



Relación existente entre el tamaño del seno frontal con los estadios de maduración ósea

José Ángel Farías Palafox,* Enrique González Ramírez§

RESUMEN

La edad ósea ha sido diagnosticada por diversos medios radiográficos, los principales son los análisis que se aplican a las radiografías carpales, además de éstos, se encuentran los análisis de vértebras cervicales y recientemente los del seno frontal. Estos últimos, observados en la radiografía para cefalometría lateral. Se realizó un estudio observacional comparativo en 100 pacientes mexicanos entre 8 y 16 años, del Servicio de Ortodoncia del Hospital Infantil de México. A todos se les tomó una radiografía carpal de la mano izquierda y un cefalograma lateral. Se clasificaron según los nueve estadios del análisis de Björk, se trazaron y midieron los senos frontales según el método de Ertürk. El largo del seno frontal fue la medición que ofreció mayor significancia. No se observaron diferencias importantes entre géneros. Se dividieron los nueve estadios en tres etapas denominadas A, B y C. Los promedios del largo del seno frontal en la etapa A, correspondiente a los estadios I, II y III de Björk, fueron de 24 mm. La etapa B involucró a los estadios del IV al VIII, con promedio de 26 mm y la etapa C que correspondió al estadio IX, registró como promedio 27.9 mm. Este estudio sugiere que el seno frontal es una estructura confiable al momento de relacionarla con los estadios de maduración, sin embargo aún no puede sustituir a la radiografía carpal y sus análisis.

Palabras clave: Seno frontal, maduración ósea, estadios de crecimiento.
Key words: Frontal sinus, skeletal maturation, growth stages.

ABSTRACT

The skeletal age has been diagnosed by several radiographic methods, the most common being hand-wrist analysis, but we can also make use of cervical vertebrae and frontal sinus analysis. This last two methods can be observed in the lateral cephalometric radiograph. This is an observational comparative study that was realized in one hundred Mexican patients between the ages of 8–16 at the Orthodontic Service of Hospital Infantil de México. All children had a hand-wrist and a cephalometric radiograph taken. The patients were classified according to the nine stages of the Björk analysis. The frontal sinus were measured and drawn according to the Ertürk method. The length of the frontal sinus offered the most significant results, although no important differences between gender were found. The nine stages were divided into three periods: A, B and C. The length of frontal sinus in period A enclosing stages I, II and III, was 24 mm. Period B included stages IV through VIII, having a 26 mm. mean. Period C corresponds to stage IX having 27.9 mm. mean. This study suggests that the frontal sinus is a reliable structure when related to maturation stages, although it is not a substitution of the hand wrist radiograph analysis.

INTRODUCCIÓN

La edad cronológica, así como las manifestaciones de crecimiento y desarrollo somáticas y la maduración ósea observada en radiografías carpales no siempre se corresponden. De ahí la importancia de tener varios parámetros para tratar de averiguar la edad ósea en pacientes sometidos a tratamiento ortodóncico u ortopédico dentofacial. La edad ósea sólo se determina por métodos comparativos con estándares establecidos previamente por diferentes parámetros, entre los más usados se encuentra la radiografía carpal. La determinación radiográfica de la edad ósea es hasta la fecha uno de los recursos más utilizados para valorar el grado de maduración de los individuos.¹

La radiografía carpal es un instrumento auxiliar valioso, en donde se pueden identificar los estadios de maduración ósea por los que un individuo transcurre desde su nacimiento hasta alcanzar la madurez ósea. Las estructuras a identificar son los huesos del carpo, metacarpo y falanges, sin embargo, para las evaluaciones de estadios de maduración ósea, se analizan también los extremos distales del cúbito y radio.²

* Alumno de la Especialidad de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología UNAM en el Hospital infantil de México Federico Gómez.

§ Profesor de la Especialidad de Ortodoncia en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Análisis de radiografías carpales

Para el análisis de la radiografía carpal, existen diferentes autores que a través de la historia han identificado diversos eventos que se han correlacionado con distintas etapas de los estadios de maduración ósea. La primera guía para el análisis del grado de maduración ósea fue el Atlas de mano y muñeca escrito por T. Wingate Todden en 1937, seguido por el Atlas de Greulich y Pyle en 1959.³ Nancy Bayley fue la primera en reportar las relaciones entre la altura corporal

y las radiografías carpales.⁴ Posteriormente en 1972 Björk,⁵ divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en nueve estadios (*Figura 1*). Este análisis es tal vez el más utilizado hoy en día en el medio ortodóncico. En lo que respecta a estudios de este tipo realizados en México; Mota,⁶ Pineda⁷ y Ruiz⁸ realizaron un estudio secuencial, en tres etapas, con un total de 637 pacientes, que sirvió para determinar los promedios de maduración ósea observados en las radiografías carpales, éstos mostraron diferencias estadísticamente significativas con los promedios de Björk.

