

Características sexuales secundarias

DR. RAÚL CALZADA LEÓN,* DRA. MARÍA DE LA LUZ RUIZ REYES,* DRA. NELLY ALTAMIRANO BUSTAMANTE*

RESUMEN

Durante la pubertad ocurren diversos cambios en las características somáticas que permiten identificar a distancia al individuo con plena capacidad reproductiva y diferenciar los sexos como parte de un proceso filogenético que asegura la reproducción de la especie. Estos cambios, conocidos como características sexuales secundarias, varían en intensidad entre una población y otra; las descritas para la población anglosajona no forzosamente corresponden a las de la población mexicana, particularmente la indígena.

Palabras clave: Pubertad, características sexuales secundarias, menarquia.

ABSTRACT

During puberty, somatic characteristics appear with the purpose of long distance identification of the individuals with plenty reproductive capacity and to distinguish male from female, as part of filogenetic process to assure the specie reproduction. These changes, known as secondary sexual characteristics, show different intensity between one population and another, and those described for North-Europeans differ from the expressed in Mexican population, particularly in indigen people.

Key words: Puberty, secondary sexual characteristics, menarche.

INTRODUCCIÓN

La pubertad, como fenómeno biológico, psicológico y social, presenta características singulares; en condiciones fisiológicas se produce el dimorfismo más acentuado de nuestra especie, es decir, la respuesta específica ante un mismo estímulo en cada género, que determina un fenotipo somático y funcional particular, responsable de condiciones metabólicas y del desarrollo de características sexuales secundarias propias de cada género.

Al iniciarse el período inmediato anterior a la adquisición de la capacidad reproductiva, ocurren modificaciones somáticas que no afectan al proceso intrínseco de la reproducción, pero permiten identificar con certeza y a distancia a los individuos maduros y distinguir a los sexos, cuando aparecen un tamaño, aspecto, proporcionalidad, olor y sonido peculiares y propios de la especie, del género y de la etapa de maduración; el objeto de esto es asegurar

que la conducta y la oportunidad de apareamiento se correlacionen con el grado de maduración gonadal y de la gametogénesis. En el sexo masculino la potencia y profundidad de la voz, el aroma apócrino, el desarrollo de masa muscular, la velocidad de crecimiento y el desarrollo de vello en regiones visibles como la cara, el cuello y las extremidades, permite reconocer a distancia el macho potencialmente fértil; la distribución de la grasa, el aroma apócrino, la modificación del centro del equilibrio para la deambulación bípeda y el desarrollo de las mamas permiten identificar a la hembra fértil. Estos cambios se deben a diferencias cualitativas y cuantitativas de la producción y respuesta hormonal.

Los cambios puberales se presentan en todos los individuos, cuando se alcanza un gradiente de maduración, composición corporal y proporcionalidad similares, e independientes de la edad cronológica.

La intensidad de las manifestaciones puede variar entre una población y otra. Los parámetros de referencia derivan de poblaciones del norte de Europa, pero en la población indígena de Latinoamérica existen variaciones probablemente debidas en parte a la adaptación al ambiente y a nutrición diferente.¹

El primer evento del proceso puberal parece deberse a que la corteza suprarrenal alcanza una maduración que le permite desarrollar la zona reticular y con-

* Servicio de Endocrinología, Instituto Nacional de Pediatría.

Correspondencia: Dr. Raúl Calzada León. Instituto Nacional de Pediatría. Insurgentes Sur 3700 C. Col. Insurgentes Cuicuilco, México, 04530, DF.

