

Cambios esqueléticos cefalométricos en la base craneal post expansión rápida del maxilar

Cephalometric skeletal changes on the cranial base post rapid maxillary expansion.

Resumen

La Expansión Rápida del Maxilar (ERM) ha sido clásicamente descrita en la literatura como un procedimiento terapéutico indicado en el tratamiento de deficiencia transversa maxilar. El objetivo del presente estudio fue evaluar cefalométricamente los cambios esqueléticos a nivel de la base craneal en pacientes en crecimiento sometidos a expansión rápida del maxilar. El material estuvo constituido por radiografías cefalométricas tomadas de 10 pacientes en crecimiento (ocho de sexo masculino y dos de sexo femenino), con necesidad de expansión rápida del maxilar como parte de su tratamiento ortodóncico. El rango de edad de los pacientes fue de 7.1 a 12.7 años, y la edad media fue de 10.6 ± 2.04 años. Se obtuvieron radiografías cefalométricas laterales de cada paciente antes del tratamiento (T_1) e inmediatamente después de la fase activa de tratamiento (T_2). Las variables evaluadas fueron: ángulo NSBa, ángulo NBa/F.H., ángulo SN/ENA-ENP, ángulo F.H./ENA-ENP, ángulo SN/F.H., distancia S-N, distancia S-Ba, distancia N-Ba. Los datos se analizaron estadísticamente utilizando la prueba t de Student para muestras pareadas ($p < 0.05$). De acuerdo con el análisis estadístico, se encontraron cambios significativos en todas las variables evaluadas. Por lo tanto, se puede especular que la expansión rápida del maxilar no sólo genera efectos esqueléticos locales sino también cambios esqueléticos en la base craneal.

Palabras Clave: Expansión Rápida del Maxilar; Base craneal; Cefalometría.

Abstract

Rapid Maxillary Expansion (ERM) has been classically described in the literature as a therapeutic procedure in the treatment of transverse maxillary deficiency. The aim of this study was to evaluate the cephalometric skeletal changes on the cranial base in growing patients who had undergone rapid maxillary expansion.

The material consisted of lateral radiographs taken from ten growing patients (eight male and two female) with need of rapid maxillary expansion as part of their orthodontic treatment. The age range of the patients was 7.1 to 12.7 years, and the mean age was 10.6 ± 2.04 years. Lateral radiographs of each patient were taken before treatment (T_1) and immediately after the active phase of treatment (T_2). The evaluated variables were: NSBa angle, NBa/F.H. angle, SN/ENA-ENP angle, F.H./ENA-ENP angle, SN/F.H. angle, S-N distance, S-Ba distance and N-Ba distance. The data were statistically analyzed using the paired Student's t-test ($p < 0.05$). According to the statistical analysis, significant changes were found in all the evaluated variables. Therefore, it can be speculated that rapid maxillary expansion has had not only local skeletal effects but also significant skeletal changes on the cranial base.

Keywords: Rapid maxillary expansion; Cranial base; Cephalometry.

Introducción

La expansión rápida del maxilar (ERM) fue introducida en el siglo XIX y ha sido clásicamente descrita en la literatura como un procedimiento terapéutico indicado en el tratamiento de deficiencia transversa maxilar. La ERM se produce cuando las fuerzas transversales aplicadas a los dientes y procesos maxilares superan el límite necesario para el movimiento ortodóncico dental. La presión aplicada actúa como una fuerza ortopédica que produce la apertura gradual de la sutura palatina media separando los huesos maxilares¹. Aunque el principal efecto de la expansión rápida del maxilar se concentra en esta zona, no se limita

a ella sino que parece implicar a una amplia porción del complejo craneofacial, que incluyen estructuras directa o indirectamente relacionados con el maxilar como la mandíbula^{1,2}, cavidad nasal^{1,2}, suturas craneofaciales y circunmaxilares⁴⁻¹⁰ e incluso estructuras anatómicas profundas del cráneo como las apófisis pterigoides del hueso esfenoides^{4,5}.