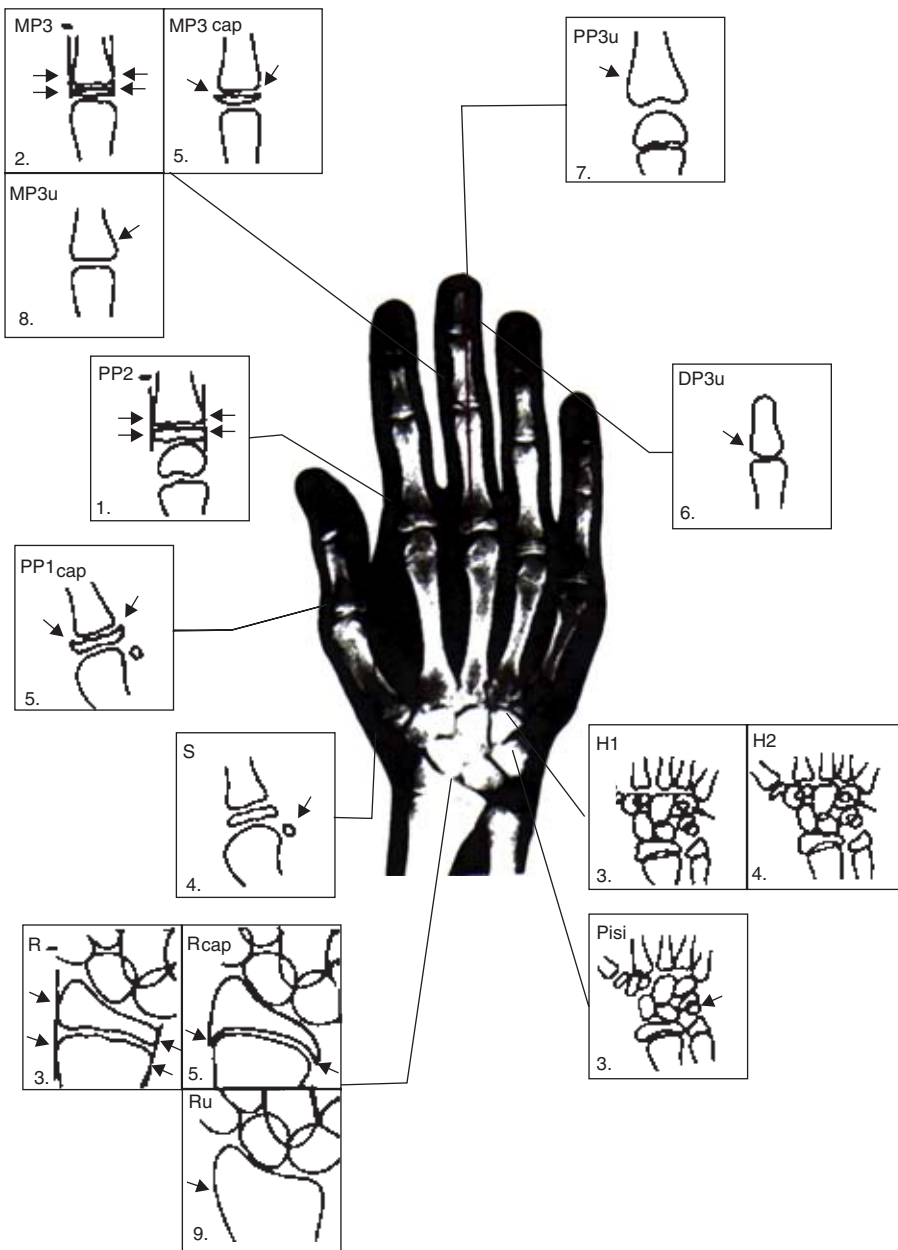


Figura 1. Estadios de maduración ósea de Björk.

Ruf y Pancherz,⁹ además determinan en su estudio que en los individuos que mostraron gran diferencia entre la altura corporal y su maduración ósea, el análisis de la radiografía carpal tiene limitaciones en su interpretación.

