

ESTADIOS DE MADURACION OSEA POR EL METODO TW-2 Y ALGUNOS DATOS SOBRE TALLA Y MENARQUIA EN LA POBLACION CUBANA

Departamento de crecimiento y desarrollo habanero. Instituto de Desarrollo de la Salud

Lic. Juana María Jiménez Hernández*, Dr. Antonio Berdasco
Gómez**, Lic. Mercedes Rubén Quesada*** y Dr. José Jordán****

Se estudian los límites de variación de la maduración ósea en la población cubana por edad y sexo, el grado de desarrollo para cada edad y los cambios que experimenta de un individuo a otro. Se analizan también la variación de los estudios y se precisan sus límites y la reacción con otros parámetros biológicos, tales como la estatura y la edad a la menarquía.

INTRODUCCION

"Todo progreso, hasta llegar, por una parte, a la planta más compleja, y por otra, al hombre, es el resultado de una pugna constante entre la herencia y la adaptación".¹ El crecimiento, por tanto, responde a éstos 2 factores y lo vemos expresado en todas sus manifestaciones.²⁻⁴ El desarrollo físico presenta una variación tal, dentro de los límites normales, que hace que, en una misma edad, los individuos muestren grandes diferencias entre sí. Por ejemplo, en la adolescencia se encuentran jóvenes con distintos grados de maduración sexual, que puede variar desde el desarrollo infantil hasta el adulto, lo que permite que puedan ser clasificados en maduradores precoces, promedios y tardíos. La va-

- * Licenciada en Biología. Antropóloga. Investigadora Auxiliar.
- ** Especialista de II Grado en Pediatría. Investigador Titular.
- *** Candidata a Doctora en Ciencias. Licenciada en Matemáticas, Estadística. Investigadora Auxiliar.
- **** Doctor en Ciencias. Profesor Titular del Instituto Superior de Ciencias Médicas de Ciudad de La Habana. Investigador Titular.

riabilidad en el desarrollo, aún cuando se manifiesta más intensamente en la adolescencia, está presente en todas las etapas de la vida.

Por todo ello, se impone poseer una noción aplicable a todo el período de crecimiento, por lo cual se ha definido el concepto de maduración o "edad del desarrollo" como transformaciones sucesivas a través del tiempo desde la concepción hasta el fin de la vida.⁵

La maduración está influenciada tanto por los factores genéticos como ambientales, aunque no todos los sistemas orgánicos responden por igual a la influencia ambiental. Así, por ejemplo, la maduración dental es menos afectada que la maduración sexual o la maduración ósea.⁶

Para estudiar la maduración ósea se han utilizado diversos métodos. El Sistema de Tanner-Whitehouse (TW-2) valora los estadios por los que pasan en su desarrollo los huesos del carpo, los metacarpianos, las falanges y la extremidad distal del radio y el cúbito.⁷

La osificación comienza de forma unicéntrica, pasando por distintos grados de desarrollo que marcan diferentes estadios hasta alcanzar el período adulto; cuando las epífisis se sueldan a las diáfisis correspondientes o los huesos del carpo alcanzan su madurez final. Estos cambios son constantes en cada persona, aunque varían de una edad a otra.

El presente estudio analiza la variación de los distintos estadios o etapas, la precisión de sus límites por edad y sexo y la relación que pueda existir entre el proceso de maduración ósea y otros fenómenos biológicos, tales como la estatura y la edad de la aparición de la menarquía.

Actualmente, es tema cuestionable entre los Auxólogos la relación que existe entre estos fenómenos. La menarquía, por ejemplo, representa un acontecimiento preciso del desarrollo de la niña y se manifiesta en una edad que varía generalmente con la raza y con el medio,⁸ por lo que resulta de gran interés conocer cuál es el período de crecimiento restante después de su presentación.

MATERIAL Y METODO

Este trabajo se basa en el análisis de los resultados de la muestra radiográfica de la Investigación Nacional de Crecimiento y Desarrollo, Cuba 1972-1974⁹ que comprende 4 219 radiografías de mano y carpo izquierdos entre 0 y 19 años de edad (2 159 varones y 2 060 niñas), basados en una selección aleatoria del 10 % de la muestra total estudiada (figura 1).

