para un resultado exitoso. Algunos estudios han informado que el tratamiento debe llevarse a cabo en pacientes menores a los 10 años de edad para mejorar el efecto ortopédico, y más importante aún, el tratamiento de una maloclusión de clase III en las dentición temporal tardías y mixtas tempranas ha demostrado ser más beneficioso para el niño debido a una mejor corrección ortopédica maxilar combinada con el crecimiento mandibular controlado en comparación con el tratamiento en las últimas etapas de crecimiento infantil. (79)

Los objetivos principales de la intervención temprana son crear un entorno más favorable para el crecimiento y mejorar la relación oclusal: por ejemplo, corregir la mordida invertida y mejorar la estética facial. Por lo tanto, el tratamiento interceptivo de las maloclusiones clase III debe llevarse a cabo si previene el daño a los tejidos orales y previene o reduce

significativamente la cantidad, o la gravedad, de futuras intervenciones de ortodoncia y cirugía. (80)

Se han utilizado diferentes aparatos ortopédicos en el tratamiento temprano de esta maloclusión, tales como el aparato de Fränkel III, Mentonera, Headgear Mandibular, Máscara de Tracción Facial (MF), Expansión Palatina rápida más Máscara de Tracción Facial (EPR/MF), protocolo de Expansión Palatina Rápida alternada con constricción maxilar y Máscara de Tracción Facial (Alt-RAMEC/FM), Chin Cup con dispositivos intraorales más elásticos de Clase III (Protocolo SEC III) entre otros. (81)(82)

Los tratamientos más recientes corresponden a la terapia de Protracción maxilar con máscara facial y anclaje esquelético (Hybrid Hyrax RPE con anclaje óseo) (83) y protracción maxilar con Anclaje Esquelético BAMP (Bone Anchorage maxilar protection). (84) En la actualidad existe una falta de evidencia sobre la efectividad de los tratamientos ortopédicos de clase III, en particular sobre los cambios en la dimensión sagital y vertical y la estabilidad a largo plazo. (81)

Uno de los tratamientos más utilizados en pacientes en crecimiento con Clase III esquelético e hipoplasia maxilar implica la combinación de Expansión Palatina Rápida (EPR) seguido con el uso de Máscara de Tracción Facial (MF)(EPR/MF). (85)(86) Se ha observado un avance maxilar efectivo cuando el tratamiento se realiza a una edad temprana (dentición temporal tardía o mixta temprana), ya que es el momento de mayor capacidad de respuesta de las suturas circunmaxilares.(87)

La Máscara de Tracción Facial genera una fuerza dirigida anteriormente sobre el maxilar. Las fuerzas actúan indirectamente sobre las suturas circunmaxilares, que todavía están presentes, y por lo tanto estimulan la aposición ósea en las áreas de las suturas. El objetivo de usar protocolo de EPR/FM es para proporcionar una tracción más efectiva del maxilar mediante la desarticulación de la sutura palatina media y de todas las suturas circunmaxilares, facilitando el efecto ortopédico de la MF. (88)

A pesar de los supuestos beneficios de EPR en protocolo de EPR/MF los resultados de una reciente revisión sistemática mostraron que la expansión del paladar, no mejora per se la protracción maxilar. (89)

En relación a su uso se recomienda la aplicación de 500 a 1500 g de fuerza total para la protracción del maxilar con terapia MF. El objetivo de usar tales fuerzas pesadas es estimular el crecimiento en los lados de la sutura separando las suturas más de lo que ocurriría de otra manera. La indicación MF generalmente se limita a 14 horas por día, sus resultados varían de acuerdo a la adhesión al tratamiento de los pacientes. (90)

En un esfuerzo por aumentar la protracción maxilar y mejorar los resultados del tratamiento en pacientes Clase III, Eric Liou propuso un nuevo enfoque de tratamiento ortopédico que combina la expansión palatina rápida alternada con compresión maxilar (Alt-RAMEC) con MF de protracción maxilar. (91) Los resultados de este protocolo de tratamiento son diversos en la literatura, estudios recientes como Fisher 2018 mostraron que los protocolos Alt-RAMEC / MF y EPR / MF son protocolos de tratamiento efectivos para la corrección de la maloclusión de clase III en pacientes en dentición temporal y mixta temprana. Los protocolos Alt-RAMEC / MF y EPR / MF produjeron efectos esqueléticos y dentales similares, y ninguno de los grupos proporcionó un resultado más favorable. (92)

La terapia de Máscara de Protracción convencional con apoyo dentario, genera una aplicación indirecta de fuerza a las suturas a través del anclaje dental, provocando cambios tanto esqueléticos como dentales, ya que la fuerza aplicada se dirige por debajo del centro de resistencia del maxilar, lo que resulta en una rotación del maxilar en sentido antihorario y horario de la mandíbula, inclinación labial de los incisivos maxilares e inclinación lingual de los incisivos mandibulares. Esto suele ir acompañado de un aumento en la altura del tercio inferior y una disminución en la sobremordida. (88)

Se ha demostrado que el desplazamiento anterior del maxilar va acompañado de una rotación del plano mandibular en sentido horario favoreciendo muchas veces al perfil. Por lo general, el efecto parece ser un aumento en dimensiones verticales del tercio inferior de la cara que obviamente es inapropiada para pacientes con relaciones esqueléticas

verticales aumentadas. (81) Por lo tanto, el control de la dimensión vertical parece ser un objetivo clave en pacientes hiperdivergentes Clase III, esto ha sido más controlado con los dispositivos más recientes, los cuales utilizan anclaje esquelético como el dispositivo Hybrid Hyrax (Figura 3), que es un EPR con anclaje óseo en el que se minimizó el efecto secundario encontrado por el dispositivo EPR transmitido por los dientes para la protracción maxilar y puede servir como un dispositivo de tratamiento alternativo para corregir pacientes de clase III con un patrón de crecimiento hiperdivergente ya que la incorporación de dos minitornillos ayuda a minimizar la rotación antihoraria del maxilar y, en consecuencia, la rotación en sentido horario de la mandíbula en el grupo con anclaje óseo. (83)

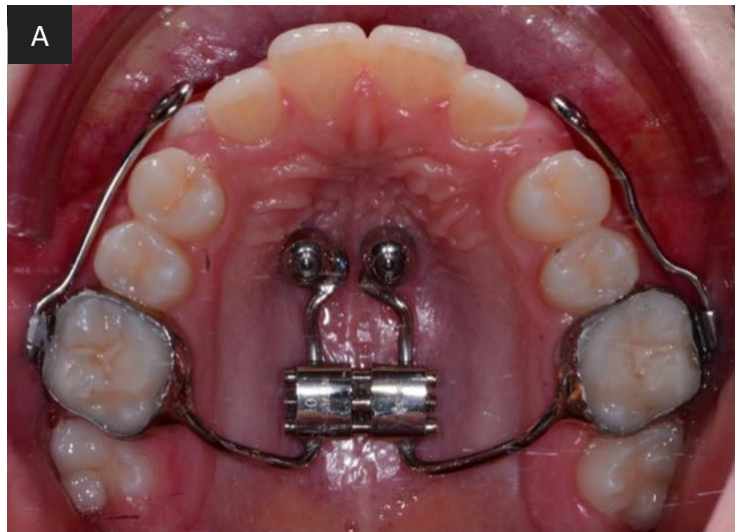


Figura 3: A: Hyrax híbrido. (93)

En el caso de BAMP (Figura 4) a diferencia de la terapia con MF, la protracción maxilar anclada en el hueso aplica fuerzas continuas dirigidas anteriormente al maxilar y fuerzas continuas de retracción a la mandíbula. (94)(84) Se recomienda su uso en dentición mixta tardía o dentición permanente temprana, o cuando el paciente ha cumplido los 10 años de edad, lo que se debe principalmente a que la mayoría de las fallas reportadas con miniplacas cigomáticas ocurrieron en los pacientes más jóvenes. El anclaje de BAMP es esencialmente esquelético y las fuerzas se aplican cerca de las suturas circunmaxilares, lo que aumenta sus efectos ortopédicos. (95) Se han reportado mejoras en las relaciones

esqueléticas, principalmente a través del avance maxilar, con poco efecto en las unidades dentoalveolares o cambio en la posición mandibular. (96)

De Clerk et al. propusieron que se puede obtener una respuesta maxilar favorable con una tracción continua moderada en lugar de fuerzas pesadas interrumpidas durante el día. Se usan fuerzas más bajas para el protocolo de anclaje óseo, mediante el uso elásticos de clase III con una fuerza inicial de 150 gr en cada lado, incrementando gradualmente ésta, aumentando a 200 gr después de 1 mes de tracción y a 250 gr después de 3 meses. Los elásticos se reemplazan al menos una vez al día, la indicación de uso era 24 horas por día. Aunque podrían obtenerse mejores resultados con el protocolo BAMP, requiere intervención quirúrgica para su colocación y extracción, así como mayores costos para el hardware de planificación y la cirugía.

