EVALUACIÓN DE LOS ESTADÍOS DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA EN NIÑOS Y NIÑAS DE 9 A 12 AÑOS DE EDAD DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI, 2005

EVALUATION OF THE SKELETAL MATURATIONAL STAGES IN BOYS AND GIRLS BETWEEN 9 A 12 YEARS OLD OF A PRIVATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF THE CITY OF SANTIAGO DE CALI 2005

Bedoya Rodriguez Antonio 1, 3 Argotty Montenegro Luz Dary 1, Ramos Rojas Sandra Patricia 2, Villada Arango Federico 2, Acosta de Velásquez Blanca Lucía 4, Mueses Marín Héctor Fabio 5
1 Investigador principal, 2 Estudiantes de VI semestre Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar Colegio Odontológico Colombiano Sede Santiago de Cali, 3 Asesor científico,
4 Asesor metodológico., 6 Asesor estadístico.

RESUMEN

Objetivos: El objetivo de la presente investigación fue Identificar los estadios de maduración esquelética en niños y niñas de 9 a 12 años de edad de una institución educativa privada de Santiago de Cali.
Materiales y métodos: se tomaron radiografías carpales y medidas de peso y talla a 106 niños para determinar la edad esquelética teniendo en cuenta los estándares de Bjork.
Resultados: De la población total el 48.1% se encuentra en el segundo estadío de maduración esquelética MP3. El estadio de maduración MP3 incrementa a medida que aumenta la edad, mientras que el estadio PP2 decrece. A los diez años de edad se encuentran estadios de maduración MP3cap y MP3u con un porcentaje de 3,4%. En los niños el estadio de maduración más frecuente es MP3 el cual aumenta con la edad, pero se encuentra presencia de sesamoideo a partir de los 9 años hasta los 11 años. En las niñas se encuentran estadios de maduración más avanzados como son MP3cap y MP3u a la edad de 10 años.
Conclusiones: En los niños el inicio del crecimiento puberal se presentó desde los 9 años, no se encontraron estadios avanzados de maduración esquelética por lo tanto no se pudo determinar a qué edad presentaban el pico máximo de crecimiento.
En las niñas se encuentran estadios de maduración más avanzados en edades tempranas, por lo tanto, su maduración esquelética ocurre en menor tiempo. Aspecto a tener en cuenta en el momento de planificación y programación de tratamientos ortodoncicos y ortopédicos en este género
Permite la planificación y programación de tratamientos ortopédicos y ortodóncicos, los tiempos de duración y las secuencias terapéuticas coincidiendo con el ritmo del crecimiento óseo individual
Tener en cuenta que los parámetros europeos que aplicamos actualmente difieren de los resultados obtenidos en esta investigación

Palabras claves: Maduración esquelética, estándares de Bjork, radiografía carpal, sesamoideo, altura corporal

ABSTRACT

Objetive: The aim of the present research was to identify the stages of skeletal maturation in boys and girls in ranges of age between 9 and 12 years from a private educational institute in Santiago de Cali.
Material and methods. Hand x-rays, weight and height of 106 boys and girls were taken to determine the skeletal age basing it on Bjork's analysis.
Results: from the total population, 48.1% are in a second stage of skeletal maturation MP3. The MP3 maturation stage increments as the age does too, while the stage PP2 decreases. At the age of 10 we can find maturation stages MP3cap and PM3u with a 3.4 percent. In boys the most frequent maturation stage is MP3 which increases with age; in girls we find more advanced maturation stages like MP3cap and MP3u at the age of 10.
Conclusions: In boys, the beginning of the pubertal growth can take place between nine and eleven years of age and more advanced skeletal maturation stages were not found to determine at which age the presented their maximum growth peak.
In girls there's less working time for orthopedic treatments because their growth peak lasts approximately one year, begins at age 10 and ends at the age of 11, ending their skeletal maturation faster.

