

Revista Estomatológica Herediana

ISSN: 1019-4355

rev.estomatol.herediana@oficinas-upch.pe

Universidad Peruana Cayetano Heredia
Perú

Awuapara Flores, Shereen; Meneses López, Abraham
Evaluación de los cambios esqueléticos verticales post- tratamiento ortodóntico de la
expansión maxilar rápida con aparato de Haas y Hyrax
Revista Estomatológica Herediana, vol. 19, núm. 1, enero-junio, 2009, pp. 12-17
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539351003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Evaluación de los cambios esqueléticos verticales post-tratamiento ortodóntico de la expansión maxilar rápida con aparato de Haas y Hyrax

Awuapara-Flores S, Meneses-López A. Evaluación de los cambios esqueléticos verticales post-tratamiento ortodóntico de la expansión maxilar rápida con aparato de Haas y Hyrax. Rev Estomatol Herediana. 2009; 19(1):12-17.

RESUMEN

El propósito del estudio fue determinar si los cambios esqueléticos verticales producidos por la ERM son perjudiciales para el tratamiento de los pacientes dolicofaciales y si existen diferencias entre ambos tipos de aparatos. Material y métodos: Evaluamos las dimensiones esqueléticas verticales en las radiografías cefalométricas laterales pre y post tratamiento ortodóntico de 12 pacientes tratados (Gt) con ERM (aparato de Haas o Hyrax); y, un grupo control (Gc) de 12 pacientes tratados con aparatología fija y con características similares al Gt. Resultados: Las medias iniciales y finales para las medidas lineales (AFAT, AFAI, AFPT, AFPS) aumentan para ambos grupos y en las medidas angulares (SN-PP°, SN-PM°) se observa una disminución en el ángulo SN-PP para el Gt. Al comparar los valores finales encontramos un plano palatino más paralelo al plano SN en el Gt. No se encontraron diferencias significativas al analizar los pacientes tratados por aparato o al comparar los distintos patrones faciales. Conclusiones: No existen diferencias significativas en los efectos esqueléticos verticales producidos por los aparatos de Haas o Hyrax y los efectos indeseados producidos por la EMR son despreciables, por lo que no existen contraindicaciones para realizar este procedimiento en pacientes dolicofaciales.

Palabras clave: ORTODONCIA / TÉCNICA DE EXPANSIÓN PALATINA.

Evaluation of the vertical skeletal changes post-orthodontic treatment of the rapid maxillary expansion with Haas and Hyrax appliances

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine if the vertical skeletal changes produced by the rapid maxillary expansion (RME) appliances are harmful for the dolicofacial patients, and if there are differences between both appliances. Material and methods: Vertical skeletal dimensions of the lateral cephalograms pre and post orthodontic treatment of 12 patients treated (Gt) with RME (either Haas or Hyrax expanders) and a control group (Gc) of 12 patients treated with fixed appliances with similar characteristics as the group Gt were evaluated. Results: Initial and final average for the linear measurements (AFAT, AFAI, AFPT, AFPS) increase for both groups. However, when assessing the angular measurements (SN-PP°, SN-PM°) a decrease in the SN-PP° angle is observed for the group Gt. When comparing the initial values of both groups, no significance differences were found; nevertheless the comparison of the final values shows a more parallel palatal plane in the group Gt. No statistical differences were found when evaluating patients with the different appliances or with different facial patterns. Conclusion: There were no statistical significant differences between the patients of the group Gt and the patients of the group Gc. This indicates that the undesirable effects produced by the RME devices were not observed and suggests that no absolute contraindications exist for using this procedure in patients with an increased lower anterior facial height. There were no significant differences observed in the skeletal effects produced by either the Haas or Hyrax appliances.

Key words: ORTHODONTICS / PALATAL EXPANSION TECHNIQUE.

Introducción

Uno de los procedimientos más utilizados en la práctica ortodóntica, por su eficiencia y previsibilidad es la expansión rápida de la maxila (ERM) (1,2). Esta es una técnica muy común para normalizar maxilares estrechos, la cual aumenta el perímetro de arco por medio de la separación de la sutura media palatina (1,3-9). Inicialmente se creó para tratar problemas nasales en el siglo XIX por Angell (10,11). Posteriormente el procedimiento fue

realizado con distintos grados de éxito por diversos investigadores (10). Sin embargo, no fue hasta 1961 que Haas (12) publicó su investigación, en un estudio en animales de laboratorio y clínico, que este procedimiento se consolidó.

