

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR**

TÍTULO DEL TRABAJO
"PROTRACCIÓN MAXILAR EN ORTODONCIA"

AUTOR:

Mg. C.D. Jhonatan Simón Churata Quispe

ORIENTADOR:

Mg. C.D. Rolando Alarcón Olivera
Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

LIMA – PERÚ
2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que me apoyaron anímicamente desde niño hasta mi madurez.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los docentes de la UIGV por su apoyo durante mi formación profesional, tanto durante la carrera profesional de odontología como de la especialidad.

PROTRACCIÓN MAXILAR EN ORTODONCIA.

ÍNDICE

	Pág.
Figura 1	11
Figura 2	11
Figura 3	11
Figura 4	13
Figura 5	14
Figura 6	15
Figura 7	19
Figura 8	20
Figura 9	21
Figura 10	23
Figura 11	26
Figura 12	29

ÍNDICE

Resumen	Pág. 7
Abstract	8
Introducción	9
Desarrollo del tema	10
Conclusiones	33
 BIBLIOGRAFÍA	 34

RESUMEN

Introducción: El manejo de la relación esquelética de clase III, y la necesidad de realizar la protracción maxilar según sea el caso, exige la necesidad de conocer diversos pasos para dar un tratamiento con buen pronóstico. Este estudio tiene como objetivo describir las diferentes alternativas de tratamiento para la protracción maxilar.

Métodos: Se realizó la búsqueda de literatura de estudios clínicos que realizaran la protracción maxilar, con diversos métodos con o sin el uso de la máscara facial.

Resultados: Se encontró que el uso de la máscara facial; la expansión rápida maxilar con o sin el anclaje esquelético; uso de minotornillos infracigomaticos; miniplacas; corticotomias; y cirugía Lefort I.

Conclusiones: La protracción maxilar con el uso de anclaje esquelético podría mejorar el pronóstico, debido a la disminución de los efectos secundarios ocasionados con la terapia convencional con máscara facial.

Palabras Clave: Ortodoncia; Ortopedia; Maxilar; Nasofaringe; Maloclusión de Angle Clase III

ABSTRACT

Introduction: The management of the class III skeletal relationship, and the need to perform maxillary protraction as appropriate, requires the need to know various steps to give a treatment with a good prognosis. This study aims to describe the different treatment alternatives for maxillary protraction.

Methods: We searched the literature of clinical studies that performed the maxillary protraction, with various methods with or without the use of facial masking.

Results: It was found that the use of the facial mask; rapid maxillary expansion with or without skeletal anchorage; use of infracigomatic mini-screws; miniplates; corticotomies; and surgery Lefort I.

Conclusions: Maxillary protraction with the use of skeletal anchorage could improve the prognosis, due to the decrease in side effects caused by conventional facial mask therapy.

Key Word: Orthodontics; Orthopedics; Maxilla; Nasopharynx; Malocclusion, Angle Class III

INTRODUCCIÓN

Angle¹ publicó por primera vez su clasificación de maloclusión en 1899, que se basó únicamente en la relación del arco dental usando el modelo de estudio.

La oclusión de clase I se produjo cuando la cúspide mesiobucal de los primeros molares permanentes superiores ocluyó en el surco bucal del primer molar inferior. La maloclusión de clase III ocurrió cuando los dientes inferiores ocluyeron mesial al ancho de un premolar, o incluso más en casos extremos.

La radiología cefalométrica en 1931 permitió discernir el patrón esquelético subyacente de la maloclusión de Clase III.²

Tweed³ dividió las maloclusiones de Clase III en (1) maloclusiones de pseudo-Clase III con mandíbulas de forma normal y maxilar subdesarrollado y (2) Clase III esquelética maloclusiones con grandes mandíbulas. Moyers⁴ dividió la mesioclusión de clase III en tres tipos distintos: óseo, muscular y dental. La primera condición es un patrón de crecimiento óseo anormal, la segunda un patrón de reflejo muscular adquirido de cierre mandibular y la tercera un problema en el posicionamiento dental.

La prevalencia de la maloclusión de clase III varía entre los diferentes grupos étnicos. La prevalencia en caucásicos varía entre 1% y 4%, según el método de estudio de la maloclusión y el grupo de edad evaluado.⁵⁻⁸

Se ha observado una alta prevalencia de maloclusión de clase III en poblaciones asiáticas como los chinos (4% a 12%),⁹⁻¹² japoneses (2,3% a 13%),¹³⁻¹⁴ y coreanos (9% a 19%).¹⁵

También se informó una prevalencia relativamente alta de maloclusión de clase III en países como Arabia Saudita (9,4%)¹⁶ y Suecia (6%),¹⁷ que fue en contraste con los afroamericanos (0.6% a 1.2%).¹⁸

Cuando el problema está centrado mayoritariamente en un maxilar en posición retruida, el tratamiento estaría enfocado en realizar una protracción maxilar, es preciso conocer en qué momento se puede realizar, que estructuras están involucradas, y que alternativas de protracción existen.

Este trabajo tiene como objetivo, describir las alternativas de tratamiento en la protracción maxilar descritas en la literatura.

DESARROLLOS DEL TEMA

El crecimiento esquelético de clase III tiene una base multifactorial que está influenciada por la genética, la función, las deformidades, el tamaño y la posición de los huesos. Según Enlow,¹⁹ los huesos faciales que contribuyen a un patrón esquelético de Clase III pueden incluir la base craneal anterior y posterior, el complejo nasomaxilar y la rama y el cuerpo de la mandíbula. Solo unos pocos tipos de maloclusión de clase III son causados por interferencias específicas con el crecimiento. Estas interferencias pueden ser causadas por hábitos o estar relacionadas con patrones de crecimiento. En consecuencia, las personas con hábitos posturales de la mandíbula y la respiración bucal pueden presentar un tipo de maloclusión de clase III.²⁰

Una investigación también demostró que las interferencias en la función oclusal, como el resalte negativo, pueden alterar la dirección y la forma de la mandíbula. Los casos más graves de Clase III son causados por una combinación de rasgos heredados, que empeoran por factores ambientales.²¹ Según Park y Baik,²² la etiología de la maloclusión de Clase III se puede clasificar en tres tipos en función de la posición del maxilar relativo al esqueleto craneofacial.

Los individuos de tipo A tienen un maxilar normal y una mandíbula demasiado grande, que se clasifica como prognatismo mandibular verdadero. (Figura 1)

Los individuos de tipo B tienen exceso maxilar y mandibular, pero la mandíbula ha crecido más que el maxilar; se presentan con un ángulo nasolabial agudo y un punto A colocado anteriormente. (Figura 2)

Los individuos tipo C tienen hipoplasia del maxilar; su perfil facial es cóncavo con un ángulo nasolabial excesivamente grande, que con frecuencia se camufla mediante compensación dentoalveolar. (Figura 3)

Según estos conceptos la maloclusión de tipo A clase III requeriría solamente cirugía mandibular, pero los tipos B y C no solo necesitarían cirugía mandibular sino también maxilar para lograr una apariencia facial normal.

Los pacientes con maloclusión de clase III pueden presentar varias combinaciones de otros patrones esqueléticos y dentales anormales. Las características esqueléticas más comunes incluyen una base craneal anterior acortada, ángulo gonial más obtuso, fosa glenoidea posicionada anteriormente, disminución de la flexión de la base craneal, discrepancia sagital del maxilar y/o mandíbula, y aumento de la altura facial anterior inferior. Los hallazgos dentales generalmente incluyen molares y caninos de clase III, incisivos mandibulares retroinclinados, incisivos maxilares inclinados vestibularmente y una relación de los incisivos borde a borde o un resalte negativo.



Figura 1. Paciente tipo A



Figura 2. Paciente tipo B

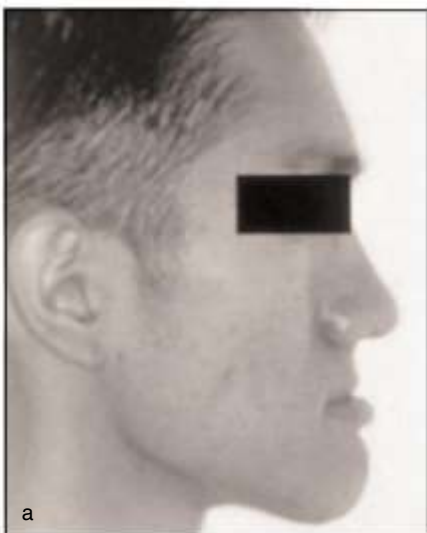


Figura 3. Paciente tipo C

Diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial en las maloclusiones esqueléticas de Clase III juega un papel importante en el éxito de los resultados del tratamiento. El momento del tratamiento de ortodoncia siempre ha sido algo controvertido, y el pronóstico siempre está vigilado hasta que se completa el crecimiento. Las variaciones en la magnitud y expresión de la maloclusión de clase III pueden presentarse con cierta dificultad durante el diagnóstico. Como se mencionó anteriormente, un paciente puede presentar una combinación de una o más deformidades dentofaciales, como el prognatismo mandibular verdadero o el retrognatismo maxilar.²³

Para diferenciar la causa subyacente de una maloclusión de clase III, se ha sugerido un método simplificado para evaluar a los pacientes. Es importante interrogar tanto al paciente como a los padres sobre la presencia de una mandíbula grande o mordida cruzada anterior entre los miembros de la familia. Si un pariente cercano requiere cirugía ortognática, el paciente bajo examen también puede exhibir una severa discrepancia esquelética.

También es importante evaluar la presencia de un cambio funcional. La relación del maxilar con la mandíbula debe evaluarse para determinar si existe una discrepancia entre la relación céntrica y la oclusión céntrica. El reposicionamiento anterior de la mandíbula puede ser causado por un contacto anormal del diente que fuerza la mandíbula hacia adelante. Estos pacientes tienden a presentar un patrón esquelético de Clase I, perfil facial normal y relación molar de Clase I en relación céntrica, pero un patrón esquelético y dental de Clase III en oclusión céntrica. La corrección temprana de esta condición de "pseudo" Clase III puede proporcionar un entorno más favorable para el crecimiento futuro.

Se requiere una radiografía cefalométrica lateral para completar el diagnóstico y ayudar al clínico en la planificación del tratamiento. Se necesita un análisis cefalométrico para registrar cuantitativamente la gravedad de la maloclusión de clase III y determinar la causa subyacente de la deformidad. Las mediciones cefalométricas que relacionan el maxilar con la mandíbula (por ejemplo, ANB, Wits y mediciones lineales de diferencia entre condilion a punto A y condylion a gnathion) son particularmente útiles para cuantificar la gravedad de la maloclusión.²⁴⁻²⁶

El análisis discriminante ha demostrado que la evaluación de Wits es más decisiva para distinguir el tratamiento de camuflaje del tratamiento quirúrgico.²⁷

La evaluación de "Wits" es un método simple por el cual la gravedad o el grado de displasia de la mandíbula anteroposterior se pueden medir en una radiografía cefalométrica lateral de la cabeza. El método implica dibujar perpendiculares desde los puntos A y B en el maxilar y la mandíbula, respectivamente, en el plano oclusal. Los puntos de contacto de los perpendiculares en el plano oclusal están etiquetados como AO y BO, respectivamente. Jacobson encontró en una muestra de veintiún adultos varones y veinticinco mujeres adultas seleccionadas en base a la excelencia de la oclusión, se encontró, en promedio, que en los puntos femeninos AO y BO coincidían y en los hombres el punto BO estaba ubicado 1 mm por delante de punto AO. En las displasias de la mandíbula esquelética de clase II, el punto BO se ubicaría muy por detrás del punto AO (lectura positiva), mientras que en las desarmonías de la mandíbula esquelética de clase III, la lectura "Wits" sería negativa, es decir, con el punto BO por delante del punto AO.^{28,29} (Figura 4)

Stellzig-Eisenhauer y cols²⁷ tomaron en cuenta también la longitud anteroposterior de la base craneal; relación entre la longitud anteroposterior del maxilar y la longitud anteroposterior de la mandíbula; y el ángulo gonial inferior.

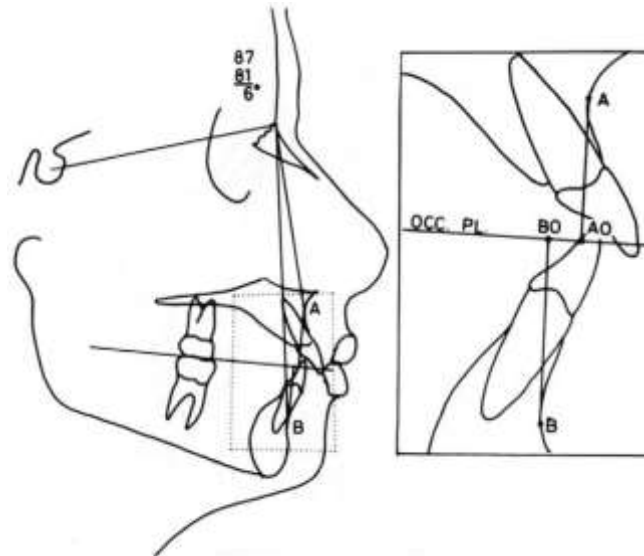


Figura 4. Las líneas perpendiculares prolongadas desde los puntos A y B sobre el plano oclusal. La lectura de "Wits" (ampliada en el bloque de la derecha) se mide de AO a BO. Tomado Nanda R. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics-E-Book*. Elsevier Health Sciences; 2012.