Análisis de vértebras cervicales

La observación de las vértebras cervicales, para determinar la maduración ósea, no es reciente, desde 1972 Lamparski¹⁰ determina que las vértebras cervicales observadas en el cefalograma lateral, se relacionan directamente con los estadios de maduración ósea (*Figura 2*). Otros investigadores también correlacionaron lo encontrado por Lamparski,¹⁰ al evaluar la edad ósea en pacientes bajo tratamiento ortodóncico.¹¹⁻¹³

Análisis de seno frontal

El seno frontal se presenta desde el nacimiento en la región etmoidal. Su desarrollo alcanza la máxima expresión alrededor de los 12 años.¹⁴ Rossouw y col.¹⁵ determinaron que el seno frontal observado en cefalogramas laterales, puede ser usado como un indicador adicional a pesar de que está expuesto a inserciones

musculares e influencias del medio ambiente, que pueden modificar forma, tamaño y desarrollo del mismo. Además, encontraron que se relacionaban significativamente los senos frontales y los cuerpos mandibulares más desarrollados, en comparación a los parámetros de estudios previos.

Los estadios de maduración ósea son un excelente auxiliar para guiarnos en la valoración de la edad ósea de los pacientes bajo tratamiento ortodóncico u ortopédico dentofacial. Por lo que una observación del seno frontal del cefalograma lateral, podría darnos información sobre los estadios de maduración ósea, de acuerdo con la forma y tamaño del seno frontal y su relación con los diferentes estadios de maduración ósea.

El objetivo de este estudio fue conocer si existe alguna correlación entre el tamaño del seno frontal, observado en el cefalograma lateral y los estadios de maduración ósea en radiografías carpales según el análisis de Björk.

MÉTODOS

El estudio es descriptivo, analítico y transversal. Se revisaron los cien cefalogramas y las cien radiografías carpales tomados entre los meses de septiembre de 1998 a febrero de 1999, a pacientes entre 8 y 16 años de edad del Servicio de Ortodoncia perteneciente al Departamento de Estomatología del Hospital Infantil de México "Federico Gómez". El cefalograma y la radiografía carpal correspondientes a cada uno de los pacientes fueron tomados el mismo día ya que el Servicio de Ortodoncia cuenta con el aparato necesario para tal efecto. Todos los cefalogramas laterales presentaron las características mínimas deseables de esta técnica incluido el seno frontal. Las radiografías carpales presentaron en su totalidad las estructuras óseas de mano y carpo y fueron obtenidas de la mano izquierda. Pacientes que presentaron alguna alteración congénita o adquirida de mano, carpo o seno frontal, y que presentaron cualquier padecimiento respiratorio agudo o crónico de importancia, algún síndrome o deformidad craneofacial, que reportaron traumatismos en la región frontal previos a la toma de las radiografías, que presentaron acromegalia, aquéllos diagnosticados con hiperostosis frontal interna, pubertad precoz verdadera y los que presentaron alguna alteración de desarrollo somático no fueron incluidos, todo lo anterior apoyado en el expediente clínico del hospital.

Del total de radiografías se seleccionaron 100 sujetos de entre 8 y 16 años, de los cuales 52 fueron del sexo masculino y 48 femeninos. La distribución de los sujetos de estudio por grupos de edades se muestra en el *cuadro 1*.

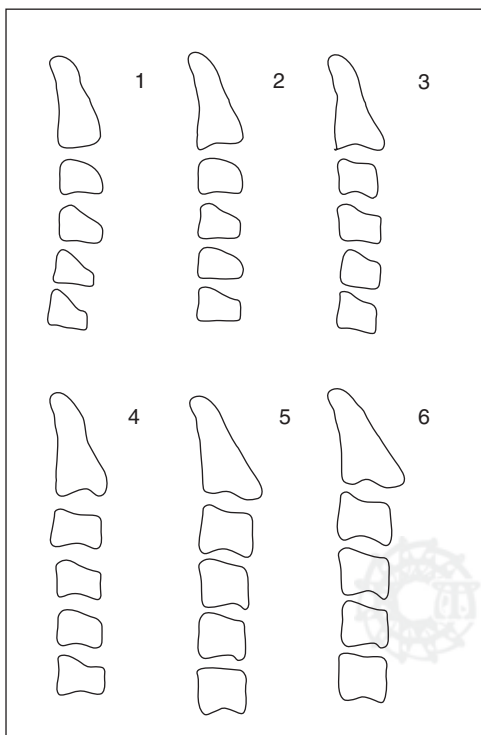


Figura 2. Estadios de maduración ósea en vértebras cervicales según Lamparski.

