

# Pubertad: Recomendaciones de la Sociedad Latinoamericana de Endocrinología Pediátrica para la práctica clínica

## Puberty: recommendations of the Latin American Society of Pediatric Endocrinology for clinical practice

Raúl Calzada-León,<sup>1</sup> Andrea Arcari,<sup>2</sup> María Sol Rodríguez Azrak,<sup>3</sup> Matheus Alves Alvares,<sup>4</sup> Nataly Aramburú Miranda,<sup>5</sup> Cristina Bazan Maria,<sup>6</sup> Ignacio Bergadá,<sup>2</sup> Ruth Bindels,<sup>7</sup> Cecilia Bonilla Suarez,<sup>5</sup> Paola Sophia Bonilla Medina,<sup>8</sup> María Elena Calderón Vargas,<sup>9</sup> Silvia Cristina Chahin Ferreyra,<sup>10</sup> Carlos Del Águila Villar,<sup>11</sup> Oscar Espinoza,<sup>12</sup> Analía Freire,<sup>2</sup> Rosa Finozzi,<sup>13</sup> Cristiane Kopacek,<sup>14</sup> Gaudi Lozano,<sup>15</sup> Pilar Medina,<sup>16</sup> Verónica Mericq,<sup>17</sup> Analía Morín,<sup>18</sup> Augusto Paredes Carlos,<sup>19</sup> Paola Pinto,<sup>12</sup> Héctor Raúl Rivero Escalante,<sup>20</sup> Rodolfo Rey,<sup>2</sup> María de la Luz Ruiz Reyes,<sup>1</sup> Susana Scarone,<sup>21</sup> Sofia Suco,<sup>2</sup> José Ángel Vázquez Alvarado,<sup>22</sup> Natalia Villegas,<sup>23</sup> Julissa Angulo Barranca,<sup>24</sup> Mirta Gryngarten<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Endocrinología, Instituto Nacional de Pediatría, México

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Endocrinológicas "Dr. César Bergadá" (Cedie), CONICET - FEI - División de Endocrinología, Hospital de Niños, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Hospital Municipal General de Agudos Dr E Tornú, Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup>Departamento de Endocrinología- Hospital Infantil Sabará, Sao Paulo, Brasil

<sup>5</sup>Instituto Nacional del Niño San Borja, Lima, Perú

<sup>6</sup>Directora de investigación en Salud, Ministerio de Salud de Tucumán, Argentina

<sup>7</sup>Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé, Lima, Perú

<sup>8</sup>Hospital Mario Catarino Rivas, San Pedro Sula, Honduras

<sup>9</sup>Hospital Regional Honorio Delgado, Arequipa, Perú

<sup>10</sup>Centro Médico Lisboa, Bogotá, Colombia

<sup>11</sup>Instituto Nacional de Salud del Niño, Lima Perú

<sup>12</sup>Instituto Nacional del Niño Breña, Lima, Perú

<sup>13</sup>Maternidad Universitaria Hospital de Clínicas. Montevideo, Uruguay

<sup>14</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>15</sup>Instituto Peruano de Endocrinología Pediátrica, Lima, Perú

<sup>16</sup>Hospital Naval, Perú

<sup>17</sup>Clínica de Endocrinología, Diabetes y Genética Infantil. Instituto de Investigaciones Materno Infantil. Santiago, Chile

<sup>18</sup>Hospital de Niños "Sor. María Ludovica". La Plata, Argentina

<sup>19</sup>Hospital Essalud Alberto Sabogal Sologuren, Callao, Perú

<sup>20</sup>Centro de Endocrinología y Nutrición, Cancún, México

<sup>21</sup>Policlínica Central, Seguro Americano, Montevideo, Uruguay

<sup>22</sup>Hospital Infantil de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

<sup>23</sup>Hospital Jose Maria Penna, Ranelagh, Buenos Aires, Argentina

<sup>24</sup>Hospital Essalud Suárez Angamos, Lima, Perú

### Resumen

La pubertad es el periodo en el que se producen cambios físicos, hormonales, psicológicos y emocionales que marcan la diferencia entre la niñez y la adultez. Su inicio depende de la interrelación de mecanismos complejos con múltiples niveles de regulación que involucran desde el sistema nervioso central hasta las gónadas. Los eventos principales son la gonadarquia y la adrenergia, que determinan la aparición y progresión de los caracteres sexuales secundarios. Los esteroides sexuales actuando en forma sinérgica con la hormona de crecimiento son responsables del empuje puberal. La pubertad se produce por una secuencia ordenada de eventos que presentan un patrón diferente en varones y mujeres. El conocimiento sobre la pubertad normal y sus variantes permitirá al Pediatra reconocer los cuadros de desarrollo sexual precoz, cuya detección temprana, así como la derivación oportuna al endocrinólogo pediatra para su manejo, beneficiará a aquellos que requieran alguna intervención terapéutica.

**PALABRAS CLAVE:** Pubertad, telarquia, gonadarquia, desarrollo puberal

### Abstract

Puberty is the period in which physical, hormonal, psychological and emotional changes occur that mark the difference between childhood and adulthood. Its onset depends on the interrelation of complex mechanisms with multiple levels of regulation that involve from the central nervous system to the gonads. The main events that occur during puberty are gonadarche and adrenarche, which determine the appearance and progression of secondary sexual characteristics. Sex steroids acting synergistically with growth hormone are responsible for the pubertal push. Puberty occurs due to the sequence of ordered events that present a different pattern in males and females. Knowledge about normal puberty and its variants will allow the Pediatrician to recognize signs of precocious puberty development. Early detection of the appearance of signs of precocious pubertal development and timely referral to a Pediatric Endocrinologist for management will benefit children who require some therapeutic intervention.