Diferenciar entre maloclusiones esqueléticas y funcionales, los pacientes que presentan una relación molar de clase III y/o mordida cruzada anterior debe verificarse la presencia de un cambio funcional. Primero, se debe evaluar la relación de la mandíbula con el maxilar superior para determinar si existe una discrepancia en la relación céntrica - oclusión céntrica. El posicionamiento anterior de la mandíbula puede resultar del contacto anormal del diente que fuerza la mandíbula hacia adelante. Los pacientes que presentan un desplazamiento hacia adelante de la mandíbula al cierre pueden tener un perfil facial normal y una relación molar de Clase I en relación céntrica (CR), pero un perfil pronóstico y una relación molar de Clase III en oclusión céntrica (OC), una situación denominada "Maloclusión de pseudo clase III". La eliminación del cambio de OC-RC debe revelar si se trata de una maloclusión de clase I simple o una maloclusión de clase III compensada con inclinación lingual de los incisivos inferiores. Por otro lado, un paciente que se presenta sin cambio en el cierre, una relación molar de clase III de paso completo y una oclusión mesial de los caninos inferiores a superiores probablemente tenga una maloclusión esquelética de clase III. En segundo lugar, los pacientes de clase III deben ser evaluados en la dimensión vertical para el patrón de crecimiento vertical hipodivergente o hiperdivergente. Esto se puede lograr midiendo la inclinación del plano oclusal (PO°) y la relación entre la altura facial anterior inferior (AFAI) y la altura facial total (AFT). La inclinación promedio del plano oclusal es de 7 grados. Se considera que los pacientes con OP° mayor de 7 grados tienen un patrón de crecimiento hiperdivergente o son casos de ángulo alto y aquellos con PO° menor de 7 grados tienen un patrón de crecimiento hipodivergente o son casos de ángulo bajo. Del mismo modo, los pacientes con una proporción de AFAI / AFT superior a 0,55 son casos de ángulo alto y aquellos con una proporción inferior a 0,55 son casos de ángulo bajo. Los pacientes de clase III pueden clasificarse en cuatro tipos: ángulo bajo funcional, ángulo bajo esquelético, ángulo alto funcional y ángulo alto esquelético. La clasificación de la maloclusión ayudará en la selección de dispositivos para el tratamiento ortopédico temprano.³⁰ (Figura 5)

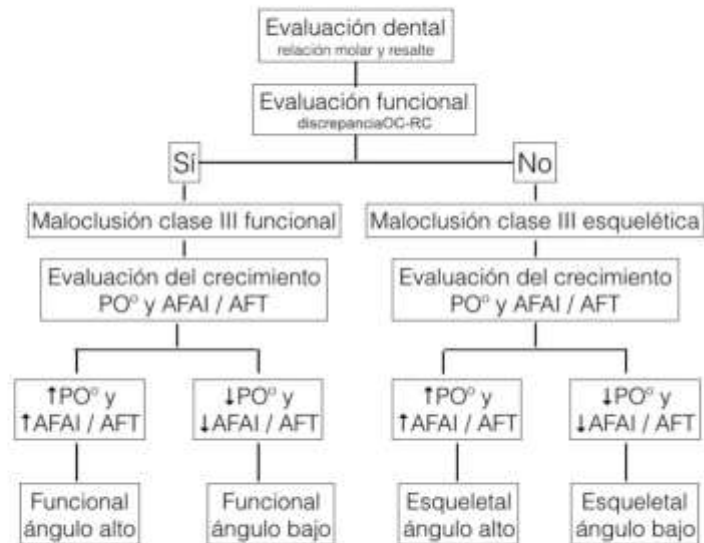


Figura 5. Diagrama para identificar el problema funcional o esquelético, ángulo bajo o alto.

Una evaluación clínica exhaustiva puede ser la evaluación más importante para el diagnóstico cuando el objetivo de la planificación del tratamiento es optimizar la estética facial. La relación de la base esquelética anteroposterior y las proporciones faciales verticales deben evaluarse mientras el paciente está sentado en posición vertical en la posición natural de la cabeza. Cualquier desarmonía debe ser registrada. Del mismo modo, la dimensión transversal debe evaluarse en este punto junto con cualquier asimetría facial y dental. También se deben examinar las articulaciones temporomandibulares, la musculatura asociada y la mucosa oral.³¹

Suturas faciales

Varias suturas faciales juegan un papel importante en el desarrollo del complejo nasomaxilar, incluidas las suturas frontomaxilar, nasomaxilar, cigomáticotemporal, cigomáticomaxilar, pterigopalatino, intermaxilar, etmomaxilar y lacrimomaxilar. (Figura 6)

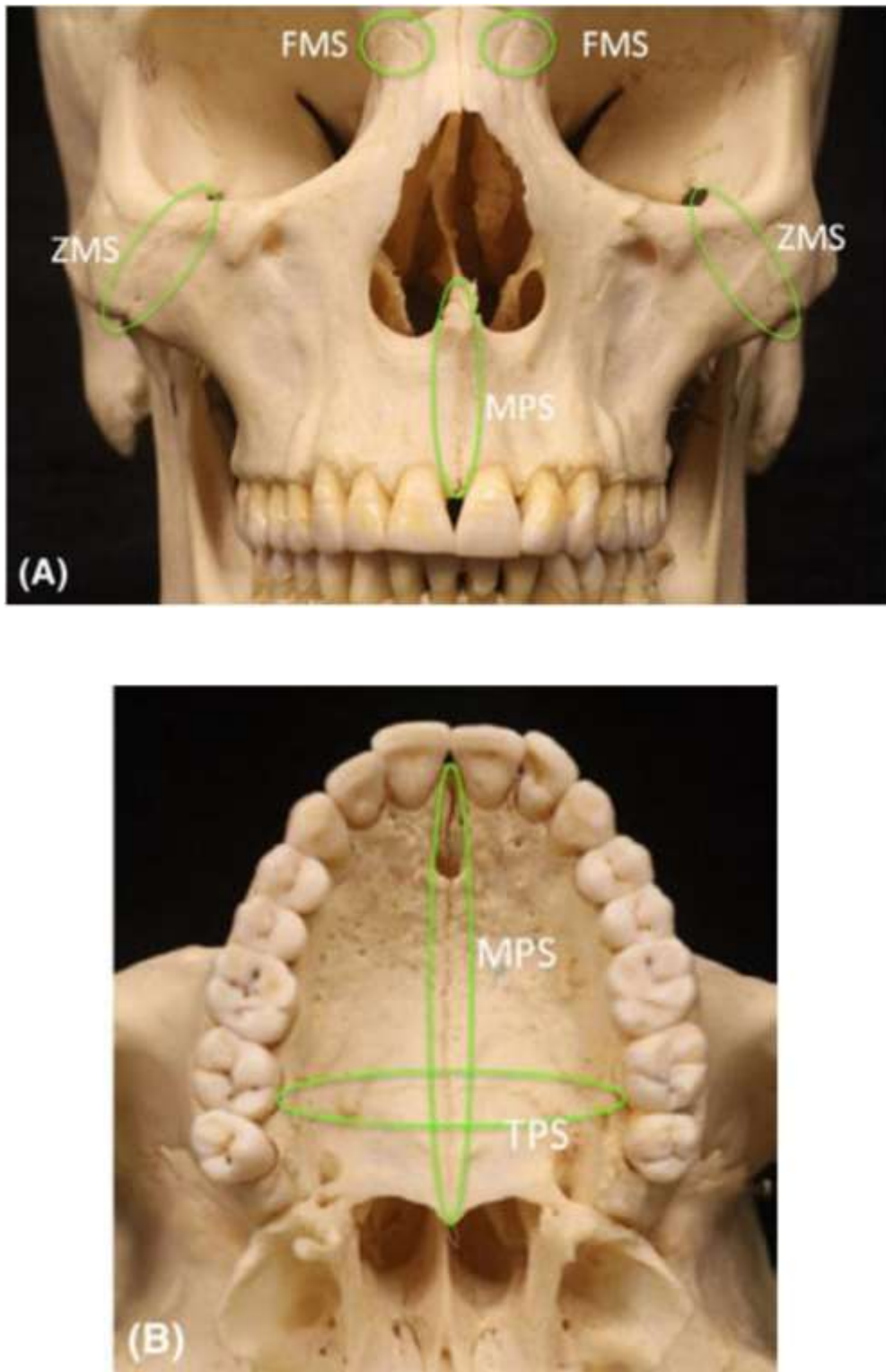


Figura 6. Las suturas maxilares: (A) Suturas frontomaxilares (FMS), suturas cigomatomaxilares (ZMS), sutura mediopalatal (MPS). (B) Suturas palatinas mediopalatales y transversales (TPS)

Los estudios en animales han demostrado que el complejo maxilar se puede desplazar anteriormente con cambios significativos en las suturas faciales.³²⁻³⁴

Sin embargo, la protracción maxilar no siempre resulta en un movimiento hacia adelante del maxilar. Con la misma línea de fuerza, diferentes huesos de la cara media se desplazan en diferentes direcciones dependiendo de los momentos de fuerza generados en las suturas.³⁵

El centro de resistencia del maxilar se encuentra en los contactos distales de los primeros molares superiores, la mitad de la distancia desde el plano oclusal funcional hasta el borde inferior de la órbita.³⁶

La protracción del maxilar por debajo del centro de resistencia produce una rotación del maxilar en sentido antihorario, lo que puede no ser favorable para pacientes con tendencia a la mordida abierta.³⁷

Holberg y cols encontraron que la presión que se produce durante una terapia de protracción maxilar en el área de la cara media y las suturas de la base craneal son relativamente pequeñas.³⁸

Adicionalmente Angelieri y cols, presentaron la siguiente clasificación de los estadios de la sutura cigomaticomaxilar (SCM):

Etapa A. La sutura cigomaticomaxilar es una línea uniforme de alta densidad (con poca o ninguna interdigitación), con disminución de la densidad ósea parasutural. Esta sutura tiene un camino tortuoso.

Etapa B. La SCM puede verse como una línea de alta densidad festoneada más gruesa con cierta interdigitación. En una fase posterior, la etapa B también se puede ver como una línea de alta densidad festoneada más gruesa en algunas áreas, y en otras áreas como dos líneas delgadas, paralelas, festoneadas, de alta densidad cercanas entre sí y separadas por pequeñas pequeñas densidades. espacios. La densidad ósea parasutural todavía está disminuía.

Etapa C. La etapa C aparece como dos líneas delgadas, paralelas, festoneadas, de alta densidad que están cercanas entre sí y separadas por pequeños espacios de baja densidad en los huesos cigomáticos y maxilares. La densidad ósea parasutural permanece disminuida.

Etapa D. La fusión se ha producido en una parte de la SCM, generalmente en la parte más inferior de la sutura, donde la línea SCM no se puede visualizar y la densidad ósea parasutural aumenta (hueso de alta densidad).

Etapa E. La SCM no es visible en muchas áreas a lo largo de la sutura, es decir, hay muchas áreas de fusión. La densidad del hueso parasutural aumenta.³⁹

Encontrando que las primeras etapas de maduración de la SCM están directamente relacionadas con la mayor cantidad de respuesta de protracción maxilar resultante de los tratamientos expansión rápida maxilar (ERM) / máscara facial (MF) o protracción maxilar con anclaje esquelético (PMAE).⁴⁰

Corrección de la mordida cruzada y el resalte / sobremordida (Overjet / Overbite)

Ngan y cols encontraron que la corrección del resalte resultó del movimiento maxilar hacia adelante (31%), el movimiento hacia atrás de la mandíbula (21%), el movimiento labial de los incisivos maxilares (28%) y el movimiento lingual de los incisivos mandibulares (20%). La sobrecorrección de la relación del resalte y molar fue muy recomendable para anticipar un crecimiento mandibular desfavorable. La sobremordida se mejoró por la erupción de los dientes posteriores. La altura facial total se incrementó por el movimiento inferior del maxilar y la rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula.⁴¹

Según varios estudios clínicos, el movimiento medio hacia adelante del maxilar con 6 a 8 meses de protracción maxilar es de aproximadamente 1 a 3 mm.⁴²⁻⁴⁶

Un meta-análisis sobre la efectividad del tratamiento de la máscara de protracción encontró que el cambio promedio en la evaluación de Wits fue de 4 a 6 mm y el movimiento horizontal promedio del punto A fue de 1 a 3 mm.⁴⁷

Momento del tratamiento

Una pregunta crítica en la protracción maxilar se refiere al mejor momento para comenzar el tratamiento con máscara facial. El objetivo principal del tratamiento temprano con máscara es mejorar el desplazamiento hacia adelante del maxilar mediante el crecimiento de la sutura. Los estudios histológicos han demostrado que la sutura del paladar medio es amplia y lisa durante la etapa "infantil" (8-10 años de edad) y se vuelve más escamosa y superpuesta en la etapa "juvenil" (10-13 años).^{48,49}

Otras investigaciones recomiendan que la terapia con máscara se inicie a los 6-8 años después de la erupción del primer molar permanente permanente y los incisivos, es decir, dentición mixta temprana.⁵⁰⁻⁵³

Las suturas circunmaxilares son lisas y anchas antes de los 8 años y se interdigitan más intensamente alrededor de la pubertad.⁵⁴

Estos hallazgos se relacionan con observaciones en estudios clínicos que muestran que la protracción maxilar es efectiva en las denticiones primarias, mixtas y permanentes. Varios estudios sugieren que se puede encontrar un mayor grado de desplazamiento del maxilar anterior cuando se inicia el tratamiento en la dentición mixta primaria o temprana.^{55,56} Sin embargo, se ha informado que la protracción maxilar con anclajes óseos y elásticos de clase III tiene éxito en las fases tardías de dentición mixta o permanente.⁵⁷

Según Ngan y He⁵⁸ momento óptimo para intervenir una maloclusión de clase III es en la erupción inicial de los incisivos maxilares. Un resalte / sobremordida positivo al final del tratamiento con máscara parece mantener la oclusión anterior.

