



## ARTICULOS DE REVISION

# PUBERTAD: CAMBIOS QUE SE PRODUCEN Y SU EVALUACION

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MEDICAS  
DE LA HABANA

*Dr. Antonio Berdasco Gómez\**

### RESUMEN

Se describe someramente el mecanismo que inicia y regula los cambios que tienen lugar durante esta etapa. Se describen los cambios físicos que se producen y se detallan los métodos para su evaluación. Se ofrecen los resultados del estudio de los cambios puberales en la población cubana. Se realizan algunas consideraciones sobre la influencia de los cambios puberales sobre el individuo.

### INTRODUCCION

La pubertad se corresponde con el periodo del proceso de crecimiento y desarrollo del ser humano en el cual éste adquiere la facultad de procrear y supera definitivamente la etapa de la niñez para convertirse en adulto. Se producen por lo tanto grandes cambios en las características del individuo, que tienen como base modificaciones neuroendocrinas y se traducen en el desarrollo de las gónadas, los órganos y caracteres sexuales secundarios, conjuntamente con el incremento de la velocidad de crecimiento, cambios estructurales específicos del sexo y modificaciones anatómicas y funcionales en otros órganos y sistemas.

Su inicio y terminación están determinados genéticamente, pero modulados por la acción ambiental. Los cambios en el medio producen variaciones dentro de un mismo grupo poblacional.<sup>1</sup> El desarrollo sexual en uno y otro sexos comienza por la "maduración" e integración funcional del eje hipotálamo hipofisiario en su influencia sobre el desarrollo y funcionamiento de la corteza suprarrenal (capa reticular) y las gónadas, que dan lugar a la adrenarquía y la gonadarquía respectivamente.

\* Especialista de II Grado en Pediatría. Investigador Titular. Departamento de Crecimiento y Desarrollo Humano.

Durante el periodo prepuberal se inicia la maduración adrenal, con el crecimiento de la capa reticular de la corteza suprarrenal. Como resultado, se produce el aumento de la secreción de andrógenos adrenales, de los cuales los principales son la dehidroepiandrosterona (DHA), el sulfato de dehidroepiandrosterona (DHAS) y la androstenediona. En uno y otro sexos la secreción de DHA se incrementa marcadamente alrededor de los 7 años de edad, cuando aún no es posible detectar cambios puberales; en las niñas se produce un incremento acentuado desde los 7 años hasta mediada la pubertad: 13 a 15 años de edad; en los varones el incremento es generalmente más lento hasta aproximadamente la edad de 16 años, y se hace más rápido avanzada la pubertad.<sup>2</sup> No se conoce a ciencia cierta el mecanismo que da inicio al incremento de los andrógenos adrenales a los 7 u 8 años de edad, aunque parece ser a causa de un factor originado en la hipófisis.<sup>3</sup>

Todo este proceso se ha denominado adrenarquia y se inicia seguido en la clínica por la aparición del vello púbico y el axilar en las niñas, así como la determinación de aumentos en la excreción urinaria de 17 cetosteroides en uno y otro sexos. Actualmente ha sido sustituido por el estudio de los niveles séricos de DHAS,<sup>4</sup> hormona que por ser en su mayor parte secretada por las suprarrenales y poseer una permanencia sérica prolongada, permite un mejor estudio del desarrollo y funcionamiento de la capa reticular. El hecho de que los cambios adrenales preceden a los que tienen lugar en las gónadas, planteó la posibilidad de que los primeros fueran factores condicionantes de los segundos. A la luz de los conocimientos actuales parece no existir asociación entre estos cambios.<sup>5</sup>

El hipotálamo ejerce una función reguladora de la actividad de la hipófisis mediante ciertas hormonas y factores "liberadores", los que al actuar sobre la hipófisis, dan inicio a la producción, por ésta, de hormonas estimulantes de la secreción de numerosas glándulas. Así, la producción por el hipotálamo de la hormona liberadora de gonadotropina (Gn RH) inicia la secreción por la hipófisis de 2 hormonas gonadotrópicas, la hormona foliculo estimulante (FH) y la hormona luteinizante (LH). Ambas gonadotropinas están formadas por 2 subunidades  $\alpha$  y  $\beta$ , las cuales para ejercer plenamente su actividad deben estar combinadas. La subunidad  $\alpha$  es común para las 2 gonadotropinas, mientras  $\beta$  es específica.<sup>2,6</sup> La LH estimula la secreción de estradiol por el ovario y de testosterona por el testículo, hormonas de las que dependerán en gran medida los cambios físicos que tienen lugar durante la pubertad en uno y otro sexos. La FH actúa sobre las células foliculares del ovario y estimula la ovulación, y sobre las células de los túbulos seminíferos en las cuales estimula la espermatogénesis.

Una de las características del periodo puberal es el incremento de la velocidad del crecimiento, el que ha sido denominado "brote del crecimiento de la pubertad", en el que es observable una etapa de máximo crecimiento llamada "pico de velocidad del crecimiento" (PVC). Se señala como causa principal del "brote del crecimiento", el incremento en la secreción de andrógenos. En un grupo de varones estudiados longitudinalmente se observó que el aumento mayor de testosterona ocurre dentro del año alrededor del

PVC, por lo que se encuentra una correlación positiva entre testosterona sérica y velocidad de crecimiento en los años iniciales de la pubertad y una correlación negativa en los años finales de ésta.<sup>2</sup> Al parecer esto se debe al efecto de la hormona que estimula el crecimiento del cartilago de las epifisis, en los estadios iniciales de la pubertad, y la fusión de las epifisis a las metáfisis en los estadios finales.