La ERM conlleva a un aumento en las dimensiones transversales de la maxila principalmente, por alteraciones esqueléticas (ortopédicas) asociadas con alteraciones dentarias (ortodónticas), las cuales se pueden manifestar de distintas

formas dependiendo de la resistencia sutural, la cual aumenta a medida que la persona madura. Esta debe ser menor a la fuerza de activación para poder producir la disyunción de la sutura palatina y circunmaxilares. A través de la separación de los hemimaxilares, la maxila se desplaza hacia abajo y adelante, con una rotación en los componentes maxilares tanto en sentido horizontal como frontal (13).

Existen dos aparatos cuyo uso es más común para los procedimientos

Shereen Awuapara Flores¹
Abraham Meneses López²

¹Cirujano-Dentista.

²Docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y del Adolescente. Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia

Shereen Awuapara Flores
Av. Manuel Olguín 555 Monterrico - Lima 33, Perú
Teléfono: (51-1)4375804
e-mail: shereenaf@gmail.com

Recibido : 11 de enero del 2009

Aceptado : 20 de abril del 2009

de ERM, la diferencia principal entre estos es la presencia o ausencia de acrílico cerca al paladar. El expansor tipo Haas (dentomucosoportado) posee una estructura de acrílico la cual se asume que distribuye la fuerza entre los dientes posteriores y el paladar. El expansor tipo Hyrax, o disyuntor de McNamara el cual es dentosoportado no incluye una porción de acrílico y se presume que distribuye la fuerza a la maxila sólo por medio de la aplicación de la fuerza a los dientes de anclaje (Fig. 1) (1,14). Los disyuntores presentan un tornillo expansor localizado paralelamente a la sutura palatina media, y que es activado de forma que se acumula una cantidad significativa de fuerzas con el objetivo de romper la resistencia ofrecida por la referida sutura o por las suturas pterigopalatina, frontomaxilar, nasomaxilar y cigomático-maxilar. Durante las activaciones se genera una fuerza de magnitud grande que puede oscilar entre los 1000 a 3500g en una única activación y puede acumular más de 7000g durante las activaciones consecutivas, contra los dientes superiores y el paladar (15).

Entre los efectos derivados de la ERM encontramos que la mayoría de las medidas transversales cambian de manera significativa posteriormente al procedimiento;

existe un aumento en el ancho intermolar superior, así mismo en algunos sujetos se puede observar un pequeño incremento en el ancho intermolar inferior. Garib et al. (14) explican que los efectos producidos por el expansor de Haas y el de Hyrax son similares; en ambos métodos de ERM se observa que el movimiento bucal de los dientes maxilares posteriores se da por la inclinación y traslación de dichos dientes. En torno a los cambios cefalométricos Scanavini et al. (1) concluyeron que el maxilar superior sufre cambios similares en sentido antero posterior para ambos grupos (Haas y Hyrax). El posicionamiento de la maxila en sentido vertical también presentó cambios semejantes para ambos grupos, se presentó un desplazamiento vertical de la maxila hacia abajo, sin rotación.

Otros estudios han mostrado que la ERM produce la rotación hacia abajo y hacia delante de la maxila, produciendo la rotación hacia atrás y abajo de la mandíbula, esto produce un aumento en la altura facial antero inferior, aumento en el plano mandibular, y mayor convexidad facial; además de una mordida abierta en la región anterior (14). Por este motivo está contraindicado realizar expansión maxilar rápida con estos aparatos en pacientes con una AFAI aumentada