Otra pregunta importante es si los resultados del tratamiento de protracción temprana pueden mantenerse cuando se produce un crecimiento mandibular posterior durante el brote de crecimiento puberal. En un estudio de Ngan y cols, el tratamiento de la máscara de protracción que comenzó en la dentición mixta fue estable 2 años después del retiro de los aparatos. Esto probablemente resultó de la sobrecorrección y el uso de un dispositivo funcional como retenedor durante 1 año. Cuando estos pacientes fueron seguidos durante otros 2 años, 15 de los 20 pacientes mantuvieron un resalte positivo.⁴¹

Hagg y cols⁵⁹ encontraron que los pacientes que recayeron en un resalte negativo, la mandíbula superó al maxilar en dirección horizontal. Cuando estos pacientes fueron seguidos durante otros 4 años (8 años después del tratamiento, hasta aproximadamente los 17.5 años de edad), 14 de los 20 pacientes (67%) mantuvieron un resalte positivo.

Estos resultados sugieren que en un ensayo clínico aleatorio cuando los pacientes son seguidos hasta después de completar el crecimiento puberal, dos de tres pacientes (67%) tendrán un resultado favorable. Aproximadamente un tercio de los pacientes podrían ser candidatos para cirugía ortognática más adelante en la vida debido a un patrón de crecimiento desfavorable. Los pacientes tratados con máscara de protracción, ya sea en la dentición mixta temprana o en la dentición mixta tardía y la dentición permanente y seguidos después de una segunda fase de terapia con aparatos fijos, mostraron mejoras continuas en el primer grupo, pero no en el último al final de la fase de tratamiento.⁶⁰

Centro de resistencia del maxilar, magnitud de la fuerza, tiempo de tratamiento y dirección del vector de la fuerza

Según Tanne e Hirato, el centro de resistencia del maxilar se encuentra entre las puntas de las raíces de los premolares superiores primero y segundo.^{61,62}

Staggers y cols⁶³ encontraron que estaba al nivel del contrafuerte cigomático, mientras que Miki⁶⁴ encontró que estaba entre el primer y el segundo premolar en la dirección posteroanterior y entre la órbita y el ápice de la raíz distal de los primeros molares verticalmente. Según Hata y cols,⁶⁵ el centro de resistencia del maxilar se encuentra a 5 mm por encima del piso nasal.

El centro de resistencia del maxilar se sitúa por debajo del proceso cigomático del complejo maxilar,⁶⁶ y la aplicación de la fuerza cerca del centro de resistencia disminuirá la rotación del maxilar luego de la protracción, pero en casos de mordida abierta, este efecto podría ser beneficioso si aplicamos la fuerza alejados del centro de resistencia.⁶⁷ (Figura 7)

Respecto a la inclinación del vector de fuerza, Tanne y cols⁶⁸ usando el análisis de elementos finitos concluyó que los elásticos deben aplicarse con una dirección variable hacia abajo de aproximadamente 30° al plano oclusal para controlar la posibilidad de un desplazamiento hacia arriba del complejo maxilar.^{69,70}

Yepes y cols⁷¹ realizaron una revisión sistemática donde evaluaron la magnitud, duración y dirección óptimas que deben usarse en la terapia de protracción maxilar con máscara facial. Encontrando fuerzas bajas por debajo de 300g, fuerzas medias entre 300 y 400g, y fuerzas altas mayores a 500g; la dirección del vector de fuerza vario entre paralelo al plano de Frankfort, paralelo al plano oclusal, 15-30°, 30°, y 20°; en cuanto a tiempo que se debía de usar la máscara facial por día fue de menos de 11 horas, entre 12 a 14 horas, de 14 a 16 horas, y mayores a 16 horas.

La máscara facial se puede acomodar hacia abajo y hacia adelante del maxilar con elásticos. Para minimizar la inclinación del plano palatino, los elásticos de protracción se unen cerca de los caninos maxilares con un tirón hacia abajo y hacia delante de 30 grados desde el plano oclusal.⁷²

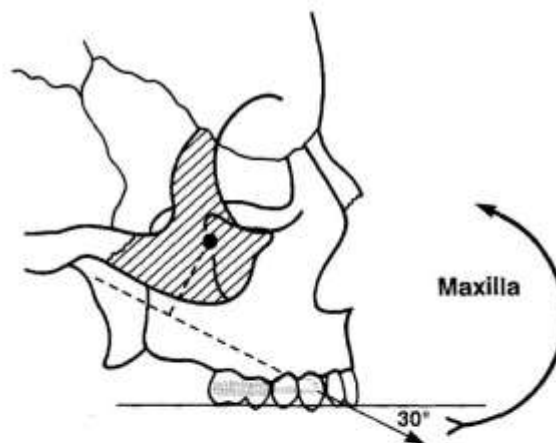


Figura 7. Los elásticos de protracción unidos cerca de los caninos maxilares con un tirón hacia abajo y hacia delante de 30 ° hacia el plano oclusal pueden minimizar la apertura de la mordida a medida que el maxilar se repositó a pesar de una rotación en sentido antihorario del maxilar alrededor del centro de resistencia. Tomado de Ngan P, Hagg U, Yiu C, Wei SHY. Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. Semin Orthod. 1997; 3: 255-64.

Protracción maxilar con máscara facial

Se utilizan varios dispositivos para el tratamiento temprano de la clase III esquelética, incluidos Bionator,⁷³ Frankel (FR-III),⁷⁴ mentonera,⁷⁵ dispositivo de doble placa,⁷⁶ dispositivo Eschler "dispositivo progénico"⁷⁷ y máscara de protracción. La protracción ortopédica del maxilar es una modalidad de tratamiento con algunas limitaciones.⁷⁸⁻⁸⁰

La terapia con máscara facial es efectiva en pacientes con mordida profunda deficiente en maxilar clase III, y todos los pacientes tratados exhiben un resalte positivo. En un estudio, después de la terapia con máscara facial, el maxilar continuó creciendo en la dirección anterior en una cantidad igual a los pacientes de Clase III no tratados pero menor que la de los pacientes de Clase I no tratados; El crecimiento mandibular fue similar en todos los grupos.⁸¹

La terapia de protracción maxilar no solo tiene efectos esqueléticos sino también efectos significativos sobre los componentes dentoalveolares del maxilar, así como de la mandíbula. Estos hallazgos deben tenerse en cuenta en la planificación del tratamiento de ortodoncia.⁸² La protracción ortopédica del maxilar en pacientes de clase III que exhiben retrusión maxilar y patrones meso o braquifaciales demostró ser efectiva.^{83,84}

Sin embargo, entre las limitaciones en el uso de la máscara facial, están incluidos los problemas de cumplimiento del paciente, el efecto dentoalveolar, la protracción limitada del maxilar (2-3 mm en 9-12 meses) y la posibilidad de recaída como resultado del crecimiento mandibular.⁸⁵⁻⁸⁹

El clínico puede elegir una máscara facial Petit o un tipo Delaire como parte extraoral del aparato, optar por el anclaje esquelético versus el anclaje dental, o elegir avance con expansión en contraste con avance sin expansión.

La máscara de Delaire se usa comúnmente para la protracción del maxilar. El mentón y la frente se utilizan para el anclaje extraoral.⁹⁰ (Figura 8) Petit modificó la máscara facial de Delaire en 1983, incorporando una frente y una almohadilla para la barbilla que estaban conectadas con una barra de acero pesada.⁹¹ (Figura 9)

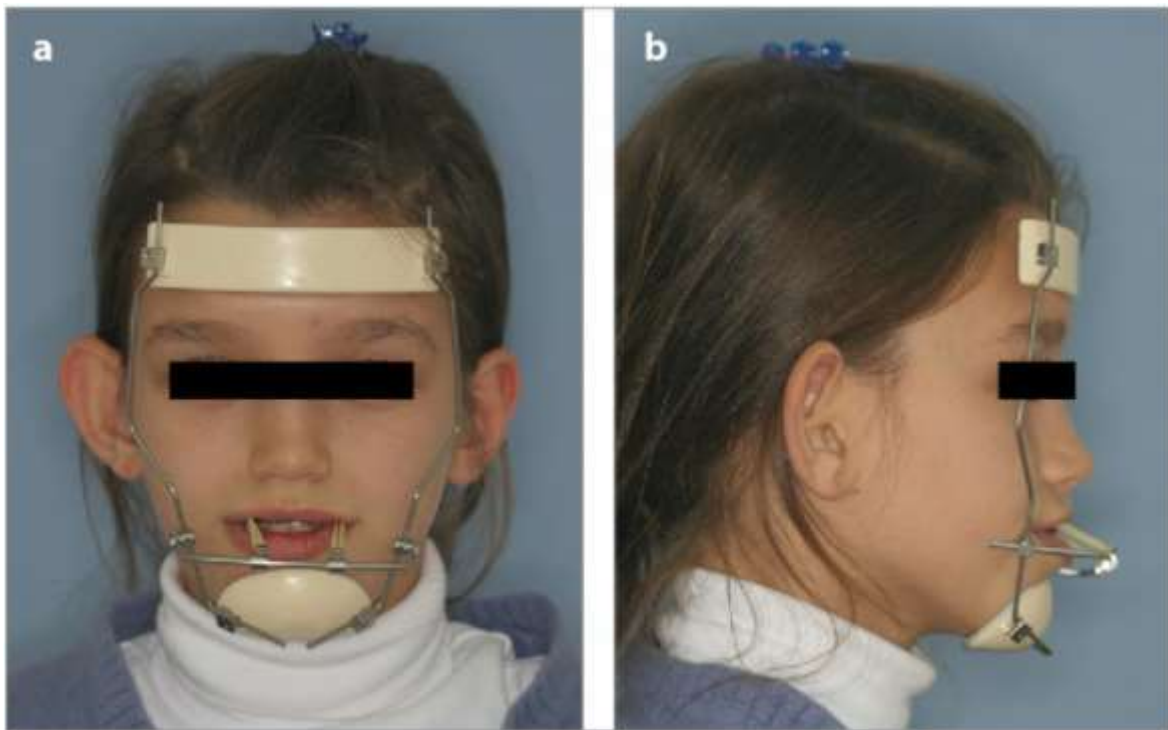


Figura 8. Máscara facial de Delaire

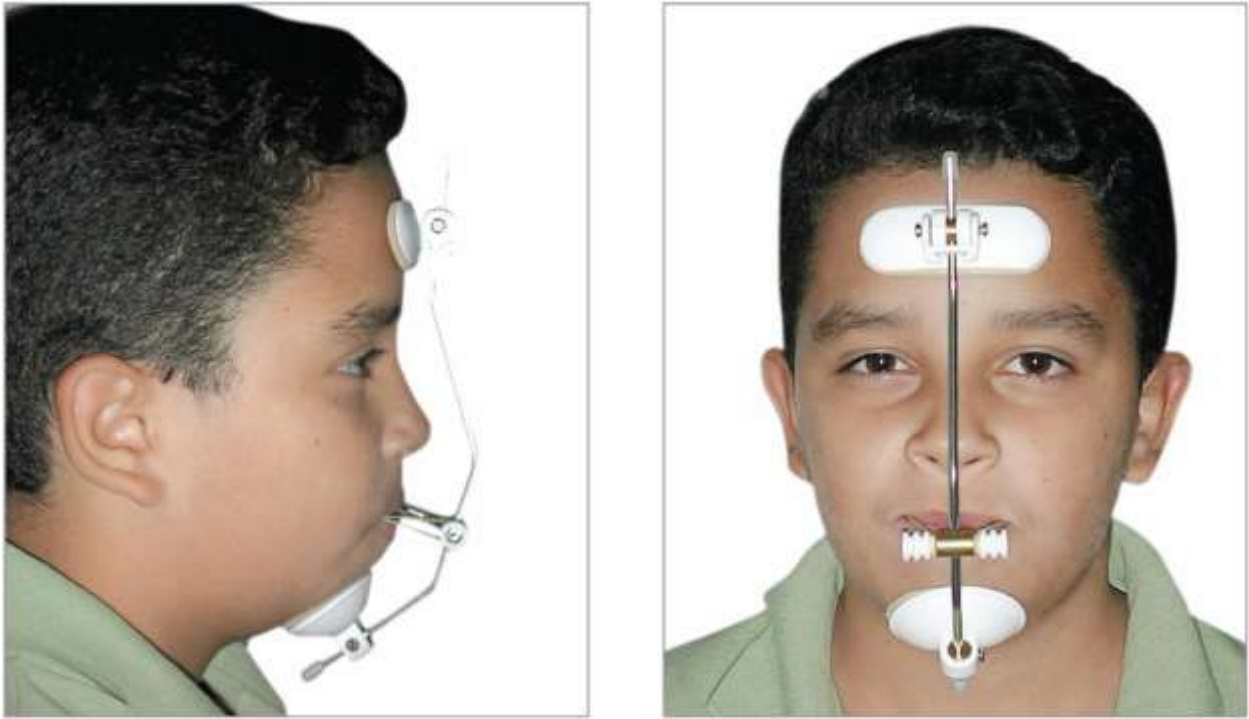


Figura 9. Máscara facial de Petit

La protracción del maxilar con una máscara facial es un procedimiento de tratamiento común para las maloclusiones de clase III con retrusión maxilar y protrusión mandibular. El objetivo principal de este procedimiento es obtener caras bien equilibradas mejorando el crecimiento de las estructuras faciales medias.^{92,93}