La inquietud por conocer los efectos de la expansión rápida del maxilar sobre la base craneal ha sido motivo de múltiples investigaciones basadas en métodos histológicos⁴, gammagrafía ósea¹⁰, tomografía computarizada¹¹ y modelos de elementos finitos (FEM)^{5-9,12}.

Beatriz Chileno-Aquiño¹,
Manuel Chávez-Sevillano²

1. Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

2. Departamento Académico de Estomatología Pediátrica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Correspondencia:

C.D. Beatriz Chileno-Aquiño
Urb. Las Fresas Mz. R Lt. 8, Callao, Perú
Correo electrónico: chileno.beatriz@gmail.com

Coautor:
Chavez-Sevillano: gustavochs@gmail.com

Fecha de recepción: 27-10-14

Fecha de aceptación: 04-12-14

Un estudio histológico en monos Rhesus^{4,14} y dos estudios en humanos^{10,11,13} demostraron apertura de la sincondrosis esfeno-occipital y aumento significativo de la actividad metabólica en el área de la sincondrosis esfeno-occipital tras la aplicación de expansión rápida del maxilar.

Con respecto a los estudios FEM, a pesar de sus limitaciones, la mayoría de las investigaciones^{6-9,12} excepto una⁵ revelaron aumento en los niveles de estrés en la base del cráneo (especialmente en las partes superiores de las placas pterigoides). Holberg y cols.^{7,8} concluyeron que el estrés inducido por la expansión rápida del maxilar conlleva a moderadas tensiones y deformaciones

en la base craneal de niños y adolescentes. Gautam y cols.⁹ observaron que el área correspondiente a la sincondrosia esfeno-occipital sufrió desplazamiento en dirección antero-inferior, por lo que sugirieron que la sincondrosia esfeno-occipital podría sufrir remodelación ósea en respuesta a la expansión rápida del maxilar lo que apoya las conclusiones de Gardner & Kronman⁴ y Badas¹⁰.

Es por ello, que el propósito de la presente investigación fue evaluar cefalométricamente los cambios esqueléticos que ocurren a nivel de la base craneal en pacientes en crecimiento post expansión rápida del maxilar.

Materiales y método

El material del presente estudio prospectivo estuvo constituido por radio-

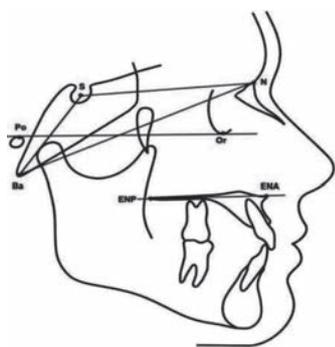


Fig. 1 Esquema del trazado cefalométrico.

grafías cefalométricas tomadas de diez pacientes en crecimiento (ocho de sexo masculino y dos de sexo femenino) con deficiencia maxilar transversal tratados con expansión rápida del maxilar en la Clínica del Niño y Adolescente de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La edad promedio fue de $10,6 \pm 2,04$ años (rango: 7,1 a 12,7 años). Pacientes con enfermedad inflamatoria aguda o alteración congénita/hereditaria que comprometiera el desarrollo maxilar o aquellos con tratamiento ortodóncico u ortopédico previo no fueron incluidos en este estudio.

Los pacientes fueron tratados con expansores tipo Hass y tipo Hyrax, los cuales fueron activados con dos vuel-

tas (0,25mm/vuelta) en el momento de instalación y los días siguientes a razón de dos vueltas/ día, una por la mañana y una por la noche intercaldando dos días activos consecutivos por uno de descanso durante un tiempo promedio de 21 días, tiempo en que se evidenció la apertura de la sutura palatina.

A cada paciente se le tomaron radiografías cefalométricas laterales antes de la expansión rápida del maxilar (T_1) e inmediatamente al final de la fase activa de expansión (T_2) sin remover el expansor. Sobre cada radiografía se trazaron de forma manual las estructuras anatómo-radiológicas y se ubicaron los puntos cefalométricos de interés para la evaluación de las siguientes ocho variables: (Fig. 1).

