

MADURACION OSEA EN ADOLESCENTES VARONES Y SU CORRELACION CON ALGUNAS VARIABLES BIOLOGICAS

POLICLINICO DOCENTE DE PLAYA. CIUDAD DE LA HABANA

Dr. Manuel Díaz*, Dr. Santos Canetti**, Dr. Antonio Berdasco***, Dr. José Pérez****, Lic. Jorge Bacallao***** y Dr. Jorge Díaz*****

Díaz, M. y otros: *Maduración ósea en adolescentes varones y su correlación con algunas variables biológicas.*

Se realiza un estudio transversal, prospectivo y descriptivo con una muestra aleatoria estratificada por edades de 160 niños varones de 10 a 14 años, durante julio y agosto de 1981. Se seleccionan por submuestreo sistemático 37 casos, con el objetivo de conocer la influencia y correlación entre algunas variables biológicas y la maduración ósea. Se determina la maduración ósea por el método TW₂, la medición de la talla según la metodología del Programa Biológico Internacional, la evaluación del desarrollo sexual por los estadios de Tanner, la determinación de testosterona sérica por radio-inmunoensayo, y para la raza se siguieron los criterios antropomórficos. Se observa que la edad ósea tiende a estar acelerada en general, pero no existen diferencias significativas entre los grupos étnicos estudiados (europoide, negroide y mestizos), a diferencia de trabajos de otros países, lo que consideramos se debe a las condiciones similares para el desarrollo favorable de todos los jóvenes en nuestra sociedad. Se expresa que existe correlación estadística significativa entre el nivel de testosterona sérica y la edad cronológica con la madurez ósea. Se establecen correlaciones entre la talla y el desarrollo sexual con la madurez esquelética.

INTRODUCCION

La edad esquelética o maduración ósea es el indicador más utilizado para valorar la edad biológica o madurez fisiológica del niño y el adolescente.^{1, 2}

Como es conocido, varios factores tienen influencia en el mayor o menor grado de madurez que presentan los distintos individuos. Entre ellos, se señalan los factores genéticos y los neurohormonales.

La influencia genética ha sido avalada, entre otras cosas por el grado de madurez ósea más acelerada que muestran las hembras en relación con sus contemporáneos varones,¹⁻³ y las diferencias de madurez encontradas en distintos grupos raciales.⁴⁻⁶ Sin embargo, en relación con este último aspecto, hay resultados contradictorios.

Al referirnos al otro factor, cabe destacar la acción de la testosterona sobre el crecimiento y maduración de los huesos.⁷ Esta hormona, además de que estimula el creci-

* Especialista de I grado en Pediatría. Instructor de Pediatría. Facultad No. 3 Hospital "Carlos J. Finlay".

** Especialista de I Grado en Pediatría. Profesor Auxiliar Facultad No. 3.

*** Especialista de I Grado en Pediatría. Instituto de Desarrollo de la Salud.

**** Instructor de Fisiología ICBPC "Victoria de Girón". Jefe del Laboratorio de Fisiología Endocrina y Digestiva.

***** Licenciado en Matemática. Bioestadístico del CECAM.

***** Médico General.

miento lineal, también acelera la calcificación de los huesos, y llega a cerrar los cartílagos de crecimiento.

Aprovechando la investigación sobre "Desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones", hemos querido comprobar especialmente la influencia de la raza y el nivel de testosterona sérica sobre el grado de maduración ósea de dichos adolescentes, compararla con los resultados de otros estudios, y a la vez establecer algunas asociaciones entre la madurez esquelética y el grado de desarrollo sexual y estatura que presentan.

MATERIAL Y METODO

De 160 jóvenes de 10 a 14 años escogidos para la investigación sobre "Desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones" del área de salud del Policlínico Docente de Playa, se hizo una selección por un procedimiento de submuestreo sistemático. El total de casos escogidos fue de 40, de los cuales a 32 se les pudo realizar la investigación completa. Este estudio se realizó entre los meses de julio y agosto de 1981.