Durante la pubertad también se produce un aumento de la secreción por la hipófisis de la hormona del crecimiento (GH), que está también sometida a regulación hipotalámica mediante 2 hormonas: la liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH) y la inhibidora de la hormona del crecimiento (GHIH) o somatostatín. La hormona del crecimiento no ejerce su acción sobre el cartilago epifisario y en consecuencia sobre el crecimiento de una forma directa, sino que lo hace mediante la estimulación de la secreción por el hígado, y, posiblemente, por otros tejidos, de sustancias polipeptídicas responsables de estos efectos, las cuales responden al nombre genérico de somatomedinas, de las que se conocen de forma parcial la somatomedina A, la somatomedina C, los factores del crecimiento semejantes a la insulina (IGFs) y otros. De los IGFs el I (IGF-I) probablemente sea idéntico a la somatomedina C.<sup>6</sup> El IGF-I es el que está en más estrecha dependencia con la secreción de GH y probablemente sea su mediador más directo.<sup>2</sup> Se ha encontrado un incremento de las cifras séricas de IGF-I durante la pubertad,<sup>7</sup> especialmente en su etapa intermedia y posterior al "pico" de crecimiento. Otros autores han encontrado un aumento promedio de IGFs en relación con el PVC de los varones, pero en algunos el mayor aumento no se detectó hasta después del "pico" de velocidad;<sup>2</sup> por lo que estos factores, aunque relacionados, no pueden señalarse, al momento actual, como causas directas del "brote del crecimiento".

El papel regulador del hipotálamo sobre la hipófisis es conocido, pero todavía permanece desconocido el mecanismo que da inicio a los cambios endocrinos responsables del desarrollo. Algunas hipótesis se han sustentado, pero todas presentan argumentos a favor y en contra. Uno de ellos atribuye a la melatonina -sustancia que ha sido aislada en la glándula pineal de los mamíferos y cuya síntesis se produce a partir de la serotonina<sup>6</sup> - un efecto inhibitor de la secreción de GnRH. Se ha comprobado la disminución de la melatonina en sangre en la medida que la pubertad progresa y sobre la base del efecto antigonadotrópico de la melatonina, observado en animales inferiores, se responsabiliza a esta sustancia con la regulación de la secreción de GnRH.<sup>8</sup> Otra hipótesis plantea la existencia de una enzima hipotalámica que degrada la GnRH y que al disminuir su actividad se inicia la pubertad.<sup>9</sup> También se ha planteado que cuando la grasa corporal constituye determinado porcentaje del peso es que se produce el inicio de la menstruación y su mantenimiento.<sup>10</sup> Futuros estudios determinarán cuál de estas hipótesis es la cierta, o si el proceso se inicia por algún otro mecanismo aún no vislumbrado.

Los cambios puberales al nivel de las gónadas y la manifestación de los caracteres sexuales secundarios crearon la necesidad de desarrollar métodos

para su evaluación, de una forma lo más objetiva posible. Entre éstos se encuentran los realizados por Reynolds y Wines,<sup>11,12</sup> sobre cuya base surgen los divulgados por J. M. Tanner<sup>13</sup> y que permiten el estudio del desarrollo genital en el varón, las mamas en la hembra y el desarrollo del vello pubiano en uno y otro sexos. Se han establecido 5 estadios que diferencian los distintos grados de desarrollo alcanzados.

## DESARROLLO DEL PENE Y EL ESCROTO

**Estadio 1.** Es el estadio infantil que persiste desde el nacimiento hasta que comienza la pubertad. Durante todo este tiempo los genitales crecen ligeramente de modo general, pero con pocos cambios en su apariencia general.

**Estadio 2.** El escroto ha comenzado a crecer y hay cierto enrojecimiento u oscurecimiento de la piel del escroto con cambio de su textura.

**Estadio 3.** El pene ha crecido en longitud y ligeramente en grosor. Continúa el crecimiento del escroto.

**Estadio 4.** Continúa el crecimiento del pene, y aumenta en circunferencia y se desarrolla el glande. Prosigue el aumento del escroto con oscurecimiento de la piel.

**Estadio 5.** Los genitales tienen el tamaño y las proporciones del adulto.

La apariencia de los genitales debe satisfacer el criterio de uno de estos estadios por un considerable tiempo, antes de que el pene y el escroto estén suficientemente desarrollados para ser clasificados como pertenecientes al estadio siguiente.<sup>14</sup>

## DESARROLLO DE LAS MAMAS

**Estadio 1.** El estadio infantil persiste desde el periodo posnatal inmediato hasta el comienzo de la pubertad.

**Estadio 2.** Es el estadio del botón, durante el cual la mama y el pezón se elevan y forman un pequeño montículo. El diámetro de la areola aumenta. Estas modificaciones son la primera indicación del desarrollo puberal de la mama.

**Estadio 3.** La mama y la areola han aumentado más de tamaño, su apariencia es como la de una mama adulta pequeña.

**Estadio 4.** Aumento de la areola y el pezón, que forman una pequeña proyección, como una elevación secundaria sobre el nivel de la mama.

**Estadio 5.** El estadio típico adulto. Proyección exclusiva del pezón, con un contorno suavemente redondeado, a causa de que la proyección de la areola del estadio 4 ha desaparecido.

Algunas niñas aparentemente nunca alcanzan el estadio 5, y el estadio 4 persiste hasta el primer embarazo o aún más allá, mientras algunas pocas nunca muestran el estadio 4 y pasan directamente del estadio 3 al 5.<sup>14</sup>

## VELLO PUBIANO EN UNO Y OTRO SEXOS

Estadio 1. No existe vello pubiano.