Key words: skeletal maturation, Bjork's analysis, hand x-ray, sesamoid.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento esquelético en humanos es un tema del cual se han sacado múltiples informes que son asumidos de forma directa por ortodoncistas de muchas regiones del mundo para aplicarlos en sus pacientes y así determinar en qué estadío de maduración se encuentran, para posteriormente decidir qué clase de tratamiento

se va a realizar teniendo en cuenta que no se debe restringir el crecimiento óseo constante en el individuo ya que eso afectaría su desarrollo normal. Para poder identificar el crecimiento anormal o patológico resulta esencial conocer el crecimiento humano normal. Para evaluar la normalidad del crecimiento en sus pacientes, el clínico necesita estándares o normas de estatura, peso, desarrollo del esqueleto y dental; obtenidos de una muestra representativa de la población. Existen estudios encaminados a orientar a ortodoncistas acerca de información estandarizada para identificar patrones fisiológicos que faciliten la toma de decisiones respecto a un diagnóstico y tratamiento a pacientes que llegan al consultorio buscando una solución a su problema dental.

El curso del tratamiento ortodóncico depende a menudo de la intensidad del crecimiento facial. Por tanto, los conocimientos sobre las variaciones periódicas en la velocidad del crecimiento de la mandíbula y del maxilar son importantes en la ortodoncia clínica [1]

Durante el crecimiento postnatal sobrevienen múltiples cambios fisiológicos, muchos de los cuales muestran diferencias entre varones y mujeres[2]

Al aproximarse la pubertad estas variaciones están expresamente relacionadas en el tiempo con el desarrollo general físico representado por el aumento en la altura corporal [3456]. Por lo tanto, la determinación de los índices de crecimiento anual, en la altura corporal han sido recomendados anteriormente como procedimiento de rutina en los casos de largo tratamiento ortodóncico[7]. Además, el tiempo de máximo crecimiento puberal, solamente puede ser reconocido retrospectivamente, mientras que la predicción de este tiempo puede tener un valor especial en la planificación de un tratamiento ortodóncico. Entre otros métodos para evaluar el desarrollo físico general está la radiografía carpal y se utiliza principalmente para comparar la madurez física entre los niños de la misma edad y sexo[8], se entiende por madurez como un periodo de estabilidad durante el cual el cuerpo alcanza la funcionalidad máxima y los procesos de crecimiento se limitan a mantener un estado de equilibrio entre la pérdida y la adquisición celular [9] los indicadores de madurez difieren según el sexo; las mujeres maduran antes que los varones a lo largo del crecimiento postnatal. Existen varios métodos para evaluar la madurez que ha alcanzado un niño durante su crecimiento postnatal.[1011] Para determinar la edad ósea es de gran importancia estudiar una región que comprenda muchos huesos, observando los patrones de osificación y cuya calcificación sucesiva se prolongue desde el nacimiento a lo largo de la infancia y de la adolescencia[12]. Los patrones de osificación se dan de manera ideal a nivel de las manos, ya que de los treinta huesos que componen cada miembro superior, veintinueve están involucrados en su radiografía: diáfisis, epífisis y extremo distal de cúbito y radio, ocho carpianos, cinco metacarpianos y catorce falanges[1314]. Estos patrones de osificación son los indicadores del momento en que va a comenzar el desarrollo prepuberal y de cuando llega al pico máximo, así como cuando disminuye, por lo que se puede hablar de un ritmo de crecimiento, ya que los brotes de crecimiento dependen del sexo y varían con la edad cronológica. [1516]

El presente proyecto se llevó a cabo con el fin de evaluar la maduración esquelética y morfológica en niños y niñas de 9 a 12 años de edad de la ciudad de Santiago de Cali debido a que no se conoce en el Sur Occidente colombiano un estudio sobre el crecimiento esquelético en los niños de la región, los estudios presentes hasta ahora se han realizado con niños de regiones con características genéticas, geográficas, étnicas y culturales muy diferentes que pueden tener repercusión en los resultados finales, por ejemplo el crecimiento de los norteamericanos de raza blanca, debe evaluarse conforme a normas derivadas de una muestra representativa de la población de América del norte.[17] Es importante conocer con exactitud cómo es la maduración de los niños porque esto ayuda a determinar cuál es el tiempo ideal para realizar los tratamientos de ortodoncia y ortopedia maxilar obteniendo así los mejores resultados.