Los efectos del tratamiento con tales aparatos ortopédicos han sido ampliamente investigados y reportados de la siguiente manera: aceleración del crecimiento hacia adelante del maxilar con una rotación horaria, movimiento hacia adelante de la dentición maxilar, retraso del crecimiento mandibular y movimiento hacia atrás de la mandíbula con una rotación en sentido horario.⁹⁴⁻⁹⁹

Aunque muchos estudios¹⁰⁰⁻¹⁰³ han analizado el estrés y la distribución de la carga en el complejo facial durante la protracción maxilar mediante MF, no hay datos disponibles en la literatura sobre las propiedades mecánicas de la MF. Durante el tratamiento de protracción maxilar, el manejo de los componentes de la MF juega un papel importante para controlar la aplicación de carga.⁶⁷

Protracción maxilar asistida con máscara facial y expansión rápida maxilar

La expansión maxilar ha sido defendida como una parte importante de la protracción maxilar con la terapia con máscara facial.¹⁰⁴⁻¹⁰⁵ La expansión palatina rápida se logra fácilmente en un paciente en crecimiento y conduce a un movimiento hacia abajo y hacia adelante del punto A de aproximadamente 1.5 mm, un ensanchamiento más significativo en la región canino-premolar que en la región molar, y una rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula, aumentando así la altura de la cara inferior.¹⁰⁶⁻¹⁰⁹

Algunos beneficios percibidos están asociados con la expansión maxilar rápida junto con la terapia de protracción maxilar en el tratamiento de pacientes esqueléticos de Clase III, incluida la expansión transversal para corregir mordidas cruzadas a menudo asociadas con maloclusiones de Clase III, rotación hacia atrás y hacia abajo de la mandíbula y desarticulación de las suturas circunmaxilares. Se postula que esta desarticulación prepara las suturas para obtener efectos ortopédicos más pronunciados.¹¹⁰⁻¹¹⁴

Debido a la naturaleza totalmente compresiva de las tensiones distribuidas a lo largo de la sutura del paladar medio en la simulación de la terapia de protracción maxilar, que es opuesta a la tendencia transversal del crecimiento natural, la expansión maxilar es muy recomendable en casos clínicos. Agregar fuerzas de expansión durante la terapia de protracción maxilar puede ayudar a mantener un ambiente de crecimiento favorable en la sutura del paladar medio.¹¹⁵

La expansión maxilar rápida (ERM) se ha recomendado como un componente de rutina del tratamiento para la corrección de la maloclusión de clase III, incluso en ausencia de constricción maxilar porque desarticula el maxilar y da lugar a respuestas celulares en las suturas circunmaxilares, provocando una reacción más positiva a las fuerzas de protracción.¹¹⁶⁻¹¹⁹ Sin embargo, cuando se usa para mejorar el movimiento anterior del maxilar durante la terapia con máscara facial, la ERM preliminar no parece ejercer ningún efecto sobre la eficacia del tratamiento ortopédico.¹²⁰

Hay informes de que el uso de ERM solo podría no desarticular adecuadamente las suturas circunmaxilares y la terapia de expansiones y constricciones maxilares rápidas alternativas ((Alt-RAMEC) por sus siglas en inglés), podría contribuir más a la protracción maxilar.¹²¹⁻¹²³ Los resultados encontrados son similares para la protracción con o sin expansión del maxilar.¹²⁴⁻¹²⁵ El aparato de ERM es activada una o dos veces al día hasta lograr la relación transversal deseada.¹²⁶

En la última década, Liou¹²⁷⁻¹²⁸ introdujo una metodología Alt-RAMEC utilizando un expansor de 2 bisagras. Según Liou, la desarticulación las suturas circumaxilares sin sobreexpansión del maxilar, es una alternativa que se puede realizar con el protocolo semanal repetitivo de Alt-RAMEC. Por ejemplo, para desarticular suturas circumaxilares a través de 28 mm de expansión maxilar, uno podría realizar alternativamente 7 mm de expansión, 7 mm de constricción, 7 mm de expansión y 7 mm de constricción. Incluso se podría ir más allá de 28 mm de expansión maxilar. (Figura 10)

En un ensayo clínico controlado, utilizó Alt-RAMEC (1 mm por día) durante 9 semanas, seguido de protracción maxilar intraoral en 10 pacientes con hendiduras.¹²⁹ El estudio demostró un logro superior del movimiento maxilar hacia adelante en el grupo Alt-RAMEC en relación con el grupo de comparación de pacientes con hendiduras cuya protracción maxilar fue precedida solo por expansión. Él especuló que el método alternativo de expansión y constricción maxilar, en comparación con un enfoque de expansión solo, produjo una mayor desarticulación en las suturas circunmaxilares.¹³⁰

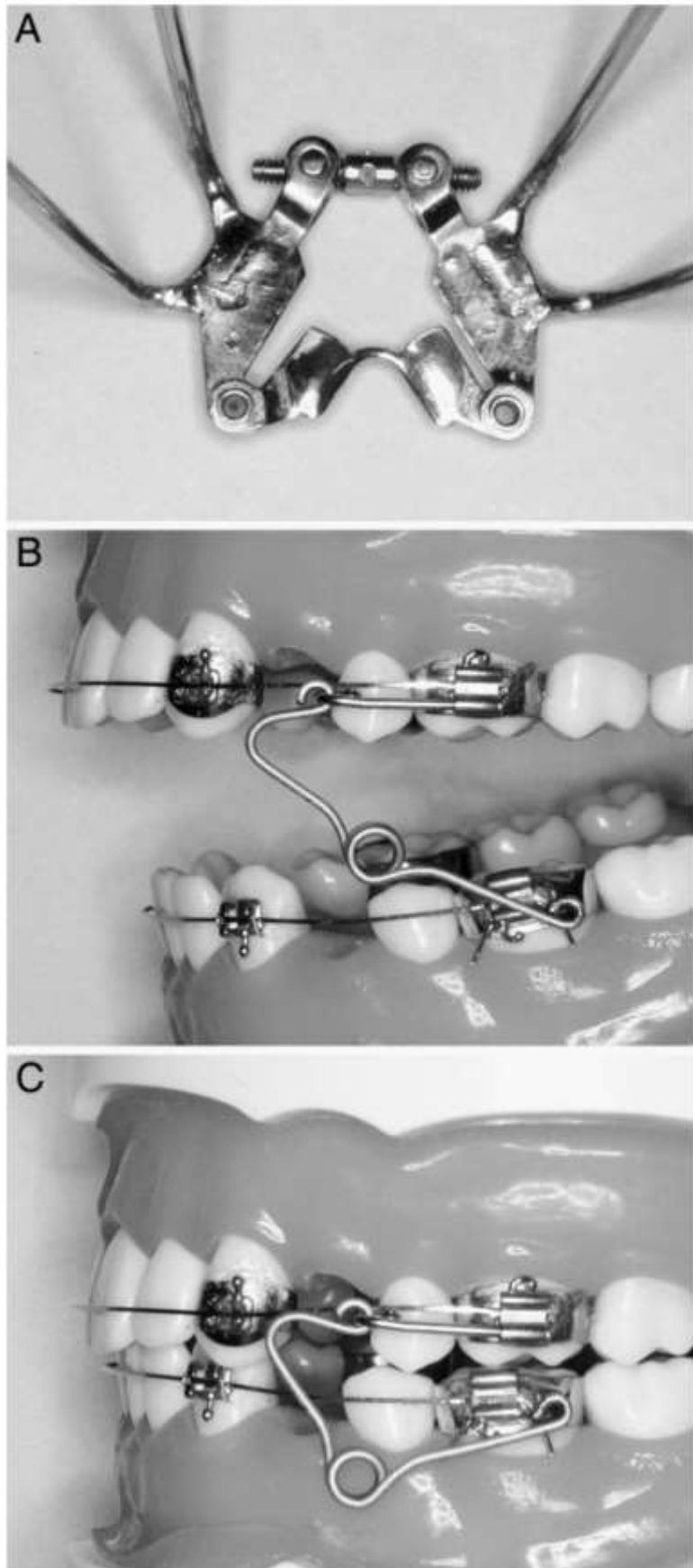


Figura 10. Expansor (a) y aparato de protracción (b y c) propuesto por Liou. Tomado de Liou EJ, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005; 42: 121-7.

Otra investigación clínica arrojó resultados contradictorios. Da Luz Vieira y cols¹³¹ no encontraron diferencias significativas entre 2 grupos de 10 pacientes con labio leporino y paladar hendido que fueron tratados con protracción maxilar de la máscara facial después de recibir Alt-RAMEC, o únicamente ERM con un expansor palatal tipo Haas modificado.

El método Alt-RAMEC también se ha examinado en pacientes sin hendidura palatina de Clase III planificados para la protracción maxilar.¹³² Un estudio clínico publicado por Isci y cols¹³³ describieron hallazgos similares a los de Liou y col,¹³⁴ a pesar de notables diferencias metodológicas en su estudio, que incluía el uso de un expansor hyrax, diferentes tasas de expansión y constricción (0.4 mm por día) y una máscara facial.

Protracción maxilar con anclaje esquelético

La introducción de los nuevos dispositivos de anclaje óseo en la práctica ortopédica dentofacial ofrecen perspectivas prometedoras para el futuro y mejoras sustanciales en el resultado de la terapia de tracción maxilar ortopédica. Este es particularmente el caso en pacientes en crecimiento con hipoplasias maxilares severas. Algunos autores como Kircelli¹³⁴ otorgan gran importancia al tratamiento temprano y evitan posponer la terapia hasta la edad adulta para la cirugía ortognática, ya que existen efectos psicológicos que dependen del grado de deformación,¹³⁵ y deficiencias funcionales como problemas del habla.¹³⁶ En estos casos, la protracción maxilar con una máscara facial y expansión no es la mejor opción de manejo, ya que las fuerzas se aplican a los dientes, lo que hace imposible transmitir fuerzas directamente a las suturas circumaxilares y así obtener un mayor efecto esquelético.¹³⁴ Se observaron cambios dentoalveolares no deseados¹³⁷, como la inclinación de los incisivos superiores y la retroinclinación de los incisivos inferiores,¹³⁸⁻¹⁴⁰ además de una pérdida significativa de anclaje en las piezas posterosuperiores y extrusión de estas últimas.^{138,139}

Para evitar todos estos efectos no deseados, Kokich y cols¹⁴³ introdujeron el uso del anclaje óseo para facilitar la protracción maxilar, transmitiendo la fuerza directamente al hueso maxilar. Para este efecto, los autores aplicaron las fuerzas de tracción anterior de la máscara facial a los caninos temporales anquilosados intencionalmente que sirven como implantes naturales en un paciente con deficiencia maxilar. Posteriormente, Smalley y cols¹⁴⁴ experimentaron con esta misma idea pero utilizando implantes osteointegrados de tipo Branemark en Macaca nemestrina, obteniendo 8 mm de avance maxilar después de aplicar 600 g de fuerza por lado.

Autores como Kircelli y cols^{134,145} propusieron el uso de la máscara facial con un expansor, empleando miniplacas y minitorneillos para el anclaje maxilar temporal. Con este método, los autores pretenden transferir las fuerzas extraorales directamente a las suturas circumaxilares, maximizando así los efectos esqueléticos obtenidos. A su vez, sugieren colocar las miniplacas en la pared nasal del maxilar, ubicadas antes de todas las suturas que unen el maxilar a la base del cráneo y ubicadas por delante del centro de resistencia del maxilar.