Recibido: julio, 2000. Aceptado: noviembre, 2000

vertirse en productora de andrógenos, especialmente de Δ^5 esteroides (dehidroepiandrosterona [DHEA] y sulfato de DHEA) desde los seis o siete años de edad ósea, sin cambios en la producción de cortisol. Esta fase del desarrollo adrenal, denominado adrenarca, se debe a un aumento en la actividad de la enzima 17-20 liasa y en menor grado de la 17- α hidroxilasa, dependientes del citocromo P₄₅₀17. Se desconoce si existe una regulación independiente de la propia glándula adrenal que ponga en marcha la adrenarca, pero no parece que la prolactina, las gonadotropinas hipofisarias ni los esteroides sexuales estén involucrados. La adrenarca es responsable del inicio de la aceleración de la velocidad de crecimiento, de la maduración ósea, de la aparición de vello púbico y posteriormente del axilar y del cambio de aroma de la transpiración. Probablemente también esté involucrada, al menos parcialmente, en el cambio de sensibilidad hipotalámico y el inicio del patrón secretor pulsátil de la hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas hipofisarias (GhRH).

Estas fases del desarrollo fueron descritas por Tanner y Marshall, en población anglosajona, pero se aplican por lo general a todas las poblaciones, aunque pueden existir variaciones menores en cada una de ellas.

Los caracteres sexuales secundarios, como el crecimiento del vello corporal y facial, aumento del tamaño de los genitales externos, aumento de la gravedad de la voz, desarrollo del tejido muscular y el crecimiento de los túbulos seminíferos se deben a la acción de la testosterona, que puede iniciar el proceso de espermatogénesis.^{2,3}

Según Tanner y Marshall, la desviación estándar de la edad de comienzo del desarrollo puberal es de alrededor de un año y el tiempo medio para llegar desde la fase II mamaria hasta la menarquía es de dos a tres años. Cada fase del desarrollo puberal es independiente de las otras; el vello axilar suele aparecer alrededor de la fase IV del vello púbico, pero puede preceder a su aparición. El desarrollo mamario transitorio en adolescentes puede coincidir con la fase IV genital.

SEXO MASCULINO

La evaluación de la maduración del sexo masculino se basa en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios del desarrollo testicular y de la eyaculación.⁴

Las distintas etapas de la maduración de los genitales y del vello púbico se muestran en el cuadro 1 y en las figuras 1 y 2.⁴

La primera manifestación de la pubertad en el sexo masculino es el crecimiento del testículo debido al desarrollo de los conductos seminíferos. Esto es seguido de la aparición del vello púbico y del crecimiento del pene. El crecimiento del vello axilar ocurre generalmente dos años después de la aparición del vello púbico y va seguido de la aparición del vello facial.⁴

El crecimiento del testículo puede medirse por palpación comparativa con el orquidómetro de Prader, que consiste en un conjunto de modelos elipsoides, de volumen conocido. Otro modelo es la rejilla de elipsoides, diseñada por los Dres. Paulino Álvarez Navarro y Carlos Robles Valdés y utilizadas en el Instituto Nacional de Pediatría para medir el volumen testicular en niños mexicanos.



Figura 1. Características del desarrollo genital en varones de acuerdo con Tanner (96).

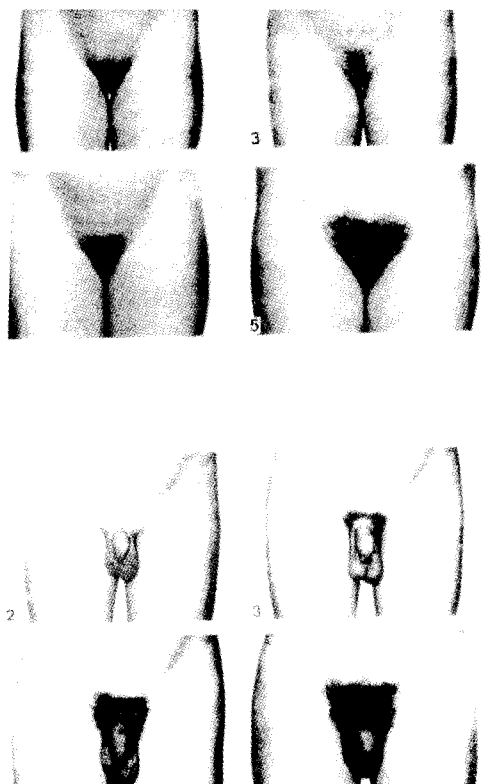


Figura 2. Características del desarrollo del vello púbico en varones y mujeres de acuerdo con Tanner (96).