o pacientes con un patrón de crecimiento muy dolicoacial ya que empeoraríamos su situación. Sin embargo, muchos pacientes con maxilares estrechos presentan un patrón dolicoacial y necesitan de una expansión maxilar (16). El interés por controlar la dimensión vertical, en algunos casos, llevó a crear modificaciones del aparato de expansión (17). La mayoría de los estudios de ERM son limitados a evaluaciones a corto plazo, las cuales han revelado recidiva parcial de los efectos verticales y sagitales luego del periodo de retención. Estos resultados nos ponen en duda con respecto al comportamiento longitudinal de estos cambios cefalométricos. Los efectos indeseables sagitales y verticales de la expansión maxilar rápida se pueden volver insignificantes con el pasar del tiempo, o se pueden mantener. El propósito de este estudio fue evaluar los cambios esqueléticos verticales, al término del tratamiento de ortodoncia, atribuidos a los aparatos de expansión Haas y Hyrax para determinar en cuanto aumentan la AFAI y si el tratamiento sería perjudicial para los pacientes dolicofaiciles, asimismo, evaluar si existen diferencias entre la expansión con aparato de Haas o aparato de Hyrax.



Fig. 1. A. Aparato de Haas B. Aparato de Hyrax.

Material y métodos

El estudio fue de tipo longitudinal retrospectivo. Se evaluaron radiografías cefalométricas laterales e historias clínicas de 12 pacientes atendidos en el servicio de ortodoncia de la Clínica Estomatológica Central de la UPCH, tratados con ERM mediante aparatos de Haas o Hyrax por presentar mordida cruzada posterior uni o bilateral; además, un grupo control de 12 pacientes tratados sólo con brackets y de características similares a las de los pacientes con ERM.

Se trazaron las radiografías cefalométricas iniciales y finales de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión tomando medidas verticales de la zona anterior y posterior de acuerdo al estudio de Garib et al. (3) (Fig. 2). La altura facial antero inferior (AFAI) se midió de ENA-Me, la altura facial anterior total (AFAT) fue medida de N-Me, la altura facial posterior total (AFPT) se midió de S-Go, y la altura facial postero superior (AFPS) de S-ENP; siendo la diferencia entre estas dos últimas la altura facial postero inferior

(AFPI). Además se midieron los ángulos SN-Pp (plano palatino) y SN-Pm (plano mandibular). Se realizó un retrazo de tres radiografías luego de siete días para evaluar el error intraoperatorio e interoperatorio. La estadística comprendió análisis univariado y bivariado, mediante la prueba de chi cuadrado, para determinar la relación entre las variables expansión maxilar y AFAI. Además del análisis t de Student.

Resultados

De los 24 pacientes de la muestra, 12 pertenecían al grupo de pacientes tratados (Gt) y 12 al grupo control (Gc). El promedio de edad del grupo Gt era de 13,4 años (rango de 11 a 19 años). Se trataron a los pacientes con aparatos de Haas y Hyrax, cinco de los 12 (42%) pacientes fueron tratados con aparato de Hyrax y siete (58%) fueron tratados con aparato de Haas. De acuerdo al patrón facial, el 50% de los pacientes tratados eran mesofaciales y el otro 50% eran dolico-faciales. Además, cuatro de los 12 pacientes habían sido

tratados con extracciones. Se buscó un grupo control con características similares al grupo Gt con un promedio de edad de 12,8 (rango de 11 a 17 años). Todos los pacientes del grupo Gc fueron tratados con aparatología edgewise, el 42% eran mesofaciales y el 58% dolico-faciales.

Al evaluar las medias y desviaciones estándar iniciales y finales de los pacientes tratados y los pacientes control respectivamente. En ellas se observa un incremento en las medidas finales respecto a las iniciales, excepto para SN-PP y SN-PM. Asimismo, al comparar las medias iniciales de los pacientes tratados y los pacientes control. No se observan diferencias significativas entre ambos grupos de pacientes, lo que es un punto de partida para realizar las comparaciones entre ambos.

En la Tabla 1 observamos las medias finales de los pacientes tratados y los pacientes control, encontrando que existen diferencias significativas en la angulación del plano palatino. En el grupo de los pacientes tratados el ángulo final es de 5,9° y en el grupo control es de 10,3°. Lo que nos indica un plano palatino más paralelo a SN en los pacientes tratados.