**KEYWORDS:** Puberty, thelarche, gonadarche, pubertal development

### Correspondencia

Julissa Angulo Barranca  
solmaria337@gmail.com

### Este artículo debe citarse como:

Calzada-León R, Arcari A, Rodríguez Azrak MS, Alves Alvares M, Aramburú Miranda N, Bazan Maria C, Bergadá I, Bindels R, Bonilla Suarez C, Bonilla Medina PS, Calderón Vargas ME, Chahin Ferreyra SC, Del Águila Villar C, Espinoza O, Freire A, Finozzi R, Kopacek C, Lozano G, Medina P, Mericq V, Morín A, Paredes Carlos A, Pinto P, Rivero Escalante HR, Rey R, Ruiz Reyes ML, Scarone S, Suco S, Vázquez Alvarado JA, Villegas N, Angulo Barranca J, Gryngarten M. Pubertad: Recomendaciones de la Sociedad Latinoamericana de Endocrinología Pediátrica para la práctica clínica. Acta Pediatr Méx. 2024;45 (Supl 4): S68-S79. <https://doi.10.18233/apm.v45iS4.2955>

## INTRODUCCIÓN

La pubertad es el periodo del desarrollo humano en el que tienen lugar cambios físicos, hormonales, psicológicos y emocionales que marcan la diferencia entre la niñez y la adultez y que prepara a cada individuo para alcanzar su capacidad reproductiva. La edad de inicio es variable en función de factores genéticos, étnicos, nutricionales y medioambientales.<sup>1</sup>

Existen controversias respecto a lo que se consideran tiempos normales puberales y de edad de inicio puberal de acuerdo con cada población y así, por ejemplo, en las últimas tres décadas se ha registrado en Europa y EE. UU. Un adelanto en la edad de aparición de la telarquia (inicio de desarrollo mamario) sin variación en la edad de menarquía (primera menstruación).<sup>2</sup>

Los cambios que se presentan al inicio del desarrollo puberal son una causa frecuente de ansiedad y preocupación de los padres en la consulta pediátrica y una derivación frecuente al especialista, pero en realidad la mayoría de los pacientes tienen variantes normales de la pubertad y solo una minoría presentan una alteración que requiere estudios complementarios o derivación al endocrinólogo pediátrico. El conocimiento de esta etapa por el pediatra es fundamental para acompañar a los niños y a sus familias, y detectar la presencia de signos de desarrollo precoz y derivar oportunamente al especialista.

Esta es la primera de dos publicaciones donde abordaremos los siguientes temas: pubertad normal, pubertad precoz y sus variantes. Nuestro objetivo es actualizar los conceptos de pubertad normal revisar aspectos clínicos, los rangos normales de la edad de aparición y en la progresión de los signos puberales para detectar oportunamente alteraciones de ésta.

## PUBERTAD

La pubertad desde el punto de vista biológico es una secuencia compleja de sucesos que llevan a la maduración sexual y finalmente a la capacidad reproductiva completa. Los cambios físicos de la pubertad se deben a la activación gonadal, con la aparición de los caracteres sexuales secundarios que establecen el dimorfismo sexual. El inicio de la pubertad depende de una serie de cambios madurativos, que se manifiestan de una manera ordenada y progresiva a partir de los 8 años en las niñas con el desarrollo mamario y 9 años en los niños con el aumento del tamaño testicular.<sup>1</sup>

El desarrollo de los caracteres sexuales se produce por la reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG). Este proceso ocurre por la adecuada maduración del eje HHG que consta de tres componentes principales: 1) el GnRH (péptido liberador de gonadotrofinas), secretado en forma pulsátil por neuronas especializadas del hipotálamo, 2) los gonadotropos hipofisarios, que como respuesta al GnRH sintetizan y liberan las gonadotrofinas: hormona luteinizante (LH) y hormona estimulante de los folículos (FSH) y 3) las gónadas, que en respuesta a las gonadotrofinas y a un sistema de regulación autócrina y parácrina producen esteroides sexuales y péptidos gonadales que regulan el eje mediante mecanismos de retroalimentación. La testosterona y el estradiol serán los responsables del desarrollo de los caracteres sexuales.<sup>2,3</sup>

La pubertad puede considerarse el punto final de un proceso madurativo que comienza en la vida prenatal con la estimulación de la función de las gónadas inicialmente por la gonadotropina coriónica producida en la placenta y en la segunda mitad del embarazo por las gonadotropinas hipofisarias del producto. Después del nacimiento, en ausencia de esteroides placentarios que supriman el eje HHG, se produce una segunda

activación transitoria del eje HHG a partir de la primera semana de vida postnatal, caracterizada por el aumento de las gonadotrofinas (LH y FSH) que estimulan la producción de testosterona en los testículos y la de estradiol en los ovarios. Este periodo, se conoce como mini pubertad.<sup>4</sup>

Los niveles de LH son más altos en los niños que en las niñas, alcanzando su punto máximo entre la 2ª y la 10ª semana de vida y disminuyendo a partir de entonces hasta los niveles prepuberales a la edad de 4 a 6 meses. Los niveles de FSH son más altos en las niñas que en los niños durante la mini pubertad y permanecen elevados hasta los 2 o 3 años en las niñas, pero no en los niños, en quienes se produce una disminución a los valores prepuberales a la edad de 6 meses.<sup>4,5</sup>

En los varones, la LH estimula la producción de testosterona, alcanzando su punto máximo en el segundo o tercer mes de vida. Antes de los 6 meses de edad, los niveles de testosterona volverán a disminuir hasta situarse en el rango prepupal.<sup>5</sup>

Todavía no está claro por qué mecanismo se silencia la activación del eje HHG después de unos meses, para mantener una relativa quiescencia de este eje hasta el inicio de la pubertad.