A cada adolescente se le realizaron mediciones antropométricas siguiendo la metodología recomendada por el Programa Biológico Internacional,⁸ pero tomando para este trabajo solamente la talla. El instrumento utilizado fue una balanza marca Detecto Medic, de la firma Detecto Scales, INC, con una aproximación de 0,5 cm. Las dimensiones de cada niño se plotearon en un gráfico de percentiles, utilizando como norma de referencia las curvas nacionales obtenidas en la investigación de Crecimiento y Desarrollo de la Población Cubana;^{9,10} se separaron en 3 grupos: por debajo del 25 percentil, entre el 25 y 75 percentil y por encima del 75 percentil.

Se realizó una evaluación del desarrollo sexual siguiendo los criterios de *Tanner* para el desarrollo de vello pubiano y genitales.¹

Se determinó testosterona sérica por radio-inmunoensayo utilizando un *Kit* comercial de la firma Amershan. Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción venosa en la mañana, previo ayuno de 12 horas, recogidas en tubos de cristal y centrifugadas a 300 rpm; después del tiempo prudencial para la coagulación se les separó el suero y se conservaron a -20°C hasta su procesamiento.

Para la determinación de la raza se siguieron los criterios antropomórficos,¹¹ y en la determinación de la maduración ósea se utilizó la técnica TW, variante radio, cúbito y dedos.¹²

Se trabajó con la edad decimal siguiendo el procedimiento descrito en la Investigación Nacional de Crecimiento y Desarrollo.⁹

A cada joven se le calculó la diferencia y el cociente entre la edad ósea y la edad cronológica. Se construyeron distribuciones de frecuencia y sus correspondientes histogramas con ambas verticales.

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los niveles de testosterona y la maduración ósea, se llevó a cabo una prueba para la significación de dicha correlación, y se estimaron los parámetros de un modelo de regresión lineal por el método de las mínimas cuadradas.

Se calculó la media y desviación estándar del cociente de la maduración ósea para las 3 razas consideradas (europoide, negroide y europoide-negroide), así como para cada grupo de los tomados de acuerdo con su talla/edad y para los grupos definidos por

los diferentes estadios de desarrollo sexual, tanto para vello pubiano como para los genitales. Se practicó el análisis de varianza de una sola vía para comparar los resultados.

Después de cada análisis de varianza que revelase diferencias significativas entre los grupos, se realizaron pruebas binarias de comparación entre las parejas de grupos mediante la prueba de la *t* de Student modificada.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas 1 y 2 encontramos la distribución de la población estudiada de acuerdo con la edad y los grupos étnicos.

Tabla 1. *Distribución de la población por grupos de edades*

Edad (años)	10	11	12	13	14	Total
Número de casos	6	6	7	9	9	37

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones. Policlínico Docente de Playa, 1981.

Tabla 2. *Distribución de la población por grupos de razas*

Raza	Europeoide	Negroide	Mestiza	Total
Número de casos	15	12	10	37

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones. Policlínico Docente de Playa, 1981.

Tabla 3. *Medias y desviaciones estándares del cociente edad ósea/edad cronológica, por raza*

Raza			Valor de F
Europeoide	Negroide	Mestizo	
$\bar{X} = 1,006$	$\bar{X} = 1,102$	$\bar{X} = 1,059$	2,214 (NS)
DS = 0,131	DS = 0,112	DS = 0,112	

Nota: NS no significativo.

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones del área de salud del Policlínico Docente Playa, 1981.

La tabla 3 contiene las medias y desviaciones estándares del cociente edad ósea/edad cronológica (medida de la maduración ósea) para los 3 grupos raciales, y el resultado de la prueba F en el análisis de varianza.

Se observa que en general la edad ósea tiende a estar acelerada, con valores más elevados en la raza negroide y menos en la europeoide, con un valor intermedio en los mestizos (europeoide-negroide). Los resultados no ofrecen la suficiente evidencia para considerarla significativa estadísticamente, y no puede descartarse que esta tendencia sea debida al azar.