En la Tabla 2 se observa la comparación entre valores iniciales y finales del grupo de pacientes tratados, en ella no observamos diferencias significativas. Sin embargo, en la Tabla 3, que compara los valores iniciales y finales del grupo control, podemos observar que existe un aumento en la altura facial total y en la altura facial anteroinferior estadísticamente significativo. Asimismo, al analizar a los pacientes tratados por aparato no observamos diferencias significativas. Al analizar a los grupos

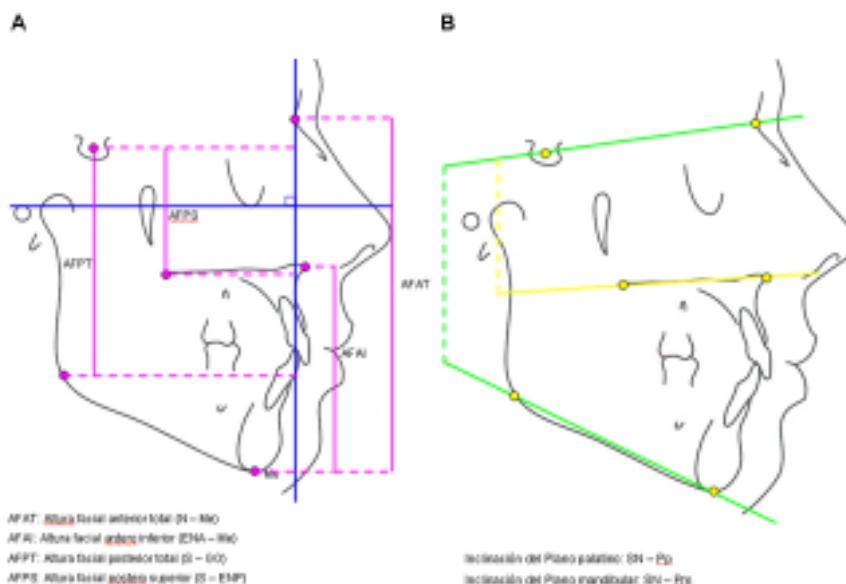


Fig. 2. Esquema del trazado de las medidas para evaluar las radiografías cefalométricas laterales. A Medidas lineales. B Medidas angulares.

Tabla 1. Comparación de los valores finales entre el grupo de pacientes tratados y el grupo de pacientes control.

	X final casos	X final control	P
AFAT	129,3	130,9	0,662
AFAI	73,7	72,6	0,725
AFPT	78,6	79,0	0,848
AFPs	46,9	46,0	0,528
SN-PP°	5,9	10,3	0,005**
SN-PM°	38,2	39,8	0,532

** Significativo en $P \leq 0,005$ **Tabla 2.** Comparación de los valores iniciales y finales del grupo de los pacientes tratados.

	X inicial	X final	P
AFAT	126,7	129,3	0,101
AFAI	72,1	73,7	0,133
AFPT	77,5	78,6	0,029
AFPs	45,6	46,9	0,060
SN-PP°	7,2	5,9	0,257
SN-PM°	38,8	38,2	0,682

* No hay diferencias estadísticamente significativas

Tabla 3. Comparación de los valores iniciales y finales de los pacientes del grupo control.

	X inicial	X final	P
AFAT	126,9	130,9	0,005**
AFAI	69,6	72,6	0,003**
AFPT	76,7	79,0	0,014
AFPs	45,3	46,0	0,226
SN-PP°	9,8	10,3	0,139
SN-PM°	39,0	39,8	0,268

** Significativo en $P \leq 0,005$

de acuerdo al patrón facial no encontramos diferencias significativas para ninguno de los patrones tanto en el grupo de pacientes tratados como en el grupo de pacientes control. Así mismo, al evaluar si existían diferencias entre los pacientes tratados con extracciones y los que no habían sido tratados con extracciones, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Discusión

La deficiencia transversal del maxilar puede ser originada por factores genéticos o ambientales (18), involucrando los segmentos dentarios posteriores con una gran inclinación palatina o asociada a un

compromiso esquelético de la maxila; presentando un aspecto atrésico, con la bóveda palatina ojival o estrecha, necesitando para su corrección, de una expansión capaz de promover la alteración ortopédica de los segmentos maxilares manteniendo la integridad de los tejidos y minimizando los efectos de inclinación dentaria (1,12).