La mini pubertad es una ventana de oportunidad para examinar el eje HHG, por lo que la evaluación de los genitales y los valores hormonales tanto en el recién nacido como en los primeros meses de vida puede ser de gran utilidad. Por ejemplo, la presencia de microorquidia o de criptorquidia bilateral, y/o de micropene, debe alertar al Pediatra sobre la existencia de hipogonadismo hipogonadotrópico, que se corrobora en esas edades por niveles bajos de LH y FSH, y permite una derivación oportuna al Endocrinólogo Pediátrico.<sup>4,5</sup>

Para que se inicie la tercera activación del eje HHG, llamada popularmente pubertad es necesario el incremento de la secreción pulsátil de GnRH. La reactivación del eje resulta del balance entre los impulsos inhibitorios y excitatorios intrínsecos del Sistema Nervioso Central: GABA, ácido aspártico, ácido glutámico neuropéptido Y, norepinefrina, y kisspeptina, pero que no es controlada exclusivamente por influencias neuronales, ya que también intervienen factores de crecimiento, células de la glía, y a nivel periférico: leptina, ghrelina y melatonina.<sup>6,7</sup>

Además, los factores epigenéticos como la nutrición, el ejercicio, el estrés, factores sociales, psicológicos, y los disruptores endócrinos (DE) ambientales pueden modificar la expresión de los genes y de esta manera el momento de inicio de la pubertad.<sup>6,7</sup>

En EE.UU. y Europa, desde el siglo XIX, se había registrado un adelanto en la edad de la menarquía (tendencia secular), como consecuencia de las mejores condiciones de vida, pero en las últimas tres décadas esta tendencia parece haber cesado, ya que se ha observado sólo un leve adelanto de la edad de menarquía.<sup>1</sup>

A diferencia de la menarquía, la edad de la telarquía persiste con disminución más intensa bajando aproximadamente 3 meses por cada década. Este fenómeno se ha verificado a nivel mundial en parte al incremento de obesidad infantil y a otros factores como los disruptores endócrinos que son sustancias exógenas, que se encuentran en el medio ambiente o alimentos y que interfieren con la producción, liberación, transporte, metabolismo o acción biológica de las hormonas del sistema reproductivo.<sup>8</sup>

También se ha descrito una relación inversa entre el estado nutricional y el inicio de la pubertad. Se necesita un peso crítico y un mínimo de masa grasa corporal para la aparición de la menarquía,

y al parecer por ello la obesidad se asocia a una mayor prevalencia de pubertad temprana. Se ha señalado a la leptina como favorecedora del inicio de la pubertad.<sup>9</sup>

Las mujeres inician y completan cada estadio de la pubertad a menor edad que los varones, en promedio 2 años antes dentro de la misma familia e incluso a nivel de la población general.

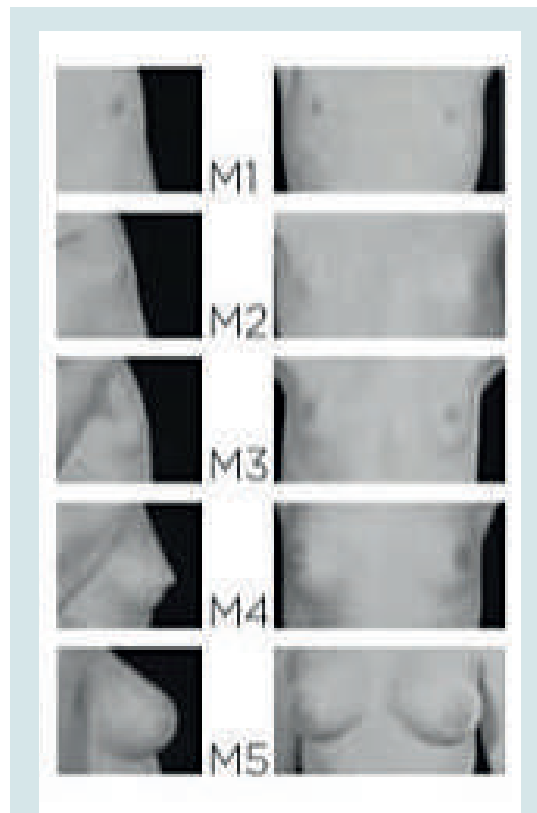
### MANIFESTACIÓN CLÍNICA EN LAS MUJERES

El primer signo puberal en las niñas es el desarrollo del tejido mamario llamado telarquia, que se produce en respuesta a la actividad estrogénica por maduración del ovario, conocido como gonadarquia, y es dependiente del eje HHG. El Pediatra debe palpar para diferenciar entre tejido adiposo relacionado a la obesidad (lipomastia) y el verdadero tejido glandular firme de inicio retroareolar (telarquia).<sup>1</sup>

La telarquia puede ser uni o bilateral, la edad de presentación aproximada es de  $10.9 \pm 1$  años con los límites máximos de 8 a 13 años<sup>8,9</sup> y en general se relaciona con edad ósea entre 10 y 11 años. Se distinguen cinco estadios del desarrollo de las mamas de acuerdo con Marshall y Tanner.<sup>10</sup> (**Figura 1**)

Algunas consideraciones en relación con desarrollo de la mama son:<sup>11</sup>

- El botón mamario característico de la etapa 2 de Tanner se debe palpar como una estructura de consistencia aumentada, bordes regulares, forma circular o ligeramente ovoide, relativamente fija y es dolorosa a la palpación.
- El tiempo en que la telarquia unilateral se hace bilateral suele ser de 1 a 3 meses, pero puede llegar incluso a 6 meses.



**Figura 1.** Estadio de Tanner mamario.

M1: Corresponde al estadio infantil, no hay desarrollo de tejido glandular mamario.

M2: Botón mamario o pequeño nódulo, firme, redondeado, de bordes limitados y frecuentemente doloroso no superando el diámetro areolar.

M3: Estadio en que hay mayor aumento de la mama y la areola, se diferencia el pezón y la glándula mamaria supera el tamaño de la areola.

M4: Se diferencia la areola, aparecen los corpúsculos de Morgagni y se observa un segundo contorno que se eleva sobre la mama, ( $\approx 20\%$  de las niñas permanecen en M4 sin progresión a M5).

M5: Corresponde a la mama adulta.

- En niñas con obesidad puede haber aumento de volumen por acumulación de tejido adiposo (adipomastia), condición en la cual no se identifica tejido glandular.

- d) En algunas mujeres la maduración de la glándula mamaria se detiene en la etapa 3 de Tanner y no progresa hasta el primer embarazo.
- e) El contorno y el volumen final de la mama se alcanza hasta más de 6 años después de la menarquia, y puede cambiar durante la primera gestación.

En cuanto se presenta la telarquia, inicia la aceleración de la velocidad de crecimiento (estirón puberal), si bien el pico máximo de velocidad se observa aproximadamente al año del inicio de la telarquia, que corresponde a un estadio de Tanner entre 2 y 3 (**Figura 2**).