Zhou y cols¹⁴⁶, a su vez, definieron la zona maxilar anterior entre los incisivos laterales y los caninos como un punto de anclaje óseo para la tracción maxilar. Otros investigadores han propuesto el uso de miniplacas en el proceso cigomático maxilar,^{147,148} en vista de la calidad adecuada y el grosor del hueso en esta región,^{149,150} y la proximidad al centro de resistencia del complejo nasomaxilar, el vector de fuerza por lo tanto pasando cerca del centro de rotación de este complejo. Y en vista de esta baja incidencia de efectos adversos, los autores propusieron el uso de esta técnica en pacientes con presión palatina y altura facial comprometida.¹⁵⁰ (Figura 11)

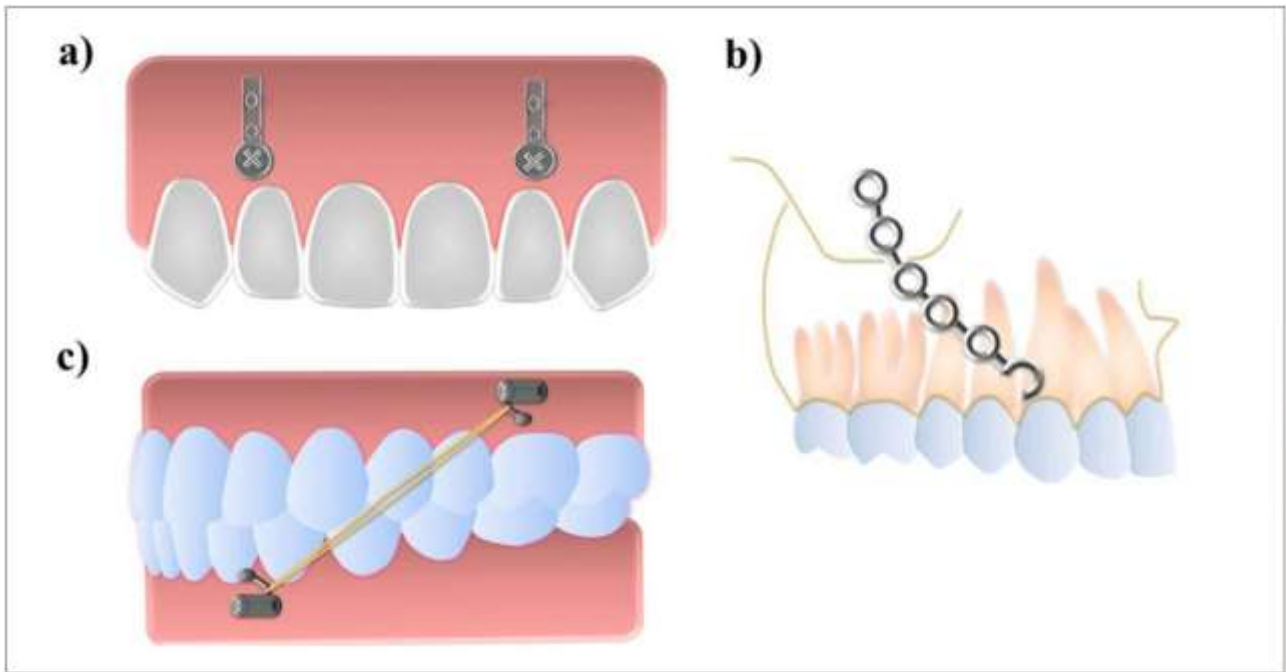


Figura 11. Distribución de las miniplacas como anclaje óseo para la protracción maxilar. a) Miniplacas en la zona maxilar anterior, entre los incisivos laterales y caninos bilateralmente. b) Miniplacas en el proceso cigomático maxilar. c) ZAS (sistema de anclaje de cigoma) o BAMP (protracción maxilar con anclaje óseo): anclaje esquelético utilizando miniplacas superiores e inferiores con elásticos intermaxilares. Tomado de Solano-Mendoza B, Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Mendoza-Mendoza A, Alió-Sanz JJ, Solano-Reina E. Maxillary protraction at early ages. The revolution of new bone anchorage appliances. J Clin Pediatr Dent. 201; 37(2): 219-29.

Protracción maxilar con elásticos en miniplacas en infracigomáticas y sinfisarias (Figura 11) Vs protracción con máscara facial con anclaje en miniplacas

Elnagar y cols¹⁵¹ compararon dos protocolos de protracción maxilar de anclaje esquelético con un grupo de control no tratado en pacientes clase III en crecimiento con deficiencia maxilar en la dentición permanente mixta tardía o temprana. En el grupo 1 se usaron máscaras faciales ancladas esqueléticamente con miniplacas colocadas en la base vestibular cigomática. En el grupo 2, los pacientes fueron tratados con elásticos de Clase III que se extendieron desde miniplacas infracigomáticas en el maxilar hasta miniplacas sinfisarias en la mandíbula. El grupo 3 fue un grupo de control no tratado. El maxilar avanzó significativamente en los grupos 1 y 2 en comparación con el grupo control no tratado; Se mejoró el resalte del incisivo maxilar sin proclinación o mesialización de los dientes maxilares en relación con la base maxilar. Los tejidos blandos demostraron una gran mejoría. Sin embargo, el grupo 1 mostró más rotación de apertura de la mandíbula e inclinación lingual de los incisivos mandibulares que el grupo 2. Los 2 protocolos de anclaje esquelético para la protracción maxilar resolvieron efectivamente el maxilar severo deficiente en pacientes en crecimiento Clase III. Sin embargo, los cambios verticales y la retroclinación de los incisivos mandibulares se controlaron mejor mediante elásticos de clase III que se extienden desde las miniplacas infracigomáticas hacia las miniplacas sinfisarias de la mandíbula.

Elnagar y cols¹⁵² evaluaron los cambios de dimensión dentoalveolar entre dos protocolos de protracción, en el grupo 1, los pacientes fueron tratados con máscara facial con anclaje sobre miniplacas colocadas en la base cigomática; en el grupo 2, los pacientes fueron tratados con elásticos Clase III que se extienden desde miniplacas infracigomáticas en el maxilar hasta miniplacas sinfisarias en la mandíbula; y el El grupo 3 fue un grupo control no tratado. Mediante una evaluación de modelos tridimensionales se encontró que la profundidad del arco mandibular disminuyó en una cantidad pequeña pero estadísticamente significativa solo en los grupos 1 y 3. La superposición del pretratamiento y postratamiento u observación de modelos maxilares mostró cambios dentoalveolares clínicamente significativos mínimos.

Protracción con expansión rápida maxilar con anclaje esquelético Vs expansión rápida maxilar convencional

Ngan y cols¹⁵³ compararon los cambios esqueléticos y dentoalveolares en pacientes tratados con protracción maxilar con máscara facial y dos protocolos de ERM. Un grupo con ERM con anclaje dental y otro con anclaje esquelético. También incluyó un grupo control sin tratamiento. El grupo con anclaje dental tuvo más proclinación de incisivos maxilares, sobrecorrección del resalte y relación molar. El grupo con anclaje óseo tenían menos movimiento hacia abajo del punto "A", menos apertura del plano mandibular y más erupción vertical de los incisivos maxilares. El dispositivo de ERM con anclaje óseo podría servir como un dispositivo de tratamiento alternativo para corregir pacientes de clase III con un patrón de crecimiento hiperdivergente.

Protracción con anclaje esquelético con miniplacas Vs anclaje convencional con máscara facial (MF)

Tripathi y cols¹⁵⁴ compararon los cambios esqueléticos, dentoalveolares y de tejidos blandos después de la protracción maxilar con máscara facial con anclaje dental y anclaje esquelético con miniplacas en colocadas en la pared nasal lateral. El desplazamiento hacia adelante del maxilar (punto vertical A) fue 3.40 ± 1.07 mm en el grupo SAMP y 2.80 ± 0.79 mm en el grupo CFMP. La mandíbula mostró rotación hacia abajo y hacia atrás en ambos grupos con más rotación en el grupo de anclaje dental. Se observó un aumento significativo en la inclinación del incisivo maxilar en el grupo con anclaje esquelético en comparación con el grupo de anclaje dental. Los cambios en los tejidos blandos correspondieron al tejido esquelético subyacente.

En un estudio similar, Sar y cols¹⁵⁵ encontraron que la rotación posterior de la mandíbula y el aumento de la altura facial fueron más evidentes en el grupo que utilizó la MF, en comparación con el grupo de miniplacas. Tanto el maxilar como la mandíbula avanzaron significativamente en el grupo de control. La protrusión y la mesialización de los dientes maxilares en el grupo de MF no se presentaron en el otro grupo. Las relaciones maxilomandibulares y el perfil de los tejidos blandos mejoraron notablemente en ambos grupos de tratamiento.

Protracción maxilar con elásticos en miniplacas en infracigomáticas y sinfisarias Vs protracción con máscara facial con ERM convencional

Cevidanes y cols¹⁵⁶ compararon la protracción maxilar con anclaje esquelético y los efectos del tratamiento activo para la máscara facial en asociación con la expansión maxilar rápida convencional. El protocolo con miniplacas produjo un avance maxilar significativamente mayor que la terapia con expansión rápida maxilar. Los cambios sagitales mandibulares fueron similares, mientras que los cambios verticales se controlaron mejor con miniplacas. Las relaciones sagitales intermaxilares mejoraron en el grupo de miniplacas, al igual que la falta de rotación en sentido horario de la mandíbula y de retroclinación de los incisivos inferiores.

Protracción maxilar con minitornillos Vs protracción con máscara facial con ERM convencional

Ge y cols¹⁵⁷ compararon los efectos dentofaciales de la protracción maxilar con dos terapias con mascarillas en pacientes en crecimiento de clase III: máscara facial anclada en minitornillos infracigomáticos y máscara facial con ERM convencional. Se observaron cambios favorables significativos en los componentes del maxilar y mandíbula en los dos grupos después del tratamiento. Las mediciones sagitales mostraron que el maxilar estaba avanzado, la proyección mandibular se redujo y la discrepancia intermaxilar sagital relativa mejoró. Los pacientes experimentaron resultados desfavorables adicionales de la rotación en sentido horario de la mandíbula, así como la retroclinación de los incisivos inferiores. El perfil del tejido blando se mejoró notablemente en ambos grupos. La proclinación de los incisivos maxilares y la mesialización de la dentición maxilar fueron significativamente diferentes entre los dos grupos, siendo mayor en el grupo de ERM.

Protracción maxilar con protocolo Alt-RAMEC asistido con minitornillos y elásticos clase III

Al-Mozany y cols¹⁵⁸ utilizaron el protocolo de Alt-RAMEC asistido con dos minitornillos colocados en el paladar, y un arco lingual modificado anclado en la parte anterior con 2 minitornillos colocados a nivel sinfisario. El protocolo Alt-RAMEC se empleó durante 9 semanas y terminado se utilizó elásticos de clase III a tiempo completo con una fuerza de 400g por lado. Luego de 8 a 9 semanas de protracción los resultados fueron que el maxilar avanzó significativamente, mientras que la base mandibular se redirigió significativamente hacia atrás lo que resulta en una mejora significativa en la relación de la mandíbula. El ángulo del eje Y aumentó significativamente. Los incisivos superiores se inclinaron significativamente, junto con una retroclinación significativa de los incisivos inferiores.

Protracción Maxilar Asistida por Corticotomía.

Los pacientes de ángulo bajo de Clase III que exhiben retrognatismo severo del maxilar superior, los pacientes que han perdido la posibilidad de corrección ortopédica y los pacientes que se niegan a someterse a cirugías ortognáticas son candidatos para la protracción maxilar asistida por corticotomía.¹⁵⁹

Ya se ha utilizado la osteogénesis por distracción sutural versus la osteogénesis por distracción osteotómica para la protracción de la cara media. Las fracturas de Lefort III se han utilizado en la sutura cigomatofrontal. La distracción se ha llevado a cabo con el uso de elásticos pesados.¹⁶⁰

Rachmiel y col¹⁶¹ y Samchukov¹⁶² informaron que los pacientes tratados con una osteotomía de Lefort I incompleta seguida de protracción con máscara facial tuvieron un avance del maxilar de 5-9 mm. En dicha modalidad de tratamiento, se usó la máscara facial durante 5-7 días después de la cirugía y se aplica una fuerza de 1700–2000 g. Nevzatoğlu y col¹⁶³ encontraron una recidiva significativa del avance maxilar en un seguimiento de 6 años. Sin embargo, se informó una relación dental bien conservada.

Yilmaz y cols¹⁶⁴ realizaron la protracción maxilar asistida con corticotomías y anclaje esquelético con elásticos de clase III, en tal procedimiento las miniplacas fueron colocadas a nivel sinfisario entre canino y primera premolar, y las corticotomías realizadas siguiendo el patrón de Lefort I incompleta que incluía las paredes nasales laterales del maxilar, pero las paredes nasales y el tabique nasal quedaron intactos; y las placas pterigoides no estaban involucradas porque no había conjunción a la edad que fueron tratados los pacientes, que bordeaba los 13 años en promedio. (Figura 12)

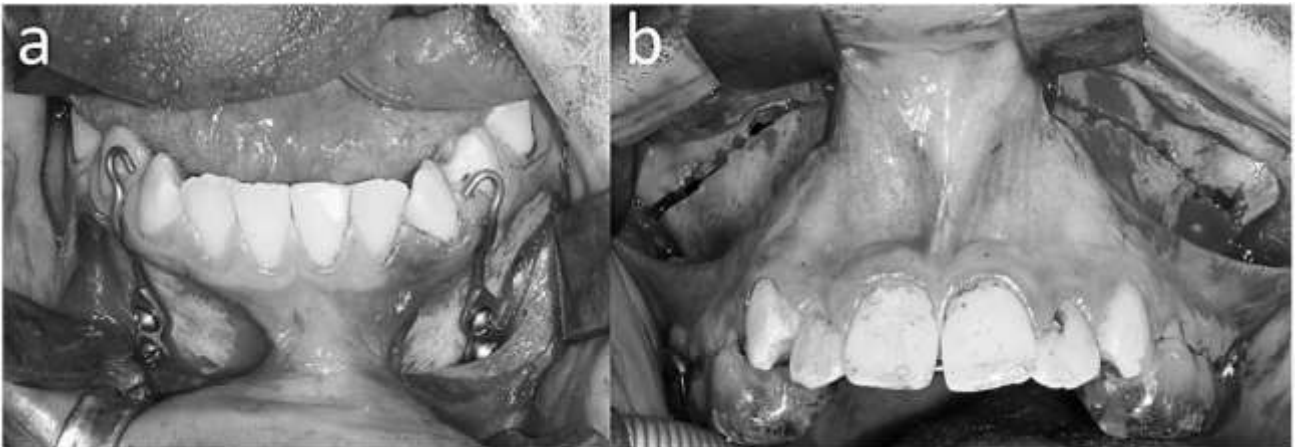


Figura 12. a. Miniplacas en la pared anterior de la sínfisis; b. Osteotomía incompleta de Le Fort I. Tomado de Yilmaz HN, Garip H, Satilmis T, Kucukkeles N. Corticotomy-assisted maxillary protraction with skeletal anchorage and Class III elastics. *Angle Orthod.* 2015; 85(1): 48-57.