Estadio 2. El vello es escaso, ligeramente pigmentado, usualmente liso o ligeramente rizado. Aparece en el varón en la base del pene y en la niña en los grandes labios o algunas veces en la región púbica.

Estadio 3. El vello se esparce por la región púbica y es considerablemente más grueso, oscuro y encrespado.

Estadio 4. El vello es de tipo adulto, pero la zona que cubre es mucho más reducida y no invade la cara interna de los muslos.

Estadio 5. Vello de tipo adulto en tipo y cantidad, con una distribución en triángulo de base superior (tipo femenino). Se disemina por la cara interna de los muslos, pero no asciende por la línea media del abdomen.

El estadio 5 puede ser tomado como el punto final del crecimiento del vello pubiano en la pubertad, aunque en el hombre joven el vello usualmente se disemina más allá de este patrón triangular. Algunos autores han usado el estadio 6 para indicar la diseminación del vello sobre la pared abdominal. No obstante, la completa distribución del vello en forma adulta no ocurre antes de mediada la tercera década de la vida.<sup>14</sup>

## DESARROLLO DEL TESTICULO

El desarrollo del testículo puede ser seguido mediante el uso del orquidómetro de Prader, que consiste en un grupo de 12 modelos de madera o plástico en forma de testículos, cada uno de los cuales se corresponde con un volumen conocido expresado en mL: (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20 y 25 mL) y que se encuentran unidos por un cordón a manera de un collar. Para la evaluación del desarrollo testicular alcanzado, se palpa el testículo con una mano, mientras que con la otra mano se busca el modelo del orquidómetro que tenga el tamaño más aproximado.

Testículos con volúmenes de 1, 2 y ocasionalmente 3 mL se corresponden con niños prepúberes. Volúmenes mayores casi siempre indican que ha comenzado la pubertad. El volumen alcanzado por el adulto varía entre 12 y 25 mL.<sup>14</sup> En niños suizos se encontró que el mayor aumento del volumen testicular ocurría un año antes del PVC y entre los estudios 2 y 3 de vello púbico. El valor medio de volumen testicular a la edad de 12.5 años fue de 6.8 mL  $\pm$  3.6 mL y a las edades entre 19 y 20 años fue de 18.6  $\pm$  4.0 mL.<sup>15</sup> En niños suecos se encontró que el PVC durante la pubertad se correspondía con un valor medio de 12 mL de volumen testicular.<sup>16</sup>

## VELLO AXILAR Y VELLO FACIAL

La aparición del vello axilar tiene lugar generalmente más de 1 año después del inicio del desarrollo del vello púbico. En niños suecos tiene lugar como promedio 1.5 años después.<sup>17</sup>

El vello facial comienza su desarrollo aproximadamente en la misma época que el axilar. Se inicia con el crecimiento y pigmentación del vello de la piel situada por encima de los ángulos del labio superior, y se disemina a continuación por toda la zona inmediatamente por encima del labio superior. Posteriormente, se desarrolla en la parte superior de la mejilla e inmediatamente por debajo de la parte central del labio inferior. Finalmente, el desarrollo del vello facial se extiende a los lados y parte inferior de la barbilla. Raramente, el vello de la barbilla se desarrolla antes de que hayan finalizado, el desarrollo del vello pubiano y el genital.<sup>13</sup>

## **MENARQUIA**

Varios métodos han sido utilizados para determinar la edad de aparición de la primera menstruación. El más preciso es mediante estudios longitudinales, donde, a plazos cortos, las participantes son entrevistadas para conocer si han iniciado la menstruación. Esto permite establecer las edades de la menarquia con bastante exactitud. Los inconvenientes del método están dados por su larga duración y el gran esfuerzo de trabajo que requiere su realización. El método retrospectivo es el más inexacto, pues generalmente la fecha de la primera menstruación se recuerda con bastante imprecisión, en relación directa con el tiempo transcurrido entre ésta y la entrevista. En un estudio en niñas suecas, a los 4 años de la menarquia, solamente el 63 % recordó la fecha correcta dentro de un intervalo de variación de 3 meses.<sup>18</sup> Como solución intermedia, y cada día más usado, surge el método de status quo, para el cual solamente es necesario precisar si al momento de la entrevista ya la menarquia ha tenido lugar. De esta forma se obtienen para cada edad los porcentajes de niñas que ya están menstruando, lo que permite, mediante el tratamiento estadístico adecuado (logit o probit), conocer la edad mediana de la menarquia y su varianza.

## **CAMBIO DE LA VOZ**

Durante la pubertad se produce una aceleración del crecimiento de la laringe. El hueso hioides que en la niñez está aproximadamente al mismo nivel de la mandíbula, pasa a ocupar una posición más baja. Las cuerdas vocales crecen en longitud y grosor, y como resultado la voz cambia.<sup>14,16</sup> En el varón la modificación de la voz, de aguda a grave, puede ser evaluada y relacionada con otros cambios que tienen lugar durante la pubertad. El cambio de voz determinado por apreciación clínica puede resultar difícil de precisar; para obviar esta dificultad y permitir la evaluación de una forma más objetiva se han desarrollado procedimientos de registro electrónico de la voz.<sup>19</sup> En un estudio longitudinal se encontró que el cambio de la voz se producía paulatinamente, a través de un período cuya duración podía fluctuar entre 1 y tres años, y que cuando el cambio de voz había comenzado, el niño se encontraba en la fase del "brote de velocidad de crecimiento" de la pubertad<sup>20</sup> y como promedio 0,2 de año antes del "pico de crecimiento".