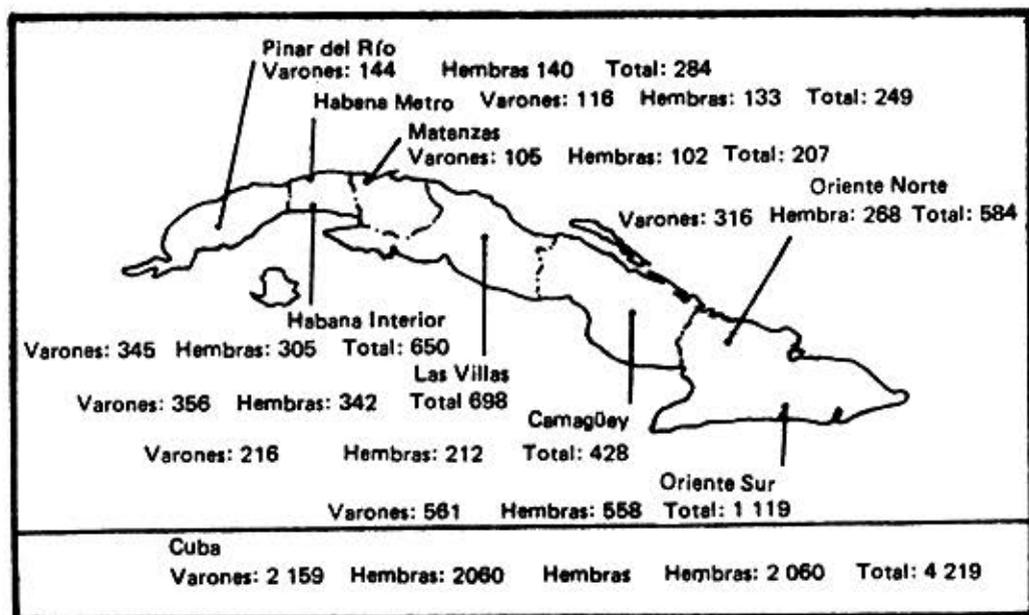


Figura 1. Número de radiografías de la muestra según la anterior división político-administrativa y el sexo.

La técnica utilizada para tomar y evaluar las radiografías es la orientada por el método (TW-2). Todas las evaluaciones fueron realizadas por un mismo observador (Jordán).⁹ Se evaluaron las epífisis, que aparecen señaladas en la figura 2, a saber: la extremidad distal del radio y del cúbito; extremidad proximal del primer metacarpiano y distal del III y V; extremidad proximal de las primeras falanges de los dedos I, III y V; extremidad proximal de las falanges medias de los dedos III y V y extremidad proximal de las falanges distales del I, III y V dedo.¹ Dentro del carpo fueron evaluados los huesos: grande, ganchoso, piramidal, semilunar, escafoides, trapecio y trapezoide.

Para cada hueso se establecen estadios de desarrollo que son designados por letras desde la A a la I, y no es igual el número total para cada uno de ellos. La extremidad distal del cúbito, el grande, el piramidal, el semilunar, el escafoides y el trapecio terminan en H y el resto en I.

La información obtenida al evaluar las radiografías fue clasificada de acuerdo con la edad y el sexo, lo que permitió determinar para cada hueso, los estadios límites inferior y superior, dentro de cada edad específica para un mismo sexo.

Los datos de menarquía fueron tomados de los patrones nacionales de la Investigación de Crecimiento y Desarrollo