El crecimiento de los niños se ve influenciado por factores sociales, geográficos y culturales. Para plasmar el potencial biológico en una realidad, el ambiente en el que el niño se va a desarrollar es fundamental, tanto el interno (su propio organismo), como externo: nutrición, afecto, clima, enfermedades. Un estudio realizado en USA mostró que el número de nacidos con peso menor de 2.500gr., de madres que vivían a una altura de 340m sobre el nivel del mar era de 6 a 7%, mientras que si vivían a 3.200 metros, el porcentaje ascendía al 23.7%., lo que significa que a mayor altura, y debido a la menor cantidad de oxígeno, mayor tamaño torácico, pulmonar, cardiaco y mayor cantidad de hemoglobina, así como menor estatura y menor peso neonatal.[18]En cuanto a su morfología, en numerosos estudios se ha podido observar cómo en varios niños de una misma edad cronológica se presentan entre sí, diferencias sustanciales en cuanto a lo biológico, como son: el tono de la voz, el desarrollo de los genitales, la altura, el desarrollo muscular, la aparición de vello púbico y de la cara. Socialmente, hay factores como la estratificación, el intercambio social, la alimentación, la práctica de deportes, etc., que difieren mucho de las regiones que han sido cuna de los estudios que tienen que ver con crecimiento esquelético.

Resulta interesante tomar la población de escolares provenientes de un colegio privado, debido a que esta población presenta características nutricionales, sociales, culturales y ambientales, muy similares, que son aptas para su correcto desarrollo, evitando así la influencia de factores como carencias nutricionales; con el objetivo de identificar la maduración esquelética según los estándares de Bjork en niños y niñas de 9 a 12 años de edad de una institución educativa privada de la Ciudad de Santiago de Cali

Los resultados obtenidos a partir de este estudio servirán para generar evidencia de interés para los ortodoncistas de la ciudad de Cali y sus alrededores, ya que actualmente no existe información puntual al respecto.

MATERIALES Y METODOS

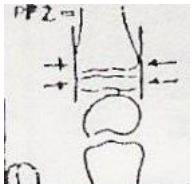
Se realizó una investigación descriptiva de corte trasversal para identificar patrones de maduración esquelética. La población de referencia estuvo conformada por 360 niños y niñas que pertenecían a un colegio privado, de la Ciudad de Santiago de Cali, la cual presentaba características nutricionales, sociales, culturales y ambientales ideales para el cumplimiento de los objetivos de investigación.

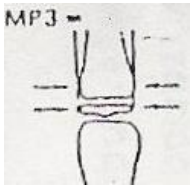
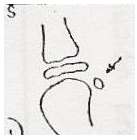
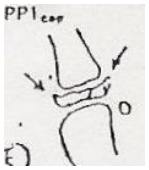
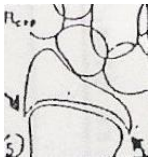
A través de un muestreo aleatorio simple, se eligieron 106 individuos, con edades entre 9 y 12 años, nacidos en el Valle del Cauca y que no tuviesen enfermedades sistémicas.

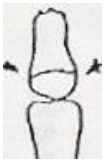
Para la recolección de datos se elaboró un formato dividido en tres partes, la primera contenía información demográfica del paciente a continuación información de talla y peso y por último la clasificación de los estadíos de maduración esquelética.

En un centro radiológico especializado, se tomaron las radiografías carpales de la mano no dominante del niño. Se utilizaron películas marca Kodak® y un equipo de rayos X de marca Cenndex®. Las tomas se realizaron a una distancia de metro y medio desde el cono a la película con un tiempo de disparo de un segundo, un voltaje de 60 voltios y un amperaje de 3 amperios. A todos los niños se les colocó un chaleco de protección de plomo con un espesor de 5 mm. Para el revelado se utilizó un equipo marca AT 2000 de Kodak® y líquidos de revelar marca Kodak®. Las radiografías fueron evaluadas por un observador estandarizado intra e inter examinador bajo los estándares de Bjork[19] los cuales son:



1 	(PP2 =): La diáfisis de la falange proximal del dedo índice (PP2), muestra la misma anchura que la epífisis. (=). Este estadio comienza aproximadamente 3 años antes del brote de crecimiento puberal.