## ACELERACION DEL CRECIMIENTO EN TALLA DURANTE LA PUBERTAD

Después del nacimiento existen 2 periodos de gran velocidad de crecimiento en la talla; el primero corresponde a los 2 primeros años -se crece como promedio 25 cm en el primer año y 12 cm el segundo-. El otro periodo de crecimiento acelerado corresponde a la etapa puberal. Cuando se observa una curva de velocidad del crecimiento, se aprecia, en los años puberales, un aumento de la velocidad que alcanza un valor máximo llamado PVC seguido de una disminución de la velocidad y posteriormente cese definitivo del crecimiento (figura 1). El estudio longitudinal de un grupo de niños ingleses mostró que el PVC se producía como promedio, 2 años antes en las niñas que en los niños (12,1 y 14,1 años respectivamente); el intervalo promedio entre el inicio del desarrollo mamario y el PVC fue de 1,01 año.

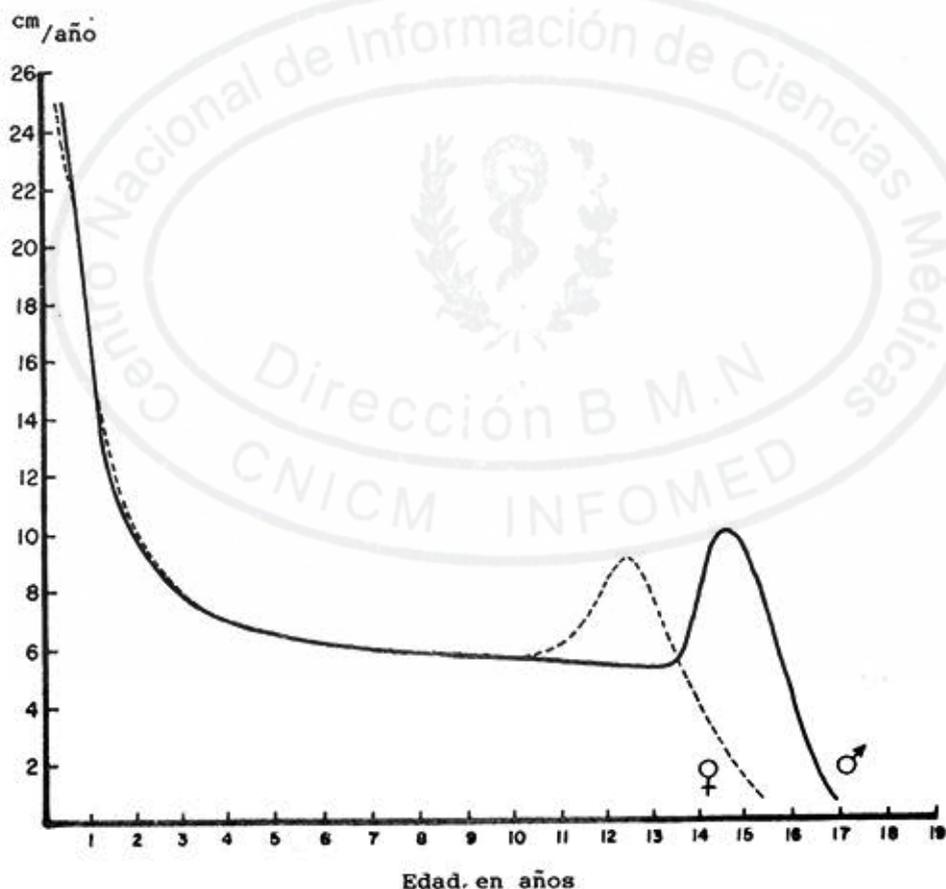


FIGURA 1. Aceleración del crecimiento en talla durante la pubertad.

Mientras que en las niñas el PVC se producía tempranamente en relación con el desarrollo sexual, usualmente coincidiendo con el estadio 2 de mama, en el varón resultó un hecho tardío, usualmente coincidiendo con el estadio 4 de desarrollo genital.<sup>21,22</sup>

La duración del periodo de crecimiento acelerado de la pubertad, resulta individualmente variable. En un grupo de niños suecos se encontró como promedio que la edad de comienzo en las niñas era de 10.0 años y en los niños 12.1 años y la edad promedio de terminación era de 14.8 y 17.1 años respectivamente. El "pico de crecimiento" se produjo como promedio a los 12 años en las niñas y a los 14,1 años en los varones.<sup>23</sup>

En individuos normales, no existe relación entre la edad del "pico del crecimiento" y la talla final. Como promedio los maduradores tempranos y los tardíos terminan con la misma talla. De igual forma la magnitud de la aceleración del crecimiento en la pubertad no guarda relación con la talla final.<sup>14</sup> Si existe una relación estrecha entre el PVC y la menarquia, y se produce esta última como promedio más de un año después.<sup>24</sup> Aunque existe una correlación en la edad en la cual los distintos segmentos corporales y diámetros experimentan la aceleración del crecimiento, no sucede así en la intensidad del crecimiento y su duración.<sup>25</sup> Pocos meses después del PVC de la talla, se produce el mayor crecimiento de las dimensiones de la cara, y tienen lugar los mayores cambios en el maxilar inferior.<sup>26</sup>

## OTROS CAMBIOS QUE TIENEN LUGAR DURANTE LA PUBERTAD

No solamente se produce un crecimiento acelerado en sentido lineal: también las dimensiones transversales sufren modificaciones durante esta etapa. Se observa un aumento del diámetro biacromial, predominantemente en el varón, y del bi-iliaco, predominantemente en la hembra. De esta forma se adquieren las estructuras: masculina de mayor anchura de hombro y femenina de mayor anchura de caderas.