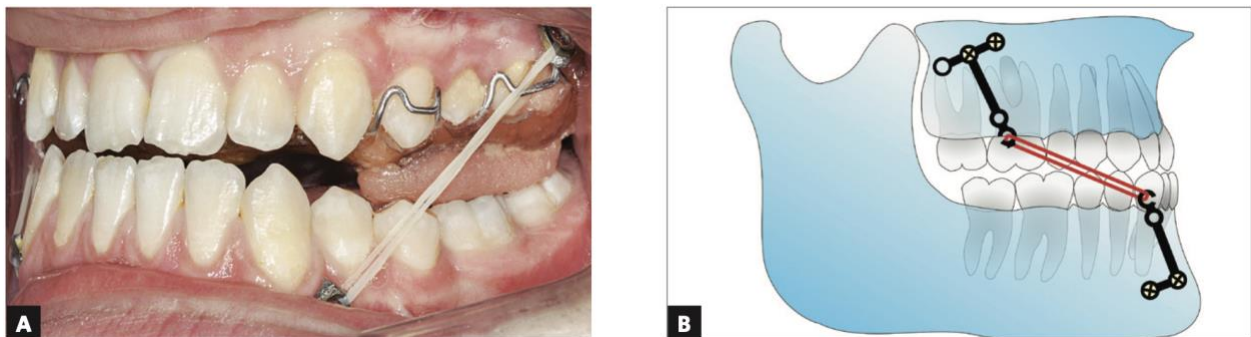


Figura 4: A) Fotografía intraoral de miniplacas y elásticos intermaxilares. B) Esquemática de miniplacas y elásticos intermaxilares. (97)

Hugo de Clerk y cols. en el año 2012, analizaron tridimensionalmente el efecto de BAMP, tanto a nivel mandibular como a nivel de la fosa glenoidea, después de un año de tratamiento, en 25 pacientes con clase III esquelética entre 9 y 13 años de edad. Los resultados de este estudio mostraron el efecto de la protracción maxilar a nivel del mentón duro y blando, del cóndilo, de la rama y de la fosa glenoidea. (98)

Se ha demostrado que el efecto a nivel mandibular de BAMP restringe el crecimiento anterior de la mandíbula mediante una combinación de varias modificaciones, entre ellas encontramos el cierre del ángulo goníaco, distalización de la rama y posicionamiento posterior de los cóndilos como consecuencia de su reabsorción en la zona anterior y

aposisión ósea en su zona posterior, junto con la correspondiente remodelación de la fosa glenoidea, con reabsorción de su pared posterior y aposición ósea en su zona anterior. (98) Diversos estudios, han tenido los mismos resultados con respecto a la respuesta mandibular y de la cavidad glenoidea. A pesar de que se conoce el mecanismo de acción de este método, los resultados mantienen desviaciones estándar amplias y grandes rangos entre sus valores, lo que indica al igual que en el maxilar, que no es posible entregar un pronóstico certero cuando nos enfrentamos a un paciente con las mismas características dentarias y esqueléticas. (98)(99)

Una máscara facial (MF) anclada esqueléticamente es un tipo de BAMP que utiliza tracción extraoral, cuyos puntos se pueden anclar en 4 áreas diferentes: el contrafuerte cigomático, la pared nasal lateral, el hyrax híbrido y la placa palatina. La pared nasal lateral se encuentra a lo largo de la línea de acción, anterior al centro del complejo nasomaxilar, y se considera un sitio apropiado para la instalación de miniplacas. Varios estudios han evaluado la estabilidad a largo plazo del tratamiento convencional con máscara facial. En términos de eficacia a corto plazo, las diferencias entre las MF convencional anclada dentariamente y MF anclada esqueléticamente se han aclarado en muchos artículos, pero sólo unos pocos estudios han abordado la estabilidad a largo plazo del tratamiento con MF anclada esqueléticamente. Hasta ahora, el control del crecimiento mandibular y la estabilidad del anclaje de la pared nasal lateral siguen siendo cuestionables desde una perspectiva a largo plazo. (100)

El momento óptimo para el tratamiento de la maloclusión Clase III utilizando MF es la dentición mixta temprana. Por el contrario, la protracción maxilar anclada al hueso mediante miniplacas o minitornillos se puede aplicar con éxito en la dentición mixta tardía o permanente temprana. El tratamiento en etapas más tardías permite a los clínicos tener un período postortopédico más corto, disminuyendo el riesgo de recuperación del crecimiento mandibular. (1)

Hoy en día se puede adquirir una imagen tridimensional (3D) de la anatomía facial del paciente de forma totalmente no invasiva mediante un escáner facial. Los componentes de la máscara se pueden diseñar a medida en el escaneo facial 3D con un software de

modelado 3D, y las piezas modeladas se pueden fabricar de forma aditiva mediante una impresora 3D. (101)

La introducción de la odontología digital ha hecho posible el diseño y la fabricación de aparatos totalmente personalizados. Además, la impresión 3D en metal mediante sinterización selectiva por láser (SLS) permite la fabricación de miniplacas individualizadas. (102)

Las técnicas CAD/CAM y la impresión 3D en metal, se integraron en flujos de trabajo totalmente digitales. Estos nuevos procedimientos permiten la inserción de minitornillos y la adaptación del aparatos en una sola cita, y ofrecen a los ortodoncistas más confianza para insertar en el sitio óptimo. Además, el proceso de diseño CAD/CAM puede mejorar aún más los aparatos de ortodoncia biomecánicamente. (103)

DISCUSIÓN

En la presente monografía, con el propósito de enriquecer y actualizar la información existente, nos proponemos detallar las diversas terapias disponibles actualmente para el tratamiento de la protracción maxilar. Empezaremos explorando terapias clásicas, como la aplicación de la máscara de tracción facial, para luego continuar con terapias más actuales con el uso de anclaje esquelético y técnicas más contemporáneas basadas en tecnología 3D.

Los procedimientos ortodóncicos básicos, la adaptación del equilibrio miofuncional y las fuerzas que actúan ortopédicamente desempeñan un papel central en la corrección ortodóncica de las anomalías de Clase III. Los mecanismos ortopédicos fundamentales incluyen la inhibición o regulación del crecimiento de la mandíbula y la estimulación del crecimiento maxilar en términos de protracción maxilar y/o post desarrollo transversal.

La máscara de tracción facial (MF) es la modalidad más común utilizada para la protracción maxilar en la dentición mixta temprana. El anclaje indirecto de la máscara facial al maxilar a través de la dentición tiene muchas desventajas, incluida la mesialización de la dentición superior con proinclinación de los incisivos superiores y retroinclinación de los incisivos mandibulares. El tratamiento con máscara de tracción facial también se acompaña de rotaciones del maxilar y la mandíbula que aumentan la altura facial ántero-inferior. Además, los cambios sagitales maxilares tienden a ser insignificantes a los 3 años de seguimiento. (1)

Es necesario iniciar precozmente el tratamiento de la maloclusión clase III en pacientes en crecimiento. Este tema es ampliamente discutido en la literatura, principalmente debido a la incierta estabilidad a largo plazo. Se han desarrollado varios métodos de tratamiento precoz con aparatos intraorales o extraorales. El uso de expansión palatina rápida (RME) y máscara de tracción facial es un método eficaz para tratar la dentición mixta temprana. (104)(105)(106) El periodo de dentición mixta temprana es el mejor momento para iniciar el tratamiento de clase III y mejora la autoestima del paciente. (104)

La complejidad de la maloclusión de clase III depende del patrón de crecimiento anormal del maxilar y la mandíbula. El crecimiento del maxilar cesa alrededor de los 8 a 10 años y la mandíbula continúa hasta los 16 años. Jha et al 2021, presentan un reporte de caso de una paciente con características clínicas de maxilar retrognático a la edad de 6 años. Se planificó la expansión palatina rápida (EPR) con máscara de tracción facial. Demostrando que el periodo de dentición mixta temprana es el mejor momento para iniciar el tratamiento de clase III. El uso de máscara de tracción facial provoca una mayor apertura de los ángulos goníacos y articulares, lo que intensifica el ángulo del plano mandibular y aumenta la altura facial anterior inferior. (104)

En un estudio retrospectivo Lee et al. en el año 2021, compararon los efectos del tratamiento a corto plazo entre dos tipos de máscaras faciales en pacientes esqueléticos de Clase III con edad media de 7,7 años, que habían sido tratados con máscara de tracción facial tipo Headgear o tipo Petit. Se analizaron cefalogramas laterales en el tratamiento (T1) y post tratamiento (T2), con intervalo promedio de 9 meses. Aun cuando no mostraron diferencias significativas en la mayoría de los cambios esqueléticos y dentales, excepto en el grupo Headgear que mostró más rotación anterior del plano palatino y rotación hacia posterior de la mandíbula, lo que resultó en una disminución significativa de la sobremordida. Estos hallazgos podrían ser útiles para los tratantes a la hora de seleccionar los tipos de máscara faciales para pacientes en crecimiento con maloclusión de clase III. (107)

En el año 2023 Quinzi et al., propuso un nuevo protocolo de tratamiento en maloclusiones de Clase III para ser utilizado en niños en dentición temporal y/o mixta temprana. El protocolo incluyó un tratamiento interceptivo ortopédico durante 12 meses. A los pacientes se les aplicó un EPR de McNamara o Hyrax, dependiendo de si eran hiperdivergentes o no. Este aparato tenía en esta etapa sólo una función de anclaje, además de estar equipado con un par de ganchos para la conexión al dispositivo extraoral. Luego se entregaron dos máscaras de protracción: la máscara Delaire para ser utilizada por 7 meses durante 12 horas al día, y la máscara Petit, para ser utilizada por 12 meses durante 12 horas por la noche. Las máscaras debían llevarse un total de 24 horas. Concluyeron que el papel motivacional de los padres influye positivamente en la

cooperación del niño, proporcionando una mejora en el crecimiento del maxilar superior en sentido sagital significativamente más rápido, gracias al uso combinado de la máscara Delaire y la máscara Petit. (108)

Franchi et al, con el fin de aumentar adhesión del paciente al uso de MF, proporcionaron una prueba de concepto para la fabricación y el manejo clínico efectivo de una máscara impresa en 3D cuyos componentes se personalizan según la anatomía del paciente, mejorando así el ajuste y la comodidad del dispositivo en comparación con las máscaras faciales estándar disponibles en el mercado. La mascarilla personalizada fue bien recibida por el paciente y produjo los resultados esperados del tratamiento. El resultado clínico exitoso de este prototipo de mascarilla impulsa un mayor desarrollo de la idea, que abarca la introducción de sensores para el seguimiento del tratamiento y el uso de nuevos polímeros imprimibles en 3D con un comportamiento mecánico mejorado, que pueden reemplazar ventajosamente al metal, en la búsqueda de una mayor 'sostenibilidad' de la terapia para el paciente y también para el ortodoncista. (101)

En el 2020 Lee et al, evaluaron a través de un metaanálisis los cambios esqueléticos tridimensionales a largo plazo en el maxilar superior mediante protracción maxilar con o sin expansión en pacientes jóvenes de clase III esquelética en comparación con los controles no tratados. Concluyeron, que el cambio sagital en el maxilar después del tratamiento de protracción maxilar va disminuyendo gradualmente con el tiempo, y podría no ser efectivo para corregir la hipoplasia maxilar en pacientes jóvenes a largo plazo. Aunque la protracción y expansión del maxilar podrían ser efectivas para aumentar los cambios rotacionales del maxilar y el ancho de la base del maxilar, aún se necesitan más estudios a largo plazo para evaluar más a fondo sus beneficios esqueléticos. (109)

La mayoría de los autores afirman que la protracción maxilar generalmente se conjuga con la expansión maxilar para lograr la desarticulación del maxilar e iniciar una respuesta celular, lo que permite una reacción más positiva a las fuerzas de protracción. Es importante para el tratamiento con protracción maxilar, que la sutura mediopalatina y las suturas circunmaxilares estén activas y no sinostionizadas para que el efecto de uso de la máscara se manifieste a nivel esquelético. Durante el crecimiento activo, tanto en la

infancia, como en el período prepuberal y puberal, la mayoría de las suturas maxilares y circunmaxilares están activas. (105)

Además, de los protocolos clásicos de EPR+MF se introdujeron nuevas terapias, la protracción maxilar asistida con anclaje esquelético, expansiones y constricciones maxilares rápidas alternadas (Alt-RAMEC) combinadas con protracción maxilar con el fin de fomentar el efecto terapéutico sobre la deficiencia de la parte media de la cara.