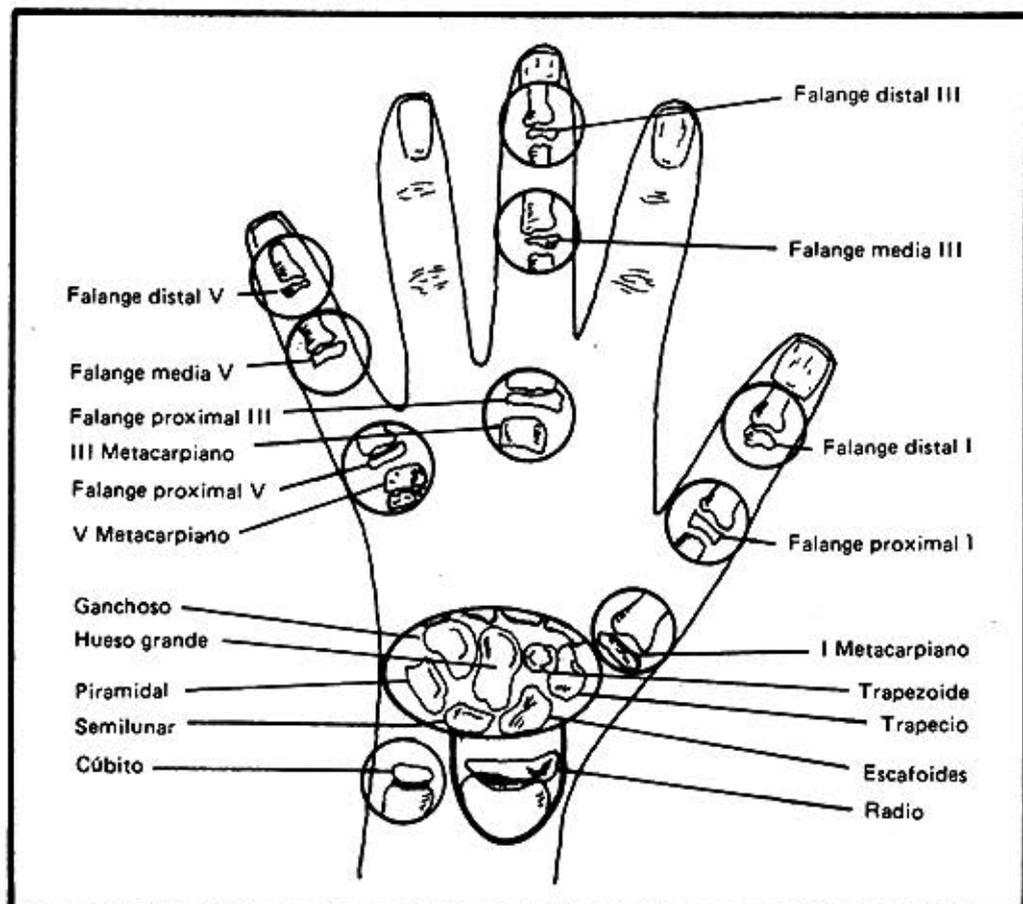


Figura 2.

Cuba 1972-1974.⁹ La talla de los sujetos estudiados fue también obtenida de los datos de esta investigación y la medición de este parámetro se realizó de acuerdo con las orientaciones metodológicas del IBP.¹⁰

RESULTADOS Y COMENTARIOS

En este estudio hemos seleccionado aquellos resultados que se han estimado de mayor interés para la evaluación del desarrollo biológico.

En la figura 3 observamos las edades en que aparecen más precozmente los estadios iniciales y finales para radio, cúbito y dedos (RCD), de acuerdo con el sexo.

Aunque en general todos los huesos de la mano maduran más temprano en el sexo femenino, algunos lo hacen más precozmente que otros.¹¹ El mismo fenómeno ha sido observado en

otras áreas del cuerpo como el codo y la rodilla,¹² y en los dientes permanentes.¹³

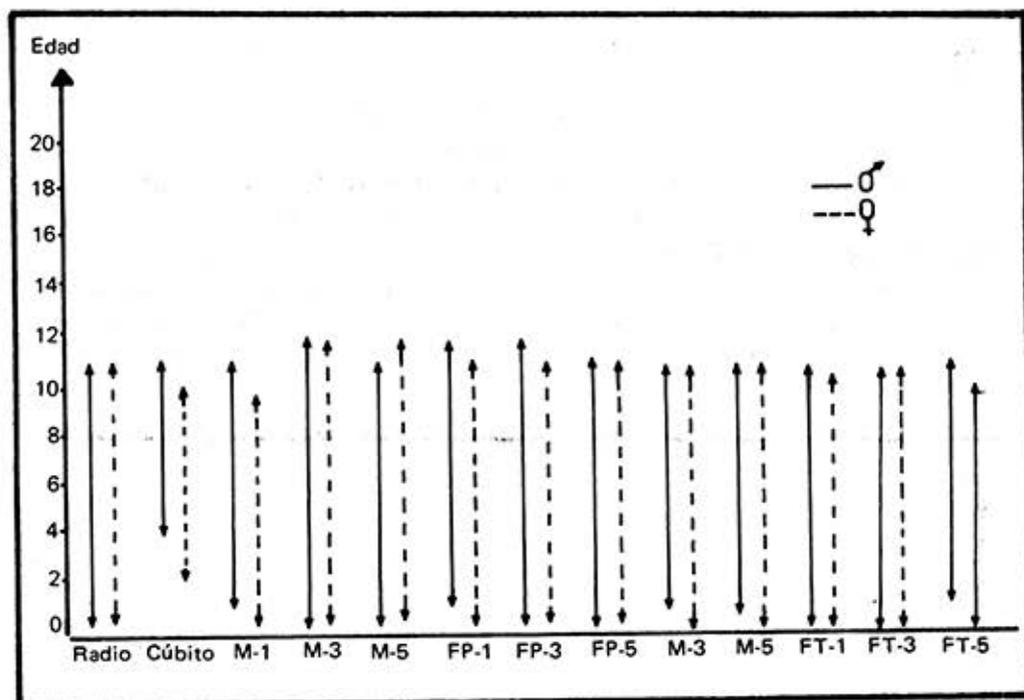


Figura 3. Aparición de los estadios iniciales y finales según el sexo (radio, cúbito y dedos).

Por otra parte, como en el sistema TW-2 las niñas y los niños tienen diferentes puntuaciones para un mismo estadio óseo, la similitud de estadios en 2 radiografías pertenecientes a distinto sexo no implica idéntico grado de maduración ósea.

El método anterior utilizado por los mismos autores (TWI) aplicaba igual puntuación a los estadios para los 2 sexos, pero utilizando muestras mayores y derivando métodos de cálculo más precisos se llegó a la conclusión de que el procedimiento no era correcto y se decidió adjudicar puntuaciones diferentes a cada sexo por separado.

