

EFFECTO DE LA TERAPIA CON MÁSCARA FACIAL SOBRE LA ROTACIÓN MAXILOMANDIBULAR CONSIDERANDO EL PATRÓN DE CRECIMIENTO INICIAL Y FINAL

Salazar, L., Piedrahita, M., Álvarez, E., Santamaría A., Manrique, R., Batista, O.

RESUMEN

Introducción: La relación esquelética clase III representa uno de los problemas más difíciles de enfrentar en la clínica ortodóntica. Su tratamiento debe incluir generalmente un avance maxilar con máscara facial de protracción combinada con expansión rápida palatina que según lo reportado en la literatura, produce una rotación anterior del maxilar y posterior de la mandíbula desfavorable para los pacientes que de base presenten un patrón de crecimiento vertical, sin embargo, los estudios que llegan a esta conclusión no clasifican el patrón de rotación maxilomandibular antes y después de la intervención en cada paciente. Considerando que la intervención temprana con máscara facial en sujetos clase III puede mejorar su pronóstico, es importante determinar si los efectos desfavorables atribuidos a este tratamiento son consecuencia de una alteración del patrón de crecimiento por parte de la terapia o son una continuación de la tendencia de crecimiento ya establecido en ellos. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la terapia con máscara facial sobre la rotación maxilomandibular considerando el patrón de crecimiento inicial y final de cada paciente, para evaluar la hipótesis nula: La máscara facial no modifica el patrón de crecimiento inicial de los pacientes. **Métodos:** Radiografías de pacientes, 20 niñas y 18 niños, con edad promedio de 7.5 años, clase III por hipoplasia maxilar, que fueron tratados durante 1.6 años en promedio con máscara facial de protracción, se analizaron en T1 y T2. Se utilizó la prueba la prueba t-student pareada y se realizó su superposición con la técnica descrita por Bjork. Se determinó el patrón de crecimiento al inicio y al final del tratamiento de cada paciente según lo esperado para la edad en el estudio de Riolo y col. evaluando cambios con χ^2 mediante un análisis de correspondencias múltiple. **Resultados:** se encontró un promedio de rotación del plano palatino de -0.45° ($p=0.13$) y del plano mandibular de 0.39° ($p=0.39$). En la superposición se observó que la rotación verdadera y aparente en ambos maxilares mantuvo la misma dirección ($p<0.05$). Con la clasificación de Riolo se encontró que la mayoría de los pacientes conservaron su patrón inicial de crecimiento mandibular después de la terapia con un análisis de correspondencia valor $p=0.000$. **Conclusión:** la terapia con expansión rápida y máscara facial no modifica el patrón de crecimiento vertical, los cambios observados presentan una tendencia a conservar la dirección inicial de crecimiento de cada paciente después de la terapia.

INTRODUCCIÓN

La relación esquelética clase III es producida por una alteración en el tamaño o en la posición del maxilar y la mandíbula, presentándose como una retrusión o hipoplasia del maxilar en presencia de una mandíbula normal, un prognatismo o macrognatismo acompañado de un maxilar normal, o una alteración en la posición o tamaño de ambos maxilares, e involucrando desarmonías en sentido sagital, transversal y vertical (1,2). Es una entidad con una incidencia variable en diferentes poblaciones, reportándose entre 1% a 5% en blancos, 5% en latinos y entre un 9% a 19% en asiáticos (2-4). Otros estudios muestran una prevalencia del 3-5% entre caucásicos, 3-6% en americanos-africanos (5) y 3.7% en población colombiana (4).

Esta relación esquelética representa uno de los problemas más difíciles de enfrentar en la clínica ortodóntica por el patrón de crecimiento impredecible y potencialmente desfavorable que estos pacientes pueden expresar (1,6). Wolfe y col., reportan que los sujetos clase III presentan mandíbulas más hiperdivergentes y la altura facial inferior aumentada cuando se comparan con un grupo control clase I (7). El tratamiento se ha orientado a un adelantamiento del maxilar y/o al control del crecimiento mandibular y se han desarrollado diferentes aparatos para lograr estos objetivos que incluyen la máscara facial de protracción, la mentonera, la tracción cervical inferior y aparatos ortopédicos funcionales (1,8-11).