De acuerdo al análisis carpal de Björk se clasificaron y dividieron en nueve grupos correspondientes a cada uno de los estadios de maduración por el método ya descrito, siendo más numeroso el de 22 elementos que correspondió al noveno estadio, sólo 5 sujetos al sexto, los demás estadios de maduración tuvieron de 6 a 16 individuos (*Cuadro II*). Para una mejor apreciación de los incrementos de las dimensiones del seno frontal, dividimos de manera arbitraria a los nueve estadios de maduración ósea de Björk en tres grupos denominados A, B y C respectivamente, quedando distribuidos de la siguiente manera:

El grupo A, el más numeroso con 42 sujetos y que correspondió a los estadios I, II y III de Björk, caracterizado como previo al pico de máximo crecimiento puberal. Grupo B, el cual agrupó a 36 individuos y a una mayor cantidad de estadios, concretamente IV, V, VI, VII y VIII de Björk. Estos estadios se distinguen de los demás, ya que en algunos de ellos se presenta el pico de máximo crecimiento durante la pubertad y en otros sólo presenta un crecimiento activo, casi siempre de manera significativa clínicamente. El grupo C con tan sólo 22 elementos, corresponde al estadio IX de Björk, en el cual encontramos a sujetos que ya finalizaron su periodo de crecimiento más significativo.

a) En primer término y por el mismo investigador, se trazaron y analizaron los senos frontales de todos los cefalogramas laterales seleccionados, según el método de Ertürk (*Figura 3*), el cual consistió en trazar toda la periferia del seno frontal, posteriormente se identificó el punto más alto denominado

Sh y el punto más inferior Si, respecto al plano silla-nasión. Se unieron estos dos puntos por medio de una línea y se ubicó la porción más ancha del seno frontal, perpendicular a la línea que une Sh y Si. Se registró esta distancia así como el ancho del seno frontal.

- b) Se agregó la medición entre los puntos Sh y Si (largo del seno frontal).
- c) También, por el mismo investigador, se clasificaron y dividieron los expedientes dependiendo de cada uno de los diferentes estadios de maduración ósea, según el análisis carpal de Björk.
- d) Se buscó si existía alguna relación al comparar los resultados entre el ancho y largo de los senos frontales según el método de Ertürk, respecto a los diferentes estadios de maduración ósea, según el análisis carpal de Björk.
- e) Se identificó si existía diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos, en lo que respecta al largo y ancho del seno frontal.
- f) También se buscó si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edades, respecto a las mismas variables.
- g) Se recopilaron, procesaron y obtuvieron valores promedio, desviación estándar y t de Student, para las comparaciones de los resultados obtenidos en esta investigación utilizando un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

Los promedios de ancho y largo del seno frontal de cada uno de los nueve estadios de maduración ósea,

Cuadro I. Distribución de pacientes, divididos por edad y género. Servicio de Ortodoncia Hospital Infantil de México “Federico Gómez”. Septiembre de 1998 a febrero de 1999.

Edad Años	Población total	Género masculino	Género femenino
8	10	4	6
9	11	6	5
10	10	7	3
11	11	4	7
12	15	8	7
13	10	5	5
14	11	6	5
15	11	7	4
16	11	5	6
Total	100	52	48

Fuente: Directa.

Cuadro II. Distribución de pacientes divididos por estadio de maduración ósea. Servicio de Ortodoncia Hospital Infantil de México “Federico Gómez”. Septiembre de 1998 a febrero de 1999.

Estadio de maduración	Total	Masculinos	Femeninos
I	16	12	4
II	14	9	5
III	12	5	7
IV	8	4	4
V	9	6	3
VI	5	1	4
VII	6	4	2
VIII	8	2	6
IX	22	9	13
Total	100	52	48

Fuente: Directa.