2 	(MP3 =): La diáfisis de la segunda falange del dedo medio (MP3) muestra la misma anchura que la epífisis. (=).
3   	(PiSi): Osificación visible del hueso pisiforme (H1): Osificación de la apófisis uniforme del ganchoso. (R =): anchura equivalente de la diáfisis y epífisis del R.
4  	(S): Inicio de la mineralización del sesamoideo. (H2): Osificación avanzada del ganchoso.
5   	(MP3 cap): PICO DE CRECIMIENTO: La diáfisis rodea a modo de capuchón a la epífisis, a nivel de la segunda falange del dedo medio. (PP1 cap): En la falange proximal del pulgar. (R cap): En el Radio.
6	

	(DP3 u): Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange distal del dedo medio.
7 	(PP3 u): Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange proximal del dedo medio.
8 	(MP3 u): Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la segunda falange del dedo medio.

Las medidas de talla y peso fueron obtenidas por medio de un examen clínico que se realizó antes de la hora de almuerzo en las instalaciones del colegio utilizando una báscula y una lámina métrica metálica de marca IDERNA® y fueron consignados en el formato de recolección de datos. Las medidas de peso y talla se evaluaron teniendo en cuenta los estándares del NCHS (National Center for Health Statistics-United States).

Al finalizar la investigación se envió el resultado de la evaluación de cada niño a los padres de familia con las recomendaciones pertinentes.

Se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas teniendo en cuenta lo estipulado por la Resolución 8430 del Ministerio de Salud de la República de Colombia. El consentimiento informado fue aprobado previamente por el comité de ética del Colegio Odontológico Colombiano y tanto a los padres como a los niños se les explicó ampliamente lo concerniente a la investigación, finalmente aceptaron participar libremente en la investigación.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se elaboró una base de datos en Microsoft Excel® bajo Windows XP.

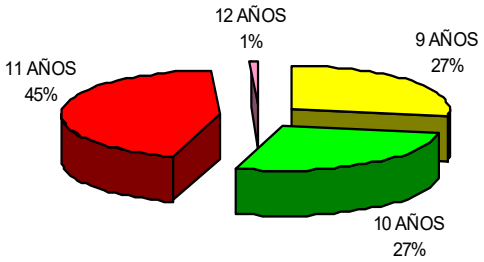
Para el procesamiento estadístico de la información se empleó el paquete Epi-Info Versión 3.3 de 2.004 de CDC (Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Atlanta).

En una primera fase se realizó un análisis univariado; se utilizan tablas de frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión. Para determinar las variables cuantitativas se utilizó la prueba de simetría y kurtosis que determina normalidad en las variables. En una segunda fase, para determinar la relación entre el estadio de maduración y las variables independientes del estudio, se utilizó la prueba estadística paramétrica de análisis de varianza y pruebas no paramétricas: Kruskal Wallis y Chi-cuadrado. En todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

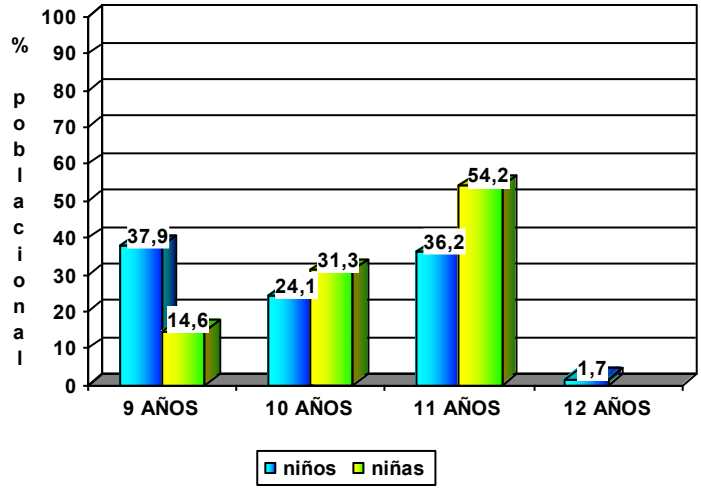
La población estudiada estuvo conformada por 106 niños y niñas de una entidad educativa privada de la ciudad de Santiago de Cali, durante noviembre de 2005; con un rango de edad entre 9 a 12 años y un promedio de 10 años; del total el 54.7 % (58/106) eran niños.

Grafica 1 DISTRIBUCION DE POBLACIÓN TOTAL SEGÚN EDAD.