La protracción maxilar con máscara facial combinada con expansión rápida palatina (EP/MF) es una terapia para pacientes clase III con hipoplasia o retrusión maxilar que se muestra efectiva según lo reportado por estudios comparativos de pacientes tratados y controles no tratados, principalmente cuando se usa en edades tempranas (12-15) y que permite una disminución en la necesidad de tratamiento quirúrgico posterior (16). Sin embargo, se ha descrito que esta terapia produce una rotación anterior del maxilar y posterior de la mandíbula que puede ser desfavorable para los pacientes que presenten un patrón de crecimiento vertical (12-14,17). Considerando que la EP/MF es una opción efectiva y poco invasiva de tratamiento temprano para pacientes clase III hipoplásicos, es importante determinar si los efectos rotacionales maxilomandibulares desfavorables que se le atribuyen a esta terapia son efectivamente consecuencia de una alteración del patrón de crecimiento por parte del tratamiento o son una continuación de la tendencia de crecimiento establecido inicialmente en estos pacientes. Esta es una situación clínicamente relevante que no se ha evaluado en la literatura, puesto que los estudios que reportan los efectos sagitales y verticales de la máscara facial incluyen diseños con grupos en paralelo donde no se clasifica ni se compara el patrón de crecimiento de los pacientes al inicio y al final del tratamiento (13,18).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tratamiento de expansión palatina y máscara sobre la rotación maxilomandibular considerando el patrón de

crecimiento inicial y final de cada paciente, para evaluar la hipótesis nula: la máscara facial no modifica el patrón de crecimiento inicial de los pacientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo longitudinal en pacientes clase III por hipoplasia maxilar tratados con expansión palatina y máscara facial, donde cada individuo fue su propio control. El tamaño muestral necesario para evaluar si la máscara facial causa cambios en la rotación maxilomandibular fue establecido en 34 pacientes, utilizando el software GpowerNT de acuerdo con los siguientes parámetros: tamaño de efecto=0.5, significancia estadística 0.05 y poder de 0.80. En este estudio retrospectivo se incluyeron radiografías de 38 pacientes (20 niñas y 18 niños) que fueron tratados consecutivamente con expansión rápida palatina y máscara facial de protracción (ERP/FM) en la consulta privada de tres odontopediatras de la ciudad de Medellín. Todos los pacientes cumplieron los siguientes criterios de inclusión: mordida cruzada anterior o relación incisal borde a borde; sin tratamientos ortopédicos previos; maduración esquelética CS 1 y 2 prepuberal (19); ángulo ANB menor de 3°; wits 1.5mm o menor; ausencia de anomalías dentales (forma, tamaño o número), sin extracciones dentales previas; dentición mixta temprana con incisivos y primeros molares permanentes erupcionados. Se establecieron como criterios de exclusión: anomalías craneofaciales, desordenes sicosociales que pudieran haber interferido con la cooperación del paciente, falta de autorización de los padres o del paciente, desordenes en la articulación temporomandibular y maloclusión clase III por macrognatismo. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad CES en el acta de la sesión número 109 del comité institucional de ética de investigación en seres humanos.

Todos los pacientes se sometieron a un protocolo de tratamiento debido a su relación esquelética clase III por hipoplasia maxilar, similar al descrito por Turley (20) en el que se realizó expansión rápida palatina (ERP) con tornillo tipo hyrax, bandas en los primeros molares permanentes superiores y con ganchos (hooks) vestibulares a nivel de caninos para realizar protracción con máscara facial. Se activó un cuarto de vuelta al día por 20 días o hasta alcanzar la relación transversal adecuada según la condición inicial de cada paciente. Se usó una máscara de protracción (MP) entre 14 a 16 horas por día, con elásticos que generaron 16 onzas de fuerza por lado (entre 300 a 500 gramos) y con un vector de fuerza anterior e inferior entre 30 a 40 grados con respecto al plano oclusal. Se usó la máscara facial de manera activa hasta corregir la mordida cruzada anterior y la estética facial del paciente.