En las niñas, los centros de osificación correspondientes al radio, los metacarpianos y las falanges aparecen durante el primer año de la vida. El punto de osificación del cúbito nunca aparece en edades inferiores a los 2 años.

En los varones, los primeros centros de osificación ocurren alrededor del año para el primer metacarpiano, la falange proximal del primer dedo, las falanges medias del ter-

cero y quinto dedos y distal del quinto. El cúbito hace su aparición radiológica a los 4 años de edad, con 2 años de diferencia con respecto al sexo femenino.

La fusión de las epífisis del radio y cúbito se inicia en sus casos más precoces entre los 10 y los 12 años de edad y en general, para ambos sexos.

La figura 4 muestra cómo en ambos sexos la osificación ha comenzado al nivel del carpo durante el primer año de la vida. Con la excepción del escafoides y del trapezoide, que comienzan a osificarse a los 2 años y el trapecio que en las niñas lo hace después del año de edad, el resto se hace visible durante el primer año de la vida. La osificación completa tiene lugar más precozmente en estos núcleos de opacificación temprana y es más evidente en el sexo femenino.

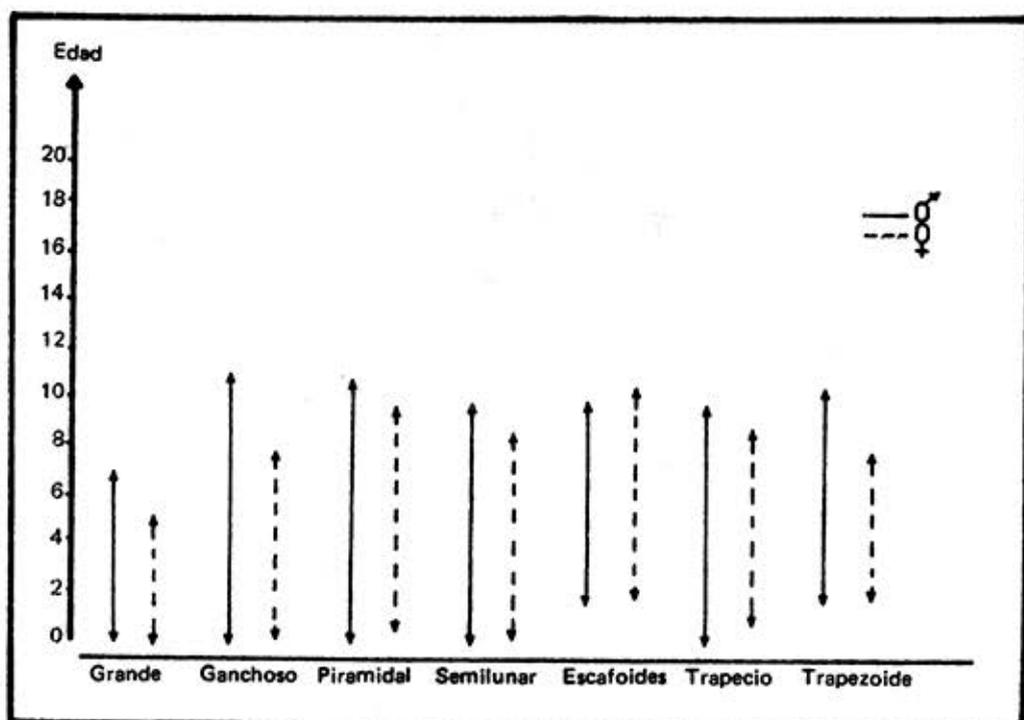


Figura 4. Aparición de los estadios iniciales y finales según el sexo (carpo).

Tanner ha observado la osificación intrauterina de núcleos del carpo al final del período prenatal, pero las epífisis de los huesos de la mano no aparecen hasta después del nacimiento.

La figura 5 presenta el intervalo de edades en que están presentes el estadio inicial y el final para todos los individuos de acuerdo con el sexo. Nótese al examinar la distribución de RCD cómo todas las niñas comienzan y terminan la osificación de las epífisis antes que los varones. En el caso de la extremidad inferior del cúbito median 4 años de diferencia al inicio de la osificación y 2 al terminar la fusión.