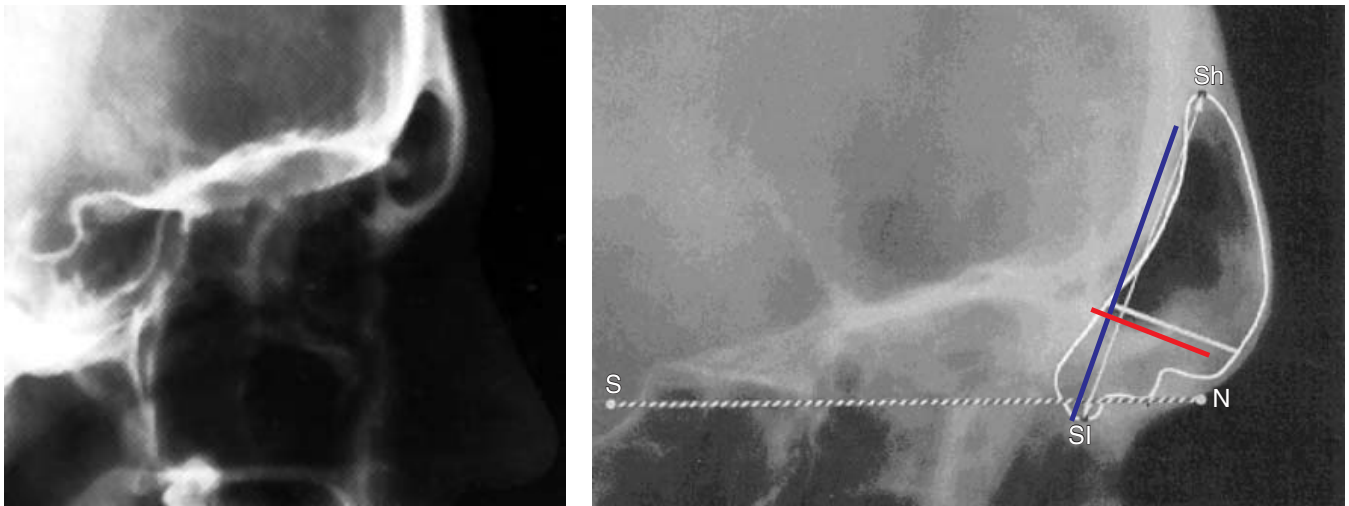


Figura 3. Análisis del seno frontal según Ertürk.

Cuadro III. Promedios y desviaciones estándar de ancho y largo en milímetros del seno frontal catalogados según los estadios de maduración ósea. Servicio de Ortodoncia Hospital Infantil de México "Federico Gómez". Septiembre de 1998 a febrero de 1999.

Estadio de maduración	Ancho	Largo
I	10.49 ± 2.09	22.24 ± 3.58
II	10.82 ± 2.07	24.89 ± 4.57
III	11.45 ± 2.11	25.00 ± 5.40
IV	8.37 ± 2.06	27.37 ± 7.61
V	10.66 ± 3.53	25.50 ± 4.91
VI	12.70 ± 2.19	27.40 ± 2.72
VII	13.00 ± 4.61	27.16 ± 7.32
VIII	9.64 ± 2.63	25.21 ± 7.25
IX	11.60 ± 3.87	27.90 ± 5.87
Promedios	10.97 ± 0.96	25.85 ± 1.71

Fuente: Directa.

se comportaron de manera irregular con incrementos y disminuciones. El ancho del seno frontal registró valores de 8.37 ± 2.6 mm a 13 ± 4.61 mm (Cuadro III, Figura 4). En lo que se refiere al largo del seno frontal, cabe mencionar que éste se fue incrementando de manera más uniforme que el ancho, sus rangos fueron desde 22.24 ± 3.58 mm hasta 27.9 ± 5.87 mm, del primero al noveno estadios de maduración, con pequeñas irregularidades en los estadios V y VIII (Cuadro III, Figura 4).

En este estudio encontramos que el ancho del seno frontal no presentó ninguna relación importante con

los estadios de maduración, sin embargo el largo del seno frontal guardó una relación más o menos constante al trazar los senos frontales observados en el cefalograma lateral, el largo del seno fue incrementándose en promedio 2 mm en cada grupo, es decir en el grupo A, el largo promedio del seno frontal fue de 24 ± 4.81 mm, en el grupo B registró 26 ± 7.40 mm y en el grupo C fue de 27.9 ± 5.87 mm, de tal manera que encontramos diferencias de 2 mm entre cada uno de los grupos (Cuadro IV).

Para determinar si las dimensiones del seno frontal con relación a los estadios de maduración estaban influenciadas por el sexo de los sujetos, se promediaron ancho y largo del seno frontal en los grupos A, B, y C y al mismo tiempo en sexo, de esta manera logramos identificar que en el sexo masculino el ancho del seno frontal en la etapa A promedio 11.08 mm, verificándose una ligera disminución al entrar a la etapa B. Encontramos un aumento en lo que se refiere al largo, se presentó el mismo fenómeno, pero con una mayor regularidad del comportamiento del seno frontal, es decir, los incrementos en las dimensiones tuvieron una clara tendencia de incremento regular. El sexo femenino mostró el mismo fenómeno, el ancho tuvo ciertas irregularidades conforme a los grupos de maduración, sin embargo, el largo fue casi regular con sólo una disminución de 0.31 mm entre los grupos B y C.