James et. al, en un estudio clínico randomizado, estudiaron en pacientes en crecimiento el uso diurno de elásticos de clase III en el protocolo Alt-RAMEC/MF, en comparación con el uso del protocolo Alt-RAMEC/MF por sí solo. (110) La terapia con máscara de protracción facial se logró con una máscara tipo Petit durante 14 horas al día durante 4 a 5 meses. La protracción así obtenida se mantuvo durante el día con elásticos de Clase III, mediante ganchos incorporados en la región canina de las férulas mandibulares a ganchos incorporados en la región molar de la superficie bucal del aparato EPR (Figura 5). (110) Concluyendo que incluir elásticos de Clase III en el protocolo Alt-RAMEC/MF tiene beneficios clínicos y estadísticamente significativos, en comparación con el uso del protocolo Alt-RAMEC/MF por sí solo. Estos incluyen un aumento en los efectos esqueléticos como la protracción maxilar, la rotación horaria de la mandíbula y la mejora en la relación sagital maxilofacial, efectos dentales reducidos como la retroinclinación de los incisivos inferiores y una mejor respuesta de los tejidos blandos en forma de movimiento hacia adelante del labio superior. En resumen, se obtuvieron cambios cefalométricos esqueléticos, dentales y de tejidos blandos favorables hacia la corrección de la maloclusión esquelética de Clase III en ambos grupos en estudio, pero los resultados fueron significativamente más pronunciados cuando se utilizaron elásticos de Clase III además del protocolo Alt-RAMEC/MF. (110)

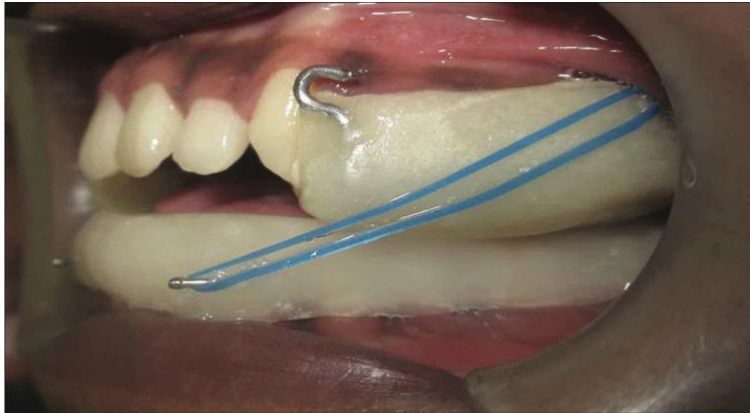


Figura 5: Elásticos de Clase III, mediante ganchos incorporados en la férulas mandibular a ganchos incorporados en la región molar del aparato EPR. (110)

En 2020 Seiryu et al, con el objetivos de investigar que existe diferencia en los resultados del tratamiento entre máscara y máscara en combinación con minitornillos en pacientes clase III en crecimiento, realizaron un ensayo clínico prospectivo, aleatorizado y de un solo centro. El análisis cefalométrico lateral mostró que los valores de SNA, SN-ANS y ANB aumentaron significativamente en el grupo con anclaje esquelético en comparación con los del grupo de MF. El aumento en la proinclinación de los incisivos superiores fue significativamente mayor en el grupo MF. Concluyeron que, durante el tratamiento de una maloclusión esquelética de Clase III, la terapia con máscara junto con un minitornillo presenta menos efectos secundarios negativos y aplica fuerzas ortopédicas de manera más eficiente al complejo maxilar que la terapia con máscara. (111)

En 2019 Rota et al, demostró que los efectos ortopédicos de un protocolo Alt- RAMEC modificado seguido de máscara facial en pacientes clase III en etapa de crecimiento prepuberal fueron el efecto esquelético activo de la máscara facial en el maxilar y el control la posición de la mandíbula. Hubo mejoras en el Wits, los ángulos SNA y ANB, y el resalte, sin cambios en el ángulo SNB. La dimensión vertical total no mostró una modificación significativa. Sólo una pequeña, pero significativa rotación en sentido antihorario del maxilar y rotación de la mandíbula en el sentido horario. No se encontraron

cambios a nivel dental. (112) Estos resultados no concuerdan con algunos de los estudios previos en los que se informó una disminución significativa de SNB.

Vaida et al. (105) luego de un estudio retrospectivo con el objetivo de comparar los cambios morfológicos sagitales del maxilar a través de tres enfoques terapéuticos diferentes, utilizando respectivamente aparatos removibles (RA), expansión palatina rápida (EPR) y expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente, cada uno de ellos en combinación con la terapia MF en pacientes en crecimiento y sin crecimiento. Concluyeron que, la terapia MF produce avance maxilar con máxima eficiencia en pacientes en el período prepuberal y puberal cuando se asocia con la terapia EPR. En pacientes en período pospuberal, la terapia EPR + MF produce un avance maxilar satisfactorio, y en pacientes que no están en crecimiento o en pacientes al final del período de crecimiento la terapia MF puede producir un ligero avance maxilar solo cuando está asociada con expansión palatina rápida asistida quirúrgicamente. (105)

Parayaruthottam et al. En 2018 concluyeron que el protocolo Alt-RAMEC/MF produjo un avance más efectivo del maxilar y mayores cambios intermaxilares en comparación con el protocolo ERP/MF en pacientes Clase III en crecimiento. (113)

Independientemente del protocolo de tratamiento, la estabilidad en los pacientes de Clase III siempre representa una preocupación importante.

Maino et al. En el 2022 estudió las modificaciones esqueléticas y dentoalveolares a corto y largo plazo en un grupo de pacientes de clase III tratados con expansión palatina rápida híbrida con protocolo Alt-RAMEC y MF. Finalizada la fase ortopédica, cada paciente fue sometido a un tratamiento de ortodoncia con aparatología fija. Se realizó un seguimiento medio de 7 años y 10 meses, comparando las medidas dentales y esqueléticas. La combinación de EPR híbrida con protocolo Alt-RAMEC y MF corrigió la Clase III esquelética mediante un avance maxilar consistente. Los resultados a corto plazo están relacionados con el efecto producido por el EPR híbrida + MF, mientras que los resultados a largo plazo están relacionados con los efectos combinados de la corrección ortopédica, el crecimiento y el tratamiento de ortodoncia fija. A pesar de una ligera recaída, el seguimiento cefalométrico a largo plazo confirma el mantenimiento de todos los

resultados positivos del tratamiento ortopédico previo hasta el final del crecimiento mandibular. (93)

Cabe destacar que estos resultados aunque esperanzadores no están libres de sesgo, ya que en este estudio no hubo grupo de control.

La eficacia y eficiencia del tratamiento temprano de pacientes esqueléticos de Clase III con terapia con MF están bien documentados; sin embargo, se notificaron muy pocos casos en adolescentes o adultos.

Büyükçavuş et al. (3) en el 2022, presentaron un reporte de caso que describe la protracción maxilar esquelética soportada por anclaje extraoral en combinación con protocolo Alt-RAMEC durante un tratamiento de 14 meses de duración en un paciente de 16 años de edad que se encontraba en periodo de crecimiento y desarrollo tardío. Se instalaron miniplacas en la fosa piriforme, para aplicar fuerzas de protracción. Luego de 9 semanas de aplicación del protocolo Alt-RAMEC, se utilizó una máscara facial tipo Petit. Se observó una mejora significativa en el perfil blando tanto en las medidas cefalométricas como fotografías 3D. Posteriormente se inició la segunda fase de ortodoncia fija y se completó el tratamiento con la fase de retención. Tras la finalización del tratamiento, la oclusión, la estética de la sonrisa y el perfil de los tejidos blandos mejoraron significativamente en respuesta al tratamiento ortopédico y ortodóncico. (3)

En un estudio retrospectivo Jang et al en 2023, investigaron el efecto y estabilidad a largo plazo de MF con anclaje de la pared nasal lateral en comparación con la MF convencional en pacientes clase III en crecimiento. Los efectos ortopédicos de MF anclada esqueléticamente en la protracción maxilar (SNA, CO-A, SN-Or) y la relación intermaxilar (ANB y AB-MP) fueron mayores que los de la protracción con MF convencional. El plano palatino tuvo una mayor rotación en sentido antihorario en el grupo MF con anclaje esquelético que en el grupo MF convencional después de la etapa pospuberal. En comparación con MF convencional, los efectos ortopédicos de MF anclada esqueléticamente fueron mayores en el área mediofacial (SN-Or) después de la etapa pospuberal. (100)

Matsumoto et al. En el 2020 utilizando EPR asistida con minitornillos más máscara facial para la corrección esquelética y dental en un paciente clase III con brote crecimiento pospuberal, demostraron que los clínicos tienen la capacidad de expandir y protraer el maxilar sin inclinar los molares superiores hacia vestibular y sin el riesgo de consecuencias periodontales desfavorables. (114) Lo que concuerda con Clemente et al. (2018), donde concluyeron que las terapias con anclaje esquelético producen una mayor protracción maxilar reduciendo los efectos dentales indeseables. (115)