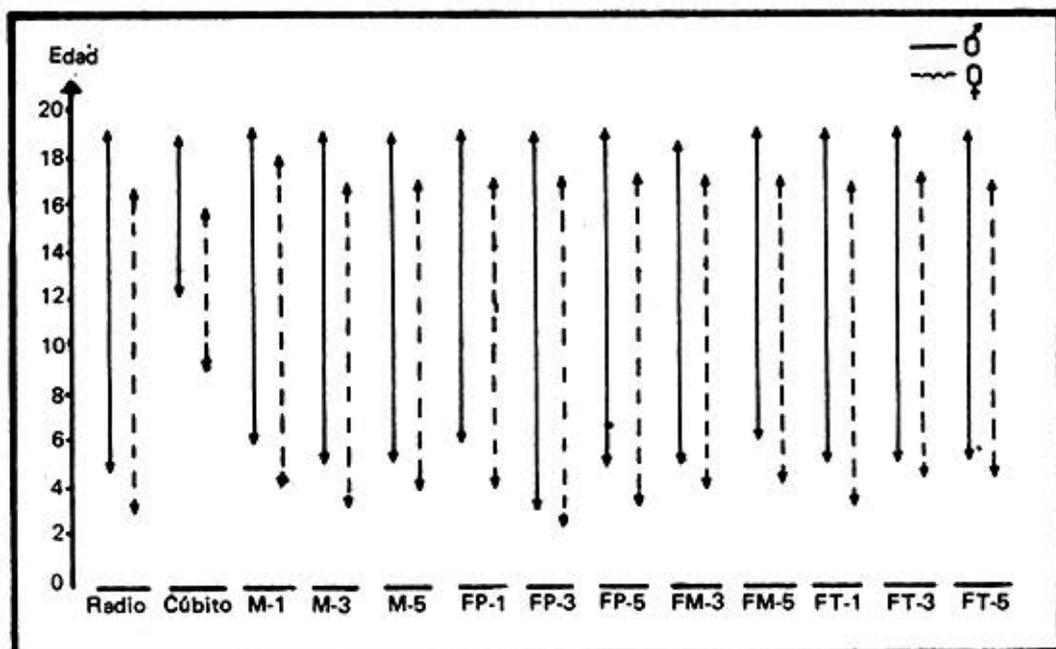


Figura 5. Intervalo de edades en que están presentes los estadios inicial y final para todos los individuos según el sexo.

Al nivel del carpo se pone en evidencia el mismo fenómeno, tal como muestra la figura 6. El estadio inicial en el hueso grande tiene lugar al mismo tiempo en los 2 sexos.

En el ganchoso la opacificación ocurre ligeramente antes en los varones que en las niñas. Los estadios finales de los huesos del carpo se alcanzan más temprano en las niñas, con la excepción del ganchoso y el piramidal, en que el estadio final coincide en los 2 sexos y ocurre aproximadamente a los 17 años.

En este análisis se escogió la edad de 16 años como aquella donde se hacen más evidentes las diferencias intersexo para mostrar la variabilidad de los límites inferiores y superiores de cada hueso. En la figura 7 para RCD se observa

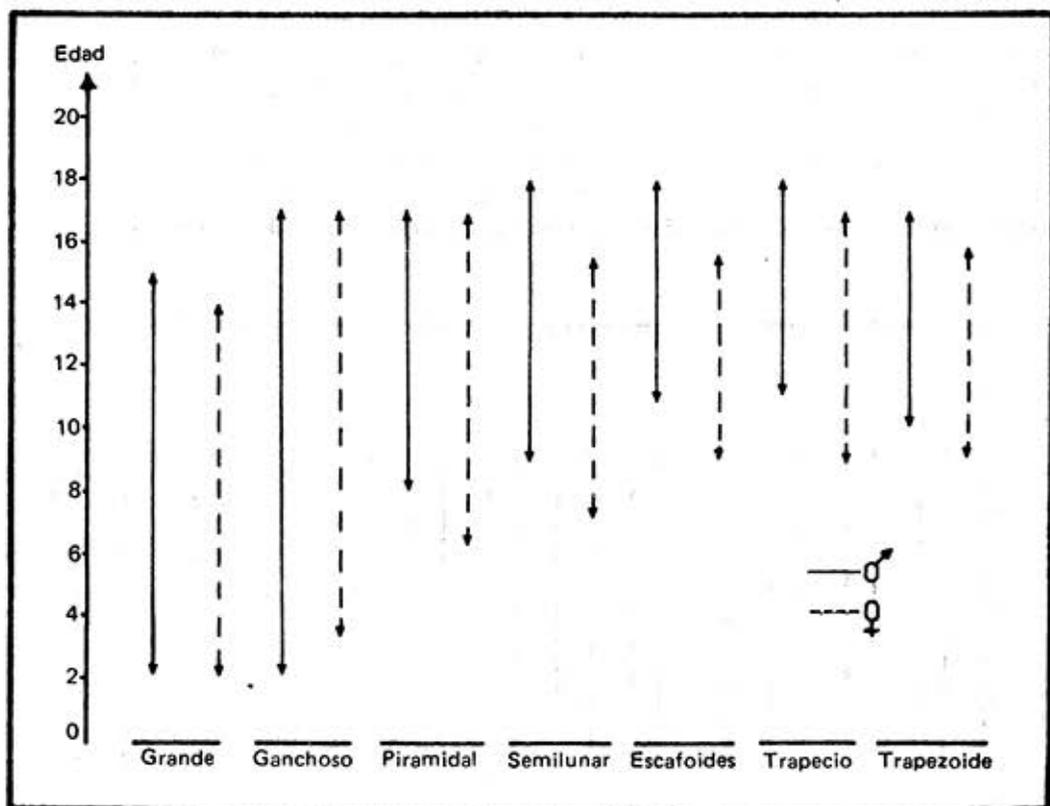


Figura 6. Intervalo de edades en que están presentes los estadios inicial y final para todos los individuos según el sexo. Cuba, 1972 y 1973.