La composición corporal también varía. Se incrementa el tejido magro, especialmente en el varón; la hembra incrementa su tejido graso, mientras que en el varón disminuye. En el varón el mayor incremento del tejido muscular en las extremidades coincide aproximadamente con la edad del PVC en talla.<sup>27</sup>

El corazón y los pulmones crecen no sólo en términos absolutos, sino en relación con el tamaño total del cuerpo, y dan lugar al aumento de la capacidad respiratoria y el volumen minuto cardíaco. La tensión arterial aumenta y disminuye la frecuencia cardíaca en reposo. Las cifras de hemoglobina aumentan, al menos en el varón. Como consecuencia de todos estos cambios, se produce durante la pubertad, de forma más marcada en el varón, un incremento de la fuerza muscular, la coordinación motora y una disminución del tiempo de reacción, lo que trae aparejado un mayor rendimiento motor.<sup>13</sup>

## EDAD EN QUE TIENEN LUGAR ALGUNOS DE LOS CAMBIOS PUBERALES EN LA POBLACION CUBANA

De acuerdo con los datos obtenidos en el Estudio de Crecimiento y Desarrollo de la Población Cubana, 1972,<sup>28</sup> a la edad de 8.7 años (edad decimal), el 3 % de los varones ha comenzado el desarrollo genital y a los 14.9 años, ya el 97 % lo ha iniciado e incluso puede haberlo terminado. El desarrollo de las mamas se apreció lo había iniciado el 3 % de las niñas a la edad de 8.3 años, y a los 13.4 años el 97 % lo había iniciado encontrándose en el estadio 2 o en alguno superior a éste. En cuanto al desarrollo del vello pubiano el 3 % de las niñas lo había iniciado a la edad de 8.9 años e igual porcentaje de los varones a la edad de 9.6 años; a la edad de 14.1 años el 97 % de las niñas ya había comenzado este tipo de desarrollo, y se hallaba en el estadio 2 o en alguno superior, y a la edad de 15.8 años el 97 % de los varones se encontraba en igual condición. La menarquia, por su parte, fue reportada como que se había producido en el 3 % de las niñas a la edad de 10.6 años y en el 97 % a la edad de 15.4 años. El 50 % de las niñas ya lo había tenido a la edad de 13 años (tabla).

**TABLA. Desarrollo sexual**

Estadio	Sexo femenino					
	Desarrollo mamario			Vello pubiano		
	Percentiles			Percentiles		
	97	50	3	97	50	3
> 2	8.3	10.8	13.4	8.9	11.5	14.1
> 3	9.7	12.3	14.9	10.1	12.7	15.3
> 4	10.8	14.0	17.2	11.1	14.2	17.3
	Menarquia					
	97	50	3			
	10.6	13.0	15.4			
Estadio	Sexo masculino					
	Desarrollo genital			Vello pubiano		
	Percentiles			Percentiles		
	97	50	3	97	50	3
> 2	8.7	11.8	14.9	9.6	12.7	15.8
> 3	11.0	13.6	16.3	11.4	14.1	16.8
> 4	11.8	14.8	17.8	12.1	15.0	17.9

Para una mejor evaluación y seguimiento de estos fenómenos, en las figuras 2 y 3 se presentan estos acontecimientos en forma de barras. El comienzo de cada una de las barras coincide con la edad en la cual el 3 % de los individuos ha alcanzado al menos el estadio correspondiente o se encuentra en alguno de los estadios superiores, y el final con la edad en

que el 97 % se encuentra en igual condición. La línea que cruza la barra indica la edad en que lo logra el 50 %. Las edades han sido convertidas de edad decimal (año dividido en 10 partes) en la común de año y meses.

♀

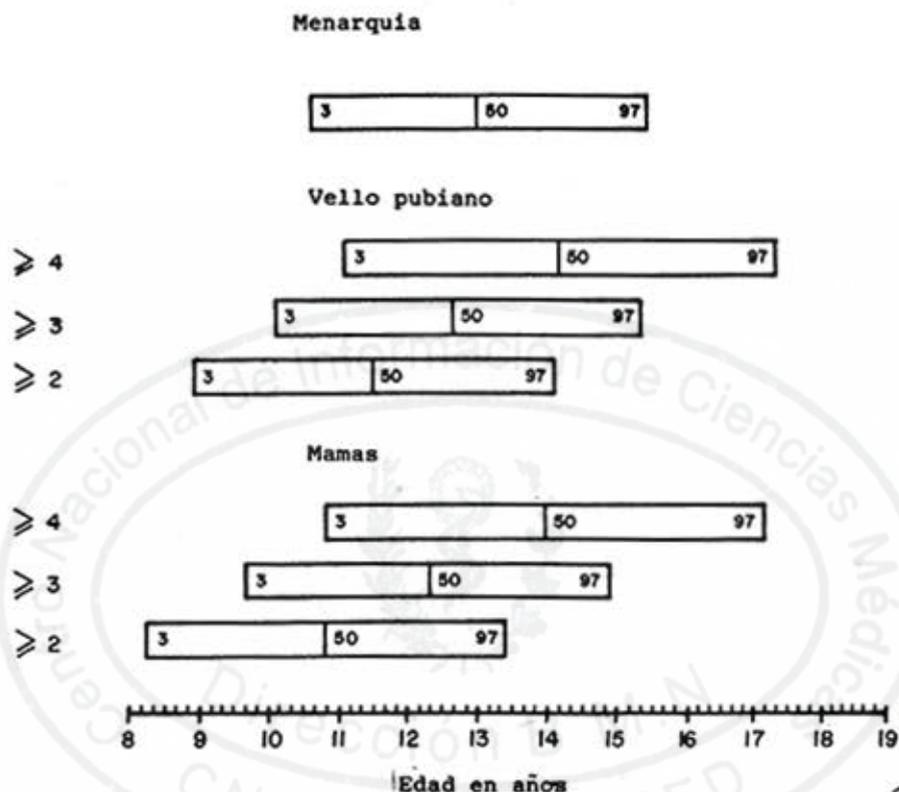
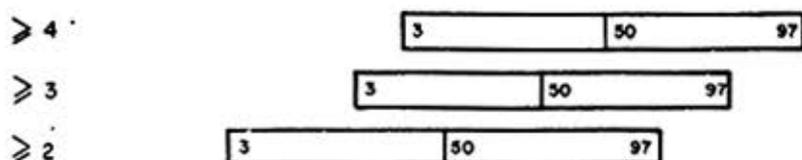