En cuanto a la percepción del dolor y malestar, Miranda et al. En el 2022 concluyeron que no hay diferencia entre un ERP convencional y uno asistido por minitornillos, por lo tanto, este no debería ser un factor a considerar en la elección de tratamiento. (116)

Con la justificación de depender menos del paciente y eliminar los resultados indeseables como la rotación mandibular y los efectos dentarios, algunos autores han sustituido la expansión maxilar y la máscara facial por miniplacas de ortodoncia para anclaje esquelético asociadas a elásticos intermaxilares, y han obtenido resultados significativos en la protracción maxilar para el tratamiento de pacientes de clase III. (117)(118)

En la literatura se han propuesto dos protocolos de protracción maxilar anclados esqueléticamente. Una es aplicar elásticos intermaxilares de Clase III desde miniplacas infracigomáticas o minitornillos posteriores maxilares a miniplacas sinfisarias mandibulares. La otra es utilizar máscara facial con miniplacas/minitornillos maxilares. Sin embargo, Lin et al. Recomiendan utilizar una miniplaca infracigomática expuesta en la unión mucogingival distal a los primeros molares superiores. En esta ubicación, las miniplacas se pueden usar como anclaje directo para la distalización de los dientes superiores o anclaje indirecto para distalizar la dentición mandibular con elásticos intermaxilares de Clase III y que la línea de vector de fuerza desde las miniplacas hasta la máscara facial podría evitar la rotación maxilar no deseada. (119)

El gran inconveniente del protocolo BAMP propuesto por De Clerk, es la necesidad de realizar intervenciones quirúrgicas en los niños para insertar y retirar las miniplacas, lo que hace que los familiares se muestren reacios a aceptarlo.

La utilización de minitornillos en combinación con elásticos de clase III es otra alternativa para los casos en los que se presenta falta de cooperación de los pacientes con el uso de la máscara, o cuando existen factores psicosociales que afectan a los niños. También hay que considerar la facilidad de inserción de los minitornillos, el menor costo y la mayor comodidad para el paciente durante la cirugía, en comparación con las miniplacas. (117)

Varios estudios han presentado una técnica BAMP modificada mediante la sustitución de las placas de anclaje por minitornillos de ortodoncia, lo que se conoció como protracción maxilar anclada con minitornillos (MAMP). Kamel et al. en el 2023 tuvieron como objetivo en su estudio evaluar los efectos de la protracción maxilar anclada con minitornillos (MAMP) y compararlos con los cambios de crecimiento en un grupo de control no tratado en pacientes en crecimiento con maloclusión de Clase III. Los resultados revelaron que el protocolo MAMP puede aumentar efectivamente el crecimiento anterior del maxilar con control sagital sobre el crecimiento anterior de la mandíbula. El protocolo MAMP proporciona un buen control vertical, lo que lo convierte en una de las opciones de tratamiento en casos de pacientes hiperdivergentes. El perfil cóncavo de clase III mejoró debido al avance del labio superior y la restricción del tejido blando del mentón de la mandíbula. (1)

Ales de Souza et. Al en el año 2019, comparando el tratamiento convencional de EPR + MF con el tratamiento de cuatro minitornillos + elásticos de clase III, confirmó las ventajas que el anclaje esquelético con minitornillos puede ofrecer en el tratamiento de pacientes con deficiencia maxilar. Los resultados obtenidos en ambos grupos fueron similares, pero con un tiempo de tratamiento significativamente más corto que el requerido para los tratamientos con dispositivos extraorales. (117)

Almuzian et al. (2019) realizó un estudio prospectivo de una serie de casos con el objetivo de evaluar los efectos tridimensionales sobre el esqueleto y los tejidos blandos de pacientes clase III en crecimiento tratados con ERP asistido con minitornillos activado con protocolo Alt-RAMEC junto con elásticos de clase III anclándose en la arcada inferior a una barra lingual modificada (Figura 6). El análisis 3D de las exploraciones CBCT previas y posteriores al tratamiento fue cegado. El maxilar se protruyó significativamente, mientras que la mandíbula se redirigió significativamente hacia atrás. Los elásticos de

clase III combinados con el protocolo de activación Alt-RAMEC del EPR híbrido son un método de tratamiento eficaz para las maloclusiones de clase III. Se requiere un seguimiento a largo plazo y comparaciones con otras modalidades de tratamiento. (120)



Figura 6: A: Hyrax híbrido, B: Barra lingual modificada. (120)

Willmann et al. En el 2018 compararon los efectos esqueléticos y dentales de dos aparatos esqueléticos para protracción maxilar en pacientes de entre 11 y 17 años de edad, utilizaron en un grupo Hyrax híbrido en combinación con máscara (MF), y en el otro un Hyrax híbrido en combinación con miniplaca sinfisiaria y elásticos de clase III. Concluyendo que ambas opciones de tratamiento logran tasas comparables de protracción maxilar, sin efectos secundarios dentoalveolares. La miniplaca sinfisiaria se puede insertar antes de la erupción de los caninos mandibulares, lo que permite un inicio temprano del tratamiento de clase III. Se elimina la necesidad de utilizar máscara facial. Por tanto, puede ser una alternativa si los pacientes se niegan a usar mascarilla. El anclaje esquelético con placas sinfisiarias en la mandíbula proporciona un mayor control vertical y podría ser el tratamiento de elección en pacientes con ángulo alto. (121)

En el 2022 Tarraf et al., compararon los efectos esqueléticos y dentales de un expansor palatino híbrido con miniplacas mandibulares y elásticos de Clase III, con un expansor palatino rápido convencional y una máscara facial en el tratamiento ortopédico de pacientes Clase III en crecimiento. Los resultados medidos fueron los cambios en las mediciones cefalométricas esqueléticas y dentales sagitales y verticales. La maloclusión Clase III se corrigió en ambos grupos con cambios significativos. El avance maxilar fue significativamente mayor en el grupo con anclaje esquelético y el efecto retrusivo sobre la mandíbula fue similar en ambos grupos. El uso de anclaje esquelético redujo significativamente los efectos secundarios dentales en la dentición superior. (122) Tarraf obtuvo resultados similares a los de Willmann, excepto por una mayor rotación hacia atrás de la mandíbula cuando se usó la máscara facial. Sin embargo, la máscara facial, tiene la importante limitación de una menor aceptación por parte del paciente debido a la naturaleza extraoral molesta del aparato. (121)(122)

En un reporte de caso en 2019 Martínez-Smit et al. Concluyeron que utilizando elásticos de clase III combinados con el protocolo de activación Alt-RAMEC de un Hyrax híbrido junto con una miniplaca sinfisiaria y tratamiento con aparatos fijos de manera simultánea (Figura 7), ofrece varias ventajas sobre otros enfoques, como la aplicación directa de fuerzas a las estructuras esqueléticas, un mayor aflojamiento de las suturas circunmaxilares, no requiere de dispositivos extraorales, menor invasividad y menor duración del tratamiento. Los estudios futuros deberían comparar los efectos de este protocolo de tratamiento con los de un grupo de control equivalente y evaluar su estabilidad a largo plazo. (123)



Figura 7: Elásticos intermaxilares de clase III que se extienden desde un Hyrax híbrido a una miniplaca sinfisiaria, con tratamiento de aparatos fijos simultáneo. (123)

Garg et al. En el 2022, presentaron un análisis de elementos finitos, sobre la influencia de diferentes direcciones de fuerza de los elásticos Clase III con anclaje esquelético intrabucal sobre el complejo craneomaxilofacial. Los desplazamientos y rotaciones del complejo cigomáticomaxilar disminuyeron gradualmente con un aumento en el ángulo de aplicación de carga entre miniplacas de 10° a 30°. La mandíbula mostró un desplazamiento insignificante, con rotación en el sentido horario. (124)

En 2020, Cornelis et al. Realizaron una revisión sistemática con el objetivo de investigar la evidencia en la literatura sobre los efectos del tratamiento después del tratamiento con BAMP en pacientes en crecimiento. El nivel de evidencia disponible para respaldar el efecto de avance maxilar después de BAMP fue bajo. Las publicaciones que informaban resultados basados en muestras idénticas tendían a sugerir resultados demasiado positivos de BAMP. Las diferencias en la corrección sagital entre BAMP y la terapia tradicional con máscara facial fueron pequeñas y de importancia clínica cuestionable. Los resultados del seguimiento a largo plazo no están disponibles y, por lo tanto, son muy necesarios. (125) Lo anterior concuerda con Van Havele et. Al (2018), quienes concluyeron que, la protracción maxilar anclada al hueso sobre cuatro miniplacas es un método eficaz para corregir una relación de clase III, pero tiene menos efecto esquelético que lo informado anteriormente en la literatura. (126)

En una revisión bibliográfica realizada por Kamath et al. En el 2022, concluyó que la técnica de BAMP ha evolucionado a lo largo de los años y ha demostrado ser una modalidad terapéutica útil cuando se desea un mayor cambio esquelético. Investigaciones adicionales ayudarán a superar algunas de las limitaciones que enfrentan clínicamente. (127)

Wang et al en el 2022 en una revisión sistemática y metanálisis estudiaron la efectividad clínica de diferentes tipos de dispositivos de protracción maxilar anclados al hueso para la maloclusión esquelética de Clase III. En este estudio, las intervenciones que solo utilizaron anclaje óseo, como miniplacas o minitornillos, se clasificaron como el grupo de anclaje óseo, incluido el anclaje óseo con aparato de máscara facial y el anclaje óseo con protracción intermaxilar (elásticos de clase III). Las intervenciones que combinaron anclaje óseo con fijaciones o bandas se clasificaron como grupo de anclaje mixto, incluido

el anclaje mixto con máscara facial y el anclaje mixto con protracción intermaxilar. Concluyó que la protracción maxilar anclada en el hueso puede promover un mayor movimiento hacia adelante del maxilar y corregir mejor la relación intermaxilar de Clase III, además de mostrar menos rotación horaria de la mandíbula y proinclinación labial de los incisivos superiores. Los grupos anclados al hueso mostraron una rotación significativamente menor porque el anclaje óseo redujo el alargamiento de los molares superiores y la caída en el plano palatino posterior. Así, la altura de la cara inferior mostró un menor aumento. (4)

Entre las intervenciones de protracción maxilar el anclaje óseo con protracción intermaxilar produce el mejor efecto de tratamiento. La inclinación lingual de los incisivos mandibulares después de la protracción maxilar está relacionada principalmente con la compresión de la máscara facial. La protracción maxilar también podría promover el crecimiento hacia adelante del tercio medio de la cara y mejorar el perfil cóncavo de manera efectiva. (4)

En cuanto al uso de placas palatinas para protracción maxilar, Eom et al, en un análisis de elementos finitos publicado el 2018 concluyeron que con el abordaje extraoral de la placa palatina muestra una mayor eficiencia, y la expansión palatina junto con la fuerza de protracción en una placa palatina demostró poco beneficio adicional, ya que presentó un efecto mínimo sobre el movimiento hacia adelante del maxilar. Además, la placa palatina en conjunto con máscara facial mostró tener un mayor desplazamiento anterior que la máscara facial en conjunto con aparatos dentoalveolares híbridos y convencionales. (128)

Es mencionado por varios autores que el momento ideal para realizar tratamientos ortopédicos, cualquiera sea el enfoque, es en una etapa temprana, ya que al final de la adolescencia, los enfoques ortopédicos no son muy eficaces para el tratamiento de la deficiencia maxilar.