que en los varones, en todos los casos, el límite inferior de los estadios oscila entre E y F (con la única excepción del estadio D para la primera falange proximal, mientras que las niñas casi en su totalidad han llegado a estadios H e I, con la única excepción del quinto metacarpiano que muestra el estadio G.

Para el carpo, que aparece representado en la figura 8 sólo es apreciable la diferencia entre los 2 sexos al nivel del semilunar, escafoides y trapecio, que son los huesos que terminan más tarde su maduración. Pero el carpo, en su conjunto, termina su maduración mucho antes que ocurra la fusión de las epífisis del radio, cúbito y dedos.

El cúbito es el hueso que según nuestra muestra presentó mayores diferencias entre uno y otros sexos, las cuales se acentuaban más durante la pubertad.

Hueso \ Estadio	Radio	Cúbito	M-1	M-3	M-5	FP-1	FP-3	FP-5	FM-3	FM-5	FT-1	FT-3	FT-5
I	 		 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 
H	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	
G	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	
F	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	
E						 	 	 	 	 	 	 	
D						 							
C									 				
B									 				
A													

Figura 7. Maduración ósea del radio cúbito y dedos en 16 años de edad según el sexo. Cuba, 1972 y 1973.

Hueso \ Estadio	Grande	Ganchoso	Piramidal	Semilunar	Escafoide	Trapezio	Trapezoide
I							
H							
G							
F							
E							
D							
C						♂	
B						♀	
A							

Figura 8. Maduración ósea del carpo en 16 años de edad según el sexo. Cuba, 1972 y 1973.

El proceso de fusión de las epífisis se produce principalmente bajo la influencia de las hormonas sexuales.⁶ Los andrógenos y estrógenos en la época de la pubertad parecen desempeñar un importante papel. En etapas anteriores, el estímulo de la hormona de crecimiento en presencia de un nivel adecuado de tiroxina es fundamental. Las hormonas tiroideas ejercen un efecto específico sobre la maduración esquelética en la que actúan de forma primaria, desempeñando el mismo cometido que el que, en el crecimiento lineal, corre a cargo de la GH (somatotropina).¹⁴

Un análisis preliminar que relaciona el proceso de maduración ósea con otros fenómenos biológicos como el crecimiento lineal del cuerpo (estatura) y la edad de la menarquía señala algunos datos interesantes.

Singlenton *et al.* en un estudio longitudinal de niñas normales nacidas en París observó una asociación entre el incremento en estatura, la anchura del diámetro biilíaco y el nivel de maduración ósea alcanzado a la edad de la menarquía.¹⁵

Hewitt y Acheson encontraron que los incrementos de las puntuaciones óseas no ponderadas, tanto para la mano y muñeca, como para la cadera, eran mayores durante la pubertad.¹⁶

Por otra parte, *Tanner* señala que se debe analizar con más cautela el criterio generalizado de que en la adolescencia tiene lugar una aceleración de la edad ósea comparable al incremento en peso y talla, debido a que estos incrementos pueden resultar de un artefacto provocado por la escala utilizada. No obstante, expresa que es cierto que aparentemente durante la pubertad tiene lugar una aceleración en la maduración de los núcleos óseos en particular.⁶

También, *Marshall* apunta que es interesante destacar la amplia variación de la edad ósea en el período de velocidad máxima del crecimiento en talla, hecho que ofrece dudas en cuanto a la relación que existe entre la maduración del esqueleto y el crecimiento en talla.¹⁷

La figura 9 presenta las curvas nacionales de estatura para niños y niñas entre las edades de 6 y 19 años. Hemos superpuesto una marca a la edad de 13 años en las niñas que corresponde a la edad mediana de la menarquía al nivel nacional. A esta edad se superpuso además una línea vertical que señala los límites superiores e inferior de los estadios de maduración de la epífisis del cúbito. Se escogió este hueso por ser el que en la muestra nacional presentó las mayores diferencias de nivel de maduración entre los 2 sexos, las cuales se acentúan en la pubertad. La figura 9 evidencia la diferencia que existe entre los niños y las niñas en relación con el límite inferior de los estadios de maduración ósea, y el sexo femenino muestra un evidente adelanto en cuanto a los varones (del estadio F al D).

La menarquía, que es un hecho relativamente tardío en el desarrollo sexual (ya que el comienzo de otros pilares de la pubertad se produce mucho antes, como es el caso del desarrollo mamario), aparece en nuestras niñas como promedio 2 años antes de que éstas alcancen su estatura final.