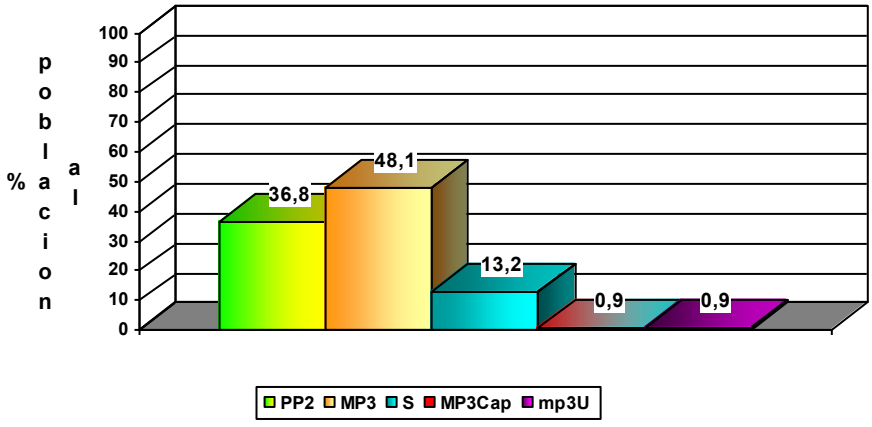
Del total de la población el 45% se encuentra en 11 años. (Ver gráfica 1)

Grafica 2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL SEGÚN EDAD Y GENERO



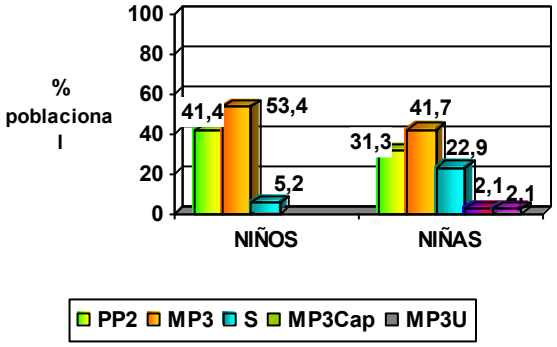
De la población total el 54.2% son niñas y se encuentran en la edad de 11 años; el 37.9% de los niños se encuentran en la edad de 9 años (ver gráfica 2)

Grafica 3 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL SEGÚN ESTADÍO DE MADURACIÓN



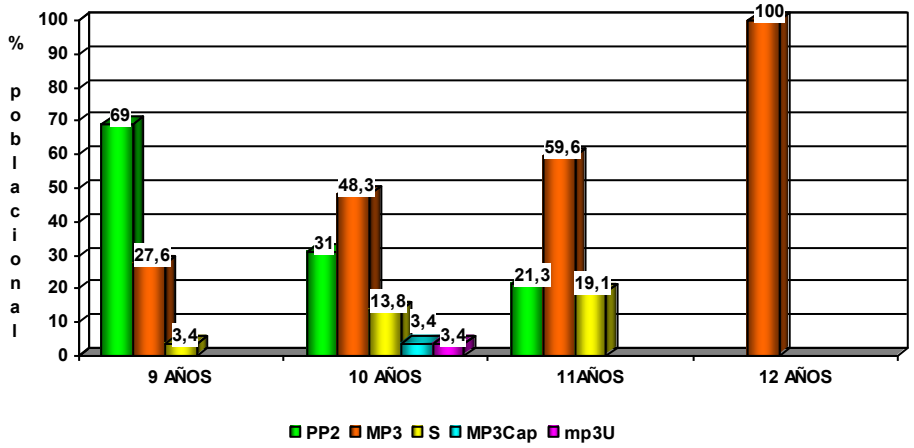
De la población total el 48.1% se encuentra en el segundo estadío de maduración esquelética MP3 (ver gráfica 3)

Grafica 4 DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN GÉNERO.



Se observa que las niñas presentan estadíos de maduración más avanzados que los niños (ver gráfica 4)

Grafica 5 *DISTRIBUCIÓN DE ESTADIOS DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA POR EDAD*.



Se muestra el incremento del estadio de maduración MP3 a medida que aumenta la edad, mientras que el estadio PP2 decrece con la edad; es importante resaltar que a los diez años de edad se encuentran los estadios de maduración MP3cap y MP3u con un porcentaje de 3,4% respectivamente (ver gráfica 5)

TABLA 1 COMPARACIÓN DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN EDAD Y GÉNERO.