FIGURA 2. Algunos de los cambios puberales que se producen en las distintas edades en el sexo femenino y su tanto por ciento de ocurrencia.

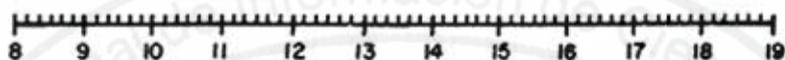
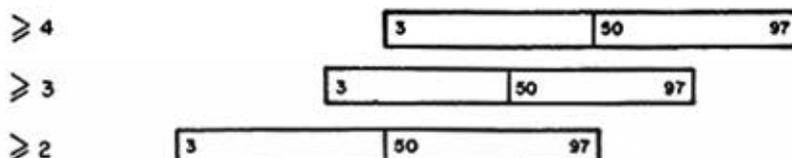
Las figuras 4 y 5 muestran las diferencias que se establecen durante la pubertad en las dimensiones transversales y su relación. Se aprecia que a partir de los 14 años los valores del percentil 50 de diámetro biacromial se hacen paulatinamente mayores en el varón. La relación biacromial/bicrestal también es mayor en el varón incluso desde una edad más temprana (10 años).

El cese del crecimiento lineal tiene lugar al final de la pubertad, al producirse la osificación completa de las epifisis de los huesos largos y su unión con las metáfisis. La completa osificación de la mano guarda relación estrecha con el cierre de las epifisis de los huesos largos.<sup>29</sup> El estudio de la maduración ósea de la mano en la población cubana,<sup>30</sup> ofrece

### Vello pubiano



### Genitales



Edad en años

FIGURA 3. Algunos de los cambios puberales que se producen en las distintas edades en el sexo masculino y su tanto por ciento de ocurrencia.

### Diámetro biacromial

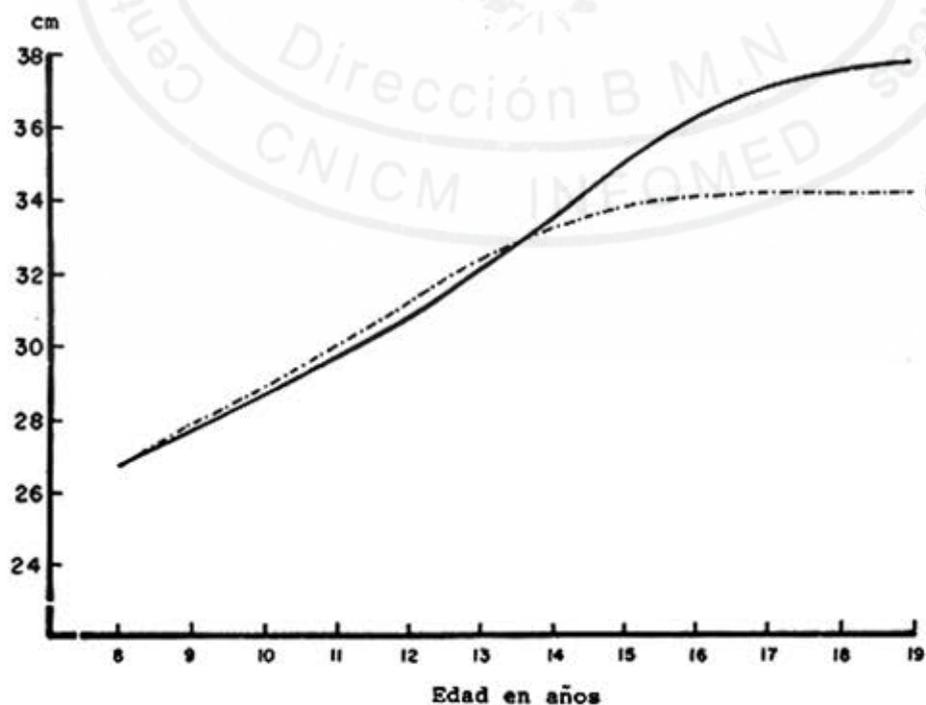


FIGURA 4. Diámetro biacromial.