Aunque la correspondencia entre la maduración ósea y la edad de la menarquía es todavía un asunto muy debatido, las curvas que presentamos parecen sugerir una correspondencia aceptable entre ambas.

En cuanto a la estatura, se sabe que el estirón de la adolescencia que se produce en las niñas 2 años antes que en los varones, ocurre antes de la menarquía, entre los 11 y 13 años de edad. En nuestro caso después de los 13 la curva sólo experimenta un pequeño ascenso, para hacerse horizontal después de los 15 años (lo que representa aproximadamente 5 cm). El crecimiento en longitud de la curva se detiene en este sexo prácticamente a los 16 años, cuando alcanzan, al nivel del percentil 50 un valor de 157 cm. En el sexo masculino, el último valor registrado fue de 162,9 y la curva al

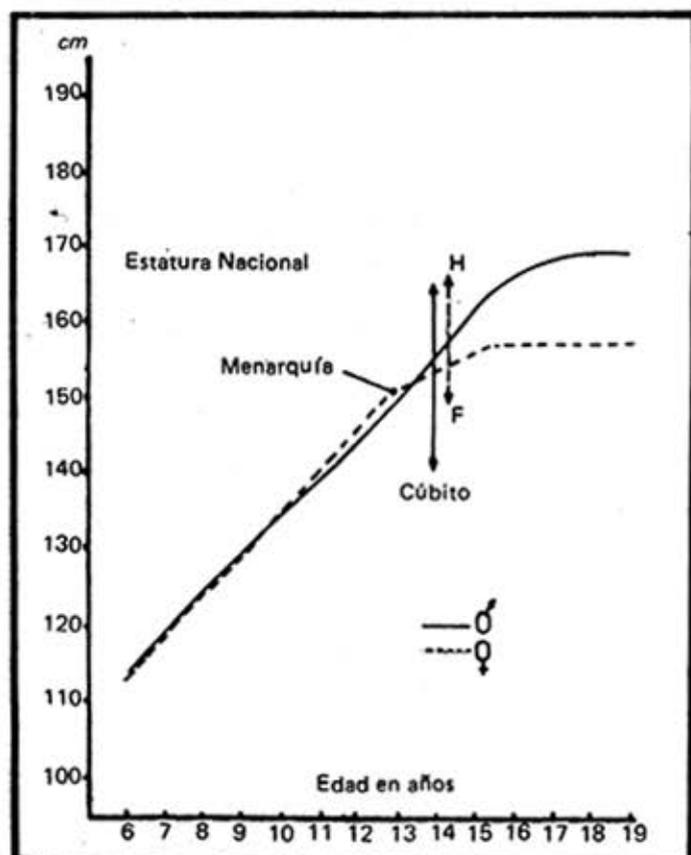


Figura 9. Relación entre los límites de variación y otros fenómenos biológicos.

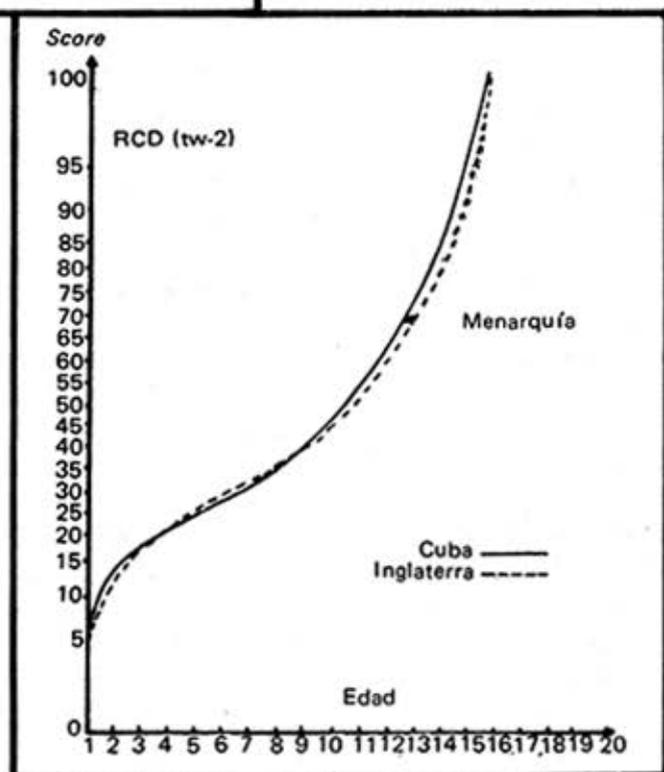


Figura 10.

final mostró una tendencia ascendente;⁹ aunque es conveniente señalar que este análisis es un breve bosquejo, pues los datos precisos de esta relación sólo se obtendrán con los resultados de un estudio longitudinal. Sin embargo, todo parece indicar que para los 2 sexos existe una correspondencia entre el estirón de la adolescencia y el avance de la maduración ósea.