- (1) ^ NSBa; Ángulo Násion-Sella-Básion, Ángulo de la Base craneal
- (2) ^ NBa/F.H: Ángulo Násion-Básion/Plano Horizontal de Frankfort, Ángulo de deflexión craneal
- (3) ^ SN/F.H: Ángulo Sella-Násion/Plano Horizontal de Frankfort
- (4) ^ SN/ENA-ENP: Ángulo Sella-Násion/ENA-ENP
- (5) ^ F.H/ENA-ENP: Ángulo Plano Horizontal de Frankfort/ENA-ENP
- (6) Distancia S-N: Distancia Sella-Násion, base craneal anterior.
- (7) Distancia S-Ba: Distancia Sella-Básion, base craneal posterior.
- (8) Distancia N-Ba: Distancia Násion-Básion, base craneal total.

Análisis Estadístico. Error de Método

Para evaluar los posibles errores operacionales intra-examinador, todas las mediciones se realizaron dos veces con un intervalo de 30 días por el mismo examinador calibrado.

Se utilizó la fórmula de Dahlberg y la prueba t-Student para muestras pareadas, con un nivel de significancia del 5% para evaluar el error casual y sistemático respectivamente. El error casual varió entre 0.15 y 0.27 en la fase T_1 y entre 0.11 y 0.19 en la fase T_2 . Ninguna variable analizada mostró error sistemático estadísticamente significativo en ninguna fase.

La estadística descriptiva (media, desviación estándar), fue calculada por separado para T_1 y T_2 . La prueba de Shapiro-Wilk, ($p < 0,05$) determinó distribución normal de los datos. Las medias de los datos en T_1 y T_2 se compararon utilizando la prueba t-Student para muestras pareadas con un nivel de significancia de 5%. Los

datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Resultados

La estadística descriptiva para las mediciones de las variables en la fase pre ERM (T_1) y post fase activa de ERM (T_2) y para los cambios como resultado de ERM (T_2-T_1) se presentan en la Tablas N° 1, 2 y 3.

Tabla 1. Análisis descriptivo de las variables cefalométricas pre ERM (T_1)

Variable	Media	D.E	Máx.	Min.
^ NSBa (°)	130.1	2.904	133.5	125.5
^ NBa/F.H. (°)	27.9	11.738	30	26
^ SN/F.H (°)	8.7	1.7826	11	6
^ SN/ENA-ENP (°)	7.45	2.4883	11	3.5
^ F.H/ENA-ENP (°)	-26	2.5413	4.5	-4.5
distancia S-N (mm)	70.4	2.6437	75	65.5
distancia S-Ba (mm)	45.85	2.0419	48	42
distancia N-Ba (mm)	106.2	2.9833	112	102

Tabla 2. Análisis descriptivo de las variables cefalométricas post ERM (T_2)

Variable	Media	D.E	Máx.	Min.
^ NSBa (°)	130.8	2.9926	134	126
^ NBa/F.H. (°)	27.1	1.3499	29.5	25
^ SN/F.H. (°)	8.3	1.9178	11	5.5
^ SN/ENA-ENP (°)	8.6	2.675	12.5	5
^ F.H/ENA-ENP (°)	0.3	2.8206	6.5	-3
distancia S-N (mm)	71	2.5604	75.5	66.5
distancia S-Ba (mm)	46.5	2.1344	49	42.5
distancia N-Ba (mm)	107.15	2.9064	112.5	103

Los resultados de la prueba t-Student para muestras pareadas se presentan en la Tabla 3. Todas las variables examinadas mostraron cambio significativo entre los periodos T_1 y T_2 ($p < 0,001$). Se registró aumento significativo post fase activa de expansión rápida del maxilar en las dimensiones angulares NSBa ($0,70^\circ \pm 0,2582$), SN/ENA-ENP ($1,15^\circ \pm 0,5297$) y F.H./ENA-ENP ($1,55^\circ \pm 0,4972$), así como en las dimensiones lineales Sella-Násion ($0,60\text{mm} \pm 0,3162$), Sella-Básion

(0.65mm \pm 0.2415) y Násion-Básion (0.95mm \pm 0.2838). Mientras que los ángulos NBa/F.H. y SN/F.H experimentaron disminución significativa de 0.80° \pm 0.2582 y 0.40° \pm 0.3162 respectivamente.