Otros cambios que se asocian con la pubertad son:

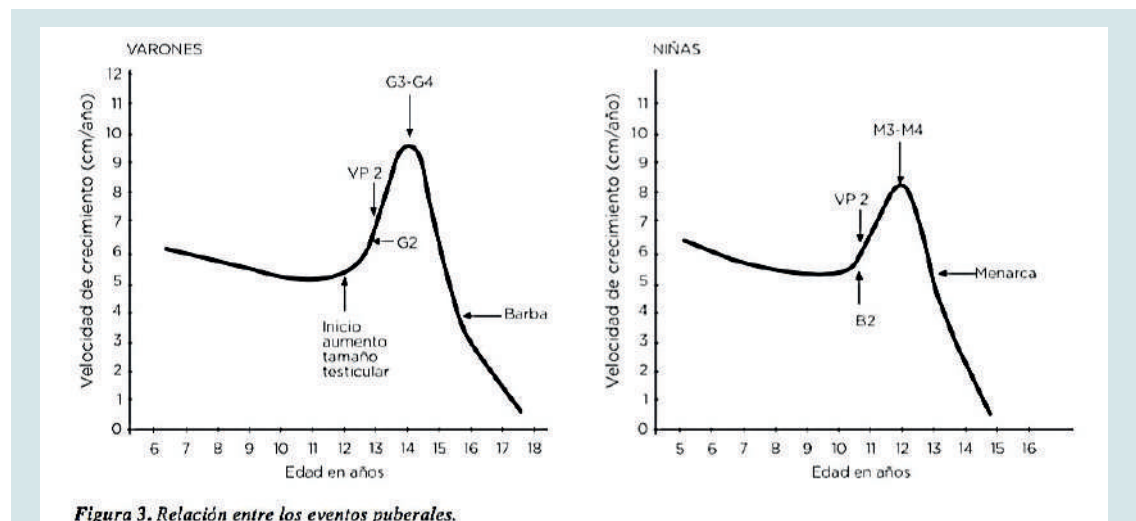
- a) Inicia el desarrollo del pensamiento abstracto.
- b) Inician conductas maternas y cambios de

humor sin causa aparente (llanto, sensación de soledad, alegría, etc.).

- c) Inicia la generación y acumulación de grasa reproductiva en mamas, caderas, parte superior de los muslos.

En la parte final de la etapa 3 de Tanner, pero más frecuentemente durante la etapa 4, suele presentarse la menarquia en promedio de los 12.5 años  $\pm$  3 meses, con límites entre los 10 y 14 años, por lo general 2 años después de la telarquia. Luego disminuye la velocidad de crecimiento y aproximadamente tres años después de la menarquia se alcanza la talla adulta. La ganancia total de estatura durante la pubertad en las niñas es de 20-25 cm. Luego de la menarquia, las niñas crecen en promedio 4-8 cm, este crecimiento es inverso a la edad de la primera menstruación.<sup>12</sup>

Si se determinan los segmentos corporales, se hace evidente que a partir de la etapa 2 de Tanner mamario el segmento inferior (piernas y brazos),



**Figura 2.** Relación entre los eventos puberales en niñas y niños.

Heinrich JJ, Martínez A. Crecimiento normal y patológico en Fisiopatología Molecular y Clínica Endocrinológica. Calandra R S Barontini MB 1ra Edición Eli LILLY Interamerica Sucursal Argentina 2015 287-309. Pág. 292

crece más rápido que el segmento superior (tronco), que ambos segmentos lo hacen durante las etapas 3 y 4 de Tanner, y que a partir de la menarquia cesa el crecimiento del segmento inferior y continúa sólo el del segmento superior.

Por acción de los estrógenos se observan cambios genitales: la vulva cambia de aspecto, aumenta el tamaño de los labios mayores y menores, la vagina aumenta su longitud, se engrosa la mucosa, se vuelve más húmeda, pálida, aumenta el grosor del himen y aparece la leucorrea fisiológica.

Se destaca el cambio en la distribución de la grasa corporal en las niñas, que aumenta casi 120% entre el inicio de la telarquia y la menarquia, lo que representa una ganancia promedio de 9 kg de peso.

Por último, es importante recordar que, al principio los ciclos menstruales pueden ser irregulares durante los dos primeros años y suelen ser anovulatorios.<sup>12</sup>

### MANIFESTACIONES CLÍNICAS EN LOS VARONES

En varones la edad normal de inicio puberal es entre los 9 y los 14 años.<sup>12</sup> Desde el punto de vista clínico el signo inequívoco de inicio de la pubertad es el incremento del volumen testicular mayor o igual a 4ml como resultado del desarrollo de los tubos seminíferos. En forma concomitante se producen cambios en la piel del escroto que se hace más rugosa y de color rojizo oscuro. Estos cambios se deben al aumento en los niveles de testosterona. La pubertad masculina completa dura de 4 a 5 años.<sup>13,14</sup>

La evaluación clínica del volumen testicular se debe realizar utilizando un orquidómetro, siendo el más utilizado el diseñado por Prader<sup>15</sup> (Figura 3),

si no cuenta con dicho instrumento la longitud testicular mayor a 2 cm (aproximadamente el tamaño de una aceituna) antes de los 9 años requerirá la evaluación del niño por especialista.