Los cambios de la voz aparecen en la fase avanzada del crecimiento genital en varones; en mujeres, desde el inicio de la pubertad. La próstata y las vesículas seminales empiezan a crecer a partir del comienzo del desarrollo testicular.^{5,6}

Aumenta la pilosidad en otras regiones corporales:

- a. Cara anterior del tórax, a nivel pectoral, y posterior del tórax a nivel lumbar y sacro. En los varones la cantidad y pigmentación del vello son habitualmente más acentuadas que en las mujeres de su misma familia.
- b. En la cara se pigmenta el vello en la región nasolabial (bigote), tres años después de iniciada la fase acelerada y final de la pubertad; cerca de un año después lo hace a nivel de la rama ascendente del maxilar superior (patillas); finalmente aparece en la rama horizontal de la mandíbula (barba) y región anterior y superior del cuello alrededor de los 18 a 25 años.

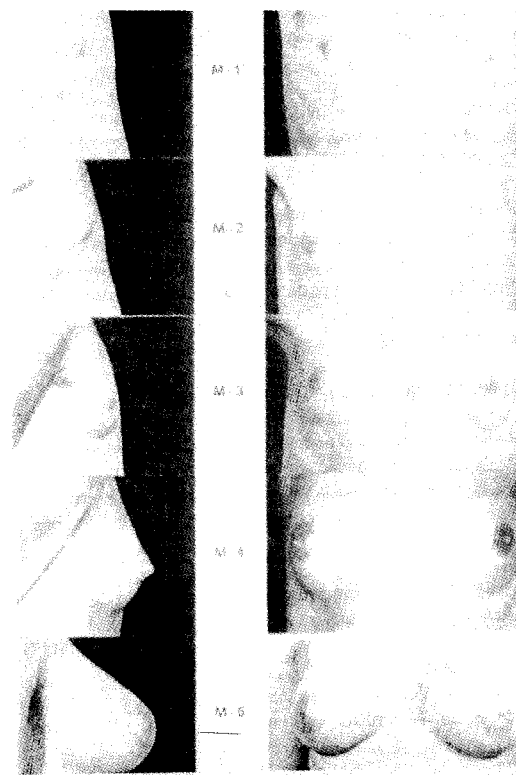


Figura 3. Características del desarrollo mamario en mujeres de acuerdo con Tanner (96).

- c. En las axilas empieza a aparecer vello escaso y delgado a nivel de la línea media axilar; posteriormente se engruesa y pigmenta más; alcanza la línea lateral de las axilas. Tanner ha denominado a estas etapas como II y III, respectivamente.
- d. El vello que constituye las cejas tiende a engrosarse y crecer muy lentamente y continúa durante toda la vida.
- e. Aparece vello en los hombros y parte superior de la espalda y ocasionalmente en los brazos y los muslos.
- f. Aparece vello escaso y poco engrosado a nivel de la primera falange de los dedos de las manos y de los artejos de los pies.

En el varón generalmente ocurre una maduración mamaria incompleta y transitoria que alcanza los estadios II o III descritos para las mujeres por Tanner; se la denomina ginecomastia puberal y se debe a que una propor-