Piroozmand et al. En el 2021 mostraron una técnica mínimamente invasiva para el tratamiento ortopédico de una adolescente de 16 años con deficiencia maxilar leve a moderada, antes del cese del crecimiento. Se utilizó un enfoque no quirúrgico para

superar la resistencia contra el avance maxilar en combinación con fuerzas ortopédicas, la técnica consistía en una corticotomía circunvestibular seguida de un régimen de expansión rápida maxilar y aplicación de fuerzas extraorales con máscara facial. La discrepancia esquelética entre el maxilar y la mandíbula se corrigió principalmente debido a la protracción de la base del maxilar. Después de finalizar las fases de ortopedia y ortodoncia, el paciente fue seguido durante diez años. Los resultados dentales y esqueléticos inmediatamente después del tratamiento mostraron gran estabilidad a largo plazo. (129)

La necesidad de realizar intervenciones quirúrgicas para insertar las miniplacas hace que los familiares se muestren reacios a aceptar este tipo de tratamientos. La tecnología digital 3D ha sido ampliamente utilizada en el campo de la ortodoncia. Mejora en gran medida la precisión del diagnóstico y el tratamiento, y ofrece la posibilidad de un tratamiento individualizado.

En un reporte de caso el 2020 Liang et al. Describieron el uso exitoso de miniplacas personalizadas para anclaje durante la terapia con máscara facial en una adolescente con maloclusión esquelética de Clase III y deficiencia en la parte media de la cara. Los hallazgos de este caso indican que vale la pena promover la aplicación clínica de miniplacas personalizadas debido a ventajas como una incisión pequeña, puntos de inserción individualizados, un procedimiento quirúrgico sencillo y una duración quirúrgica corta. (130)

En un reporte de caso del año 2019, Gera et al, ilustraron un plan de tratamiento innovador para un paciente con maloclusión Clase III. El plan combinaba la versatilidad del diseño asistido por ordenador y la tecnología de fabricación con minitornillos (Figura 8). La estructura metálica maxilar y mandibular totalmente personalizada anclada a 4 minitornillos se diseñó y construyó digitalmente para un paciente en crecimiento con hipoplasia de la parte media de la cara y una maloclusión esquelética de Clase III. El paciente usó elásticos de Clase III entre los ganchos de las estructuras maxilar y mandibular durante todo el tiempo durante 10 meses. Se obtuvo una sobrecorrección con efectos secundarios dentales limitados y se logró una mejora significativa del perfil. (131)

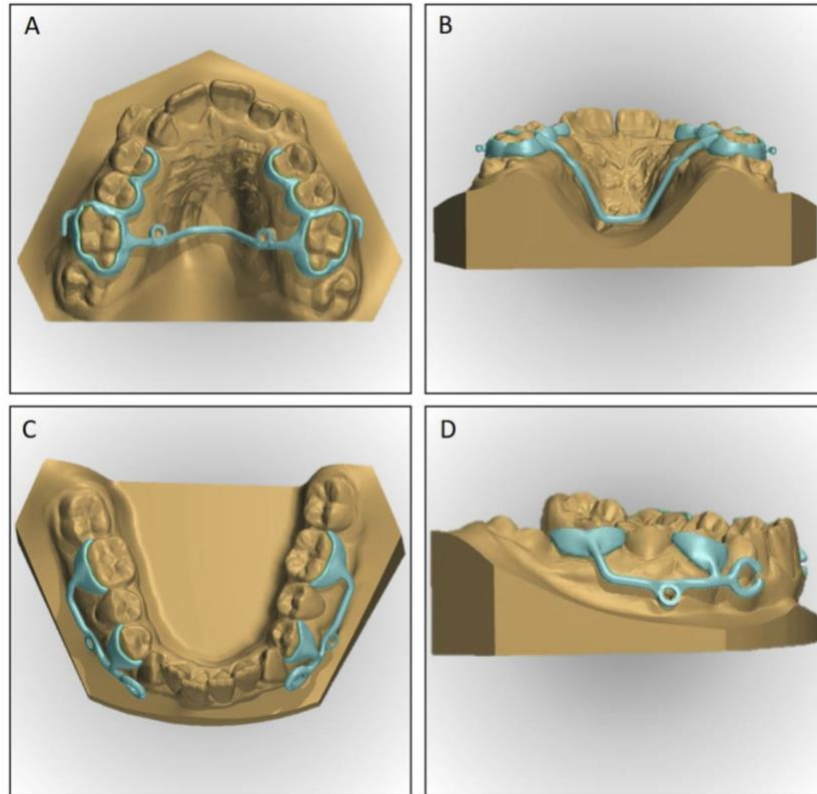


Figura 8: Aparato diseñado mediante software. A y B, diseño del aparato maxilar; C y D, diseños del aparato mandibular. (131)

Hodereck et al. en el 2023, informaron de un tratamiento similar al utilizado por Gera el 2019. Utilizaron en un paciente en dentición mixta Clase III esquelética moderada una terapia esquelética combinada de Clase III que consistía en un Hyrax híbrido en el maxilar y el novedoso aparato de anclaje interradicular mandibular (MIRA) (Figura 9), para mejorar el anclaje esquelético en la mandíbula. Este aparato se obtuvo mediante el proceso de diseño y fabricación asistidos por computadora, el anclaje esquelético se logró mediante un minitornillo en cada cuadrante colocado en posición paramediana. (2)

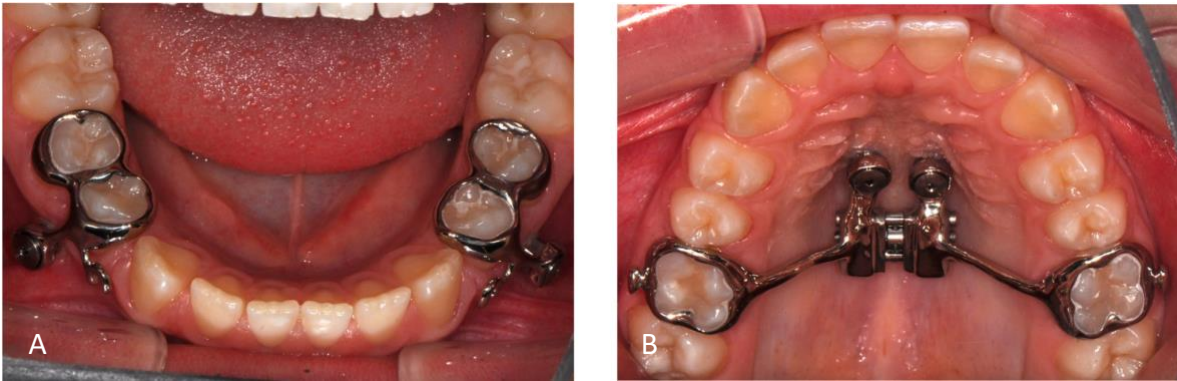


Figura 9: A, imagen intraoral del aparato MIRA (aparato de anclaje interradicular mandibular); B, imagen intraoral de un Hyrax híbrido. (2)

El aparato MIRA demostró una mejoría esquelética de Clase III en un paciente adolescente que se encontraba en el pick de crecimiento al momento del tratamiento. La duración del tratamiento fue de siete meses. La evaluación cefalométrica antes y después del tratamiento mostró una mejoría en la relación basal, con un mejoría en el valor de Wits y ANB. Además, hubo un cambio en los ejes de los dientes anteriores. Se observó proinclinación de los dientes anteriores en el maxilar y la mandíbula, lo que también se manifestó clínicamente en la formación de diastemas. Debido a la baja restricción de la estética orofacial y la simplicidad de la aplicación de los elásticos Clase III, el paciente mostró un alto grado de adherencia. (2)

En situaciones anatómicamente difíciles, en las que sólo se puede colocar un tornillo por cuadrante, es de esperar el riesgo de efectos secundarios dentales, ya que el aparato MIRA en esta configuración no proporciona suficiente protección contra la rotación. Por tanto, los autores recomiendan una configuración con dos tornillos por cuadrante, si es posible, contrario al concepto presentado por Gera et al. y como en el informe del caso antes presentado. (131)

Estos aparatos customizados con anclajes esqueléticos indirectos siguen el principio de protracción maxilar anclada esqueléticamente e inhibición del crecimiento mandibular según De Clerck y se espera que sea menos invasivo y más adecuado para uso práctico. La menor invasividad se logra colocando minitornillos en el maxilar en la zona T y en la mandíbula interradicularmente en la región de los premolares bajo anestesia local. (2)

En el contexto del tratamiento en pacientes con dentición mixta de segunda fase, los aparatos de Clase III anclados esqueléticamente parecen ser estadísticamente ventajosos sobre los aparatos puramente con soporte dental porque se aplica una fuerza ligera y continua directamente al hueso de la mandíbula, lo que resulta en una mayor resistencia esquelética. (2)

La protracción maxilar con aparatos customizados con anclajes esqueléticos indirectos parecen ser una opción de tratamiento válida y específica para cada paciente con maloclusión esquelética de Clase III en crecimiento. La tecnología 3D permite un flujo de trabajo simplificado con mayor eficiencia. Este enfoque de tratamiento parece ofrecer las mismas ventajas de la protracción maxilar anclada al hueso con miniplacas, pero con la invasividad quirúrgica baja de la colocación de minitornillos. (2)(131) Sin embargo, este tipo de tratamiento solo está documentado como reporte de caso, y estos resultados prometedores aún deben evaluarse en detalle en un estudio clínico.

