

## Niveles de testosterona sérica y desarrollo físico y sexual en adolescentes

Por:

Dr. MANUEL DIAZ ALVAREZ\*, Dr. SANTOS CANETTI FERNANDEZ\*\*,  
Lic. JORGE BACALLAO\*\*\* y Dr. JOSE PEREZ ARCE\*\*\*\*

Díaz Alvarez, M. y otros. *Niveles de testosterona sérica y desarrollo físico y sexual en adolescentes*. Rev Cub Ped 55: 3. 1983.

Se seleccionó una muestra de 40 niños varones, procedentes del área de salud del Policlínico Integral Docente Playa, cuyas edades oscilaban entre los 10 y 14 años, y fueron estudiados entre julio y agosto de 1981, con el objetivo de conocer la relación entre el nivel de testosterona sérica con la edad, volumen testicular y algunos parámetros de desarrollo físico sexual. Se les realizó mediciones de peso, talla, circunferencia del brazo y pliegue cutáneo tricipital siguiendo la metodología del Programa Biológico Internacional; evaluación del desarrollo sexual según estadios de Tanner; medición del volumen testicular con orquidómetro de Prader y determinación de testosterona sérica por radioinmunoensayo. Encontramos que existe relación estadística significativa, entre el nivel de la hormona y las distintas variables, exceptuando el pliegue cutáneo tricipital. Se determinó la media de los valores de testosterona para los distintos estadios de desarrollo sexual, así como la desviación estándar, siendo también significativas las diferencias. Se comenta el efecto fisiológico de la hormona sobre algunas de estas variables y destacamos que dichas relaciones no son únicas, sino que existe un complejo de variables asociadas entre sí.

### INTRODUCCION

La testosterona es el principal esteroide androgénico producido por las células de Leydig de los testículos.<sup>1,2</sup> Sus acciones fisiológicas son múltiples, tanto durante el desarrollo fetal, como sobre el desarrollo que tiene lugar durante la pubertad y el posterior mantenimiento de los caracteres distintivos del varón durante la vida adulta.<sup>2,3</sup> Esto se corresponde con niveles sanguíneos elevados de esta hormona durante la vida fetal y posteriormente desde el inicio de la pubertad, con una disminución a partir aproximadamente de los 30 años, hasta niveles mínimos a partir de la 6ta. década de la vida.

\* Residente, instructor graduado de pediatría. Facultad No. 3 ISCM-H. Hospital "Carlos J. Finlay", Ciudad de La Habana.

\*\* Especialista de I grado en pediatría. Instructor de Pediatría. Facultad No. 3 ISCM-H. Sub-director Docente del Policlínico Docente de Playa.

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

\*\*\*\* Jefe del laboratorio Endocrino-Digestivo e Isótopos. Instructor de Fisiología ICBPC. "Victoria de Girón". Subdirector de Investigaciones Unidad No. 1.

Entre las acciones fisiológicas de esta hormona<sup>3,4</sup> cabe mencionar:

- Retención de nitrógeno por aumento del anabolismo proteico.
- Balance positivo de otras sustancias necesarias en el crecimiento (fósforo, potasio, azufre).
- Estimulación de la producción de eritrocitos y síntesis de Hb.
- Aumento de la actividad de las glándulas sebáceas y sudoríparas.
- Engrosamiento de las cuerdas vocales.
- Desarrollo de los órganos sexuales del varón y desarrollo de los caracteres sexuales primarios y secundarios.
- Estimula el crecimiento óseo, especialmente de los centros de osificación.

Entre estas acciones de la testosterona se destaca el desarrollo notorio de las características típicas del varón durante la pubertad.

Con el presente trabajo, queremos establecer una correlación entre los niveles séricos de testosterona y una serie de variables del desarrollo físico y sexual en adolescentes. Además, determinar los valores medios y la desviación estándar de dichos niveles, de acuerdo con los distintos estadios de desarrollo sexual, en una muestra representativa de nuestra área de salud.

#### MATERIAL Y METODO

De 160 niños entre 10 a 14 años, seleccionados para la investigación sobre "Desarrollo físico y sexual y aspectos psicosexuales en adolescentes varones" del área de salud del Policlínico Integral Docente Playa, se hizo una selección por un procedimiento de submuestreo sistemático. El total de casos escogidos fue de 40, de los cuales, a sólo 36 se les pudo realizar la investigación completa; a los demás no los incluimos en este estudio, que se realizó entre los meses de julio y agosto de 1981.