En todos los grupos las dimensiones del ancho y largo del seno frontal fueron mayores en el sexo masculino, el cual promedió 11.90 ± 3.92 mm en el ancho y de 27.36 ± 5.72 mm en el largo y el sexo femenino promedió un seno con anchura de 9.98 ± 1.56 mm y de 25.20 ± 6.82 mm de largo.

Para determinar si las dimensiones del seno frontal tienen relación con la edad cronológica como con los grupos de maduración ósea, por género, se obtuvieron los promedios de dimensiones de ancho y largo del seno frontal por grupo de edad. Como se observa en la *figura 4* existe un incremento constante en el largo del seno, esto es que a mayor edad mayor longitud. Y el ancho se comportó de manera irregular. Llama la atención una disminución en la longitud entre los 11 y 14 años, y este fenómeno se corresponde con el observable en los estadios V y VIII, la *figura 4* exhibe estas características.

Para conocer si este fenómeno ya relacionado con los grupos de edad y los estadios de maduración era

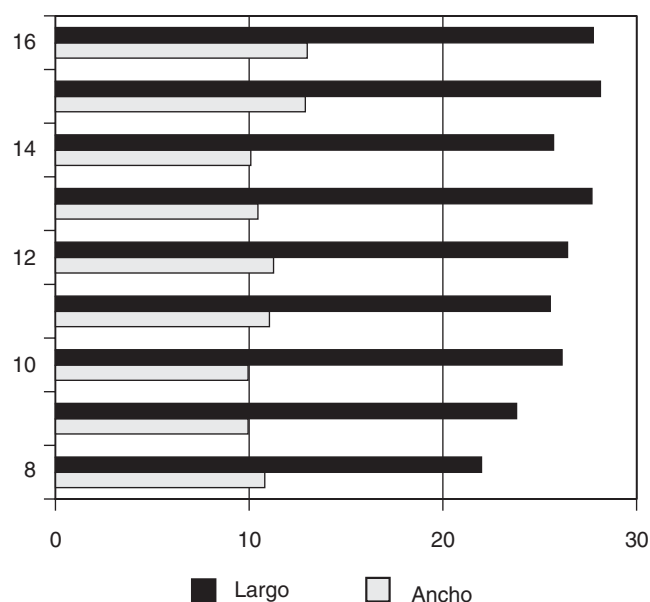


Figura 4. Promedios de ancho y largo en milímetros del seno frontal catalogados según los grupos de edad.

Cuadro IV. Promedios de largo y ancho en milímetros del seno frontal catalogados según las etapas de maduración ósea del estudio. Servicio de Ortodoncia Hospital Infantil de México “Federico Gómez”. Septiembre de 1998 a febrero de 1999.

Etapas de maduración	Ancho	Largo
A 42	10.92 ± 2.10	24.00 ± 4.81
B 36	10.87 ± 3.44	26.00 ± 7.40
C 22	11.60 ± 3.87	27.90 ± 5.87
Promedios	10.97 ± 0.96	25.85 ± 1.71

Fuente: Directa.

característico o influenciado por algún sexo, se dividieron los promedios de largo y ancho del seno por grupos de edad, etapas de maduración y también por sexo y comprobamos que estas irregularidades ya mencionadas anteriormente se presentan independientemente del género de los pacientes (*Cuadro IV*).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados sugieren que el largo del seno frontal guarda una relación importante con la maduración ósea, por ello nuestros datos indican que los individuos que posean una longitud del seno frontal menor de 25 mm, no se encuentran todavía en su fase más importante de desarrollo y que los individuos que presenten un seno frontal con una longitud de 28 mm o mayor ya han alcanzado su estadio máximo de maduración ósea. Con respecto a la diferencia por sexo, las dimensiones en longitud del seno frontal fueron menores en las mujeres (promedio 25.20 ± 6.82 mm), mientras que en los hombres se obtuvo un promedio de 27.36 ± 5.72 mm. Una probable justificación para este hecho pudiera radicar en las características volumétricas de masa corporal propias de cada género. En lo que se refiere al comportamiento del largo del seno frontal conforme los individuos van madurando, en el sexo masculino se presentó una variación de 6 mm entre los promedios de las etapas A y C, de 25.54 ± 5.2 mm a 31.5 ± 6.88 mm, respectivamente, sin embargo el sexo femenino mostró mayor regularidad en lo que a este comportamiento se refiere, ya que sólo se encontró una variación de 1 mm por lo que los rangos fueron de 24.34 ± 4.92 mm en la etapa A y de 25.36 mm ± 6.76 en la etapa C. Estos datos pueden ser interpretados con una mayor confiabilidad en el sexo masculino que en el femenino, al momento de determinar el estadio de maduración ósea y crecimiento.