Diversos estudios han mostrado que la ERM origina rotación hacia abajo y hacia delante de la maxila, produciendo la rotación hacia atrás y abajo de la mandíbula; esto se traduce en un aumento en la altura facial antero inferior, aumento en el plano mandibular, y mayor convexidad facial; además de una mordida abierta en la región anterior (9,13,14). Sin embargo, la mayoría

de estos estudios toman las medidas post expansión y no post tratamiento ortodóntico, luego de que los efectos dentarios han sido controlados. Además, la sobre corrección de 2 ó 3mm durante la activación del tornillo nos da un aumento en las interferencias oclusales cuando las cúspides linguales de los dientes maxilares ocluyen con las cúspides bucales de los dientes mandibulares (20) contribuyendo al aumento vertical. Scanavini et al.(1) presentan un estudio en el que se evalúa a los pacientes antes de la disyunción, post disyunción y post nivelamiento. En este encontramos que los valores aumentan luego de la disyunción pero retornan a sus niveles iniciales luego de la nivelación. A pesar de que los estudios cefalométricos muestran una recidiva parcial de dichas alteraciones durante el periodo de retención, las incertidumbres del comportamiento longitudinal de las dimensiones verticales faciales pueden constituir una preocupación al realizar la expansión maxilar rápida en pacientes con una cara larga y/o un perfil excesivamente retrognártico (18,20).

En nuestro estudio, intentamos determinar si los cambios producidos en los pacientes luego de la expansión maxilar eran producto del crecimiento, o si realmente la expansión maxilar producía efectos indeseables para los pacientes dolico faciales. Es por esto que tomamos un grupo de pacientes tratados y un grupo control equivalente.

Al observar las medidas iniciales y finales de los pacientes encontramos un incremento en ambos grupos para todas las medidas lineales. Las medidas angulares (SN-PP y SN-PM) no sufrieron un incremento significativo.

Al comparar las medidas iniciales del grupo de pacientes tratados con el grupo control no encontramos diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, al comparar las medidas finales se pudo observar que el ángulo del plano palatino (SN-PP) presenta diferencias significativas ($P<0,005$). Esta diferencia nos presenta un plano palatino, al final del tratamiento con expansión maxilar, más paralelo al plano SN; sin un aumento significativo de la altura facial antero inferior. Esto concuerda con los estudios Scanavini et al. (1), sin embargo Garib et al. (3) no encontraron esta correlación. Da Silva Filho et al. (13), por el contrario, hallaron un aumento en el ángulo del plano palatino con una tendencia al desplazamiento hacia abajo y hacia atrás de la maxila luego de una evaluación inmediatamente después de la fase activa de expansión.

Al evaluar el crecimiento de los grupos tratados y control, no obtuvimos un crecimiento estadísticamente significativo en el grupo Gt. En el grupo Gc se hallaron dos medidas que tuvieron una variación significativa, estas eran la altura facial antero inferior y la altura facial total (AFAI, AFAT).

Estos hallazgos sugieren que la expansión maxilar no produce efectos indeseados en pacientes dolicofaciales, ya que no se produce un aumento significativo de la altura facial antero inferior o total para el grupo de pacientes tratados. Garib et al. (3) encontraron también que a largo plazo, la expansión maxilar rápida no influencia la posición sagital de las bases mandibulares o de la dimensión vertical facial. Explican también que los cambios cefalométricos desfavorables que resultan inmediatamente después de la expansión maxilar demostrados

por la mayoría de estudios (10,13,21) son temporales, por lo que las preocupaciones de utilizar este tipo de procedimiento en pacientes con patrones de crecimiento vertical o un perfil facial muy convexo no están fundamentadas. Por el contrario, obtuvimos un crecimiento significativo en los pacientes del grupo control, lo que nos indicaría que el crecimiento de los pacientes ya viene determinado genéticamente y no puede ser alterado mediante este procedimiento. Chang et al.(22) y Velásquez et al. (23), revelaron también que los cambios esqueléticos en pacientes tratados con expansión maxilar rápida no eran diferentes luego de considerar las alteraciones naturales resultantes del crecimiento facial individual.