Protracción maxilar asistida con cirugía

Desafortunadamente, no siempre se tiene la oportunidad de modificar el patrón de crecimiento Clase III de un paciente a una edad temprana. En adultos, se requiere tratamiento quirúrgico ortognático porque la modificación del crecimiento no es una opción.

Cheever¹⁶⁵ describió la primera osteotomía LeFort I en 1870. Cien años después, Obwegeser¹⁶⁶ y Bell¹⁶⁷ perfeccionaron el procedimiento; es una técnica quirúrgica que ahora se usa de manera rutinaria para la corrección del desequilibrio esquelético de clase III. Posteriormente a la fijación con alambres, la fijación rígida, redujo y/o eliminado muchas desventajas asociadas a este método.^{168,169} La principal ventaja de la fijación rígida es mejora en la estabilidad de los resultados.

Luyk y col¹⁷⁰ estudiaron el potencial de recaída 6 meses después de osteotomías LeFort I en placa con 6 mm de avance y concluyeron que había estabilidad ósea a largo plazo. Los investigadores han demostrado que el punto A recae menos de 1 mm a largo plazo después de la cirugía; esto es clínicamente no significativo.

Champy¹⁷¹ y Freihofner¹⁷² declararon que la oclusión juega un papel clave en la estabilidad de estas osteotomías y, por lo tanto, el alineamiento ortodóncico postquirúrgico de la dentición es una parte integral de la estabilidad a largo plazo.

Küçükkeleş y cols¹⁷³ compararon la terapia quirúrgica de PM y la ERM + MF, encontrando que ambos obtuvieron cambios significativos, pero el tratamiento asistido por cirugía fue más rápido y efectivo en comparación con el enfoque ERM + MF.

Nevzatoğlu y col¹⁷⁴ recomiendan que los pacientes de ángulo bajo Clase III con retrognatismo maxilar severo que no pudieron tratarse solo con la corrección ortopédica convencional, los pacientes que completaron el crecimiento y perdieron la oportunidad de la corrección ortopédica, y los pacientes que no están dispuestos a someterse a una cirugía ortognática pueden ser tratados con éxito con este método.

Pangrazio-Kulbersh y cols¹⁷⁵ compararon los efectos del tratamiento a largo plazo producidos por la terapia de máscara de protracción, seguida más tarde por una segunda fase de terapia integral de aparatos fijos, con controles de Clase III no tratados y con sujetos tratados quirúrgicamente con avance maxilar LeFort I. El tratamiento temprano con fuerzas ortopédicas para avanzar el maxilar podría reducir por completo la necesidad de una intervención quirúrgica posterior. Si la cirugía se hace necesaria, podría restringirse a solo la mandíbula, minimizando así las complicaciones y aumentando la estabilidad.

Efectos de la protracción maxilar en la vía faríngea

El tamaño faríngeo es muy importante para todos los sujetos y especialmente para el paciente con apnea del sueño. El tamaño de la nasofaringe puede ser de particular importancia para determinar si el modo de respiración es predominantemente nasal u oral. Los respiradores orales tienen que abrir la boca y mantener una vía aérea oral. Se necesitan tres cambios en la postura para lograr esto: bajar la mandíbula, colocar la lengua hacia abajo y hacia adelante, y extender la cabeza. Estos cambios posturales podrían afectar el crecimiento y desarrollo dentofacial.^{176,177}

Para aumentar la vía aérea faríngea, se han utilizado tratamientos médicos, quirúrgicos u ortodónticos en pacientes con respiración oral o apnea del sueño. El avance quirúrgico maxilomandibular es un método generalmente utilizado para aumentar la vía aérea faríngea de los sujetos con apnea del sueño. Las indicaciones para este procedimiento se determinan mediante estudios cefalométricos y polisomnográficos.¹⁷⁸⁻¹⁸⁰

Özbek y cols¹⁸¹ estudiaron los efectos del tratamiento ortopédico funcional en las dimensiones orofaríngeas de pacientes en crecimiento con maloclusión de clase II, y concluyeron que las dimensiones sagitales de la vía aérea superior podrían aumentar con el tratamiento funcional.

Muchos estudios han investigado los efectos de la PM en las estructuras dentofaciales y los tejidos blandos de la cara,¹⁸¹⁻¹⁹⁴ pero solo se ha informado un número limitado de estudios sobre las relaciones entre la protracción maxilar y el tamaño de la faringe.¹⁹⁵

Algunos de los estudios relacionados el tamaño y el volumen faríngeo investigaron las relaciones entre el avance mandibular y las dimensiones de las vías respiratorias.¹⁹⁶⁻¹⁹⁹ Otros estudiaron los efectos de diferentes patrones esqueléticos en el tamaño faríngeo²⁰⁰⁻²⁰⁴

En un estudio de Oktay y col²⁰⁵, la PM causó que las dimensiones de las vías aéreas superiores aumentaran en pacientes con un maxilar retrusivo.

Danaei y cols²⁰⁶ encontraron que la PM puede mejorar las dimensiones de las vías respiratorias en un corto plazo, y que la lengua logra una posición más avanzada en pacientes de clase III esquelética.

Seguimiento post protracción maxilar

La terapia con MF genera a nivel articular la aposición ósea a la pared anterior y a la absorción ósea de las paredes posteriores de la fosa glenoidea. La simultaneidad del desplazamiento del cóndilo y los resultados de remodelación ósea mencionados anteriormente indican que la remodelación ósea en la fosa glenoidea provoca el desplazamiento hacia arriba y hacia atrás del cóndilo.²⁰⁸ Pero a pesar de estos cambios a nivel óseo, la recidiva al tratamiento ha sido reportada.

Los seguimientos a largo plazo de la protracción maxilar indican una probabilidad del 25-33% de recaída a resalte negativo después de la finalización del crecimiento mandibular.²⁰⁸⁻²¹¹

Nevzatoğlu y col¹⁷⁴ concluyeron que la recidiva en un patrón de Clase III se debe principalmente al crecimiento mandibular en lugar de una recaída en el maxilar.

Lin y cols²¹² encontraron que la terapia de protracción maxilar puede producir efectos favorables a corto plazo. Pero que en una etapa de seguimiento se reflejó una recidiva significativa, incluida la retracción hacia atrás del maxilar, la disminución de la mejora en la relación intermaxilar y una disminución en el resalte.

En otro estudio, los pacientes con valores mayores para la inclinación de la rama mandibular hacia el cuerpo mandibular (ángulo gonial) antes del tratamiento mostraron una mayor probabilidad de recaída al final del período de observación.²¹³⁻²¹⁵

CONCLUSIONES

La relación esquelética de clase III por hipoplasia o maxilar retruido, condición que requerirá la protracción maxilar, necesita de un correcto diagnóstico y manejo de las opciones de tratamiento existentes, el tratamiento en una edad oportuna mejorará los resultados, a su vez que una sobrecorrección podría hacer los resultados más estables durante el seguimiento.

La protracción maxilar con el uso de anclaje esquelético podría mejorar el pronóstico, debido a la disminución de los efectos secundarios ocasionados con la terapia convencional con máscara facial. Pero teniendo en cuenta que algunas veces algunos de estos efectos podrían ayudar a mejorar las condiciones según el caso a tratar.

El manejo con anclaje esquelético, corticotomías y/o cirugía Lefort I de la clase III esquelética de angulo alto podría tener un mejor pronóstico y estabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos*. 1899; 41: 248.
2. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod*. 1931; 1: 45-6.
3. Tweed CH. *Clinical orthodontics*. vol 2. St Louis: Mosby; 1966.
4. Moyers R. *Handbook of orthodontics*. 3^a ed. Chicago: Book Medical Publishers; 1997. p. 564-70.
5. Emrich RE, Brodie AG, Blayney JR. Prevalence of Class I, Class II, and Class III malocclusions (Angle) in an urban population: an epidemiological study. *J Dent Res*. 1965; 44: 947-1014.
6. Thilander B, Myrberg N. The prevalence of malocclusion in Swedish school children. *Scan J Dent Res*. 1973; 81: 12-20.
7. Magnusson TE. An epidemiologic study of occlusal anomalies in relation to the development of the dentition in Icelandic children. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1976; 4: 121-8.
8. Tschill P, Bacon W, Sonko A. Malocclusion in the deciduous dentition of Caucasian children. *Eur J Orthod*. 1997; 19: 361-7.
9. Chan GK. Class III malocclusion in Chinese: etiology and treatment. *Am J Orthod*. 1974; 65: 152-6.
10. Lew KKK, Foong WC, Loh E. Malocclusion status in Singapore school children. Cited in: Lew KKK, Foong WC. Horizontal skeletal typing in an ethnic Chinese population with true Class III malocclusion. *Br J Orthod*. 1993; 20: 19-23.
11. Allwright WC, Burdred WH. A survey of handicapping dentofacial anomalies among Chinese in Hong Kong. *Int Dent J*. 1964; 14: 505-19.
12. Lin JJ. Prevalence of malocclusion in Chinese children age 9-15. *Clin Dent (Chinese)*. 1985; 5: 57-65.
13. Endo T. An epidemiological study of reversed occlusion: part 1: incidence of reversed occlusion in children 6 to 14 years old. *J Jpn Orthod Soc*. 1971; 30: 73-7.
14. Susami R, Asai Y, Hirose K, Hosoi T, Hayashi I. The prevalence of malocclusion in Japanese school children. *J Jpn Orthod Soc*. 1972; 31: 319-24.
15. Baik HS, Han HK, Kim DJ, Proffit WR. Cephalometric characteristics of Korean Class III surgical patients and their relationship to plans for surgical treatment. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 2000; 15: 119-28.
16. Toms AP. Class III malocclusion: a cephalometric study of Saudi Arabians. *Br J Orthod*. 1989; 16: 201-6.
17. Ingervall B, Mohlin B, Thilander B. Prevalence and awareness of malocclusion in Swedish men. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1979; 6: 308-14.
18. Altemus LA. Frequency of the incidence of malocclusion in American Negro children aged 12-16. *Angle Orthod*. 1959; 29: 189-200.
19. Enlow DH. *Handbook of facial growth*. 2^a ed. Philadelphia: Saunders; 1982.
20. Rakosi T, Schilli W. Class III anomalies: a coordinated approach to skeletal, dental, and soft tissue problems. *J Oral Surg*. 1981; 39: 860-70.
21. Proffit WR, Fields HW Jr. *Contemporary orthodontics*. 3^a ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 134-41.
22. Park JU, Baik SH. Classification of Angle Class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthod Orthog Surg*. 2001; 16: 19-29.
23. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004; 126: 555-68.
24. Turley PK. Treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod*. 2007; 13: 143-57.
25. Battagel JM. The aetiological factors in Class III malocclusion. *Br J Orthod*. 1993; 15: 347-70.
26. Ngan P, Hu AM, Fields HW. Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites. *Pediatr Dent*. 1997; 19: 386-95.
27. Stellzig-Eisenhauer A, Lux CJ, Schuster G. Treatment decision in adult patients with Class III malocclusion: orthodontic therapy or orthognathic surgery? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002; 122: 27-38.
28. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod*. 1975; 67(2): 125-38.

29. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod.* 2003; 124(5): 470-9.
30. Nanda R. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics-E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2012.
31. Ngan P. Treatment of Class III malocclusion in the primary and mixed dentitions. In Bishara SE, editor: *Textbook of orthodontics.* Philadelphia: Saunders; 2001. p. 375-411.
32. Kambara T. Dentofacial changes produced by extraoral forward force in *Macaca irus*. *Am J Orthod.* 1977; 71: 249-77.
33. Nanda R. Protraction of maxilla in rhesus monkeys by controlled extraoral forces. *Am J Orthod* 1978; 74: 121-41.
34. Jackson GW, Kokich VG, Shapiro PA. Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young *Macaca nemestrina*. *Am J Orthod.* 1979; 75: 318-33.
35. Staggers JA, Germane N, Legan HL. Clinical considerations in the use of protraction headgear. *J Clin Orthod.* 1992; 26: 87-91.
36. Lee KG, Ryu YK, Park YC, Rudolph DJ. A study of holographic interferometry on the initial reaction of the maxillofacial complex during protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111: 623-32.
37. Hata S, Itoh T, Nakagawa M, Kamogashira K, Ichikawa K, Matsumoto M, Chaconas SJ. Biomechanical effects of maxillary protraction on the craniofacial complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987; 91: 305-11.
38. Holberg C, Mahaini L, Rudzki I. Analysis of sutural strain in maxillary protraction therapy. *Angle Orthod.* 2007; 77(4): 586-94.
39. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Hino CT, Nguyen T, McNamara JA Jr. Zygomaticomaxillary suture maturation: A predictor of maxillary protraction? Part I - A classification method. *Orthod Craniofac Res.* 2017; 20(2): 85-94.
40. Angelieri F, Ruellas AC, Yatabe MS, Cevidanes LHS, Franchi L, Toyama-Hino C, De Clerck HJ, Nguyen T, McNamara JA Jr. Zygomaticomaxillary suture maturation: Part II - The influence of sutural maturation on the response to maxillary protraction. *Orthod Craniofac Res.* 2017; 20(3): 152-63.
41. Ngan P, Yiu C, Hu A, Hägg U, Wei SH, Gunel E. Cephalometric and occlusal changes following maxillary expansion and protraction. *Eur J Orthod.* 1998; 20: 237-54.
42. Petit H. Adaptations following accelerated facial mask therapy in clinical alteration of the growing face. In McNamara JA Jr, Ribbens KA, Howe RP, editors: *Monograph 14, Craniofacial Growth Series,* Ann Arbor, 1983, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
43. Nartallo-Turley PE, Turley P. Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 1998; 68: 217-24.
44. Baccetti T1, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 333-43.
45. Baik HS. Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108: 583-92.
46. Da Silva Filho OG, Magro AC, Capiozza Filho L. Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 196-203.
47. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction facemask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 119: 675-85.
48. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palato-maxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1982; 82: 329-42.
49. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975; 68: 42-54.
50. Sukh R, Singh GP, Tandon P. A new modified tandem appliance for management of developing Class III malocclusion. *Contemp Clin Dent.* 2013; 4(4): 515-9.
51. Yepes E, Quintero P, Rueda ZV, Pedroza A. Optimal force for maxillary protraction facemask therapy in the early treatment of class III malocclusion. *Eur J Orthod.* 2014 Oct; 36(5): 586-94. Epub 2013 Dec 18.
52. Hino CT, Cevidanes LH, Nguyen TT, De Clerck HJ, Franchi L, McNamara JA Jr. Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary

- expansion compared with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(5): 705-14.
53. Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S. Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. A meta-analysis. [Article in English, German] *J Orofac Orthop.* 2001; 62(4): 275-84.
 54. Fields HW Jr, Proffit WR. Skeletal problems. In Proffit WR, Fields HW Jr. *Contemporary orthodontics.* 3^a ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 511-2.
 55. Nartallo-Turley PE, Turley P. Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 1998; 68: 217-24.
 56. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 333-43.
 57. Cevidanes L, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr, De Clerck H. Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus facemask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2010; 80(5): 799-806.
 58. Ngan P, He H. Effective Maxillary Protraction for Class III Patients. *Current Therapy in Orthodontics;* 2010. p.143-58.
 59. Hagg U, Tse A, Bendeus M, Rabie AB. Long-term follow-up of early treatment with reverse headgear. *Eur J Orthod.* 2003; 25: 95-102.
 60. Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123: 306-20.
 61. Tanne K. Three dimensional model of the human craniofacial skeleton: method and preliminary results using finite elements analysis. *J Biomed Eng.* 1988; 10: 246-52.
 62. Hirato R. An experimental study of the center of resistance of nasomaxillary complex: two-dimensional analysis on the coronal plane of the dry skull. *J Tokyo Dent Coll.* 1984; 84: 1225-62.
 63. Staggers JA, Germane N, Legan H. Clinical considerations in the use of protraction headgear. *J Clin Orthod.* 1992; 87-92.
 64. Miki M. An experimental research on the direction of the complex by means of the external forced two-dimensional analyses on the sagittal plan of the craniofacial skeleton. *J Tokyo Dent. Coll.* 1979; 79: 1563-97.
 65. Hata S, Itoh T, Nakagawa M, Kamogashira K, Ichikawa K, Matsumoto M, Chaconas SJ. Biomechanical effects of maxillary retraction on the craniofacial complex. *Am J Orthod.* 1987; 91: 305-11.
 66. Billiet T, de Pauw G, Dermaut L. Location of the centre of resistance of the upper dentition and the nasomaxillary complex. An experimental study. *Eur J Orthod.* 2001; 23: 263-73.
 67. Keles A, Tokmak EC, Erverdi N, Nanda R. Effect of varying the force direction on maxillary orthopedic protraction. *Angle Orthod.* 2002; 72: 387-96.
 68. Tanne K, Sakuda M. Biomechanical and clinical changes of the craniofacial complex from orthopedic maxillary protraction. *Angle Orthod.* 1991; 61: 145-52.
 69. Ngan P. Early timely treatment of class III malocclusion. *Semin Orthod.* 2005; 11: 140-5.
 70. Pavoni C, Masucci C, Cerroni S, Franchi L, Cozza P. Short-term effects produced by rapid maxillary expansion and facemask therapy in Class III patients with different vertical skeletal relationships. *Angle Orthod.* 2015; 85(6): 927-33.
 71. Yepes E, Quintero P, Rueda ZV, Pedroza A. Optimal force for maxillary protraction facemask therapy in the early treatment of class III malocclusion. *Eur J Orthod.* 2014 Oct; 36(5): 586-94. Epub 2013 Dec 18.
 72. Ngan P, Hagg U, Yiu C, Wei SHY. Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod.* 1997; 3: 255-64.
 73. Garattini G, Levrini L, Crozzoli P, Levrini A. Skeletal and dental modifications produced by the Bionator III appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(1): 40-4.
 74. Proffit WR, Fields Jr. HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics.* Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2014.
 75. Sugawara J, Asano T, Endo N, Mitani H. Long-term effects of chin-cap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 98(2): 127-33.

76. Gencer D, Kaygisiz E, Yüksel S, Tortop T. Comparison of double-plate appliance/facemask combination and facemask therapy in treating class III malocclusions. *Angle Orthod.* 2015 Mar;85(2): 278-83. Epub 2014 Jun 10.
77. Almeida MR, Almeida RR, Oltramari-Navarro PV, Conti AC, Navarro R de L, Camacho JG. Early treatment of Class III malocclusion: 10-year clinical follow-up. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(4): 431-9.
78. Cha KS. Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod.* 2003; 73(1): 26-35.
79. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction facemask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115(6): 675-85.
80. Yilmaz HN, Garip H, Satilmis T, Kucukkeles N. Corticotomy-assisted maxillary protraction with skeletal anchorage and Class III elastics. *Angle Orthod.* 2015; 85(1): 48-57.
81. Macdonald KE, Kapust AJ, Turley PK. Cephalometric changes after the correction of class III malocclusion with maxillary expansion/facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(1): 13-24.
82. Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S. Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. A meta-analysis. *J Orofac Orthop.* 2001; 62(4): 275-84.
83. Ramos AL. Class III treatment using facial mask: stability after 10 years. *Dental Press J Orthod.* 2014; 19(5): 123-35.
84. Tindlund RS, Rygh P. Maxillary protraction: different effects on facial morphology in unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J.* 1993; 30(2): 208-21.
85. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113(3): 333-43.
86. Turley PK. Managing the developing Class III malocclusion with palatal expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122(4): 349-52.
87. Cha KS. Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod.* 2003; 73(1): 26-35.
88. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115(6): 675-85.
89. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(1): 16-22.
90. Delaire J. [Considerations on facial growth (particularly of the maxilla). Therapeutic deductions]. [Article in French] *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 1971; 72(1): 57-76.
91. Petit H. Adaptation following accelerated facial mask therapy, in *Clinical Alteration of the Growing Face*, J. A. McNamara Jr., K. A. Ribbens, and R. P. Howe, Eds., Monograph no. 14, Craniofacial Growth Series, pp. 253-289, Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor, Mich, USA, 1983.
92. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment. Early or late? *Angle Orthod.* 1983; 53(3): 175-91.
93. McNamara JA, Brudon WL. Orthopedic facial mask therapy. Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition. Ann Arbor: Neetham Press; 1993. p. 283-95.
94. Irie M, Nakamura S. Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion. *Am J Orthod.* 1975; 67(4): 377-92.
95. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment. Early or late? *Angle Orthod.* 1983; 53(3): 175-91.
96. Allen RA, Connolly IH, Richardson A. Early treatment of Class III incisor relationship using the chincap appliance. *Eur J Orthod.* 1993; 15(5): 371-6.
97. Deguchi T, Kitsugi A. Stability of changes associated with chincap treatment. *Angle Orthod.* 1996; 66(2): 139-45.
98. Sung SJ, Baik HS. Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(5): 492-502.

99. Uçüncü N, Uçem TT, Yüksel S. A comparison of chin cap and maxillary protraction appliances in the treatment of skeletal Class III malocclusions. *Eur J Orthod.* 2000; 22(1): 43-51.
100. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Maxillary protraction with and without maxillary expansion: a finite element analysis of sutural stresses. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009; 136(3): 361-6.
101. Choi S-H, Kim Y-H, Lee K-J, Hwang C-J. Effect of labiolingual inclination of a maxillary central incisor and surrounding alveolar bone loss on periodontal stress: a finite element analysis. *Korean J Orthod.* 2016; 46(3): 155-62.
102. Matsuyama Y, Motoyoshi M, Tsurumachi N, Shimizu N. Effects of palate depth, modified arm shape, and anchor screw on rapid maxillary expansion: a finite element analysis. *Eur J Orthod.* 2015; 37(2): 188-93.
103. Zhang D, Zheng L, Wang Q, Lu L, Ma J. Displacements prediction from 3D finite element model of maxillary protraction with and without rapid maxillary expansion in a patient with unilateral cleft palate and alveolus. *Biomed Eng Online.* 2015; 14: 80.
104. McNamara JA Jr. An orthopaedic approach to the treatment of Class III malocclusion in growing children. *J Clin Orthod.* 1987; 21: 598-608.
105. Turley PK. Orthopedic correction of Class III malocclusion with palatal expansion and custom protraction headgear. *J Clin Orthod.* 1988; 22: 314-25.
106. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970; 57: 219-55.
107. Davis WM, Kronman JH. Anatomic changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1969; 39: 126-32.
108. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1961; 31: 73-90.
109. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970; 58: 41-66.
110. Turley PK. Orthopedic correction of Class III malocclusion with palatal expansion and custom protraction headgear. *J Clin Orthod.* 1988; 22: 314-25.
111. Ngan P, Hägg U, Yui C, Merwin D, Wei SH. Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 109: 38-49.
112. Turley PK. Orthopedic correction of the Class III malocclusion: retention and phase II therapy. *J Clin Orthod.* 1996; 30: 313-24.
113. Silva Filho OG, Magro AC, Filho LC. Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 196-203.
114. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 118: 404-13.
115. Tanaka OM, Saga AY, Pithon MM, Argenta MA. Stresses in the midpalatal suture in the maxillary protraction therapy: a 3D finite element analysis. *Prog Orthod.* 2016; 17: 8. Epub 2016 Mar 16.
116. Turley PK. Orthopedic correction of Class III malocclusion with palatal expansion and custom protraction headgear. *J Clin Orthod.* 1988; 22(5): 314-25.
117. Altug Z, Arslan AD. Skeletal and dental effects of a mini maxillary protraction appliance. *Angle Orthod.* 2006; 76(3): 360-8.
118. Celikoglu M, Oktay H. Effects of maxillary protraction for early correction of class III malocclusion. *Eur J Orthod.* 2014 Feb; 36(1): 86-92. Epub 2013 Mar 4.
119. Canturk BH, Celikoglu M. Comparison of the effects of facemask treatment started simultaneously and after the completion of the alternate rapid maxillary expansion and constriction procedure. *Angle Orthod.* 2015 Mar; 85(2): 284-91. Epub 2014 Jul 14.
120. Cordasco G, Matarese G, Rustico L, Fastuca S, Caprioglio A, Lindauer SJ, Nucera R. Efficacy of orthopedic treatment with protraction facemask on skeletal Class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2014 Aug; 17(3): 133-43. Epub 2014 Apr 14.