Durante los últimos años se han publicado una gran cantidad de investigaciones con métodos alternativos de valoración de maduración ósea, entre los métodos alternativos de medición más utilizados son los análisis de vértebras cervicales.¹⁰⁻¹³ Estos estudios en su mayoría concluyen que el tamaño y forma de las vértebras cervicales son indicadores confiables al momento de analizar el estadio de maduración ósea en el que se encuentre determinado individuo, sin embargo, no superan en exactitud y confiabilidad al análisis de la radiografía carpal. A pesar de que las características de las vértebras cervicales son un método confiable, es necesaria la existencia de éstos y otros análisis que a futuro y tal vez en combinación con el del seno frontal, pudieran ofrecer datos igualmente confiables que los

que nos ofrece la radiografía carpal y así poder prescindir de ella.

La literatura muestra escasos estudios relacionados al presente trabajo. Rossouw y col.,¹⁵ en 1991, publicaron un trabajo sobre la relación entre el seno frontal y la predicción de crecimiento mandibular. En ese estudio, realizado en 103 sujetos, se mostró que sujetos con mandíbulas prominentes presentan una mayor área del seno frontal, medida en milímetros cuadrados. Por otra parte Ruf y Pancherz¹⁶ en 1996, se interesaron en conocer si el seno frontal observado en el cefalograma lateral, podía servir como un indicador confiable para la maduración somática en la etapa puberal. Su concepto es similar al de nuestra investigación, en lo que se refiere al aprovechamiento máximo del cefalograma lateral como radiografía de rutina en el diagnóstico de maloclusiones y diseño de tratamientos ortodóncicos u ortopédicos, así como en la posible futura omisión de la radiografía carpal, apoyando el diagnóstico de los estadios de maduración en el análisis del seno frontal y de las vértebras cervicales. Sin embargo existen diferencias metodológicas con el presente trabajo, ya que su estudio se limitó al sexo masculino, sólo fue de 53 pacientes, se tomaron dos cefalogramas con intervalos de entre uno y dos años, y el objetivo fue encontrar la relación de picos de crecimiento del seno frontal y el pico de crecimiento corporal, encontraron que el pico de crecimiento del seno frontal fue a los 15.1 años y el pico de crecimiento corporal se presentó 1.4 años antes. De ahí que estos autores propongan que se puede predecir con una exactitud de 90% si el crecimiento puberal máximo había pasado. Sin embargo en lo que se refiere a la predicción del pico de crecimiento corporal, sólo obtuvieron un 50% de confiabilidad, también determinaron que los individuos con gran discrepancia entre la altura corporal y la maduración ósea, no son candidatos a aplicar este método de evaluación. En nuestro estudio utilizamos el mismo método de evaluación del seno frontal que utilizaron Ruf y Pancherz,¹⁶ pero se pensó que sería de mayor significancia clínica y diagnóstica si se comparaba con la maduración ósea obtenida del análisis de Björk,⁵ que se aplica a radiografías carpales. El estudio de Ruf y Pancherz sólo involucró al sexo masculino y en nuestro estudio se mostró que son más evidentes las variaciones de la longitud del seno frontal en el sexo masculino que en el femenino. Aunque no indican que existe una relación estrecha entre la investigación de Ruf y Pancherz¹⁶ y la de este estudio, ya que en el estudio de Ruf y Pancherz se evaluó el seno frontal con la estatura y el

nuestro con la maduración somática, la cual desde nuestro punto de vista es más significativa, ambos demuestran una vez más que el seno frontal, a pesar de que está expuesto a una gran cantidad de variables ambientales, anatómicas y estructurales, entre otras, puede ser un indicador confiable en los diferentes análisis de las variaciones de crecimiento y desarrollo del ser humano.