Tabla 3. Análisis comparativo de las variables cefalométricas como resultado de la ERM mediante la prueba t-Student para muestras pareadas

Variable	Cambios (T2-T1)		t	P
	Media	D.E		
^ NSBa (°)	0.7	0.2582	8.573	<0.001*
^ NBa/F.H. (°)	0.8	0.2582	9.798	<0.001*
^ SN/F.H (°)	0.4	0.3162	4	<0.001*
^ SN/ENA-ENP(°)	1.15	0.5297	6.866	<0.001*
^ F.H/ENA-ENP (°)	1.55	0.4972	9.858	<0.001*
S-N (mm)	0.6	0.3162	6	<0.001*
S-Ba (mm)	0.65	0.2415	8.51	<0.001*
N-Ba (mm)	0.95	0.2838	10.585	<0.001*

T1, Mediciones pre ERM; T2, mediciones post ERM; (*) diferencia estadísticamente significativa

Discusión

Con respecto al ángulo NSBa, el aumento estadísticamente significativo podría estar en relación directa con hallazgos previos de apertura y desplazamiento de la sincondrosis esfeno-occipital durante el proceso de expansión rápida del maxilar. Gardner y Kronman⁴ mediante un estudio histológico en monos Rhesus, evidenciaron separación de los segmentos óseos alrededor de la sincondrosis esfeno-occipital, con un desplazamiento de 0,5 a 1 mm. Gautam y cols.⁹ valiéndose de un modelo de elementos finitos (FEM) observaron desplazamiento antero-inferior de la sincondrosis esfeno-occipital, lo que demostraba remodelación ósea en respuesta a expansión rápida del maxilar. Así también, Leonardi y cols.¹¹ mediante un estudio tomográfico evidenciaron ligera apertura de la sincondrosis esfeno occipital en pacientes jóvenes. Sato¹⁵ relaciona las modificaciones en el área de la sincondrosis esfeno-occipital con cambios en la angulación de la base craneal y resalta la importancia de ésta sobre el complejo craneofacial.

Por otro lado, el presente resultado no coincide con los hallazgos de Jafari y cols.⁵ quienes reportaron permanencia constante del ángulo de la base craneal y nulo desplazamiento de la sincondrosis esfeno-occipital post expansión rápida del maxilar respectivamente.

En relación al ángulo NBa/F.H., la disminución estadísticamente significativa, indicaría una posible inclinación horaria de la base craneal (N-Ba) con respecto a F.H., sin embargo más pareciera estar asociada al movi-

miento posterior de Básion causado por la apertura del ángulo NSBa que a un descenso de Násion, tal y como afirmaron Courtney y cols.¹⁶ quienes asociaron el desplazamiento posterior de 0.86mm de Básion con una apertura del ángulo NSBa de 0.44° en pacientes tratados con aparatos funcionales. Esto parece confirmarse más aún, al considerar que pese a que el ángulo SN/F.H, disminuye de manera estadísticamente significativa, la variable no cambió en la totalidad de pacientes, permaneciendo constante en algunos de ellos, lo que también cuestionaría la rotación horaria de la base craneal anterior por descenso del punto Násion.

Desde este punto de vista, los aumentos estadísticamente significativos en los ángulos SN/ENA-ENP y FH/ENA-ENP, estarían relacionados al descenso y rotación horaria del maxilar más que a un cambio de orientación de las líneas representativas de la base craneal (línea Sella-Násion y plano Horizontal de Frankfort) concordando con lo afirmado por Haas,¹ Da Silva y cols.² y Garib y cols.³

Con respecto a las dimensiones lineales, los aumentos estadísticamente significativos post expansión rápida del maxilar de las variables S-N, S-Ba y N-Ba estarían relacionados de manera directa con la apertura del ángulo NSBa, que posicionaría el punto Básion posteriormente, aumentando la distancia S-Ba y a su vez de la distancia N-Ba. Esto concuerda con los estudios de Sato,¹⁵ y Singh y cols.¹⁷ en los que hubo aumento de la longitud S-N como en el ángulo NSBa y los estudios de Sato¹⁵ y Dhopatkar y cols.¹⁸ en los que hubo aumento de la

longitud S-Ba al mismo tiempo que apertura del ángulo NSBa.