Para evaluar los efectos verticales del tratamiento se utilizó un diseño pareado donde los mismos pacientes fueron usados como control. Así, se clasificó cada paciente según su patrón de crecimiento antes y después del tratamiento en vertical, neutro u horizontal, con base en la medición del ángulo entre plano mandibular y silla-nasion y comparándolo con lo esperado para la edad de cada paciente en los dos momentos, según el estudio de Riolo y col.(21). Ver tabla 1. Se consideró un crecimiento neutro en los pacientes cuya medida del

ángulo SN/PM estuviera dentro del rango esperado para su edad según los criterios del estudio de Riolo y col., así mismo, un ángulo aumentado se consideró crecimiento vertical y la disminución del mismo se definió como crecimiento horizontal.

Tabla No. 1. Medidas del ángulo SN-Plano mandibular según Riolo y col. con las que se clasificó el patrón de crecimiento vertical de cada paciente antes y después de la terapia.

<i>Edad</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i> <i>hombres</i>	<i>DS</i>	<i>Edad</i>	<i>N</i>	<i>Promedio</i> <i>mujeres</i>	<i>DS</i>
7	44	36.0	4.9	7	31	36.7	4.9
8	44	35.1	4.5	8	36	35.4	5.0
9	46	34.7	4.6	9	31	35.3	5.3
10	45	34.7	4.7	10	35	35.3	5.1
11	43	34.7	4.7	11	30	34.8	5.6

Setenta y seis radiografías cefálicas convencionales fueron incluidas, 38 de antes de iniciar el tratamiento (T1) y 38 del final del tratamiento activo (T2).

Las radiografías fueron estandarizadas en su magnificación por un operador experto. Este mismo operador realizó los trazos y mediciones de las radiografías con un coeficiente de correlación intraclase menor a 0.8mm. Luego se realizó la superposición en los momentos T1 y T2 para cada paciente, por un especialista en odontopediatría calibrado, cuyos resultados fueron comparados con un operador experto en la realización de dicha técnica, que actuó como gold estándar. La concordancia entre el operador experto y el odontólogo especialista fue alta según lo obtenido por el coeficiente de correlación intraclase que mostró una varianza no significativa entre las lecturas.

La técnica de superposición de Björk fue la usada por Wang y col.(22), donde se definió la **rotación verdadera** como el cambio entre T1 y T2 del ángulo formado por la línea de conexión entre las señales hechas en el cuerpo de ambos maxilares y la base de cráneo anterior (SN). La **rotación aparente** fue definida como la modificación que presentó el ángulo formado por la línea SN con plano mandibular y con plano maxilar, y la diferencia entre la rotación verdadera y aparente fue denominada **remodelación angular**.

Se utilizaron para el análisis las siguientes variables cefalométricas:

N – Me: medida lineal desde nasion hasta mentón, determina la altura facial anterior.

N – ENA: medida lineal desde nasion hasta espina nasal anterior, determina la altura facial anterior superior

ENA – Me: medida lineal desde espina nasal anterior hasta menton, determina la altura facial anterior inferior

Ang. Goniaco:	medida angular de los planos mandibular y de la rama mandibular.
S – Go:	medida lineal desde silla hasta gonion, determina la altura facial posterior
S – ENP:	medida lineal desde silla hasta espina nasal posterior, determina la altura facial posterior
PM - S/N:	medida angular entre los planos silla-nasion y plano mandibular
IM - S/N – Mand:	medida angular entre el plano formado por la simulación de los implantes en la mandíbula y el plano silla-nasion
PP - S/N:	medida angular entre los planos silla-nasion y plano palatino
IM- S/N – Mx:	medida angular entre el plano formado por la simulación de los implantes en el maxilar y el plano silla-nasion
Co-A:	medida lineal que describe la longitud efectiva del maxilar
Co-Gn:	medida lineal que describe la longitud efectiva de la mandíbula.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dado que este fue un diseño antes y después, se realizó una comparación de las variables al inicio (T1) y al final del tratamiento (T2), verificada la normalidad de las variables se encontró que todas seguían una distribución normal según la prueba de Shapiro Wilks ($p > 0.05$), en consecuencia se utilizó la prueba t-student pareada para la comparación de medias bajo la verificación del supuesto de varianzas iguales. Se utilizó además el análisis de correspondencias múltiples (χ^2) (23) para comparar el tipo de crecimiento inicial con el final, así como las rotación verdadera, aparente y el remodelado.