CONCLUSIÓN

El mejor momento para el inicio del tratamiento de las maloclusiones de Clase III es en la fase temprana de la dentición, con el objetivo de interceptar lo antes posible los factores ambientales, genéticos, y epigenéticos que suelen estar implicados en la etiología de esta maloclusión, permitiendo que este tratamiento sea más eficaz.

El tratante debe intentar hacer comprender a los padres la importancia del tratamiento temprano, ya que con un buen cumplimiento de la tríada ortodoncista-padre-hijo se pueden lograr mejores resultados.

La elección de la técnica de protracción maxilar en pacientes clase III y/o con hipoplasia maxilar depende de la severidad del caso, la edad del paciente, la gravedad y la colaboración esperada. Cuando la maloclusión es producida por una falta de desarrollo del maxilar superior se tienen varias alternativas para su corrección sobre todo cuando los pacientes se encuentran en edades tempranas, ya sea al final de la dentición temporal o inicio de la dentición mixta.

Las intervenciones de protracción maxilar con anclaje óseo en combinación con elásticos de clase III han demostrado mejores resultados de tratamiento. Sin embargo, en pacientes en etapas de crecimiento más tempranas no se justificaría el uso de anclaje esquelético, ya que no hay diferencias clínicamente significativas con respecto a la terapia convencional con máscara facial. La necesidad de realizar intervenciones quirúrgicas para insertar las miniplacas hace que los familiares se muestren reacios a aceptar este tipo de tratamientos.

En presencia de pacientes hiperdivergente, el tratamiento a elección corresponde al anclaje esquelético, ya que presentan menor rotación antihoraria del plano palatino y con ello un menor aumento de la dimensión vertical anterior. Los autores concuerdan que las terapias con anclaje esquelético reducen los efectos dentales indeseables, en comparación con la terapia de máscara facial convencional.

En cuanto a la percepción del dolor y malestar se demostró que no existen diferencias significativas entre realizar un tratamiento de Expansión rápida palatina convencional y

uno asistido por minitornillos, por lo que no debería ser un factor a considerar en la elección del tratamiento de una maloclusión clase III cuando sea el caso.

La protracción maxilar con aparatos personalizados son una opción de tratamiento válida e individualizada para cada paciente con maloclusión esquelética de Clase III en crecimiento. El flujo 3D permite un trabajo simplificado con mayor eficiencia, esto no solo mejora la calidad del diagnóstico y planificación, sino que también podría contribuir a resultados de tratamiento más predecibles, personalizados y de mayor confort para el paciente.

Aun cuando el uso de una técnica mínimamente invasiva con corticotomía circunvestibular, para superar la resistencia contra el avance maxilar en adolescentes con deficiencia maxilar antes del cese de crecimiento, resulta ser muy eficaz y estable a largo plazo, se recomiendan más series de casos y estudios prospectivos para revelar información más precisa sobre este enfoque de tratamiento.

Independientemente de la técnica de elección, la literatura ha demostrado que los tratamientos de protracción maxilar son eficaces a corto plazo para corregir la hipoplasia maxilar en pacientes en crecimiento. No existe a la fecha una revisión sistemática ni un metaanálisis sobre la evaluación a largo plazo del resultado del tratamiento ortopédico en pacientes en crecimiento con clase esquelética III. Por lo tanto, se necesitan más estudios clínicos aleatorios a largo plazo y estudios observacionales de alta calidad para evaluar más a fondo los efectos sobre los cambios esqueléticos maxilares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kamel AM, Tarraf NE, Fouda AM, Hafez AM, El-Bialy A, Wilmes B. Dentofacial effects of miniscrew-anchored maxillary protraction on prepubertal children with maxillary deficiency: a randomized controlled trial. *Prog Orthod*. 2023 Dec 1;24(1).
2. Hodecker LD, Kühle R, Weichel F, Roser CJ, Lux CJ, Bauer CAJ. Concept for the Treatment of Class III Anomalies with a Skeletally Anchored Appliance Fabricated in the CAD/CAM Process—The MIRA Appliance. *Bioengineering*. 2023 May 19;10(5):616.
3. Büyükçavuş MH, Sari ÖF, Findik Y. Correction of late adolescent skeletal Class III using the Alt-RAMEC protocol and skeletal anchorage. *Korean J Orthod*. 2023;53(1):54–64.
4. Wang J, Yang Y, Wang Y, Zhang L, Ji W, Hong Z, et al. Clinical effectiveness of different types of bone-anchored maxillary protraction devices for skeletal Class III malocclusion: Systematic review and network meta-analysis. *Korean J Orthod*. 2022 Sep 1;52(5):313–23.
5. Salagnac JM, Delaire J. [Prediction of growth and dento-facial orthopedics. Importance and accuracy of superposition]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2002 Sep;103(4):221–32.
6. Toffol L De, Pavoni C, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Orthopedic Treatment Outcomes in Class III Malocclusion. *Angle Orthod*. 2008 May 1;78(3):561–73.
7. Guyer EC, Ellis EE, McNamara JA, Behrents RG. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod*. 1986 Jan;56(1):7–30.
8. Ngan P, Moon W. Evolution of Class III treatment in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015 Jul;148(1):22–36.
9. Noble J, Karaiskos N, Wiltshire WA. Diagnosis and clinical management of patients with skeletal Class III dysplasia. *Gen Dent*. 2007;55(6):543–7.
10. Zere E, Chaudhari PK, Saran J, Dhingra K, Tiwari N. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2018 Jun;Volume 10:99–116.

11. M. Otero L, Ann Morford L, Falcão-Alencar G, K. Hartsfield J. Family History and Genetics of Mandibular Prognathism. In: M. Otero L, Ann Morford L, Falcão-Alencar G, K. Hartsfield J, editors. *Orthodontic Treatment of Class III Malocclusion*. BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS; 2014. p. 3–24.
12. Mossey PA. The Heritability of Malocclusion: Part 2. The Influence of Genetics in Malocclusion. *Br J Orthod*. 1999 Sep 16;26(3):195–203.
13. Cruz RM, Krieger H, Ferreira R, Mah J, Hartsfield J, Oliveira S. Major gene and multifactorial inheritance of mandibular prognathism. *Am J Med Genet A*. 2008 Jan 19;146A(1):71–7.
14. Rakosi T, Schilli W. Class III anomalies: a coordinated approach to skeletal, dental, and soft tissue problems. *J Oral Surg*. 1981 Nov;39(11):860–70.
15. De Clerck HJ, Proffit WR. Growth modification of the face: A current perspective with emphasis on Class III treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015 Jul;148(1):37–46.
16. Chatzoudi MI, Ioannidou-Marathiotou I, Papadopoulos MA. Clinical effectiveness of chin cup treatment for the management of Class III malocclusion in pre-pubertal patients: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod*. 2014 Dec 2;15(1):62.
17. Enlow DH, Dale JG. Crescimento e desenvolvimento facial na infância. In: *Histologia Bucal*. 5a ed. Rio de Janeiro; 2001. p. 393–432.
18. Latham RA. The development, structure and growth pattern of the human mid-palatal suture. *J Anat*. 1971 Jan;108(Pt 1):31–41.
19. Ferguson MWJ. *Developmental Mechanisms in Normal and Abnormal Palate Formation with Particular Reference to the Aetiology, Pathogenesis and Prevention of Cleft Palate*. *Br J Orthod*. 1981 Jul 5;8(3):115–37.
20. Shepherd WM, McCarthy MD. Observations on the appearance and ossification of the premaxilla and maxilla in the human embryo. *Anat Rec*. 1955 Jan 3;121(1):13–28.
21. Samir E. Bishara. *Textbook of Orthodontics*. St. Louis; 2000.
22. Graber TM. *Ortodoncia: Teoria y practica Orthodontics: Principles and practice*. 3a ed. México: Nueva Editorial Mexicana; 1974.

23. Suzuki H, Previdente L, Suzuki S, Garcez A, Consolaro A. Expansão rápida da maxila assistida com mini-implantes MARPE: em busca de um movimento ortopédico puro. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*. 2016;15(2):100–8.
24. Barteczko K, Jacob M. A re-evaluation of the premaxillary bone in humans. *Anat Embryol (Berl)*. 2004 Mar 1;207(6):417–37.
25. Lisson JA, Kjær I. Location of Alveolar Clefts Relative to the Incisive Fissure. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 1997 Jul 15;34(4):292–6.
26. Noback CR, Moss ML. The topology of the human premaxillary bone. *Am J Phys Anthropol*. 1953 Jun 7;11(2):181–8.
27. Escobar Muñoz F. *Odontología pediátrica*. 2nd ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, editor. 2004.
28. Petrovic AG, Stutzmann JJ. Reactive capacity of animal and human condylar cartilage at the cellular and molecular levels in the light of a cybernetic concept of facial growth. *Fortschr Kieferorthop*. 1988 Sep;49(5):405–25.
29. Rabie ABM, Hägg U. Factors regulating mandibular condylar growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002 Oct;122(4):401–9.
30. Fariña RA, Becar M, Plaza C, Espinoza I, Franco ME. Correlation Between Single Photon Emission Computed Tomography, AgNOR Count, and Histomorphologic Features in Patients With Active Mandibular Condylar Hyperplasia. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011 Feb;69(2):356–61.
31. Shen G. The role of type X collagen in facilitating and regulating endochondral ossification of articular cartilage. *Orthod Craniofac Res*. 2005 Feb 24;8(1):11–7.
32. Rabie ABM, Al-Kalaly A. Does the degree of advancement during functional appliance therapy matter? *The European Journal of Orthodontics*. 2008 Jun 1;30(3):274–82.
33. Yu S, Sun L, Liu L, Jiao K, Wang M. Differential expression of IGF1, IGFR1 and IGFBP3 in mandibular condylar cartilage between male and female rats applied with malocclusion. *J Oral Rehabil*. 2012 Oct;39(10):727–36.
34. Chen J, Kamiya Y, Polur I, Xu M, Choi T, Kalajzic Z, et al. Estrogen via estrogen receptor beta partially inhibits mandibular condylar cartilage growth. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014 Nov;22(11):1861–8.