Los estudios de las relaciones craneofaciales, características faciales y corporales, así como diferentes ritmos de crecimiento somático y craneal entre los diferentes grupos étnicos y distribución geográfica, han sido temas de diversos estudios. Son evidentes y notables las variaciones entre los grupos étnicos en sus características corporales, ritmos de crecimiento y manifestaciones diferentes en lo que a maduración ósea se refiere. Por lo tanto, es indispensable que se cuenten con parámetros de los diferentes análisis de crecimiento y desarrollo craneofacial, así como de edad ósea propios de cada grupo étnico, un claro ejemplo de ello son los estudios de Mota, Pineda y Ruiz,⁶⁻⁸ realizados en pacientes mexicanos comparados con los del estudio de Björk,⁵ las diferencias mostradas en estos estudios son una prueba fehaciente que los parámetros de comparación entre la edad cronológica y la edad ósea, son estadísticamente diferentes en cada grupo étnico, por tal motivo es necesario que se establezcan normas y porcentajes de ritmos y cantidades de crecimiento según cada grupo, así como de la ubicación e influencia geográfica de su hábitat.

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis del seno frontal indican que éste no puede sustituir a la radiografía carpal, que continúa siendo hasta la actualidad el método radiográfico más exacto para diagnosticar la maduración ósea. Sin embargo, podemos puntualizar que el seno frontal observado en el cefalograma lateral nos puede orientar a determinar en qué estadio de maduración se encuentra cierto individuo.
- Este estudio sugiere que el seno frontal observado en una radiografía de rutina para el ortodoncista, como lo es el cefalograma lateral, nos puede dar con cierto grado de exactitud el estadio de maduración ósea en el que se encuentra determinado paciente, principalmente en los del sexo masculino.
- En el futuro se podrán determinar con mayor exactitud la relación del seno frontal y de las vértebras cervicales, con los estadios de maduración ósea y

tal vez, llegar a prescindir de la radiografía carpal, contribuyendo al enriquecimiento diagnóstico de los profesionales en ortodoncia y ortopedia dentofacial y lo más importante en un beneficio económico y de menor radiación a los pacientes.

- El seno frontal se ha mostrado como una estructura anatómica confiable para ser estudiada.

REFERENCIAS

1. Águila J. Crecimiento craneofacial: ortodoncia y ortopedia. Caracas Venezuela: *Actualidades Médico Odontológicas de Latinoamérica* 1993: 33-7.
2. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (two methods)*. Academic Press 1975.
3. Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist*. 2nd. ed. California: Stanford University Press 1959.
4. Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MJR. *A new system for estimating maturity from the hand and wrist with standards derived from a study of 2,600 healthy British children*. Paris: Center Internacional de L'Enfance 1962.
5. Björk A. Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc* 1972; 48-61.
6. Mota R. *Análisis de la radiografía carpal para evaluar los eventos de maduración ósea en pacientes del Hospital Infantil de México*. Tesis de especialidad, Depto. de Estomatología del Hospital Infantil de México, México, 1995.
7. Pineda G. *Análisis de la radiografía carpal para evaluar los eventos de maduración ósea en pacientes del Hospital Infantil de México, Parte II*. Tesis de especialidad, Depto. de Estomatología del Hospital Infantil de México, México, 1996.
8. Ruiz M. *Análisis de la radiografía carpal para evaluar los eventos de maduración ósea en pacientes del Hospital Infantil de México, Parte III*. Tesis de especialidad, Depto. de Estomatología del Hospital Infantil de México, México, 1997.
9. Ruf S, Pancherz H. Development of the frontal sinus in relation to somatic and skeletal maturity: a cephalometric roentgenographic study at puberty. *Eur J Orthod* 1996; 34: 89-94.
10. Lamparski D. *Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae*. Master Thesis. Pittsburgh University 1972.
11. O'Reilly M, Gianello G. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae. *Angle Orthod* 1988; 58: 179-84.
12. Hellsing E. Cervical vertebral dimension in 8-11 and 15 year old children. *Acta Odont Scand* 1991; 49: 207-13.
13. Dhillon A. *The correlation of cervical vertebrae maturation with hand-wrist maturation and stature increments in adolescent girls*. Masters Thesis. Canada. Alberta University 1993.
14. Dolan KD. Paranasal sinus radiology. Part 1A. Introduction and the frontal sinuses. *Head Neck* 1982; 4: 301-11.
15. Rossouw PE, Lombard CJ, Harris AMP. The frontal sinus and mandibular growth prediction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 100: 542-6.
16. Ruf S, Pancherz H. Frontal sinus development as an indicator for somatic maturity at puberty? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110: 476-82.

Dirección para correspondencia:

Enrique González Ramírez

Playa Rosarito Núm. 357

Col. Reforma Iztaccíhuatl

Iztacalco 08810

Tel: 56334137

Correo electrónico: engoram@yahoo.com.mx