A cada niño se le tomó peso, talla, pliegue cutáneo tricipital (PCT) y circunferencia del brazo (CB), siguiendo la metodología recomendada por el Programa Biológico Internacional.<sup>5,6</sup> El instrumento utilizado para el peso y la talla, fue una balanza marca Detecto Medic, de la firma Detecto Scales I.N.C., con capacidad máxima de 140 kg. El peso se tomó con una aproximación de 0,1 kg y la talla con una aproximación de 0,5 cm. Para la medición del pliegue cutáneo tricipital utilizamos un calibrador de grasa "Holtain" con amplitud de 0,45 mm y presión constante de 10 g/mm<sup>2</sup> en la superficie de contacto de la abertura. La circunferencia del brazo se obtuvo empleando una cinta métrica de fibra de vidrio de 1 m de longitud y 15 mm de anchura, con una guía de 10 cm.

En la evaluación del desarrollo sexual se siguieron los criterios de Tanner para el desarrollo del vello pubiano y genital.<sup>7,8</sup>

Se midió además el volumen testicular de los jóvenes, utilizando para ello un orquímetro de elipsoides de Prader.

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 3 000 rpm; después del tiempo prudencial para la coagulación, se les separó el suero y se conservó en congelación a 20°C hasta su procesamiento. Se determinó testosterona sérica por radioinmunoensayo, utilizando un equipo comercial de la firma Amershan.

Se trabajó con la edad decimal siguiendo el procedimiento descrito en la Investigación Nacional de Crecimiento y Desarrollo.<sup>5</sup>

A los fines de relacionar los niveles de testosterona sérica con las distintas variables estudiadas, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, se llevó a cabo un test para determinar su significación y se estimaron los parámetros de un modelo de regresión lineal por el método de las mínimas cuadradas.

Para estudiar la relación entre la testosterona y el desarrollo sexual (medido a través de los estadios definidos por Tanner para el vello pubiano y de los genitales), se practicó además un análisis de varianza de una sola vía, por medio del cual se compararon los distintos estadios con sus valores respectivos de testosterona sérica, tanto para el vello pubiano como para los genitales.

## RESULTADOS

En el cuadro I figuran los valores del coeficiente de correlación de Pearson, de su test de significación correspondiente y los parámetros de regresión lineal, los que ilustran el análisis de la correlación entre un grupo de variables y los niveles séricos de testosterona.

Como se observa la correlación entre el volumen testicular y la concentración sérica de testosterona fue significativa para  $P < 0,01$ .

La correlación entre la edad del joven y la concentración hormonal fue también significativa estadísticamente, para  $p < 0,01$ . Similar situación y el mismo grado de significación estadística, se encontró entre el valor de la hormona masculina con relación al peso, circunferencia del brazo y parámetros de desarrollo sexual. En el caso de la talla dicha asociación fue altamente significativa para  $P < 0,001$ . La correlación entre la testosterona y el pliegue cutáneo tricipital no fue significativa.

En los cuadros II y III aparecen los resultados del análisis de varianza realizado para comparar entre sí los distintos estadios de ambas manifestaciones del desarrollo sexual, así como las medias y desviaciones estándares de la testosterona sérica en cada estadio. En ambos cuadros se aprecia la relación y el resultado del análisis estadístico arroja una significación altamente positiva.

En el cuadro II, es fácil observar cómo los valores medios de la testosterona aumentan de un estadio a otro del vello pubiano, y cómo este au-

CUADRO I

RELACION DE TESTOSTERONA SERICA CON UN GRUPO DE VARIABLES. VALORES DE LA CORRELACION Y DE LOS PARAMETROS DE LA REGRESION LINEAL

Variable	Coefficiente de correlación con su significación	Parámetro de la regresión
Volumen testicular	$r = 0,417$ $t = 2,714$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,105$ $a = 0,221$
Edad	$r = 0,482$ $t = 3,208$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,421$ $a = 4,319$
Peso	$r = 0,495$ $t = 3,322$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,080$ $a = 2,119$
Talla	$r = 0,532$ $t = 3,719$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,061$ $a = 8,136$
Pliegue cutáneo tricipital	$r = 0,092$ $t = 0,549$ (N.S.)	—
Circunferencia del brazo	$r = 0,464$ $t = 3,059$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,159$ $a = 2,183$
Vello pubiano	$r = 0,428$ $t = 2,805$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,434$ $a = 0,107$
Genitales	$r = 0,508$ $t = 3,442$ ( $p \leq 0,01$ )	$b = 0,439$ $a = 0,268$

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

## CUADRO II

MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDARES DE LOS VALORES DE TESTOSTERONA SERICA PARA LOS DISTINTOS ESTADIOS DEL VELLO PUBIANO Y RESULTADO DEL TEST DE COMPARACION

Estadio	Media*	Desviación estándar	Resultado del test
1	0,278	0,259	F = 7,942 (p ≤ 0,001)
2	0,573	0,388	
3	0,593	0,400	
4 y 5	1,957	1,373	

\* ng/ml.