35. Rabie ABM, Tang GH, Hägg U. Cbfa1 couples chondrocytes maturation and endochondral ossification in rat mandibular condylar cartilage. *Arch Oral Biol.* 2004 Feb;49(2):109–18.
36. Ye R, Li Y, Li X, Li J, Wang J, Zhao S, et al. Occlusal plane canting reduction accompanies mandibular counterclockwise rotation in camouflaging treatment of hyperdivergent skeletal Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2013 Sep 1;83(5):758–65.
37. Li J le, Kau CH, Wang M. Changes of occlusal plane inclination after orthodontic treatment in different dentoskeletal frames. *Prog Orthod.* 2014 Dec 25;15(1):41.
38. Ng AF, S. Factors regulating condylar cartilage growth under repeated load application. *Frontiers in Bioscience.* 2006;11(1):949.
39. Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *The European Journal of Orthodontics.* 1983 Feb 1;5(1):1–46.
40. Lavergne J, Gasson N. The influence of jaw rotation on the morphogenesis of malocclusion. *Am J Orthod.* 1978 Jun;73(6):658–66.
41. Hardy DK, Cubas YP, Orellana MF. Prevalence of angle class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Open J Epidemiol.* 2012;02(04):75–82.
42. Silva RG, Kang DS. Prevalence of malocclusion among Latino adolescents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2001 Mar;119(3):313–5.
43. Prabhat KC, Sandhya M, Verma Sanjeev K, Mohd T, Zahid Syed N. Modified fixed nanobite tandem appliance for rapid correction of developing Class III malocclusion. *Orthodontics (Chic).* 2013;14(1):e178–85.
44. Thilander B, Myrberg N. The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. *Scand J Dent Res.* 1973;81(1):12–21.
45. Proffit WR, Fields HW, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998;13(2):97–106.
46. Toms AP. Class III Malocclusion: A Cephalometric Study of Saudi Arabians. *Br J Orthod.* 1989 Aug 5;16(3):201–6.

47. Fernandez C, Lipari M, Calderón N, Ramos J. Estudio descriptivo de características dentomaxilares y de evaluación morfofuncional orofacial en niños entre 7 y 13 años. Repositorio de tesis Universidad de Chile; 2015.
48. Burgos D. Prevalencia de Maloclusiones en Niños y Adolescentes de 6 a 15 Años en Frutillar, Chile. *International journal of odontostomatology*. 2014 Apr;8(1):13–9.
49. Angle EH. Classification of Malocclusion. *Dental Cosmos*. 1899;41:248–64.
50. Sugawara J. Clinical practice guidelines for developing Class III malocclusion. In: Nanda R., editor. *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 2005. p. 211–42.
51. Tweed CH. *Clinical Orthodontics*. St Louis: Mosby; 1966:715–726.
52. Moyers RE. *Handbook of orthodontics*. 4th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1988. p. 410-5.
53. Sanborn RT. Differences Between the Facial Skeletal Patterns Of Class III Malocclusion and Normal Occlusion. *Angle Orthod* . 1955;25(4):208–22.
54. Williams S, Andersen Aarhus CE. The morphology of the potential Class III skeletal pattern in the growing child. *Am J Orthod*. 1986 Apr;89(4):302–11.
55. Ngan P, Hägg U, Yiu C, Merwin D, Wei SH. Cephalometric comparisons of Chinese and Caucasian surgical Class III patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1997;12(3):177–88.
56. Hidaka O, Adachi S, Takada K. The difference in condylar position between centric relation and centric occlusion in pretreatment Japanese orthodontic patients. *Angle Orthod*. 2002 Aug;72(4):295–301.
57. Rabie ABM, Gu Y. Diagnostic criteria for pseudo–Class III malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000 Jan;117(1):1–9.
58. Ngan P, Hu AM, Fields HW. Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites. *Pediatr Dent*. 1997;19(6):386–95.
59. Stellzig-Eisenhauer A, Lux CJ, Schuster G. Treatment decision in adult patients with Class III malocclusion: Orthodontic therapy or orthognathic surgery? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002 Jul;122(1):27–37.
60. Ngan P. Early treatment of Class III malocclusion: Is it worth the burden? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006 Apr;129(4):S82–5.

61. Ngan P, Wei SHY. Early treatment of Class III patients to improve facial aesthetics and predict future growth. . Hong Kong Dental Journal. 2004;24–30.
62. Turpin DL. Good time for discussion of early treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2000 Sep;118(3):247.
63. Mitani H, Sato K, Sugawara J. Growth of mandibular prognathism after pubertal growth peak. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1993 Oct;104(4):330–6.
64. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment. Early or late? Angle Orthod. 1983 Jul;53(3):175–91.
65. Westwood PV, McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2003 Mar;123(3):306–20.
66. Ngan PW, Hagg U, Yiu C, Wei SHY. Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. Semin Orthod. 1997 Dec;3(4):255–64.
67. Ryu HK, Chong HJ, An KY, Kang KH. Short-term and long-term treatment outcomes with Class III activator. Korean J Orthod. 2015 Sep;45(5):226–35.
68. Choi YJ, Chang JE, Chung CJ, Tahk JH, Kim KH. Prediction of long-term success of orthopedic treatment in skeletal Class III malocclusions. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2017 Aug;152(2):193–203.
69. Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. Am J Orthod. 1969 Jun;55(6):585–99.
70. Moon YM, Ahn SJ, Chang YI. Cephalometric predictors of long-term stability in the early treatment of Class III malocclusion. Angle Orthod. 2005 Sep;75(5):747–53.
71. Wolfe SM, Araujo E, Behrents RG, Buschang PH. Craniofacial growth of Class III subjects six to sixteen years of age. Angle Orthod. 2011 Mar;81(2):211–6.
72. Yoshida I, Yamaguchi N, Mizoguchi I. Prediction of post-treatment outcome after combined treatment with maxillary protraction and chin cap appliances. Eur J Orthod. 2006 Feb 1;28(1):89–96.

73. Hagg U. Long-term follow-up of early treatment with reverse headgear. *The European Journal of Orthodontics*. 2003 Feb 1;25(1):95–102.
74. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Growth in the Untreated Class III Subject. *Semin Orthod*. 2007 Sep;13(3):130–42.
75. Zionis Alexander AE, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. Semilongitudinal cephalometric study of craniofacial growth in untreated Class III malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009 Jun;135(6):1–14.
76. Georgalis K, Woods MG. A study of Class III treatment: orthodontic camouflage vs orthognathic surgery. *Aust Orthod J*. 2015 Nov;31(2):138–48.
77. Lee CH, Park HH, Seo BM, Lee SJ. Modern trends in Class III orthognathic treatment: A time series analysis. *Angle Orthod*. 2016 Dec;
78. Mandall N, Cousley R, DiBiase A, Dyer F, Littlewood S, Mattick R, et al. Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery: a multi-centre, two-arm parallel randomized, controlled trial. *J Orthod*. 2016 Jul 2;43(3):164–75.
79. Kanas R, Carapezza L, Kanas S. Treatment Classification of Class III Malocclusion. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2008 Dec 1;33(2):175–86.
80. Baccetti T. A retrospective comparison of functional appliance treatment of Class III malocclusions in the deciduous and mixed dentitions. *The European Journal of Orthodontics*. 1998 Jun 1;20(3):309–17.
81. Rongo R, D'Antò V, Bucci R, Polito I, Martina R, Michelotti A. Skeletal and dental effects of Class III orthopaedic treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2017 Jul 30;44(7):545–62.
82. Montinaro F, Nucci L, Carfora M, d'Apuzzo F, Franchi L, Perillo L. Modified SEC III protocol: vertical control related to patients' compliance with the chin cup. *Eur J Orthod*. 2021 Jan 29;43(1):80–5.
83. Ngan P, Wilmes B, Drescher D, Martin C, Weaver B, Gunel E. Comparison of two maxillary protraction protocols: tooth-borne versus bone-anchored protraction facemask treatment. *Prog Orthod*. 2015 Dec 25;16(1):26.

84. De Clerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Nov;138(5):577–81.
85. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2000 Oct;118(4):404–13.
86. Smyth RSD, Ryan FS. Early treatment of class III malocclusion with facemask. *Evid Based Dent.* 2017 Dec 22;18(4):107–8.
87. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2004 Nov;126(5):555–68.
88. Nartallo-Turley PE, Turley PK. Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 1998 Jun;68(3):217–24.
89. Foersch M, Jacobs C, Wriedt S, Hechtner M, Wehrbein H. Effectiveness of maxillary protraction using facemask with or without maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2015 Jul 19;19(6):1181–92.
90. Hino CT, Cevidanes LHS, Nguyen TT, De Clerck HJ, Franchi L, McNamara Jr JA. Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchored maxillary protraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2013 Nov;144(5):705–14.
91. Liou EJW. Effective maxillary orthopedic protraction for growing Class III patients: a clinical application simulates distraction osteogenesis. *Prog Orthod.* 2005;6(2):154–71.
92. Fischer B, Masucci C, Ruellas A, Cevidanes L, Giuntini V, Nieri M, et al. Three-dimensional evaluation of the maxillary effects of two orthopaedic protocols for the treatment of Class <scp>III</scp> malocclusion: A prospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2018 Nov 7;21(4):248–57.