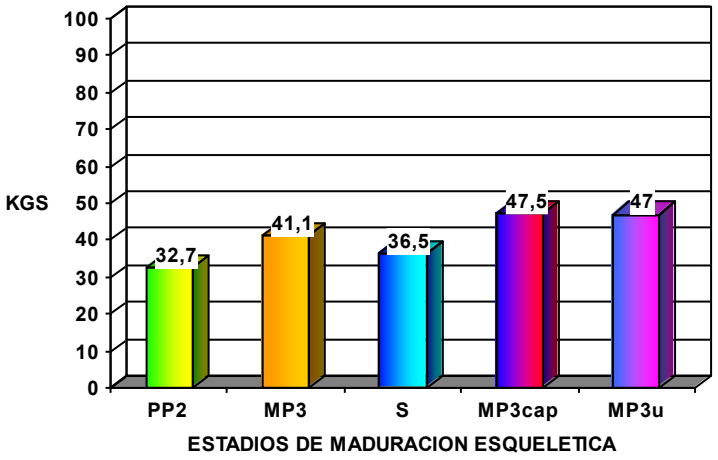
	PP2		**MP3**		**S**		**MP3Cap**		**MP3u**	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
9 años	72.7%	57.1%	22.7%	42.9%	4.5%	-	-	-	-	-
10 años	42.9%	20%	50%	46.7%	7.1%	20%	-	6.7%	-	6.7%
11 años	9.5%	30.8%	85%	38.5%	4,8%	30.8%	-	-	-	-
12 años	-	-	100%	-	-	-	-	-	-	-

PP2: Primer Estadio, MP3: Segundo estadio, S: tercer estadio, MP3Cap: Quinto estadio MP3u: octavo estadio

En los niños se presenta la aparición del sesamoideo a partir de los 9 años y no hay evidencia de estadios de maduración más avanzados; en las niñas a la edad de 10 años se presenta el sesamoideo y se encuentran estadios de maduración más avanzados como son MP3cap y MP3u. (Ver tabla 1)

A los 11 años observamos que las niñas presentan mayor porcentaje en PP2 y en estadio S y en los niños el estadio de maduración con mayor porcentaje es MP3

GRAFICA 7 *DISTRIBUCION ESTADIOS DE MADURACION SEGÚN PESO*.



Se observa disminución de peso en el cuarto estadío de maduración (S)

DISCUSION

El desarrollo de los niños depende de las variaciones individuales en la magnitud del crecimiento y en el tiempo requerido para la maduración; una característica de los procesos de maduración aparte de las diferencias sexuales, es que la edad del desarrollo puberal es aproximadamente la misma para varias partes del cuerpo; mientras que cuando se llega a la maduración hay una gran diferencia: durante la época de pubertad la presencia o no del sesamoideo es quien la determina; este alcanza su desarrollo máximo un año antes de la pubertad, pero nunca después de esta.

En el estudio realizado por Bjork (1967)[20], se encontró que la aparición del sesamoideo en las niñas se presentó entre 10 y 13 años y en los niños de 11 a 15 años; al comparar esos resultados con el grupo de niños participantes en esta investigación se encontró que las niñas de la muestra presentaron el sesamoideo a la edad de 10 y 11 años; mientras que en los niños la aparición del sesamoideo se manifestó a partir de los 9 años extendiéndose a 10 y 11 años, sin encontrarse estadios avanzados que indiquen pico máximo de crecimiento puberal y finalización del crecimiento puberal; por el contrario en el grupo de las niñas se encontraron estadios de maduración avanzados que indican el pico máximo de crecimiento (MP3) y finalización del brote de crecimiento puberal(MP3u) a la edad de 10 años. esto nos indica que el periodo de tratamiento en las niñas es más corto ya que se dispone de aproximadamente un año de máximo crecimiento.
Entre 8 y 13 años el crecimiento varía de un niño a otro, y se da más temprano en niñas que en niños, así lo describe (Hunter 1967) siendo el promedio de duración del crecimiento igual en niños y niñas; sin embargo en este estudio se encontró que el periodo de crecimiento en las niñas es menor porque a la edad de 10 años se encontró el estadio S y a la vez estadios de maduración más avanzados; en el caso de los niños no se presentó evidencia de estadios de maduración avanzados en estos rangos de edad.