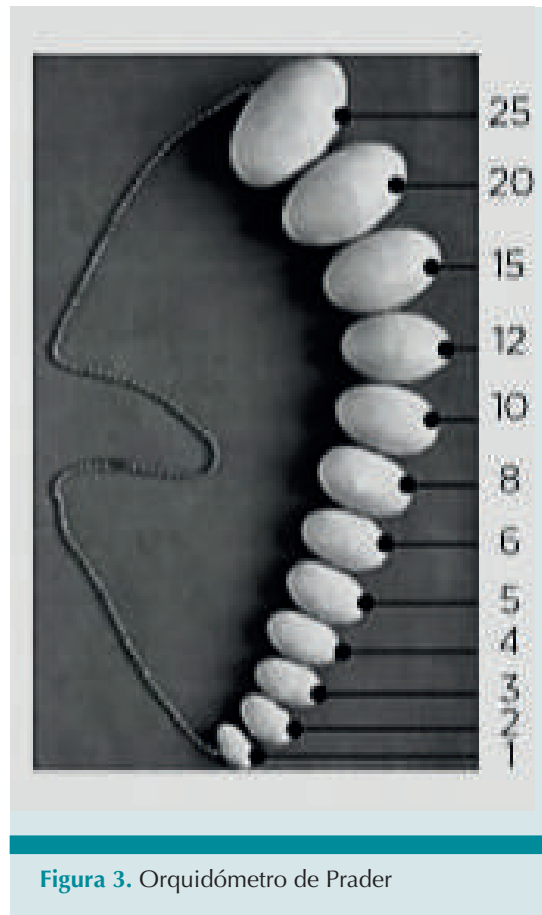


Figura 3. Orquidómetro de Prader

Los volúmenes de 1 a 3 ml son característicos del estadio prepuberal; un volumen de 4ml señala inicio de pubertad, de 10-12ml son característicos de la pubertad media y 15, 20 o 25ml en la adultez.<sup>15</sup>

Posteriormente al aumento del volumen testicular, comienza la pubarquia y el crecimiento peneano, primero en longitud y luego en grosor. El crecimiento del vello axilar aparece 2 años después del vello púbico y posteriormente aparecerá el vello facial<sup>16</sup>. Los estadios de Tanner

(Figura 4) permiten estimar visualmente los cambios morfológicos de los genitales externos, clasificándolos en 5 estadios.<sup>17</sup>

El empuje puberal, se inicia en general coincidiendo con un volumen testicular de 10 a 12ml (final de la etapa 2 y durante la etapa 3 de Tanner), alcanzándose el pico máximo de velocidad de crecimiento de  $10.5 \pm 2$  cm por año durante la etapa 4 de Tanner genital. Desde el comienzo de la pubertad hasta alcanzar la talla

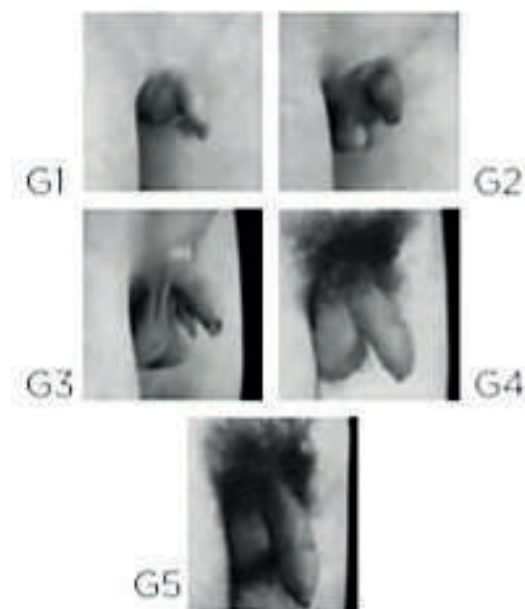
adulto, los niños crecen aproximadamente, entre 25 y 30 cm.<sup>18</sup>

Los cambios de voz aparecen generalmente en la fase Tanner 3-4 del desarrollo genital. También aumenta la velloidad en zonas como la cara anterior y posterior de tórax, y a nivel lumbosacro. El bigote aparece tres años después de iniciada la fase acelerada y final de la pubertad. Hay mayor aumento de masa muscular.<sup>13, 14, 16</sup>

En cuanto a la espermarquia, la primera polución suele ocurrir alrededor de los 13 años, con un volumen testicular de alrededor de 12 cc (estadio de Tanner 3).<sup>14</sup>

La ginecomastia, desarrollo mamario masculino, es un motivo frecuente de consulta, y debe considerarse que es una manifestación fisiológica en la pubertad en los varones. Aumenta el tejido mamario y areola y puede acompañarse de dolor o aumento de sensibilidad, en casi un 75% de los niños, generalmente coincide con etapa de Tanner 3 y desaparece habitualmente en los siguientes dos años<sup>16</sup>. Otros cambios que se asocian con la gonadarquia, a partir de la etapa 2 de Tanner genital son:

- El aroma corporal se hace más agrio e intenso (aroma androgénico).
- Se desarrolla el pensamiento abstracto, lo que se acentúa mucho más durante la etapa 3.
- Inician conductas de competencia y cambios de humor sin causa aparente (enojo, impulsividad, agresividad, posesión territorial, etc.).
- Aumenta la intolerancia al calor, porque se inicia una mayor generación de calor que se traduce en un incremento en la producción de temperatura corporal. Si el ambiente es cálido, habrá sudoración intensa en cabeza,



**Figura 4.** Estadio de Tanner genital.

G1: Infantil, testículos 1-3ml

G2: Engrosamiento y pigmentación leve del escroto. Crecimiento longitudinal del pene, testículos 4-6ml

G3: Aumento de pigmentación y rugosidad del escroto. Crecimiento del diámetro del pene. Testículos 6-12ml

G4: Aumento de la pigmentación del escroto, crecimiento longitudinal y del diámetro del pene. Diferenciación del glande. Testículos 12-20ml

G5: Escroto y pene adquieren el estadio adulto. Testículos 15-25ml

axilas y del tronco. Estos eventos se hacen más intensos en la etapa 3.

- e) La voz se hace progresivamente de tono más bajo, intensa y sonora y continúa progresando hasta la etapa 4 o 5.
- f) Durante la etapa 3, pero sobre todo en la etapa 4, aumenta el volumen y la fuerza muscular.