RESULTADOS

Fueron evaluadas 38 radiografías de pacientes tratados con ER/MF (52% niños y 48 % niñas) cuyo promedio de edad al inicio de tratamiento fue 7.5 años, con una DS de 1.1 años, en un rango de 5.2 a 9.5 años. En general, el promedio de tiempo de tratamiento ortopédico fue 1.6 años con una DS de 0.5, con un mínimo de 0.6 años y un máximo de 2.8 años de tratamiento. Al final del tratamiento los pacientes presentaban una edad promedio de 9.1 años con una DS de 1.1 años, en un rango de 7.1 a 12 años.

Se encontró un aumento en la altura facial anterior estadísticamente significativo al comparar los cambios de las medidas rotacionales lineales en T1 y T2. Las medidas

rotacionales angulares basadas en el plano de la base craneal anterior (SN), que definen la rotación aparente y verdadera de ambos maxilares, no mostraron una variación estadísticamente significativa, como lo muestra la tabla 2.

Tabla No.2 Cambios en las medidas cefalométricas entre T1 y T2

	<i>T1</i>		<i>T2</i>		<i>Varianzas Test de Levene</i>	$\Delta(T2-T1)$		<i>Valor p t test pareado</i>	
	<i>X</i>	<i>DS</i>	<i>X</i>	<i>DS</i>		<i>X</i>	<i>DS</i>		
<i>Medidas Rotacionales Lineales</i>									
N - Me	107.21	6.63	111.90	6.63	Igual	4.69	4.06	0.00	
N - ENA	48.69	3.59	50.89	3.29	Igual	2.23	2.29	0.00	
ENA - Me	60.40	4.33	62.97	4.69	Igual	2.59	2.47	0.00	
S - Go	62.81	4.72	65.32	4.05	Igual	2.51	2.97	0.00	
S - ENP	42.64	3.10	44.94	2.98	Igual	2.30	1.72	0.00	
<i>Medidas Rotacionales Angulares Base de Cráneo</i>									
PM - S/N	39.39	4.53	39.53	5.59	Igual	0.13	2.51	0.75	
IM - S/N - Mand	39.29	4.59	39.68	5.58	Igual	0.39	2.51	0.39	
PP - S/N	9.26	2.91	8.82	3.18	Igual	-0.45	1.78	0.13	
IM- S/N - Mx	9.05	2.75	8.63	3.27	Igual	-0.39	2.19	0.31	
<i>Medidas Sagitales Lineales</i>									
Co-A	80.14	0.71	82.08	0.63	Igual	1.94	2.68	0.00	
Co-Gn	105.64	6.13	109.05	5.89	Igual	3.50	4.09	0.00	
<i>Otras Medidas Rotacionales</i>									
Ángulo Goniaco	129.30	3.57	127.74	3.59	Igual	-1.56	1.56	0.00	

El análisis de correspondencias utilizado para comparar el tipo de crecimiento inicial con el final según los criterios del estudio de Riolo y col., indicó que existe correspondencia en los tres tipos de crecimiento, es decir, los sujetos mantuvieron su patrón de crecimiento después de la terapia, ya fuera éste horizontal, neutro o vertical. Ver gráfico 1 y tabla 3.

Gráfico No. 1 Correspondencia entre la rotación mandibular inicial y final después de la clasificación según los criterios de Riolo y col.