CONCLUSIONES

En los niños el inicio del crecimiento puberal se presentó desde los 9 años, no se encontraron estadios avanzados de maduración esquelética por lo tanto no se pudo determinar a que edad presentaban el pico máximo de crecimiento.

En las niñas se encuentran estadios de maduración más avanzados en edades tempranas, por lo tanto su maduración esquelética ocurre en menor tiempo. Aspecto a tener en cuenta en el momento de planificación y programación de tratamientos ortodoncicos y ortopédicos en este género

Permite la planificación y programación de tratamientos ortopédicos y ortodóncicos, los tiempos de duración y las secuencias terapéuticas coincidiendo con el ritmo del crecimiento óseo individual

Tener en cuenta que los parámetros europeos que aplicamos actualmente difieren de los resultados obtenidos en esta investigación

RECOMENDACIONES

Ampliar tamaño muestral en Cali para poder extrapolar los resultados a toda la población de esta ciudad entre los 9 y 12 años

Desarrollar parámetros que establezcan el comportamiento de los estadios de maduración en nuestra población

En este momento hay 2 estudios que están continuando esta línea de investigación

REFERENCIAS

[1] Helm, S., Siersbacek- Nielsen, S., Skiller, V. and Bjork, A. Skeletal maduration of the hand in relation to maximum puberal growth in body Height. Tandlaegebladet (Danish Dental Journal), 75: 1223 - 1234 (1971)

[2] Tanner JM: Growth at adolescence, ed 2, Oxford, 1962, Blackwell Scientific

[3] Bojrk, A: Sutural Growth Of The Upper Face Study By The Implant Method. Europ. Orthodont. Soc. Trans. 1964: 49- 65

[4] Brown, T., Barrett, M.J. & Grave, K.C.: Facial Growth And Skeletal Maturation At Adolescence. Tandlaegebladet 1971: 75: 1211- 1222

[5] Hunter, C.J.: The Correlation Of Facial Growth With Body Height And Skeletal Maturation At Adolescence. Angle Orthodont. 1966: 36: 44-54

[6] Nanda, R.S.: The Rates Of Growth Of Several Facial Components Measured From Serial Cephalometric Roentgenograms. Amer. J. Orthodont. 1955: 41: 658- 673.

[7] Bjork, A. & Helm, S. : prediction of the age of maximum puberal growth in the body height. Angle orthodont. 1967: 37: 134-143

[8] Greenish W and Pyle S. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. 2nd Ed. Stanford University Press. Stanford Ca. 1959.

[9] Cederquist R. General Body Growth and Development. In Enlow DH (ed): *facial growth*, ed 3, Philadelphia, 1990, WB Saunders

[10] Malina RM: growth and development: The first twenty years. Minneapolis, 1975, Burguess Publishing.

[11] Tanner JM: growth at adolescence, ed 2, Oxford, 1962, Blackwell Scientific

[12] Sandra Coutinho, Peter H. Buschang, Francis Miranda, Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Sep 1993, Vol 104, N. 3.

[13] Faini, E. Indicadores de maduración esqueletal. Edad ósea, dental y morfológica. Rev Cubana Ortod 1988;13(2):121-125

[14] Canals M, Valenzuela C, Avendaño A.: Atlas de madurez ósea. Publicaciones Técnicas Mediterráneo. LTD. Editorial Universitaria S.A. Santiago de Chile, 1993.

[15] Bjork, Grave y Brown: Maduración y predicción de talla. Atlas y métodos numéricos. Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid. 1991.

[16] Tenenbaun, Mario: Fundamentos y Técnicas para el Odontólogo General y el Iniciado en la Especialidad. Editorial Intermédica, S.A.I.C.I. 1991

[17] Bishara,SE. ortodoncia clínica. Ed. McGraw-hill. Interamericana de Mexico. 2001

[18] Nellhaus G: Head circunference from birth to eighteen years: practical composite international and interracial graph. Pediatrics 1968;41:106-110

[19] Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Amer Journ Orthod Dentofac Orthop 1976; 69:611-9.

[20] Bjork, A. Helm, S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. Angle 1967; 37 (2). 134-143