Cuadro 1. Características de desarrollo puberal de acuerdo a Tanner y Marshall

Estadio	Varones		Mujeres	
	Genital	Púbico	Mamario	Púbico
I	Genitales infantiles. Volumen testicular < 4 cc	Ausencia de vello. Inicia pigmentación del vello en el abdomen y las extremidades a partir de los 9 años	Senos preadolescentes, sólo se observa elevación de papilas, y no existe tejido glandular.	Ausencia de vello. Inicia pigmentación del vello en el abdomen y las extremidades a partir de los 7 años
II	Inicia engrosamiento y pigmentación del escroto. Crecimiento longitudinal del pene Erecciones frecuentes Eyaculaciones sin espermatozoides. Volumen testicular: 4-6 cc	Crecimiento disperso del vello a nivel de la base del pene y en el escroto, el cual es fino y poco pigmentado y rizado.	Ligera elevación del contorno de la papila. La areola aumenta muy discretamente diámetro Inicia habitualmente de manera unilateral. Proliferan terminaciones nerviosas libres con parestesia o dolor	Crecimiento disperso del vello largo, fino y ligeramente pigmentado que inicia en la parte interna de los labios mayores.
III	Aumenta pigmentación y rugosidad del escroto. Crecimiento del diámetro del pene. Volumen testicular: 6-12cc	Aumenta pigmentación, densidad y rizamiento del vello. Se extiende por la parte central de la región púbica y hacia la sínfisis del pubis	Se diferencia el pezón, adquiere una coloración más oscura que la de la piel circundante y de la areola, y se acelera la velocidad de crecimiento del busto	Vello más pigmentado, más denso y rizado, que se extiende hacia la sínfisis del pubis, por la región central del abdomen.
IV	Aumenta la pigmentación del escroto. Crecimiento del diámetro y longitud del pene. Diferenciación del glándula Espermarquia. Volumen testicular: 12-16 cc	El vello es de tipo adulto, y alcanza la sínfisis del pubis. Se localiza sólo en la región central del abdomen.	Gran hiperplasia e hipertrofia de la areola, la cual se pigmenta, aumenta rápidamente su diámetro y aparecen los corpúsculos de Morgagni El volumen del busto inicia un crecimiento más acelerado.	El vello alcanza la sínfisis del pubis, pero se localiza sólo en la región central del abdomen.
V	Disminuye hipertrofia del glándula. Testículos > 16 cc Dimensión y proporción madura del pene	La calidad y cantidad del vello púbico alcanza su maduración completa. Se extiende hacia las regiones superior e interna de los muslos y la región anal.	Proporciones finales del pezón y de la areola. El busto continúa aumentando de volumen hasta por 1 a 3 años.	La calidad y cantidad del vello púbico alcanza su maduración completa. Se extiende hacia las regiones superior e interna de los muslos, y hacia la región anal.
VI		El vello se extiende hacia la región umbilical		

ción relativamente alta de andrógenos suprarrenales sufre aromatización en los tejidos periféricos, convirtiéndose a estrógenos. Una vez que la producción de andrógenos testiculares aumenta, la ginecomastia tiende a revertir de manera gradual hasta desaparecer por completo, excepto en quienes mantienen un sobrepeso mayor al 30% durante la pubertad y en aquellos con antecedentes familiares de ginecomastia persistente o en ambos. Existen diferencias en la prevalencia de ginecomastia puberal; es menor en la población indígena latinoamericana que en la de origen sajón y mediterráneo; sin embargo, cuando se presenta, la persistencia hasta la vida adulta tiene una prevalencia mayor al 85% y el volumen generalmente es grande.⁷

Las poblaciones indígenas de América presentan una pilosidad corporal mucho menos acentuada que de poblaciones de origen ario, mediterráneo y árabe. Por ejemplo, el vello púbico tiende a ser menos abundante, grueso y rizado; el vello en el tronco y las extremidades tiende a ser muy escaso o ausente y el facial es menos abundante y más lacio y delgado; se limita sólo a la región labionasal y a la punta del mentón y falta casi totalmente a nivel de las ramas vertical y horizontal de la mandíbula.⁸

Otros cambios secundarios a la respuesta somática a los andrógenos, como la aparición de comedones y acné en la cara y el tronco, la recesión de la línea de implantación del cabello y el engrosamiento de las cuerdas vocales que ocasionan un cambio en el tono de la voz, haciéndola más grave, son mucho menos acentuados en la población indígena.

SEXO FEMENINO

La maduración del sexo femenino se determina por el desarrollo de los senos, la aparición del vello púbico y axilar, así como de la menarquía.

Las modificaciones de la glándula mamaria dependen de la producción de 17- β estradiol ovárico y de la aromatización periférica de los andrógenos adrenales; asimismo, de la sensibilidad de los receptores tisulares para éstos.