## CAMBIOS COMUNES EN AMBOS SEXOS

### Crecimiento y composición corporal

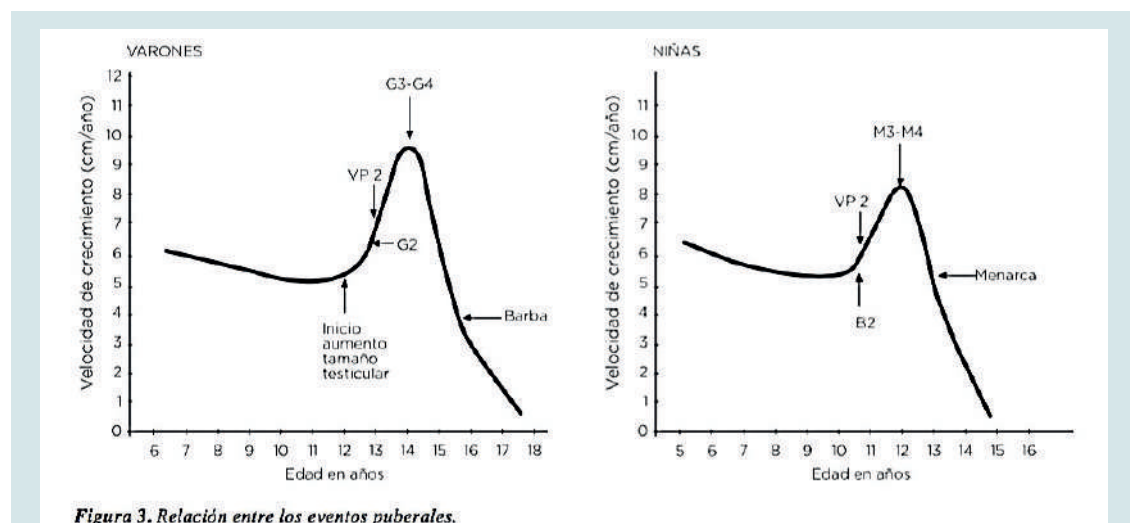
El crecimiento somático consta de 3 etapas:

1. La primera etapa de **mínima velocidad de crecimiento peripuberal**, previo al inicio puberal se destaca un periodo de disminución de la velocidad de crecimiento, de mayor intensidad cuando hay retraso puberal.

2. La segunda de **empuje puberal o pico de velocidad máxima**, debido a la acción sinérgica de la hormona de crecimiento y los esteroides sexuales y
3. La tercera de **desaceleración y cese de crecimiento** hasta que con la fusión de las epífisis finaliza el crecimiento.<sup>9</sup>

El inicio de **estirón puberal** es más temprano en las niñas. La diferencia de estatura final entre varones y mujeres es de 12.5 cm debido a que el crecimiento prepuberal de los varones es más prolongado (2 años más, con una ganancia de 5 cm por año en estos dos años, lo que implica iniciar la pubertad 10cm más altos que las mujeres) y que el estirón puberal del varón tiene mayor magnitud (>2.5cm) (**Figura 2**).

Las manos y pies (parte distal del segmento inferior), son los primeros en empezar a aumentar de longitud y también son los primeros que terminan de crecer. Es un motivo de preo-



**Figura 2.** Relación entre los eventos puberales en niñas y niños.

Heinrich JJ, Martinez A. Crecimiento normal y patológico en Fisiopatología Molecular y Clínica Endocrinológica. Calandra R S Barontini MB 1ra Edición Eli LILLY Interamerica Sucursal Argentina 2015 287-309. Pág. 292

cupación de los adolescentes, ya que a veces esta desproporción les parece que se hace muy evidente. Llama la atención el cambio rápido de calzado. El crecimiento del segmento inferior acelera más que el del segmento inferior tanto en varones (Tanner genital 2) como en mujeres (Tanner mamario 2).

Durante la etapa de Tanner mamario III y genital IV, las velocidades de crecimiento de ambos segmentos se igualan, y en las mujeres el crecimiento del pie y del segmento inferior se detienen al momento de la menarquia, en tanto que en los varones continúan hasta que termina el crecimiento.

Durante el empuje de la pubertad en ambos sexos, al aumentar la velocidad de crecimiento del segmento superior (columna vertebral), puede aparecer escoliosis y en algunos adolescentes estrías en la zona dorsal. En el varón aumenta más el diámetro biacromial que el bicrestal en tanto que en la mujer aumenta más el diámetro bicrestal que el biacromial. Bajo la influencia de los esteroides sexuales se produce un incremento del contenido mineral óseo. Durante la pubertad se adquiere alrededor del 45% del mismo.<sup>10-14</sup>

## ADRENARQUIA

La aparición de signos androgénicos como vello pubiano (pubarquia), olor androgénico del sudor, presencia de comedones leves en frente y parte superior de la nariz, y vello axilar, no dependen de la gonadarquia, sino de la “adrenarquia”, proceso caracterizado por la maduración de la zona reticular de las glándulas suprarrenales, dependiente del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y la edad de presentación es de  $11.2 \pm 2.3$  años (8 a 13).<sup>8,9</sup> En esta zona de las glándulas la esteroidogénesis produce principalmente dehidroepiandrosterona (DHEA) y su forma sulfatada (DHEAS), así como de androstenediona.

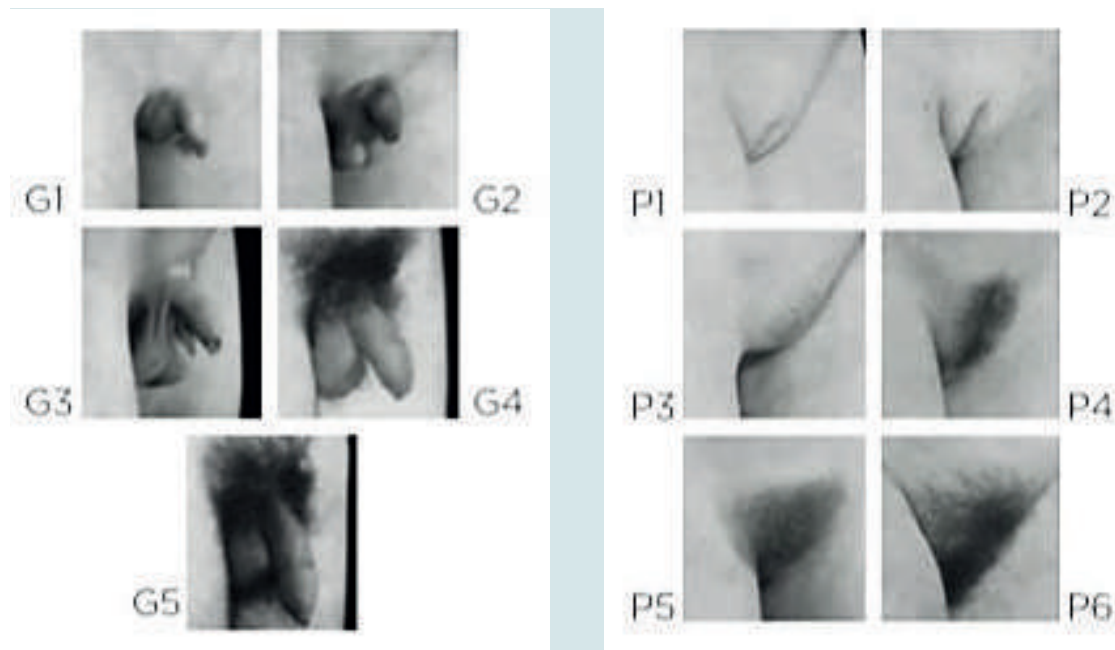
La adrenarquia no juega ningún papel en la adquisición de la capacidad reproductiva y en los humanos tendría un rol en la maduración neurobiológica. Si bien la adrenarquia puede coincidir con la gonadarquia, no forma parte de los procesos de capacidad reproductiva. El momento y magnitud de la pubarca varían según la etnia e incluso dentro de la misma etnia, de persona a persona.<sup>11</sup>