Cuando observamos los valores iniciales y finales para el aparato de Haas y Hyrax, no encontramos diferencias significativas para ninguno de los dos grupos. Esto concuerda con los estudios de Scanavini et al (1), sin embargo difiere con los estudios de Davis y Kronman (9), y da Silva Filho et al. (13) los cuales encuentran un aumento en la altura facial antero inferior luego de utilizar un aparato de Haas para realizar la disyunción. Garib et al. (14) compararon ambos aparatos y evaluaron a los pacientes mediante tomografías computarizadas en sentido transversal, pero tampoco encontraron diferencias significativas en los efectos ortopédicos.

Al evaluar la muestra tampoco encontramos correlación entre los pacientes mesofaciales y dolicofaciales, tanto para los pacientes tratados como para los controles. Tampoco encontramos estudios que evaluaran esta correlación. Así mismo, tampoco hallamos diferencias estadísticamente significativas para los pacientes tratados con extracciones o sin extracciones lo que indica que el procedimiento de extracciones no afecta los cambios esqueléticos verticales que pudieran ser producidos por la ERM.

Este estudio es importante porque demuestra que no existen contraindicaciones en pacientes dolicofaciales para poder realizar la expansión maxilar, sin embargo en estos pacientes debemos tratar de mantener un buen control vertical para evitar otras complicaciones. El trabajo nos muestra que luego del tratamiento con aparatología fija los efectos adversos desaparecen, haciendo que los valores retornen a sus medidas iniciales. Sin embargo, la muestra que evaluamos no es muy amplia por lo que sería conveniente replicar el estudio con muestras mayores.

Conclusiones

- No existen diferencias significativas entre pacientes tratados y controles, y los efectos indeseados producidos por la expansión maxilar son despreciables por lo que no existen contraindicaciones para realizar este procedimiento en pacientes con una altura facial antero inferior aumentada.
- El único valor que tuvo una alteración significativa fue la angulación del plano palatino, el cual disminuye luego de la expansión maxilar sin afectar a la altura facial antero inferior.
- El aparato de Haas y el aparato de Hyrax producen efectos similares.
- No se encontró una correlación entre el patrón facial y el aumento de la altura facial antero inferior.

Referencias bibliográficas

1. Scanavini MA, Reis SAB, Simões MM, Gonçalves RAR. Avaliação

- comparativa dos efeitos maxilares da expansão rápida da maxila com os aparelhos de Haas e Hyrax. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006; 11(1):60-71.
2. Cozzani M, Guiducci A, Mirenghi S, Mutinelli S, Siciliani G. Arch width changes with a rapid maxillary expansion appliance anchored to the primary teeth. *Angle Orthod*. 2007; 77(2):296-302.
 3. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE, Gomes SC. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2007; 77(3):442-8.
 4. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod*. 2005; 75(6):1046-52.
 5. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000; 117(5):567-70.
 6. Baydas B, Yavuz I, Uslu H, Dagsuyu IM, Ceylan I. Nonsurgical rapid maxillary expansion effects on craniofacial structures in young adult females. A bone scintigraphy study. *Angle Orthod*. 2006; 76(5):759-67.
 7. Capelozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica. Parte I. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 1997; 2(3):88-102.
 8. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *Angle Orthod*. 1965; 35(1):23-35.
 9. Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1969; 39(2):126-32.
 10. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1961; 31(2):73-90.
 11. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*. 1860;1:540-601.
 12. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod*. 1970; 57(3):219-55.
 13. da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991; 100(2):171-9.
 14. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod*. 2005; 75(4):548-57.
 15. Capelozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica. Parte II. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 1997; 2(4):86-108.
 16. Lima Filho RM, Ruellas AC. Long-term anteroposterior and vertical maxillary changes in skeletal class II patients treated with slow and rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2007; 77(5):870-4.
 17. Wendling LK, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *Angle Orthod*. 2005; 75(1):7-14.
 18. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987; 91(1):3-14.
 19. Haas AJ. Mixed dentition orthodontic treatment. *J Clin Orthod*. 1973; 7(4):227-34.
 20. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod*. 1987; 57(3):245-63.
 21. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1965; 35:200-17.
 22. Chang JY, McNamara JA Jr, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997; 112(3):330-7.
 23. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996; 109(4):361-7.