93. Maino GB, Cremonini F, Maino G, Paoletto E, De Maio M, Spedicato GA, et al. Long-term skeletal and dentoalveolar effects of hybrid rapid maxillary expansion and facemask treatment in growing skeletal Class III patients: a retrospective follow-up study. *Prog Orthod*. 2022 Dec 1;23(1).
94. De Clerck HJ, Cornelis MA, Cevidanes LH, Heymann GC, Tulloch CJF. Orthopedic Traction of the Maxilla With Miniplates: A New Perspective for Treatment of Midface Deficiency. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009 Oct;67(10):2123–9.
95. Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA, Heymann G, de Paula LK, De Clerck H. Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011 Dec;140(6):790–8.
96. Cornelis MA, Scheffler NR, Mahy P, Siciliano S, De Clerck HJ, Tulloch JFC. Modified Miniplates for Temporary Skeletal Anchorage in Orthodontics: Placement and Removal Surgeries. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008 Jul;66(7):1439–45.
97. Fakharian M, Bardideh E, Abtahi M. Skeletal class iii malocclusion treatment using mandibular and maxillary skeletal anchorage and intermaxillary elastics: A case report. *Dental Press J Orthod*. 2019 Sep 1;24(5):52–9.
98. De Clerck H, Nguyen T, de Paula LK, Cevidanes L. Three-dimensional assessment of mandibular and glenoid fossa changes after bone-anchored Class III intermaxillary traction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012 Jul;142(1):25–31.
99. Nguyen T, Cevidanes L, Paniagua B, Zhu H, Koerich L, De Clerck H. Use of shape correspondence analysis to quantify skeletal changes associated with bone-anchored Class III correction. *Angle Orthod*. 2014 Mar 1;84(2):329–36.
100. Jang JW, Lee MH, Chung DH, Lee JW, Lee SM, Koh SD, et al. Long-term effects of lateral nasal wall anchored facemasks compared with tooth-borne facemasks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2023 Oct 1;164(4):584–92.

101. Franchi L, Vichi A, Marti P, Lampus F, Guercio S, Recupero A, et al. 3D Printed Customized Facemask for Maxillary Protraction in the Early Treatment of a Class III Malocclusion: Proof-of-Concept Clinical Case. *Materials*. 2022 Jun 1;15(11).
102. Kim M, Li J, Kim S, Kim W, Kim SH, Lee SM, et al. Individualized 3D-Printed Bone-Anchored Maxillary Protraction Device for Growth Modification in Skeletal Class III Malocclusion. *J Pers Med*. 2021 Oct 26;11(11):1087.
103. Wilmes B, Drescher D. CAD-CAM Workflows for Palatal TAD Anchored Appliances. *Semin Orthod*. 2023 Mar;29(1):51–9.
104. Jha AK, Chandra S. Early management of class iii malocclusion in mixed dentition. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021 Mar 1;14(2):331–4.
105. Vaida LL, Moca AE, Negruțiu BM, Precup AI, Bumbu BA, Scrobotă I, et al. Correction of Class III malocclusions through morphological changes of the maxilla using the protraction face mask by three different therapeutic approaches. *Rom J Morphol Embryol*. 2019;60(2):605–15.
106. Lee WC, Shieh YS, Liao YF, Lee CH, Huang CS. Long-term maxillary anteroposterior changes following maxillary protraction with or without expansion: A meta-analysis and meta-regression. *PLoS One*. 2021 Feb 1;16(2 February).
107. Lee NK, Kim SH, Park JH, Son DW, Choi TH. Comparison of treatment effects between two types of facemasks in early Class III patients. *Clin Exp Dent Res*. 2023 Feb 1;9(1):212–8.
108. Quinzi V, Salvati SE, Pisaneschi A, Palermiti M, Marzo G. Class III malocclusions in deciduous or early mixed dentition: an early orthopaedic treatment. *Eur J Paediatr Dent*. 2023;24(1):42–4.
109. Lee WC, Shieh YS, Liao YF, Lee CH, Huang CS. Long-term maxillary three dimensional changes following maxillary protraction with or without expansion: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Sci*. 2021 Jan 1;16(1):168–77.
110. James J, Sundareswaran S, Davis S. Effect of adding daytime Class III Elastics to the alternate rapid maxillary expansion-constriction and reverse headgear therapy - A randomized clinical trial. *J Orthod Sci*. 2020;9(1):13.
111. Seiryu M, Ida H, Mayama A, Sasaki S, Sasaki S, Deguchi T, et al. A comparative assessment of orthodontic treatment outcomes of mild skeletal Class III

- malocclusion between facemask and facemask in combination with a miniscrew for anchorage in growing patients: A single-center, prospective randomized controlled trial. *Angle Orthodontist*. 2020;90(1):3–12.
112. Rota E, Ferrari M, Maddalone M. Dentofacial Effects of Modified Alt-RAMEC Protocol Combined with the Facial Mask for Treatment of Preadolescent Caucasian Class III Patients. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019 May 1;12(3):222–8.
 113. Parayaruthottam P, Antony V, Francis P, Roshan G. A retrospective evaluation of conventional rapid maxillary expansion versus alternate rapid maxillary expansion and constriction protocol combined with protraction headgear in the management of developing skeletal Class III malocclusion. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2018 Jul 1;8(4):320–6.
 114. Matsumoto K, Tanna N. Maxillary protraction and vertical control utilizing skeletal anchorage for midfacial-maxillary deficiency. *Dental Press J Orthod*. 2021;26(6).
 115. Clemente R, Contardo L, Greco C, Di Lenarda R, Perinetti G. Class III Treatment with Skeletal and Dental Anchorage: A Review of Comparative Effects. Vol. 2018, BioMed Research International. Hindawi Limited; 2018.
 116. Miranda F, Parra LD, Bastos JC da C, Santos AM dos, Silva I de S, Quevedo B, et al. Pain and discomfort perception during miniscrew-anchored maxillary protraction: secondary data analysis of a randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2023 May 1;93(3):313–9.
 117. de Souza RA, Rino Neto J, de Paiva JB. Maxillary protraction with rapid maxillary expansion and facemask versus skeletal anchorage with mini-implants in class III patients: a non-randomized clinical trial. *Prog Orthod*. 2019 Dec 1;20(1).
 118. Durán F, Hormazábal F, Toledo ; Ximena, Chang RH, González N, Sciaraffia P. A General and Updated Description of Miniplates and Miniscrews. Dentoalveolar and Skeletal Effects. Vol. 14, *Int. J. Odontostomat*. 2020.
 119. Lin HY, Yang H, Lai EHH, Lin SY, Chang JZC. Three-phase treatment concept for skeletal Class III growing patients with severe space deficiency: A report of three cases with skeletally anchored maxillary protraction. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2020 Apr 1;119(4):869–78.

120. Almuzian M, Almkhtar A, Ulhaq A, Alharbi F, Darendeliler MA. 3D effects of a bone-anchored intra-oral protraction in treating class III growing patient: a pilot study. *Prog Orthod.* 2019 Dec 1;20(1).
121. Willmann JH, Nienkemper M, Tarraf NE, Wilmes B, Drescher D. Early Class III treatment with Hybrid-Hyrax – Facemask in comparison to Hybrid-Hyrax-Mentoplate – skeletal and dental outcomes. *Prog Orthod.* 2018 Dec 1;19(1).
122. Tarraf NE, Dalci O, Dalci K, Altug AT, Darendeliler MA. A retrospective comparison of two protocols for correction of skeletal Class III malocclusion in prepubertal children: hybrid hyrax expander with mandibular miniplates and rapid maxillary expansion with face mask. *Prog Orthod.* 2023 Dec 1;24(1).
123. Martínez-Smit R, Aristizabal JF, Filho VAP. Correction of class III malocclusion with alternate rapid maxillary expansions and constrictions using a hybrid hyrax-mandibular miniplate combination and simultaneous orthodontic treatment: A case report. *Korean J Orthod.* 2019 Sep 1;49(5):338–46.
124. Garg D, Rai P, Tripathi T, Kanase A. Effects of different force directions of intra-oral skeletally anchored maxillary protraction on craniomaxillofacial complex, in Class III malocclusion: a 3D finite element analysis. *Dental Press J Orthod.* 2022;27(5).
125. Cornelis MA, Tepedino M, Riis NDV, Niu X, Cattaneo PM. Treatment effect of bone-anchored maxillary protraction in growing patients compared to controls: A systematic review with meta-Analysis. Vol. 43, *European Journal of Orthodontics.* Oxford University Press; 2021. p. 51–68.
126. Van Hevele J, Nout E, Claeys T, Meyns J, Scheerlinck J, Politis C. Bone-anchored maxillary protraction to correct a class III skeletal relationship: A multicenter retrospective analysis of 218 patients. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* 2018 Oct 1;46(10):1800–6.
127. Kamath A, Sudhakar SS, Kannan G, Rai K, Athul SB. Bone-anchored maxillary protraction (BAMP): A review. Vol. 11, *Journal of Orthodontic Science.* Wolters Kluwer Medknow Publications; 2022. p. 8.
128. Eom J, Bayome M, Park JH, Lim HJ, Kook YA, Han SH. Displacement and stress distribution of the maxillofacial complex during maxillary protraction using palatal

- plates: A three-dimensional finite element analysis. *Korean J Orthod.* 2018 Sep 1;48(5):304–15.
129. Piroozmand F, Shirazi M, Salari B, Zarnegar H. Combining Circumvestibular Corticotomy with Maxillary Protraction as a Conservative Approach to Treatment in an Adolescent with Maxillary Deficiency: A Case Report with Long Term Follow-up. *Front Dent [Internet]*. 2021;19–28. Available from: www.onlinedoctranslator.com
130. Liang S, Xie X, Wang F, Chang Q, Wang H, Bai Y. Maxillary protraction using customized mini-plates for anchorage in an adolescent girl with skeletal class iii malocclusion. *Korean J Orthod.* 2020;50(5):346–55.
131. Gera S, Cattaneo PM, Hartig LE, Cornelis MA. Computer-aided design and manufacturing of bone- and tooth-borne maxillary protraction with miniscrews and Class III elastics: Can we contemporize Class III treatments in growing patients? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2021 Jan 1;159(1):125–32.