En la **figura 5** se representan los estadios de pubarquia de acuerdo con la clasificación de Tanner.<sup>10</sup>

Las etapas descritas por Tanner para la pubarquia se refieren a la población europea y por lo tanto es aplicable cuando las poblaciones de un país provienen de esta región. Algunas consideraciones en relación con la adrenarquia son:<sup>11</sup>

- En poblaciones orientales y mesoamericanas la pilosidad corporal es significativamente menor a la observada en las poblaciones del norte de Europa, por lo que tanto la cantidad como el grosor de vello corporal es significativamente menor.
- En poblaciones orientales y mesoamericanas la progresión de la pubarquia se ajusta a lo descrito por Tanner en las etapas 2 y 3, pero un porcentaje significativo no alcanza completamente la etapa 4 y casi nunca se observa la etapa 5.
- En poblaciones orientales y mesoamericanas el vello axilar es más escaso y delgado y si bien se logra la etapa 2 (línea axilar media), casi nunca se observa la etapa 3 (líneas axilares laterales).

Además del vello púbico, en otras zonas del cuerpo se produce aparición y aumento en la pigmentación y grosor del vello y pueden aparecer comedones.<sup>11</sup>



**Figura 5.** Estadio de Tanner púbico.

VP 1: Sin vello pubiano.

VP2: Aparición de vello, escaso y fino, ligeramente rizado, levemente pigmentado y disperso ubicado sólo en los bordes de los labios mayores o en la raíz del pene

VP3: El vello púbico cubre totalmente la vulva o monte de Venus sólo en la parte central o se extiende hacia arriba de la raíz del pene, es más rizado, oscuro y grueso.

VP4: El vello púbico alcanza la sínfisis del pubis

VP5: El vello se extiende lateralmente hacia la cara interna de los muslos.

VP6: Se extiende por arriba de la sínfisis del pubis hacia la cicatriz umbilical

### Variantes de pubertad normal

Se define Pubertad temprana a la aparición de telarquia entre los 8 y 9,5 años en las niñas y al aumento del volumen testicular entre los 9 y 10,5 años en los niños y pubertad tardía a la ausencia de telarquia y/o de menarquia a los 13 y 15 años respectivamente en las niñas y volumen testicular menor de 4 ml a los 14 años.<sup>18</sup> **cuadro 1**

Tanto la pubertad temprana como la pubertad tardía son variantes de pubertad normal que afectan a un 3% de la población y frecuentemente tienen el antecedente familiar de presentar el desarrollo puberal más temprano o tardío.<sup>18,19</sup> En

**Cuadro 1.** Clasificación del desarrollo puberal según Tanner 2 de acuerdo a la edad cronológica.

|         | Temprana   | Normal      | Tardía      |
|---------|------------|-------------|-------------|
| Mujeres | 8.0 - 10.5 | 10.5 - 12.5 | 12.5 - 14.0 |
| Varones | 9.0 - 11.0 | 11.0 - 14.0 | 14.0 - 16.0 |

los varones y mujeres, pero más frecuentemente en las mujeres que nacen pequeñas para edad gestacional, existe un mayor riesgo de presentar pubertad temprana rápidamente progresiva, lo cual puede conducir a un deterioro de la talla adulta por lo cual requieren evaluación y seguimiento cercano.<sup>20</sup>

### ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS:

Ante variaciones de la pubertad, ya sea en el inicio o secuencia de hitos puberales, se sugieren estudios complementarios de utilidad. Una de las primeras herramientas a considerar es la evaluación de la maduración esquelética a través de la edad ósea y se utilizan el atlas de Greulich y Pyle y el de Tanner y Whitehouse.<sup>21,22</sup>

El adelanto de la edad ósea se observa en cuadros de pubertad temprana/ precoz, pero también se presenta en niños obesos. En la pubertad tardía la edad ósea está retrasada.

La ecografía pélvica es otro estudio para realizar en las niñas con sospecha de alteraciones de la pubertad. El útero en etapa prepuberal presenta una relación cuerpo a cuello de 1/3, y aumenta de tamaño a expensas del cuerpo, es de 1/1 en el inicio puberal y postmenarquia se invierte a 3/1, se torna piriforme y aparece la línea endometrial. El volumen ovárico es  $\leq 1\text{cm}^3$  en niñas menores de 6 años y aumenta progresivamente, puede presentar patrón multi folicular (que suele confundirse con multiquístico), este patrón puede encontrarse hasta los 3 años de edad ginecológica sin predecir un síndrome de ovario poliquístico. El volumen ovárico  $>2\text{cm}^3$  refleja la estimulación de gonadotrofinas y el crecimiento uterino  $>3.5\text{cm}$  de longitud indica la estimulación estrogénica.<sup>23</sup>

Los estudios hormonales no se realizan de rutina y se tendrán en cuenta junto al especialista ante

variaciones de la pubertad la medición de gonadotrofinas, esteroides gonadales y adrenales.