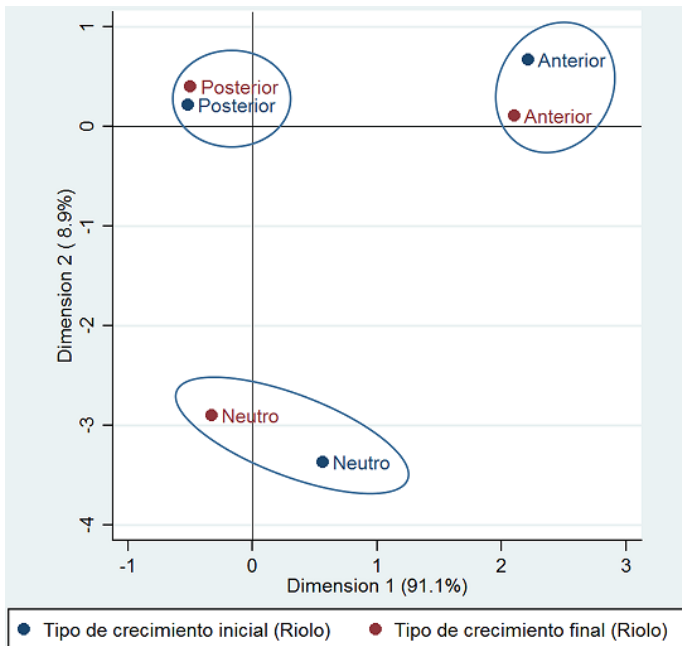


Tabla No. 3 Clasificación inicial y final de la rotación mandibular después de la clasificación según los criterios de Riolo y col.

		Rotación Mandibular Final			Total
		Anterior	Neutra	Posterior	
Rotación Mandibular Inicial	Anterior	5	0	1	6
	Neutra	1	1	1	3
	Posterior	1	3	25	29
Total		7	4	27	38

Chi2 de Pearson (gl:4)=23.8, valor p=0.000.

El análisis de correspondencias entre la rotación verdadera y aparente del maxilar mostró una correlación significativa ($p < 0.000$) entre las dos variables, así, la rotación verdadera y aparente del maxilar en la mayoría de los casos presentó la misma dirección. Ver tabla No. 4.

Tabla No. 4 Correspondencia entre la rotación verdadera y aparente del maxilar

Rotación verdadera del maxilar	Rotación aparente del maxilar			Total
	No rotación	Rotación anterior	Rotación posterior	
No Rotación	2	2	0	4
Rotación anterior	4	13	1	18
Rotación posterior	4	0	12	16
Total	10	15	13	38

Chi2 de Pearson (gl:4)=25.8, valor $p < 0.000$

La rotación aparente y verdadera de la mandíbula también mostró una correlación significativa ($p < 0.001$) en cuanto a la dirección en que ambas se presentan, como lo muestra la tabla No. 5.

Tabla No. 5 Correspondencia entre la rotación verdadera y aparente de la mandíbula

Rotación verdadera de la mandíbula	Rotación aparente de la mandíbula			Total
	No Rotación	Rotación anterior	Rotación posterior	
No Rotación	2	1	2	5
Rotación anterior	1	12	1	14
Rotación posterior	3	3	13	19
Total	6	16	16	38

Chi2 de Pearson (gl:4)=19.7, valor $p < 0.001$.

DISCUSIÓN

Este estudio retrospectivo analizó las radiografías cefálicas de 38 pacientes clase III por hipoplasia maxilar tratados con ER/MF, encontrando que casi todos los pacientes conservan su patrón de crecimiento vertical al final del tratamiento. Así mismo, se observó que la mayoría de los pacientes presentaban un patrón de rotación mandibular posterior antes del

tratamiento, tal como lo describen otros autores (7,25). Guyer y col., reportan que los pacientes clase III presentan un ángulo goníaco más obtuso, una cara más larga y un ángulo del plano mandibular con silla-nasion aumentado (26), lo que coincide con las características de crecimiento inicial de la mayoría de los pacientes incluidos en este estudio.