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

## CUADRO III

MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDARES DE LOS VALORES DE TESTOSTERONA SERICA PARA LOS DISTINTOS ESTADIOS EN EL DESARROLLO GENITAL Y RESULTADOS DEL TEST DE COMPARACION

Estadio	Media*	Desviación estándar	Resultado del test
1	0,250	0,257	F = 6,013 (p ≤ 0,005)
2	0,626	0,368	
3	0,313	0,179	
4	1,308	0,933	
5	2,064	1,477	

\* ng/ml

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

mento se hace significativo y sirve para caracterizar a cada estadio: el valor de F así lo confirma. No obstante, hay que destacar que estos cambios se hacen más ostensibles con el tránsito del primero al segundo, estadio en que se duplican los niveles de la hormona; y del tercero al cuarto y al quinto, en que se triplican.

Una tendencia similar al aumento, también significativa, se observa en el cuadro III, pese a que el valor obtenido para el estadio 2 sea justamente el doble del obtenido para el estadio 3. Este hecho aislado, simple consecuencia del azar, no oculta, sin embargo, la obvia tendencia al incremento simultáneo de la testosterona y el desarrollo genital.

## DISCUSION

Nuestros resultados, obtenidos en una muestra de niños cubanos, señalan que la tendencia general de su desarrollo físico y sexual está correlacionada muy directamente con la concentración sérica de testosterona.

El aumento del volumen testicular es el primer signo de pubertad en el varón.<sup>1,2,10,11</sup>

Este es el órgano principal productor de hormona masculina, sintetizada en las células de Leydig, las cuales aumentan en número, tamaño y capacidad productora en la etapa de la adolescencia.<sup>2</sup> Aunque el volumen testicular depende principalmente de los túbulos seminíferos, hemos visto la estrecha relación existente entre el nivel de testosterona y el tamaño testicular.

El incremento de peso que se produce en la adolescencia se debe a varios factores: aumento de los órganos, tejido óseo, masa muscular, etc. En el caso del varón, el incremento de la masa muscular tiene una importancia relevante en el peso del individuo, y es conocido el efecto fisiológico de esta hormona con relación al tejido muscular.<sup>3,4</sup>

Esto mismo es aplicable al aumento de la circunferencia del brazo, la que depende precisamente del tejido magro y graso. El aumento de la talla en la pubertad es bastante característico. Independientemente de que la hormona del crecimiento es esencial para este proceso, también se ha demostrado que la testosterona aumenta la cantidad total de matriz ósea, y estimula la retención cálcica.<sup>3</sup> En este trabajo hemos encontrado muy significativa la asociación entre estas dos variables.

El desarrollo de los caracteres sexuales primarios y secundarios ya lo señalamos entre las acciones fisiológicas de esta hormona. En el único caso en que no se halló correlación fue entre los niveles de testosterona y el pliegue cutáneo tricipital, lo cual está de acuerdo con los datos de la literatura acerca del papel biológico de la testosterona.

Aunque el modelo lineal propuesto proporciona un buen ajuste, o en otros términos, aunque los niveles de testosterona sérica pueden ser estimados como una función lineal de cada una de las variables por separado, con los parámetros que aparecen en el cuadro I, no debe incurrirse en la

interpretación, tan errónea como frecuente, de que la variable en cuestión (en este caso la testosterona) depende a través de una relación única y directa, de causa-efecto, de cada variable independiente.

En rigor, existe un complejo patrón de asociaciones entre todas las variables, que siendo una expresión o manifestación del desarrollo y crecimiento, presentan obvias relaciones positivas en que no es fácil ni correcto, destacar a unas, como la causa y a otras como el efecto.

Posteriores estudios nos permitirán decir si estos resultados, obtenidos en niños del municipio Playa, son similares a los obtenidos en otras regiones del país.

#### CONCLUSIONES

1. Existe relación estadísticamente significativa entre el nivel de testosterona sérica y edad, volumen testicular, peso, talla, circunferencia del brazo, desarrollo de vello pubiano y genitales.
2. Los incrementos de la testosterona, entre los distintos estadios de los signos de desarrollo sexual son significativos estadísticamente.
3. Estas correlaciones no dependen de una relación única de causa-efecto, sino que, existe un complejo de variables asociadas entre sí que presentan relaciones positivas.