### CONCLUSIONES

Es importante que el Pediatra realice una anamnesis completa analizando la edad de aparición de los signos puberales, el tiempo de evolución y la progresión de estos; así como de la talla y edad de inicio de la pubertad en ambas ramas familiares, así como los antecedentes de prematuridad, problemas neurológicos, adopción, hábitos alimentarios, horas de sueño, uso de pantallas y actividad física.

Se jerarquiza la importancia de un examen físico completo: registrar y graficar el peso y la talla a cualquier edad, el perímetro cefálico por lo menos los tres primeros años, calcular la velocidad de crecimiento con tallas previas, evaluar los genitales desde la etapa de recién nacido, durante la infancia y hasta el final de la pubertad, y en cada consulta consignar los estadios de Tanner.

Ante la aparición precoz o temprana de telarquia, pubarquia o aumento de volumen testicular, aumento de velocidad de crecimiento o progresión rápida de estos signos puberales es necesario derivar al endocrinólogo pediatra. Es suficiente para dicha derivación compartir los datos antropométricos previos y edad ósea y/o ecografía pélvica (en niñas con telarquia).

Aunque la presencia de signos de desarrollo sexual precoz antes de los 8 años en las niñas y los 9 años en los niños puede tratarse de una entidad que requiera diagnóstico y tratamiento, no debemos olvidar el diagnóstico diferencial de cuadros aislados o incompletos, especialmente en las niñas (más frecuentes entre los 6 y 8 años) como la telarquia precoz, pubarquia precoz que requieren estudios y sólo seguimiento endocrinológico, en general sin tratamiento alguno.

El rol del pediatra es no perder oportunidad en la consulta de conversar con los niños los hitos del desarrollo, para informar la normalidad y resaltar hábitos saludables.

El conocer la pubertad normal y sus variantes permite detectar los cuadros de desarrollo sexual precoz que se presentan con mayor frecuencia entre los 6 y 8 años. Se recomienda entonces que el Pediatra controle semestralmente el crecimiento y desarrollo puberal en los pacientes entre los 6 y 8 años, para detectar tempranamente la aparición de signos de desarrollo puberal precoz y realizar la derivación oportuna al endocrinólogo pediatra para su manejo.

## REFERENCIAS

1. Soriano Guillén L, Argente J. Desarrollo y pubertad en el ser humano. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* 2017;8. 2a Edición
2. Becker M, Hesse V. Minipuberty: Why Does it Happen? *Horm Res Paediatr*. 2020;93(2):76-84. doi: 10.1159/000508329. Epub 2020 jun. 29. PMID: 32599600
3. Kaplowitz P, Bloch C, The Section on Endocrinology. Evaluation and referral of children with signs of early puberty. *Pediatrics*. 2016;137(1): E20153732
4. Forest MG, Cathiard AM, Bertrand JA. Evidence of testicular activity in early infancy. *J Clin Endocrinol Metab*. 1973;37(1):148-151.
5. Becker M, Hesse V. Minipuberty: Why Does it Happen? *Horm Res Paediatr*. 2020;93(2):76-84. doi: 10.1159/000508329. Epub 2020 jun. 29. PMID: 32599600
6. Ojeda SR, Lominczy A, Mastronardi C y col. Minireview. The neuroendocrine regulation of puberty: Is the time ripe for a system biology approach? *Endocrinology*. 2006; 147:1166-1174.
7. Livadas S and Chrousos GP. Molecular and Environmental Mechanisms Regulating Puberty Initiation: An Integrated Approach. *Front. Endocrinol*. 2019; 10:828. doi: 10.3389/fendo.2019.00828
8. Sorensen K1, Mouritsen A, Aksglaede L. Recent secular trends in pubertal timing: implications for evaluation and diagnosis of precocious puberty. *Horm Res Paediatr*. 2012;77(3):137-45.
9. Kaplowitz PB, Slora EJ, Wasserman RC, Pedlow SE, Herman-Giddens ME. Earlier onset of puberty in girls: relation to increased body mass index and race. *Pediatrics*. 2001;108(2):347-53. doi: 10.1542/peds.108.2.347. PMID: 11483799.
10. Marshall WA, Tanner JM. Variations of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child*. 1969; 44:291-303
11. Calzada-León Raul. Pubertad, en: Identificación y manejo del niño con talla baja. México: Editorial Intersistemas. 2007 páginas 92-92-97 ISBN 970-655-942-6
12. Lejarraga y col. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Guía para la evaluación del crecimiento Físico 2013
13. Heinrich JJ, Martínez A. Crecimiento normal y patológico en Fisiopatología Molecular y Clínica Endocrinológica. Calandra R S Barontini MB 1ra edición Eli LILLY Interamericana Sucursal Argentina 2015 287-309
14. Bordini B, Rosenfield RL. Normal Pubertal development: Part II: Clinical aspects of puberty. *Pediatr Rev*. 2011;32(7):281-292
15. Prader A. Testicular size: assessment and clinical importance. *Triangle*. 1966; 7:240-243
16. Sepulveda C, Mericq V. Mecanismos reguladores de la pubertad normal y sus variaciones, *Revista Médica Clínica los Condes*. 2011;22(1):27-38
17. Marshall WA, Tanner JM. Variations of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*. 1970; 45:15-23
18. J. Pozo Román, M.T. Muñoz Calvo. Pubertad precoz y retraso puberal. *Pediatr Integral*. 2015; XIX (6):389-410
19. Palmert MR, Dunkel L. Delayed Puberty. *N Engl J Med* 2012; 2:443-453
20. Netchine I, Van der Steen M, López Bermejo A, Koledova E y col. New horizon in short children born small for gestational age. *Front Ped*. 2021; 9:655931
21. Greulich WW, Pyle SI, Waterhouse AM. A Radiographic Standard of Reference for the Growing Hand and Wrist. Chicago. Case Western Reserve University, 1971
22. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N et al. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height. 2nd Edition. London: Academic Press 1983
23. Miranda-Lora A, Torres-Tamayo M, Zurita-Cruz J, Aguilar-Herrera B, Calzada-León R. et al. Diagnóstico de pubertad precoz: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y el tratamiento de la pubertad precoz. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2020;77(Supl 1):7-14