En relación al aumento del ángulo de la base craneal (NSBa) y disminución del ángulo de deflexión craneal NBa/F.H podríamos inferir que la expansión rápida del maxilar provoca un efecto favorable en pacientes con atresia maxilar, sin embargo podría resultar contraproducente en pacientes con retrognatismo mandibular y plano mandibular empinado, pues empeoraría la relación sagital máxilo-mandibular a la vez que pronunciaría el patrón facial convexo característico de este tipo de maloclusión, tal y como ha sido advertido anteriormente por Haas¹ quien aconsejaba especial cautela en pacientes con plano mandibular empinado, altura facial antero inferior aumentada, perfil convexo o patrón de crecimiento dólifocofacial.

Conclusiones

Se encontraron cambios estadísticamente significativos en todas las variables evaluadas como son: ángulo NSBa, ángulo NBa/F.H., ángulo SN/ENA-ENP, ángulo F.H./ENA-ENP, ángulo SN/F.H., distancia S-N, distancia S-Ba y distancia N-Ba. Aunque los cambios encontrados son en promedio menores que 2mm, lo cual podría ser atribuido al error del método, se puede afirmar que la expansión rápida del maxilar no sólo genera efectos esqueléticos locales sino también cambios esqueléticos en la base craneal, región donde se localiza la sincondrosis esfeno-occipital.

Cabe destacar que estos hallazgos aunque son estadísticamente significativos podrían tener poca significan-

cia clínica dada la pequeña magnitud de cambios.

Referencias bibliográficas

1. Haas AJ. Longterm posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980;50:189–217.
2. Da Silva Filho OG, Villas 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): 171–181
3. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE, Gomes SC. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2007; 77(3):442-8
4. Gardner GE, Kronmann JH. Cranioskeletal displacement caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. *Am J Orthod.* 1971;59:146–155.
5. Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces—a three-dimensional FEM study. *Angle Orthod.* 2003;73:12–20.
6. IŞeri H, Tekkaya AE, Öztan Ö, Bilgic, S. Biomechanical effect of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod.*1998;20:347–356
7. Holberg C. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial base—an FEM-analysis. *J Orofac Orthop.* 2005;66:54–66.
8. Holberg C, Rudzki-Janson I. Stresses at the cranial base induced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2006; 76:543–550.
9. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:5.e1-511.
10. 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;76:759–767.
11. Leonardi R, Cutrera A, Barbato E. Rapid maxillary expansion affects the spheno-occipital synchondrosis in youngsters. A study with low-dose computed tomography. *Angle Orthod.* 2010;80:106–110
12. Boryor A, Geiger M, Hohmann A, Wunderlich A, Sander C, Martin Sander F, et al. Stress distribution and displacement analysis during an intermaxillary disjunction—a three-dimensional FEM study of a human skull. *J Biomech.* 2008; 41:376–382.
13. Lieberman DE, Pearson OM, Mowbray KM. Basicranial influence on overall cranial shape. *J Human Evolut* 2000; 38: 291-315
14. Lieberman DE, Ross CF, Ravosa MJ. The primate cranial base: ontogeny, function, and integration. *Am J Phys Anthropol* 2000;Suppl 31:117–169.
15. Sato S.A. Treatment Approach to Malocclusion Under the Consideration of Craniofacial Dynamics. Grace Printing Press INC, Philippines, 2001.
16. Courtney M, Harkness M, Herbison P. Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109:616-24.
17. Singh GD, McNamara JA, Lozonoff S. Finite element analysis of the cranial base in subjects with class III malocclusion. *Br J Orthod.* 1997; 24:103–112.
18. Dhopatkar A, Bhatia S, Rock P. An investigation into the relationship between the cranial base angle and malocclusion. *Angle Orthod* 2002; 72: 456–63.