## Relación biacromial bicrestal

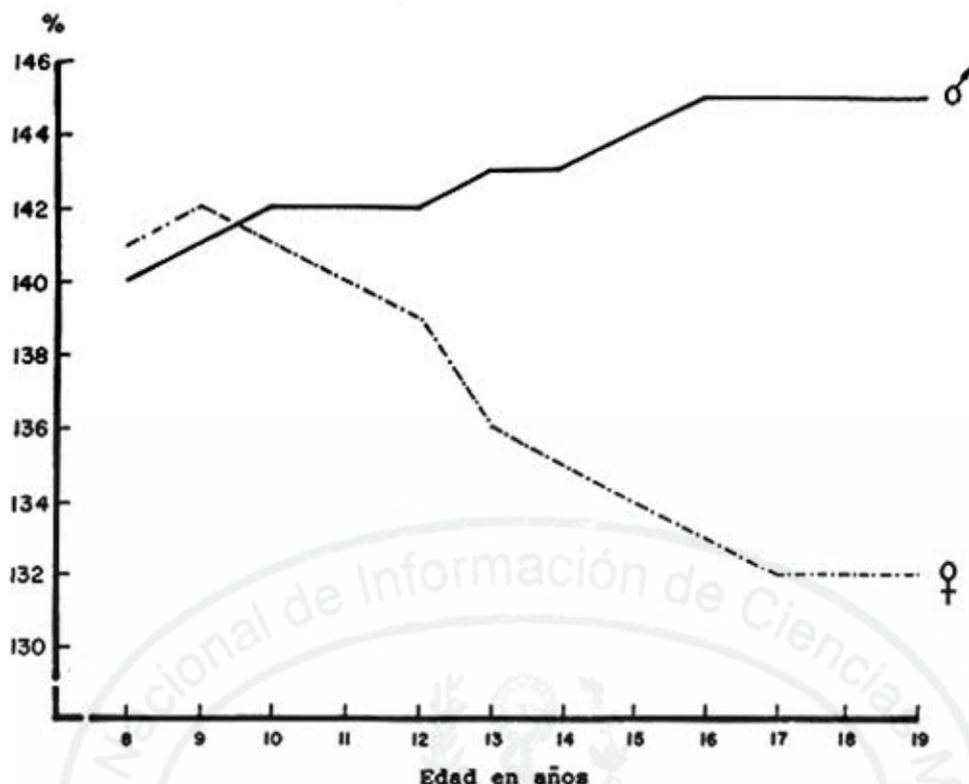


FIGURA 5. Relación biacromial/bicrestal.

las edades de 16 años para las hembras y 18 años para el varón, como aquellas del alcance de la mano adulta (cierre de las epifisis) para el percentil 50. Por lo que puede estimarse aproximadamente como las edades en las cuales el 50 % de los individuos de cada sexo, alcanza la talla adulta.

### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS CAMBIOS PUBERALES

Todos los cambios físicos que tienen lugar en la pubertad se producen, como ya habíamos señalado, siguiendo un patrón genético que es influido por el medio que rodea al individuo, donde la nutrición y la enfermedad ejercen su mayor papel modificador. La interacción de estos factores da por resultado una variabilidad en las edades en las cuales se inician y terminan los cambios puberales. Será posible, por lo tanto, detectar dentro de un grupo de adolescentes normales y de la misma edad cronológica, algunos que experimentan los cambios propios de la pubertad a una edad más temprana: "maduradores tempranos", otros, en que tienen lugar más tardíamente: "maduradores tardíos"; mientras en otros, los cambios se suceden en edades

intermedias entre los 2 grupos anteriores: "maduradores promedios". Como quiera que los cambios físicos y funcionales que tienen lugar durante la pubertad son grandes, no es posible esperar el mismo grado de rendimiento físico de un madurador tardío, que de uno promedio o de uno temprano, dadas las diferencias de desarrollo muscular, coordinación motora y resistencia ante el esfuerzo, que existe entre ellos. Por lo cual, un mismo nivel de exigencia, independientemente de ser injusto, repercutirá sobre su estabilidad emocional.

Otro elemento también de gran importancia se relaciona con las diferencias en el desarrollo sexual, alcanzado en un momento dado, los que generalmente actúan de forma inversa en uno y otro sexo. La niña "maduradora temprana", de mayor talla que las de su edad y que ya ha iniciado su desarrollo mamario, suele ser la que se sienta apenada y "fuera de grupo". En el varón, por el contrario, es el "madurador tardío, de menor talla que sus compañeros y que todavía no ha iniciado su desarrollo sexual, el que se siente mal.

Sólo el adecuado conocimiento, por parte de padres, profesores y adolescentes, de la evolución de los cambios puberales, y su variabilidad, hará que los primeros manejen adecuadamente las posibilidades físicas de sus hijos o alumnos púberes, y que estos últimos no vean en las diferencias transitorias de la época puberal, situaciones insalvables para el logro de una adultez normal.

#### **SUMMARY**

The mechanism that starts and rules the changes taking place during puberty are briefly described. Physical changes produced are described and the methods used for their evaluation are related minutely. Results obtained of the study of puberal changes in the Cuban population are offered. Some considerations about the influence of puberal changes on the individual are exposed.

#### **RESUME**

On décrit sommairement le mécanisme qui déclenche et règle les changements qui ont lieu pendant la puberté. On décrit les changements physiques qui se produisent et on détaille les méthodes pour leur évaluation. Les résultats de l'étude des changements pubertaires chez la population cubaine sont présentés. On fait quelques remarques à propos de l'influence des changements pubertaires chez l'individu.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. EVELETH, P. B.; J. M. TANNER: Worldwide variation in human growth. Cambridge, Ed. Cambridge University Press, 1976, p. 198.
2. PREECE, M.: Prepubertal and pubertal endocrinology. In: Human Growth Vol. 2, N. York, Ed. Plenum Press, 1986, pp. 218, 212, 221, 219.
3. PARKER, L. N.; E. T. LIFRAK; W. D. ODELL: A 60.000 molecular weight human pituitary glycopeptide stimulates adrenal androgen secretion. Endocrinology 113(6): 2092-2096, 1983.