121. Kaya D, Kocadereli I, Kan B, Tasar F. Effects of facemask treatment anchored with miniplates after alternate rapid maxillary expansions and constrictions; a pilot study. *Angle Orthod.* 2011 Jul; 81(4):639-46. Epub 2011 Feb 7.
122. Liou EJ, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005; 42(2): 121-7.
123. Wang YC, Chang PM, Liou EJ. Opening of circumaxillary sutures by alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Angle Orthod.* 2009; 79(2): 230-4.
124. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115(6): 675-85.
125. 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(6):1181-92. Epub 2015 May 19.
126. Canturk BH, Celikoglu M. Comparison of the effects of face mask treatment started simultaneously and after the completion of the alternate rapid maxillary expansion and constriction procedure. *Angle Orthod.* 2015 Mar;85(2):284-91. Epub 2014 Jul 14.
127. Liou EJ. Toothborne orthopedic maxillary protraction in Class III patients. *J Clin Orthod.* 2005; 39: 68-75.
128. Liou EJ. Effective maxillary orthopedic protraction for growing Class III patients: a clinical application simulates distraction osteogenesis. *Prog Orthod.* 2005; 6: 154-71.
129. Liou EJ, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005; 42: 121-7.
130. Wang YC, Chang PM, Liou EJ. Opening of circumaxillary sutures by alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Angle Orthod.* 2009; 79: 230-4.
131. da Luz Vieira G, de Menezes LM, de Lima EM, Rizzato S. Dentoskeletal effects of maxillary protraction in cleft patients with repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J.* 2009; 46: 391-8.
132. Meazzini MC, Zappia LB, Tortora C, Autelitano L, Tintinelli R. Short- and long-term effects of late maxillary advancement with the Liou-Alt-RAMEC protocol in unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2019 Feb; 56(2): 159-167. Epub 2018 Apr 27.
133. Isci D, Turk T, Elekdag-Turk S. Activation-deactivation rapid palatal expansion and reverse headgear in Class III cases. *Eur J Orthod.* 2010; 32: 706-15.
134. Kircelli BH, Pektaş ZO, Uçkan S. Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia. *Angle Orthod.* 2006; 76: 156-63.
135. Tung AW, Kiyak HA. Psychological influences on the timing of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 29-39.
136. Xue SA, Lam CW, Whitehill TL, Samman N. Effects of Class III malocclusion on young male adults' vocal tract development: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 845-52.
137. Delaire J. Maxillary development revisited: relevance to the orthopaedic treatment of Class III malocclusions. *Eur J Orthod.* 1997; 19: 289-311.
138. Kama JD, Ozer T, Baran S. Orthodontic and orthopaedic changes associated with treatment in subjects with Class III malocclusions. *Eur J Orthod.* 2006; 28: 496-502.
139. Turley PK. Managing the developing Class III malocclusion with palatal expansion and facemask therapy. *AmJ Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122: 349-52.
140. Cha KS. Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal Class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups. *Angle Orthod.* 2003; 73: 26-35.
141. Ngan P, Yiu C, Hu A, Hägg U, Wei SH, Gunel E. Cephalometric and occlusal changes following maxillary expansion and protraction. *Eur J Orthod.* 1998; 20: 237-54.
142. Cornelis MA, Schef er NR, Mahy P, Siciliano S, De Clerck HJ, Tulloch JF. Modified miniplates for temporary skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66: 1439-45.
143. Kokich VG, Shapiro PA, Oswald R, Koskinen-Moffett L, Clarren SK. Ankylosed teeth as abutments for maxillary protraction: a case report. *Am J Orthod* 1985; 88: 303-7.

144. Smalley WM, Shapiro PA, Hohl TH, Kokich VG, Branemark PI. Osseointegrated titanium implants for maxillofacial protraction in monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94: 285-95.
145. Kircelli BH, Pektas ZO. Midfacial protraction with skeletally anchored face mask therapy: a novel approach and preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133: 440-9.
146. Zhou YH, Ding P, Lin Y, Qiu LX. Facemask therapy with miniplate implant anchorage in a patient with maxillary hypoplasia. *Chin Med J.* 2007; 120: 1372-75.
147. Cha BK, Choi DS, Ngan P, Jost-Brinkmann PG, Kim SM, Jang IS. Maxillary protraction with miniplates providing skeletal anchorage in a growing Class III patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139: 99-112.
148. Baek SH, Kim KW, Choi JY. New treatment modality for maxillary hypoplasia in cleft patients. Protraction facemask with miniplate anchorage. *Angle Orthod.* 2010; 80: 595-603.
149. Tanne K, Matsubara S, Sakuda M. Location of the centre of resistance for the nasomaxillary complex studied in a three-dimensional finite element model. *Br J Orthod.* 1995; 22: 227-32.
150. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19: 100-6.
151. Elnagar MH, Elshourbagy E, Ghobashy S, Khedr M, Evans CA. Comparative evaluation of 2 skeletally anchored maxillary protraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 150(5): 751-62.
152. Elnagar MH, Elshourbagy E, Ghobashy S, Khedr M, Evans CA. Dentoalveolar and arch dimension changes in patients treated with miniplate-anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 151(6): 1092-106.
153. 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; 16: 26. Epub 2015 Aug 25.
154. Tripathi T, Rai P, Singh N, Kalra S. A comparative evaluation of skeletal, dental, and soft tissue changes with skeletal anchored and conventional facemask protraction therapy. *J Orthod Sci.* 2016; 5(3): 92-9.
155. Sar C, Arman-Özçirpıcı A, Uçkan S, Yazıcı AC. Comparative evaluation of maxillary protraction with or without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(5): 636-49.
156. Cevidanes L, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr, De Clerck H. Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2010; 80(5): 799-806.
157. Ge YS, Liu J, Chen L, Han JL, Guo X. Dentofacial effects of two facemask therapies for maxillary protraction. *Angle Orthod.* 2012 Nov; 82(6): 1083-91. Epub 2012 May 28.
158. Al-Mozany SA, Dalci O, Almuzian M, Gonzalez C, Tarraf NE, Ali Darendeliler M. A novel method for treatment of Class III malocclusion in growing patients. *Prog Orthod.* 2017; 18(1): 40.
159. Nevzatoğlu S, Küçükkeleş N. Long-term results of surgically assisted maxillary protraction vs regular facemask. *Angle Orthod.* 2014 Nov; 84(6): 1002-9. Epub 2014 Mar 21.
160. Liu C, Hou M, Liang L, Huang X, Zhang T, Zhang H, Ma X, Song R. Sutural distraction osteogenesis (SDO) versus osteotomy distraction osteogenesis (ODO) for midfacial advancement: a new technique and primary clinical report. *J Craniofac Surg.* 2005; 16(4): 537-48.
161. Rachmiel A, Aizenbud D, Ardekian L, Peled M, Laufer D. Surgically-assisted orthopedic protraction of the maxilla in cleft lip and palate patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 28(1): 9-14.
162. Samchukov ML. *Craniofacial Distraction Osteogenesis.* Mosby. 2001.
163. Nevzatoğlu S, Küçükkeleş N. Long-term results of surgically-assisted maxillary protraction. *Aust Orthod J.* 2014; 30(1): 19-31.
164. Yilmaz HN, Garip H, Satilmis T, Kucukkeles N. Corticotomy-assisted maxillary protraction with skeletal anchorage and Class III elastics. *Angle Orthod.* 2015; 85(1): 48-57.
165. Cheever DJ. Displacement of the upper jaw. *Med Surg Rp Boston City Hosp.* 1870; 163.
166. Obwegeser HL. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The "dish-face" deformity. *Plast Reconstr Surg.* 1969; 43: 351-65.

167. Bell WH. LeFort I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg.* 1975; 33: 412-26.
168. Buckley MJ, Tulloch JFC, White RP, Tucker MR. Complications of orthognathic surgery: a comparison between wire fixation and rigid internal fixation. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1989; 4: 69-74.
169. Larsen AJ, Van Sickles JE, Thrash WJ. Postsurgical maxillary movement: a comparison study of bone plate and screw versus wire osseous fixation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 95: 334-43.
170. Luyk NH, Ward-Booth RP. The stability of LeFort I advancement osteotomies using bone plates without bone grafts. *J Maxillofac Surg.* 1985; 13: 250-3.
171. Champy M. Surgical treatment of midface deformities. *Head Neck Surg.* 1980; 2: 451-65.
172. Freihofer HP Jr. Results of osteotomies of the facial skeleton in adolescence. *J Maxillofac Surg.* 1977; 5: 267-97.
173. Küçükkeleş N, Nevzatoğlu S, Koldaş T. Rapid maxillary expansion compared to surgery for assistance in maxillary face mask protraction. *Angle Orthod.* 2011; 81: 44-51.
174. Nevzatoğlu S, Küçükkeleş N. Long-term results of surgically assisted maxillary protraction vs regular facemask. *Angle Orthod.* 2014 Nov;84(6):1002-9. Epub 2014 Mar 21.
175. Pangrazio-Kulbersh V, Berger JL, Janisse FN, Bayirli B. Long-term stability of Class III treatment: rapid palatal expansion and protraction facemask vs LeFort I maxillary advancement osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(1): 7. e9-19.
176. Preston B. The upper airway and craniofacial morphology. In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques.* St Louis, Mo: Elsevier Mosby; 2005: 128-36.
177. Proffit WR, Fields HW. The etiology of orthodontic problems. In: Proffit WR, Fields HW, eds. *Contemporary Orthodontics.* St Louis, Mo: CV Mosby; 1986: 112-3.
178. Hochban W, Brandenburg U, Peter JH. Surgical treatment of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement. *Sleep.* 1994; 17: 624-9.
179. Conradt R, Hochban W, Brandenburg U, Heitmann J, Peter JH. Long-term follow-up after surgical treatment of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement. *Eur Respir J.* 1997; 10: 123-8.
180. Hochban W, Conradt R, Brandenburg U, Heitmann J, Peter JH. Surgical maxillofacial treatment of obstructive sleep apnea. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 99: 619-26.
181. Özbek M, Memikoglu UT, Gögen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod.* 1998; 68: 327-336.
182. Dellinger EL. A preliminary study of anterior maxillary displacement. *Am J Orthod.* 1973; 63: 509-16.
183. Kambara T. Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the *Macaca irus*. *Am J Orthod.* 1977; 71: 249-77.
184. Nanda R. Protraction of maxilla in rhesus monkeys by controlled extraoral forces. *Am J Orthod.* 1978; 74: 121-41.
185. Baik HS. Clinician results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108: 583-92.
186. Nygan P, Hägg U, Yiu C, Mervin D, Wei SHY. Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 109: 38-49.
187. Gallagher RW, Miranda F, Buschang PH. Maxillary protraction: treatment and post treatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 612-9.
188. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113: 333-43.
189. Macdonald KE, Kapust AJ, Turley PK. Cephalometric changes after the correction of Class III malocclusion with maxillary expansion/face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116: 13-24.
190. Yüksel S, Üçem TT, Keykubat A. Early and late facemask therapy. *Eur J Orthod.* 2001; 23: 559-68.

191. Kim JH, Viana MAG, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115: 675-85.
192. Filho OGS, Magro AC, Filho LC. Early treatment of the Class III malocclusion with maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113: 196-203.
193. Sung SJ, Baik HS. Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 492-502.
194. Yavuz I. Cephalometric Evaluation of the Effects of Tubinger Face Mask in the Girls Who Have Completed Statural Growth [PhD thesis]. Erzurum, Turkey: Ataturk University Health Science Institute Department of Orthodontics; 2001.
195. Hiyama S, Suda N, Suzuki MI, Tsuiki S, Ogawa M, Suzuki S, Kuroda T. Effects of maxillary protraction on craniofacial structures and upper airway dimension. *Angle Orthod.* 2002; 72: 43-7.
196. Ceylan I, Oktay H. A study of the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108: 69-75.
197. Liu Y, Lowe AA, Fleetham JA, Park YC. Cephalometric and physiologic predictors of the efficacy of an adjustable oral appliance for treating obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120: 639-47.
198. Baik UB, Suzuki M, Ikeda K, Sugawara J, Mitani H. Relationship between cephalometric characteristics and obstructive sites in obstructive sleep apnea syndrome. *Angle Orthod.* 2002; 72: 124-34.
199. Fransson AMC, Tegelberg Å, Svenson BAH, Lennartsson B, Isacson G. Influence of mandibular protruding device on airway passages and dentofacial characteristics in obstructive sleep apnea and snoring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122: 371-9.
200. Özbek M, Memikoglu UT, Gögen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod.* 1998; 68: 327-36.
201. Hiyama S, Ono T, Ishiwata Y, Kuroda T. Changes in mandibular position and upper airway dimension by wearing cervical headgear during sleep. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120: 160-8.
202. Schwab RJ, Gupta KB, Geffer WB, Metzger LJ, Hoffman EA, Pack AI. Upper airway and soft tissue anatomy in normal subjects and patients with sleep disordered breathing. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995; 152: 1673-89.
203. Solow B, Siersbæk-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod.* 1984; 86: 214-23.
204. Prachartam N, Hans MG, Strohl KP, Redline S. Upright and supine cephalometric evaluation of obstructive sleep apnea syndrome and snoring subjects. *Angle Orthod.* 1994; 64: 63-74.
205. Oktay H, Ulukaya E. Maxillary protraction appliance effect on the size of the upper airway passage. *Angle Orthod.* 2008; 78(2): 209-14.
206. Danaei SM, Ajami S, Etemadi H, Azadeh N. Assessment of the effect of maxillary protraction appliance on pharyngeal airway dimensions in relation to changes in tongue posture. *Dent Res J (Isfahan).* 2018; 15(3): 208-14.
207. Lee H, Son WS, Kwak C, Kang EH, Kim SS, Park SB, Kim YI. Three-dimensional changes in the temporomandibular joint after maxillary protraction in children with skeletal Class III malocclusion. *J Oral Sci.* 2016; 58(4): 501-8.
208. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(1): 16-22.
209. Heymann GC, Cevidanes L, Cornelis M, De Clerck HJ, Tulloch JF. Three-dimensional analysis of maxillary protraction with intermaxillary elastics to miniplates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(2): 274-84.
210. Westwood PV1, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123(3): 306-20.
211. Hägg U, Tse A, Bendeus M, Rabie AB. Long-term follow-up of early treatment with reverse headgear. *Eur J Orthod.* 2003; 25(1): 95-102.

212. Lin Y, Guo R, Hou L, Fu Z, Li W. Stability of maxillary protraction therapy in children with Class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2018 Sep; 22(7): 2639-52. Epub 2018 Feb 10.
213. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004; 126(1): 16-22.
214. Tahmina K, Tanaka E, Tanne K. Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000; 117(6): 681-90.
215. Zentner A, Doll GM, Peylo SM. Morphological parameters as predictors of successful correction of Class III malocclusion. *Eur J Orthod*. 2001; 23(4): 383-92.