Los estudios de Roche^{5, 6} y Malina,⁴ coinciden en que la maduración ósea en niños y jóvenes de la raza negra está más adelantada que sus contemporáneos de la raza blanca, hasta aproximadamente los 12 años, después de lo cual se invierte dicho fenómeno.

Marshall¹³ en su estudio de niños y adolescentes jamaicanos, al compararlos con niños británicos, encontró que por debajo de los 3 años los jamaicanos presentan mayor madurez ósea que los británicos, pero después de esa edad se invierte la relación; sin embargo, menciona que los autores que tomaron grupos seleccionados de niños jamaicanos de nivel socioeconómico elevado, muestran medidas comparables a los estándares de los niños británicos.

El mismo autor opina que los jóvenes que estudió están sometidos a influencias desfavorables. Plantean además que el

avance en la maduración ósea entre niños africanos en relación con los europeos en los primeros años de la vida, puede ser debido a influencia genética, y que durante la infancia, la maduración esquelética puede afectarse debido a factores ambientales adversos.

Roche⁵ encontró que los niños cuyos familiares tenían ingresos monetarios menores, la maduración ósea está más retrasada en relación con los que tienen ingresos mayores. También plantea que en los jóvenes cuyos padres tenían un nivel de escolaridad elevado se observa una maduración ósea más adelantada que en los que cuyos padres tienen menor nivel.

En nuestra casuística, el ingreso monetario y el nivel de escolaridad de los padres es en primer lugar aceptable en general, y además, es semejante para los jóvenes con adelanto o retraso de la maduración ósea.

Todd³ informa que los varones no evidencian diferencias raciales, pero las niñas negras, en su estudio, presentaban avance en la maduración esquelética en relación con las blancas.

Por último, Platt¹⁴ y Bass¹⁵ han señalado no haber diferencias raciales en la maduración esquelética en niños y adolescentes.

Por lo que a nosotros respecta, podemos plantear que la raza puede tener cierta influencia en las diferencias del grado de maduración ósea durante los primeros años de la vida, como han señalado algunas investigaciones; sin embargo, ya a partir de la etapa prepuberal, estas diferencias casi desaparecen, siempre y cuando las condiciones del medio sean favorables para un crecimiento y desarrollo adecuado de dichos jóvenes, no así en algunos lugares donde estas condiciones ambientales no se ofrecen y afectan fundamentalmente a las clases sociales explotadas.

En la tabla 4 se exponen los resultados del coeficiente de correlación de Pearson con su test de significación correspondiente, así como los parámetros de la regresión lineal entre la edad ósea y los niveles de testosterona sérica y la edad cronológica. Para la hormona la correlación es significativa para $p \leq 0,05$, lo que evidencia su acción sobre la maduración ósea, como clásicamente ha sido descrito.^{7, 16} En el otro caso, también existe una alta significación para $p \leq 0,01$. Con respecto a ello, hemos de señalar que la edad ósea no necesariamente coincide con la cronológica, como hemos visto en nuestros jóvenes, pero no quiere decir que exista una disociación total entre ambas, como se demuestra en nuestros resultados.

En la tabla 5 figuran las medias y desviación estándar del coeficiente de maduración ósea en los grupos definidos por los percentiles de talla, así como el resultado de la varianza.

Tabla 4. Relación de la testosterona sérica y edad cronológica con la edad ósea, valores de la correlación y de los parámetros de regresión lineal

Variable	Coefficiente de correlación con su significación	Parámetro de la regresión
Testosterona sérica	$r = 0,396 \quad p \leq 0,05$	$a = 12,877$ $b = 0,606$
Edad cronológica	$r = 0,674 \quad p \leq 0,01$	$a = 0,887$ $b = 0,980$

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones del área de salud del Policlínico Docente Playa, 1981.