4. KORTH-SCHUTZ, S.; L. S. LEVINE; M. I. NEW: Dehydroepiandrosterone sulfate (DS) levels, a rapid test for abnormal adrenal androgen secretion. *J Clin Endoc Metab* 42(6): 1005-1013, 1976.
5. SKLAR, C. A.; S. L. KAPLAN; M. M. GRUMBACH: Evidence for dissociation between adrenarche and gonadarche: studies in patients with idiopathic precocious puberty, gonadal dysgenesis, isolated gonadotropin deficiency, and constitutionally delayed growth and adolescence. *J Clin Endoc Metab* 51(3): 548-556, 1980.
6. GANONG, W. F.: *Fisiologia Médica*, 9a. ed. México, Ed. El Manual Moderno, 1984, pp. 337, 341, 388, 366.
7. ROSENFELD, R. I.; R. FURLANETTO; D. BOCK: Relationship of somatedin C concentrations to pubertal changes. *J Pediatr* 103 (5): 723-728, 1983.
8. WALDHAUSER, F. ET AL.: Fall in nocturnal serum melatonin during prepuberty and pubescence. *Lancet* 1(8373): 362-364, 1984.
9. ADVIS, J. P.; J. E. KRAUSE; J. F. Mc KELVY: Evidence that endopeptidase-catalyzed luteinizing hormone releasing hormone cleavage contributes to the regulation of median eminence LHRH levels during positive steroid feedback. *Endocrinology* 112(3): 1147-1149, 1983.
10. FRISCH, R. E.; J. W. Mc ARTHUR: Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 185(4155): 949-951, 1974.
11. REYNOLDS, E. L.; J. V. WINES: Individual differences in physical changes associated with adolescence in girls. *Am J Dis Child* 75(3): 329-350, 1948.
12. REYNOLDS, E. L.; J. V. WINES: Individual differences in physical changes associated with adolescence in boys. *Am J Dis Child* 82(5): 529-547, 1951.
13. TANNER, J. M.: *Growth at adolescence*, 2a. ed. Oxford. Ed. Blackwell Scientific Publications, 1962, pp. 32-37, 200-206.
14. MARSHALL, W. A.; J. M. TANNER: Puberty, In: *Human Growth*, Vol. 2, N York, Ed. Plenum Press, 1986, pp. 180, 181, 187, 179, 176, 174.
15. ZACHMANN, M. ET AL.: Testicular volumen during adolescence. *Helv Paediatr Acta* 29(1): 61-72, 1974.
16. TARANGER ET AL.: The somatic development of children in a Swedish urban community: VI Somatic pubertal development. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 258: 121-135, 1976.
17. TARANGER, J.; P. KARLBERG: The somatic development of children in a Swedish urban community: VII Graphic analysis of biological maturation by means of maturograms. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 258: 136-146, 1976.
18. BERGSTEN-BRUCFORS, A.: A note in the accuracy of recalled age at menarche. *Ann Hum Biol* 3: 71-73, 1976.
19. VOURENKOSKI, V. ET AL.: Fundamental voice frequency during normal and abnormal growth and after androgen treatment. *Arch Dis Child* 53(3): 201-209, 1978.
20. HAGG, V.; J. TARANGER: Menarche and voice changes as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 38: 179-186, 1980.
21. MARSHALL, W. A.; J. M. TANNER: Variation in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 44(235): 291-303, 1969.
22. MARSHALL, W. A.; J. M. TANNER: Variation in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Disc Child* 45(239): 13-23, 1970.
23. TARANGER, J.; V. HAGG: The timing and duration of adolescent growth. *Acta odontol Scand* 38: 57-67, 1980.
24. ELLISON, P. I.: Skeletal growth, fatness and menarcheal age: a comparison of two hypotheses. *Hum Biol* 54: 269-282, 1982.
25. TANNER, J. M. ET AL.: The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Ann Hum Biol* 3: 109-126, 1976.
26. BAUGHAN, B. ET AL.: The pattern of facial growth before and during puberty, as shown by French-Canadian girls. *Ann Hum Biol* 6(1): 59-76, 1979.

27. TANNER, J. M.; P. C. R. HUGHES; R. H. WHITEHOUSE: Radiographically determined widths of bone, muscle and fat in the upper arm and calf from age 3-18 years. *Ann Hum Biol* 8: 495-518, 1981.
28. JORDAN, J. ET AL.: Desarrollo humano en Cuba. Ciudad de La Habana. Ed. Científico Técnica. 1979. pp. 17-25.
29. TANNER, J. M. ET AL.: Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW-2 method) London. Ed. Academic Press. 1975. p. 17.
30. JIMENEZ, J. M. ET AL.: Estudio de la maduración ósea por sexo y raza. *Rev Cubana Pediatr* 58(5): 4533-545. 1986.

Recibido: 7 de noviembre de 1988. Aprobado: 30 de noviembre de 1988.  
Dr. Antonio Berdasco. Departamento de Crecimiento y Desarrollo, ISCMH.  
Nápoles Fajardo s/n, Arroyo Naranjo, La Habana 11900.