Se encontró un promedio de rotación del plano palatino de -0.45° ($p=0.13$) y del plano mandibular de 0.39° ($p=0.39$) que no se consideraron estadísticamente significativos. Se corroboró la dirección de rotación maxilo-mandibular con la técnica de superposición descrita por Bjork observando además, que la dirección de la rotación verdadera y aparente coincide en ambos maxilares. Estos resultados contrastan con otros estudios donde se describe un cambio estadísticamente significativo en los planos maxilar y mandibular que indica una rotación anterior maxilar y posterior mandibular después de la terapia (13,18,24). Estos estudios presentan diseños en paralelo con dos grupos y no evalúan el comportamiento del patrón de crecimiento de cada paciente en sus resultados (13,18,27,24). En este estudio se consideró un diseño pareado como la mejor opción para determinar si los efectos rotacionales maxilomandibulares que se le atribuyen a esta terapia son efectivamente consecuencia de una alteración del patrón de crecimiento por el tratamiento o son una continuación de la tendencia de crecimiento establecido en estos pacientes y se definió un tamaño muestral adecuado para la evaluación. Se encontró que la mayoría de los pacientes mantuvieron su patrón de crecimiento al final del tratamiento, presentándose algunos cambios en la dirección de rotación, principalmente en los pacientes clasificados con rotación neutra inicial, de éstos, algunos pasaron a tener una dirección de crecimiento posterior y otros una anterior, lo que deja ver que no siempre debería esperarse de la terapia un cambio hacia rotación posterior mandibular como se reporta en la literatura (7,12,14).

Se consideró el análisis desde tres perspectivas diferentes, así, se valoraron los cambios en T1 y T2, se corroboraron los resultados obtenidos utilizando la superposición de Bjork y por último se consideró el patrón de crecimiento de cada paciente. Con todos estos enfoques se pudo observar que aunque se presentan cambios en la rotación maxilomandibular después del tratamiento, estos parecen ser más una continuación del patrón de crecimiento del paciente y no tanto un efecto de la terapia.

Entender que los efectos verticales asociados a la máscara facial están más relacionados con la tendencia de crecimiento y no tanto con un efecto de la terapia es clínicamente relevante, puesto que despeja la posibilidad de usar este tratamiento en pacientes clase III hipoplásicos con crecimiento vertical inicial que requieran un adelantamiento maxilar por sus características faciales. La terapia de protracción con máscara facial ha demostrado ser la mejor alternativa de tratamiento para pacientes clase III en edades tempranas (28) y en algunos casos se puede limitar su uso cuando los pacientes muestran patrones faciales verticales, disminuyendo sus opciones terapéuticas tempranas. Con base en los resultados

de este estudio se podría sugerir el uso de máscara facial en pacientes clase III con crecimiento vertical que antes no podían ser considerados como candidatos para esta terapia, lo que mejora el pronóstico de su tratamiento y disminuye la posibilidad de procedimientos invasivos como correcciones estéticas y funcionales quirúrgicas. Además se sugiere que los estudios que se realicen sobre protracción maxilar con máscara facial en pacientes en crecimiento incluyan siempre una clasificación inicial del patrón de rotación para poder evaluar de forma precisa los resultados del tratamiento sobre el crecimiento y así precisar los alcances clínicos de éstos.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que la terapia con expansión rápida y máscara facial no modifica el patrón de crecimiento vertical, los cambios en la rotación maxilomandibular observados después del tratamiento presentan una tendencia a conservar la dirección inicial de crecimiento, puesto que la mayoría de los pacientes mantiene su patrón de crecimiento al final de la terapia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zhang W, Qu H-C, Yu M, Zhang Y. The Effects of Maxillary Protraction with or without Rapid Maxillary Expansion and Age Factors in Treating Class III Malocclusion: A Meta-Analysis. *PloS One*. 2015;10(6):e0130096.
2. Toffol LD, Pavoni C, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Orthopedic treatment outcomes in Class III malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod*. 2008 May;78(3):561–73.
3. Haynes S. The prevalence of malocclusion in English children aged 11-12 years. *Rep Congr Eur Orthod Soc*. 1970;89–98.
4. Thilander B. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod*. 2001 Apr 1;23(2):153–68.
5. Ngan P, Hu AM, Fields HW. Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites. *Pediatr Dent*. 1997 Oct;19(6):386–95.
6. Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. 1999 Jun;115(6):675–85.
7. Wolfe SM, Araujo E, Behrents RG, Buschang PH. Craniofacial growth of Class III subjects six to sixteen years of age. *Angle Orthod*. 2011 Mar;81(2):211–6.