#### SUMMARY

Díaz Alvarez, M. et al. *Serum testosterone levels and physical and sexual development in adolescents.* Rev Cub Ped 55: 3, 1983.

A sample comprising 40 boys was selected at a health area of Playa Teaching Integral Polyclinic. The age of the boys ranged between 10 and 14 years, and they were studied between July and August 1981, in order to know serum testosterone level related to age, testicular volume and some parameters of sex physical development. Weight, height, arm circumference, and tricipital skin fold measurements following methodology of the International Biologic Programme; evaluation of sexual development according to Tanker's stages; measurement of testicular volume with Prader's orchidometer, and serum testosterone determination by radioimmuno-assays were performed to them. We found significant statistical relationship between hormone level and different variables with exception of tricipital skin fold. Testosterone mean values for different stages of sexual development were determined, as well as standard deviation, differences being also significant. Physiologic effect of the hormone over some of the variables is commented and we outline that such relations are not uniques, but that there is a complex of variables associated among them.

#### RÉSUMÉ

Díaz Alvarez, M. et al. *Taux de testostérone sérique et développement physique et sexuel chez des adolescents.* Rev Cub Ped 55: 3, 1983.

Il a été choisi un échantillon de 40 garçons provenant de l'aire de santé de la Polyclinique Intégrale d'Enseignement Playa, âgés entre 10 et 14 ans. Ils ont été étudiés entre juillet et août 1981, afin de connaître le rapport entre le taux de testostérone sérique et l'âge, le volume testiculaire et certains paramètres du développement physique et sexuel. L'on a fait des mesurages du poids, de la taille, de la circonférence du bras et du sillon cutané tricipital, suivant la méthodologie du Programme Biologique Interna-

tional, et il a été réalisé l'évaluation du développement sexuel d'après les stades de Tanner; le mesurage du volume testiculaire au moyen de l'orchidomètre de Prader et le dosage de la testostérone sérique par radio-immuno-essai. Il a été constaté qu'il existe un rapport statistique significatif entre le taux de l'hormone et les différentes variables, à l'exception du sillon cutané tricipital. Il a été déterminé la moyenne des valeurs de testostérone pour les différents stades du développement sexuel, ainsi que l'écart-type, étant les différences significatives. L'on commente l'effet physiologique de l'hormone sur certaines de ces variables, et il est souligné que ces rapports ne sont pas uniques, mais qu'il existe un complexe de variables associées.

#### BIBLIOGRAFIA

1. *Guell, R.*: Temas de endocrinología infantil. Serie Organismos. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 1973.
2. *Reiter, E. O.; A. W. Root*: Hormonal changes of adolescence. *Med Clin North Am* 56: 1289, 1975.
3. *Guyton, A. C.*: Tratado de Fisiología Médica. 4ta. ed. (en español). España, Editorial Interamericana, 1971.
4. *Kaplan, S. A.*: Alteraciones del crecimiento en niños y adolescentes. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.
5. *Jordán, J. y otros*: Investigación Nacional sobre Crecimiento y Desarrollo. Cuba 1972-1974. III. Normas Nacionales de peso y talla. *Rev Cub Ped* 50: 425, 1978.
6. *Weiner, J. S.; J. A. Lourie*: Human Biology: A guide to field methods. International Programme. Handbook No. 9. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1969.
7. *Jordán, J.*: El crecimiento y desarrollo humanos. Actualización en Pediatría 1: 3-27, CNICM, 1975.
8. *Tanner, J. M.*: Educación y desarrollo físico. Serie Organismos. Instituto Cubano del Libro. La Habana, 1971.
9. *Tanner, J. M.*: Growth at Adolescence. 2da. ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, Ltd, 1962.
10. *Finkelstein, J. W.*: The endocrinology of adolescence. *Pediatr Clin North Am* 27: 53, 1980.
11. *Nelson, W. E.; Vaughan, V. C.; Mc. Kay, R. J.*: Tratado de Pediatría. 6ta. ed. (en español). Tomos I y II Barcelona, Salvat Editores S.A. 1976.

Recibido: abril 30 de 1982.

Aprobado: junio 2 de 1982.

Dr. Manuel Díaz Álvarez  
Edificio Focsa, 17 y M, Apto. 8 M  
La Habana 4, Cuba.