Finalmente, en la figura 10 se comparan los datos de la maduración ósea de la muestra nacional de Cuba (obtenidas con puntuaciones inglesas) con los datos de Inglaterra. A esta figura le hemos superpuesto la edad de la menarquía (13 años), que coincide para ambas muestras.

Las diferencias entre estas 2 curvas no es significativa cuando la comparación se realiza con la curva nacional, pero utilizando las puntuaciones cubanas las diferencias estadísticas son significativas para un $\alpha = 0,05$ aunque esto no ocurre igual en todas las edades ni para todas las variantes del método.¹⁸

CONSIDERACIONES FINALES

1. Existe una maduración ósea más precoz en las niñas, tanto para RCD como para el carpo, en la aparición de los estadios iniciales y finales.
2. De los 20 huesos evaluados, la extremidad distal del cúbito es la más representativa para diferenciar los 2 sexos.

SUMMARY

Jiménez Hernández, J. M. et al.: *Stages of skeletal maturation by TW-2 method and some data on height and menarche in the Cuban population.*

Variation limits of skeletal maturation in the Cuban population are studied by age and sex, developmental degree for each age and changes experimented from one to another individual. Variation of studies are also analyzed, and its limits and relation to other parameters, such as height and menarcheal age, are determined.

RÉSUMÉ

Jiménez Hernández, J. M. et al.: *Etudes des stades de maturation osseuse par la méthode TW-2 et certaines données concernant la taille et le ménarche chez la population cubaine.*

On étudie les limites de variation de la maturation osseuse chez la population cubaine par âge et par sexe, le degré de développement pour chaque âge et les changements qu'elle subit d'un individu à un autre. De même, on analyse la variation des stades et on précise ses limites et la réaction avec d'autres paramètres biologiques, tels que la taille et l'âge au moment du ménarche.

BIBLIOGRAFIA

1. Engels, F.: *Dialéctica de la Naturaleza*. México. Ed. Grijalbo, S. A., 1961. P. 178.
2. Rona, R. J.: Genetic and environmental factors in the control of growth in childhood. *Br Med Bull* 37: 265, 1981.
3. Posada, E. et al.: Influencia de los factores socioeconómicos sobre la talla de los niños. *Rev Cubana Ped* 56: 771, 1984.
4. Wolanski, N.: Genetic and ecological factors in human growth. *Human Biol* 42, 349, 1970.
5. Taranger, J.: II Evaluation of biological maturation by means of maturity criteria. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 258: 77, 1976.
6. Eveleth, P. B.; J. M. Tanner: *Worldwide variation in human growth*. Ed: Cambridge University Press IBP 8, 1976. Pp. 198-199.
7. Tanner, J. M. et al.: *Assessment of skeletal maturity and Prediction of adult Height (TW-2) Method*. London, Acad Press, 1975.
8. Marshall, W. A.: Geographical and ethnic variations in human growth. *Br Med Bull* 37: 273, 1981.
9. Jordán, J. et al.: *Desarrollo humano en Cuba*. La Habana, Ed. Científico Técnica, 1979.
10. Weiner, J. S.; J. A. Lourie: *Human Biology: A Guide to Field methods International biological. Programme Handbook No. 9* Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1969.
11. Thompson, G. W. et al.: Sexual dimorphism in hand and wrist ossification. *Growth* 37: 1, 1973.
12. Garn, S. M. et al.: Ossification sequence polymorphism and sexual dimorphism in skeletal development. *Am J Phys Anthrop* 24: 147, 1966.
13. Demirjian, A. et al.: A new system of dental age assessment. *Human Biol* 45: 211, 1973.
14. Guell, R.: *Temas de Endocrinología Infantil*. Barcelona, España, Ed. Espaxs, 1974. P. 21.

15. *Singlenton, A. et al.*: Croissance de la taille, de segment supérieur et du diamètre bi-iliaque chez la fille après l'apparition des premières règles. *Arch Franc Ped* 32: 859, 1975.
16. *Hewiti, D.; R. M. Acheson.*: Some aspects of skeletal development through adolescence. II. The inter-relationship between skeletal maturation and growth at puberty. *Am J Phys Anthropol* 19: 333, 1961.
17. *Marshall, W. A.*: Interrelationship of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man. *Ann Hum Biol* 1: 29, 1974.
18. *Jiménez Hernández, J. M. et al.*: Estudio de la maduración ósea por sexo y raza. *Rev Cubana Ped* (En prensa).

Recibido: 20 de julio de 1986. Aprobado: 29 de agosto de 1986.

Lic. *Juana María Jiménez Hernández*. Departamento de Crecimiento y Desarrollo Humano. Instituto de Desarrollo de la Salud, apartado 9082, Ciudad de La Habana, Cuba.