8. Baccetti T, Rey D, Oberti G, Stahl F, McNamara JA. Long-Term Outcomes of Class III Treatment with Mandibular Cervical Headgear Followed by Fixed Appliances. *Angle Orthod.* 2009 Sep;79(5):828–34.
9. Baccetti T, Rey D, Angel D, Oberti G, McNamara JA. Mandibular Cervical Headgear vs Rapid Maxillary Expander and Facemask for Orthopedic Treatment of Class III Malocclusion. *Angle Orthod.* 2007 Jul;77(4):619–24.
10. Rey D, Angel D, Oberti G, Baccetti T. Treatment and posttreatment effects of mandibular cervical headgear followed by fixed appliances in Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Mar;133(3):371–8.
11. Baik HS, Jee SH, Lee KJ, Oh TK. Treatment effects of Fränkel functional regulator III in children with class III malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 2004 Mar;125(3):294–301.
12. Nevzatoğlu S, Küçükkeleş N. Long-term results of surgically assisted maxillary protraction vs regular facemask. *Angle Orthod.* 2014 Nov;84(6):1002–9.
13. Cordasco G, Matarese G, Rustico L, Fastuca S, Caprioglio A, Lindauer SJ, et al. 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.
14. Kiliçoğlu H, Kirliç Y. Profile changes in patients with class III malocclusions after Delaire mask therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 1998 Apr;113(4):453–62.
15. Mandall N, DiBiase A, Littlewood S, Nute S, Stivaros N, McDowall R, et al. Is early Class III protraction facemask treatment effective? A multicentre, randomized, controlled trial: 15-month follow-up. *J Orthod.* 2010 Sep;37(3):149–61.
16. Mandall N, Cousley R, DiBiase A, Dyer F, Littlewood S, Mattick R, et al. Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery: a multi-centre, two-arm parallel randomized, controlled trial. *J Orthod.* 2016 Jul 2;43(3):164–75.
17. Jamilian A, Cannavale R, Piancino MG, Eslami S, Perillo L. Methodological quality and outcome of systematic reviews reporting on orthopaedic treatment for class III malocclusion: Overview of systematic reviews. *J Orthod.* 2016 Apr 2;43(2):102–20.
18. 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.

19. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2002 Aug;72(4):316–23.
20. Turley PK. Orthopedic correction of Class III malocclusion with palatal expansion and custom protraction headgear. *J Clin Orthod JCO*. 1988 May;22(5):314–25.
21. W. Stuart Hunter, James A, McNamara, Robert E. Moyers, Michael L. Riolo. *An atlas of craneofacial groth*. 1974.
22. Wang MK, Buschang PH, Behrents R. Mandibular Rotation and Remodeling Changes during Early Childhood. *Angle Orthod*. 2009 Mar;79(2):271–5.
23. Sourial N, Wolfson C, Zhu B, Quail J, Fletcher J, Karunanathan S, et al. Correspondence analysis is a useful tool to uncover the relationships among categorical variables. *J Clin Epidemiol*. 2010 Jun;63(6):638–46.
24. Celikoglu M, Yavuz I, Unal T, Oktay H, Erdem A. Comparison of the soft and hard tissue effects of two different protraction mechanisms in class III patients: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2015 Nov;19(8):2115–22.
25. Guyer EC, Ellis EE, McNamara JA, Behrents RG. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents. *Angle Orthod*. 1986 Jan;56(1):7–30.
26. Seehra J, Fleming PS, Mandall N, Dibiase AT. A comparison of two different techniques for early correction of Class III malocclusion. *Angle Orthod*. 2012 Jan;82(1):96–101.
27. Liu W, Zhou Y, Wang X, Liu D, Zhou S. Effect of maxillary protraction with alternating rapid palatal expansion and constriction vs expansion alone in maxillary retrusive patients: a single-center, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. 2015 Oct;148(4):641–51.
28. Woon SC, Thiruvengkatachari B. Early orthodontic treatment for Class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Jan;151(1):28–52.