En la tabla 6 se recogen los resultados del *test* de comparaciones binarias correspondientes a los grupos anteriores.

Tabla 5. *Medias y desviaciones estándares del cociente de edad ósea/edad cronológica, según percentil de talla*

Percentil de talla			Valor de F
< 25 P	25 -- 75 P	> 75 P	
$\bar{X}=0,908$	$\bar{X}=1,047$	$\bar{X}=1,120$	5,417
DS=0,142	DS=0,099	DS=0,128	($p \leq 0,01$)

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones del área de salud del Policlínico Docente Playa, 1981.

Tabla 6. *Comparaciones binarias del cociente edad ósea/edad cronológica entre los distintos percentiles de talla*

Percentiles	< 25 P	25 -- 75 P	> 75 P
< 25 P	-	2,342 ($p \leq 0,05$)	3,271 ($p \leq 0,01$)
25 -- 75 P	-	-	1,759 (NS)

Nota: NS no significativo.

nen un potencial de crecimiento elevado al mostrar una edad ósea inferior a su edad cronológica, que les permitirá posteriormente alcanzar a sus contemporáneos, o quizás obtener una talla superior a ellos. Similares resultados encontró *Berdasco* en un estudio realizado en la Escuela Vocacional Lenin en Ciudad de La Habana.¹⁷

Las medias y desviaciones estándares del cociente de maduración ósea para los grupos dados por el estadio del vello pubiano y genitales, junto con el resultado de la prueba F y los *tests* de comparaciones binarias correspondientes aparecen en las tablas 7, 8, 9 y 10.

Los distintos estadios sexuales para vello pubiano difieren significativamente en su maduración ósea, pero estas diferencias son atribuibles sólo a los valores más bajos que exhibe el estadio I con respecto a los restantes. Los estadios IV y V fueron fusionados para evitar las frecuencias muy bajas de los casos, que dificultan el análisis estadístico.

La maduración ósea tiende a aumentar con el estadio genital, como puede observarse. El valor inusualmente alto de la media en el estadio III, puede explicarse por la presencia de algún valor atípico incluido en ese grupo. Las diferencias significativas en la maduración se manifiestan especialmente con respecto al estadio I y no entre los estadios III, IV y V.

De esta manera, queda demostrado de manera indirecta el efecto de la testosterona en la maduración esquelética, ya que a medida que se eleva ésta en sangre, avanza el

Se observa que aquellos jóvenes con una talla inferior al 25 percentil, por lo general muestran retraso en la madurez ósea, mientras que los que se encuentran en el grupo de talla superior al 75 percentil, tienden a tener aceleración de ésta.

Difieren significativamente en su maduración ósea, los grupos definidos por los percentiles de talla para la edad. Estas diferencias son más acentuadas entre los jóvenes por debajo del 25 percentil y los que están por encima del 75 percentil, como era de esperarse. No hay diferencias entre estos últimos y los que se encuentran en los percentiles intermedios a dichos valores.

Así corroboramos el hecho de que aquellos jóvenes que en la etapa puberal alcanzan una talla elevada como resultado del estirón puberal, muestran un grado de madurez ósea mayor, y por ello su potencial de continuar el crecimiento disminuye; en tanto que aquéllos que han quedado a la zaga de los demás como consecuencia de una madurez tardía, mantie-

Tabla 7. Medias y desviaciones estándares del cociente edad ósea/edad cronológica, por estadio del vello pubiano

Estadio				Valor de F
1	2	3	4 y 5	
$\bar{X} = 0,941$	$\bar{X} = 1,073$	$\bar{X} = 1,094$	$\bar{X} = 1,086$	4,846
DS = 0,111	DS = 0,151	DS = 0,114	DS = 0,061	($p \leq 0,05$)

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones del área de salud del Policlínico Docente Playa, 1981.

desarrollo sexual del joven y a su vez actúa a nivel del tejido óseo con los efectos fisiológicos de incremento de la retención cálcica en su matriz.

Un dato que corrobora lo planteado es el informe de Krabbe,¹⁸ quien en una investigación donde comparaba los niveles de testosterona por edad para grupos de jóvenes con retraso puberal y otros sin retraso, encontró que difieren los valores de la hormona en uno y otro grupo, siendo estas diferencias significativas.

Tabla 8. Comparaciones binarias del cociente edad ósea/edad cronológica para los distintos estadios del vello pubiano

Estadios	1	2	3	4 y 5
1	—	2,536 ($p \leq 0,05$)	2,354 ($p \leq 0,05$)	2,786 ($p \leq 0,01$)
2	—	—	0,346 (NS)	0,279 (NS)
3	—	—	—	0,132 (NS)

Nota: NS no significativo.

Tabla 9. Medias y desviaciones estándares del cociente edad ósea/edad cronológica, por estadio genital

Estadio					Valor de F
1	2	3	4	5	
$\bar{X} = 0,960$	$\bar{X} = 1,000$	$\bar{X} = 1,141$	$\bar{X} = 1,066$	$\bar{X} = 1,096$	6,583
DS = 0,133	DS = 0,128	DS = 0,139	DS = 0,046	DS = 0,064	($p \leq 0,01$)

Fuente: Investigación sobre el desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones del área de salud del Policlínico Docente Playa, 1981.

Tabla 10. Comparaciones binarias del cociente edad ósea/edad cronológica, para los distintos estadios genitales

Estadios	1	2	3	4	5
1	—	0,724 (NS)	3,091 ($p \leq 0,01$)	1,653 (NS)	2,463 ($p \leq 0,05$)
2	—	—	2,554 ($p \leq 0,05$)	1,080 (NS)	1,859 (NS)
3	—	—	—	1,169 (NS)	0,815 (NS)
4	—	—	—	—	0,822 (NS)

Nota: NS no significativo.

CONCLUSIONES

1. No se observan diferencias significativas en la maduración ósea entre los grupos étnicos, lo que consideramos se debe a las condiciones para el desarrollo favorable de todos los jóvenes por igual.
2. Hay correlación estadística significativa entre el nivel de testosterona sérica y la edad cronológica con el grado de madurez esquelética.
3. Los jóvenes con talla inferior al 25 percentil muestran, por lo general, retraso de la edad ósea en relación con la cronológica, y los que se encuentran por encima del 75 percentil evidencian aceleración de ésta.
4. A medida que se incrementa el desarrollo sexual avanza la maduración esquelética del joven.

SUMMARY

Díaz, M. et al.: *Bone maturation in adolescent boys and its correlation with some biologic variables.*

A transverse, prospective and descriptive study is performed to a randomized sample, stratified by age, comprising 160 boys aged 10-14 years, during July and August 1981. Thirty seven cases were selected by systemic subsampling in order to know influence and correlation between some biologic variables and bone maturation. Bone maturation is determined by TW₂ method, height measurement is performed according to methodology of International Biologic Programme, evaluation of sexual development by Tanner stages and determination of serum testosterone by radioimmunoassay. For race determination anthropometric criteria were followed. In general, bone age trends to be accelerated, but non-significant differences are found between ethnic groups studied (European, Negro and half-breed), which differ from papers from other countries, considering us that it must be due to similar conditions for favorable development of all the youth in our society. It is expressed that significant statistical correlation between serum testosterone level and chronologic age is found with regard to bone maturity. Correlations between height and sexual development with skeletal maturity are established.

RÉSUMÉ

Díaz, M. et al.: *Maturation osseuse chez des garçons adolescents et son rapport avec certaines variables biologiques.*

Il est réalisé une étude transversale, prospective et descriptive sur un échantillon aléatoire, stratifié par âges, comprenant 160 garçons âgés entre 10 et 14 ans, pendant les mois de juillet et août 1981. Il a été choisi 37 cas par sous-échantillonnage systématique, en vue de connaître l'influence et la corrélation entre certaines variables biologiques et la maturation osseuse. La maturation osseuse est déterminée par la méthode TW_2 , le mesurage de la taille suivant la méthodologie du Programme Biologique International, l'évaluation du développement sexuel par les stades de Tanner, et le dosage de la testostérone sérique par l'épreuve de radio-immunité; en ce qui concerne la race, on a suivi les critères anthropomorphiques. Il est observé que l'âge osseux tend à être accéléré en général, mais qu'il n'existe pas de différences significatives entre les groupes ethniques étudiés (européide, négroïde et métis), au contraire des travaux réalisés dans d'autres pays, ce qui est probablement dû aux conditions similaires pour le développement favorable de tous les jeunes dans notre société. Il existe une corrélation statistique significative entre le taux de testostérone sérique et l'âge chronologique avec la maturité osseuse. Enfin, des corrélations sont établies entre la taille et le développement sexuel avec la maturité squelettique.

BIBLIOGRAFIA

1. *Tanner, J. M.*: Educación y Desarrollo Físico. Serie Organismos. Instituto Gubano del Libro, La Habana, 1971.
2. *Jordán, J.*: El crecimiento y desarrollo humano. Actualización en Pediatría. CNICM 1: 3-27, 1975.
3. *Tood, T. W.*: Differential skeletal maturation in relation to sex, race, variability and disease. *Child Dev* 2: 49-65, 1931.
4. *Malina, R. M.*: Skeletal maturation studied longitudinally over one year in American white and Negroes six through thirteen years of age. *Hum Biol* 42: 377-390, 1970.
5. *Roche, A. F. et al.*: Skeletal maturity of youth of 12-17 years. Racial, geographic area, and socioeconomic differentials. United States, 1966-1970. *Vital Health Stat* 11 (167): 1-98, 1978.
6. *Roche, A. F. et al.*: Skeletal maturity of children 6-11 years, United States. *Vital Health Stat* 11 (140): 1-62, 1974.
7. *Guyton, A. C.*: Tratado de Fisiología Médica. 4ta ed., Ed. Interamericana, 1971.
8. *Weiner, J. S.; J. A. Lourie*: Human biology: A Guide to Field Methods. International Biological Programme. Handbook No. 9 Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1969.
9. *Jordán, J. y otros*: Investigación nacional sobre crecimiento y desarrollo, Cuba 1972-1974. III Normas nacionales de peso y talla. *Rev Cub Ped* 50 (1): 425, 1978.
10. *Jordán, J. y otros*: Desarrollo Humano en Cuba. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1979.
11. *Pospisil, M. F.*: Antropología física. Ed. del Consejo Nacional de Universidades, La Habana, 1965. P. 141.
12. *Tanner, J. M.; R. H. Whitehouse; W. A. Marshall*: Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW_2 Method). Academic Press, London, 1975.
13. *Marshall, W. A.; J. M. Tanner*: Variations in the patterns of puberal changes in boys. *Arch Dis Child* 45: 13, 1970.
14. *Platt, R. A.*: Citado por Malina.
15. *Bass, W. M.*: Citado por Malina.
16. *Penny, R.*: Testículo. *Clin Ped Norteam* 1: 109-123, 1979.
17. *Berdasco, A.*: Relación entre la talla y maduración ósea en una muestra de alumnos de la Escuela Vocacional V. I. Lenin. Trabajo presentado en la XIX Jornada Nacional de Pediatría. Diciembre, 1977.
18. *Krabbe, S. et al.*: Relationship between haemoglobin and serum testosterone in normal children and adolescents and in boys with delayed puberty. *Acta Paediatr Scand* 67: 655-658, 1978.

Recibido: 16 de noviembre de 1984. Aprobado: 30 de diciembre de 1984.

Dr. Manuel Díaz. Policlínico Docente de Playa. Calle 66 y 29-F, municipio Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.