Las etapas de desarrollo mamario y púbico descritos en la población sajona se muestran en el cuadro 1 y en las figuras 2 y 3.⁶ En la población indígena latinoameri-

cana hay diferencias en la edad cronológica a la que se inicia y termina el desarrollo mamario, así como en la sensibilidad (cuadro 2). Esto último se fundamenta en que aunque no hay variaciones étnicas estadísticamente significativas en los niveles séricos de estrógenos, en el porcentaje de estradiol libre, ni de su proteína transportadora, hay una diferencia de un año para alcanzar cada uno de los estadios de maduración mamaria; aún así el tiempo para terminar el proceso es similar: 4.1 ± 1.3 años. El 40 a 50% de la población indígena detiene la progresión en la etapa III y sólo avanza hacia la etapa IV durante la primera gestación, para alcanzar el estadio V al término del primer período de lactancia.^{9,10}

El volumen del busto no se relaciona con la capacidad de maduración, sino que está regulado por características genéticas de una de las familias (materna o paterna), e influido por el estado nutricional de la paciente a partir de los siete a ocho años de edad.¹¹

Cuadro 2. Maduración mamaria en la población mexicana y la anglosajona^{9,10}

Estadio	Edad de aparición		% de 17- β estradiol libre	
	Mexicanas	Anglosajonas	Mexicanas	Anglosajonas
Tanner II	10.2 \pm 1.1	11.2 \pm 1.2	1.20	1.08
Tanner III	11.2 \pm 1.2	12.2 \pm 1.2	1.37	1.42
Tanner IV	12.1 \pm 1.2	13.1 \pm 1.2	1.45	1.39
Tanner V	14.3 \pm 1.7	15.3 \pm 1.7	1.52	1.39

En la población indígena de América, es frecuente que el vello púbico sólo alcance la etapa III de Tanner; la progresión a etapas IV y V sólo ocurre en casos de hiperandrogenismo.

La menarquía se presenta cuando se alcanza una masa crítica corporal dependiente del músculo, e independiente del peso, la talla y la edad cronológica.

Los estudios de la Dra. Ramos Rodríguez muestran que en la población mexicana existe una clara correlación entre crecimiento, nutrición y proporcionalidad con la edad cronológica a la que se presenta la menarquía. Esto concuerda con el concepto de la Dra. Rosa Frisch y apoya la existencia de homeorresis. En diversos estudios el peso de 42.2 ± 5.7 kg fue coincidente con la menarquía. Además, dada una misma edad biológica

para la presentación de la menarquía, existe estrecha relación entre el tamaño y el peso y entre el peso y la cantidad de grasa y músculo, pero no entre el peso y la relación de grasa y músculo. Se nota igualmente la falta de dependencia entre la proporcionalidad corporal y el tamaño del cuerpo. La edad promedio a la que se presentó la menarquía en mujeres mexicanas fue de 12 años con 11 meses (155 ± 9 meses).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ducharme JR, Collu R. Pubertal development: Normal. *Endocrinol Metab Clin North Am* 1982;11:57-70.
2. Marshall W. Interrelationships of skeletal maturation: Sexual development and somatic growth in man. *Ann Hum Biol* 1974;1:29-40.
3. Tanner JM. *Growth at adolescence*. London: Scientific Publications, 1962.
4. Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970;45:13-33.
5. Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1970;45:13-33.
6. Tanner JM. Growth and endocrinology of the adolescent. In: Gardner LI (editor). *Endocrine and Genetic Diseases of Childhood*. WB Saunders, 1969.
7. Coyote RN, Calzada León R, Valle GI, Guajardo JM, Rivero EH. Pubertad y crecimiento en la población mexicana. En: Calzada León R (editor). *Fisiología de la pubertad y embarazo/anticoncepción en adolescentes*. Instituto Nacional de Pediatría: México. 1997;pp199-210.
8. Colli AS. Crescimento e desenvolvimento pubertario em crianças e adolescentes brasileiros. *Maturação sexual*. Sao Paulo: Edition Brasileira de Ciencias. 1988.
9. Cusminsky M, Vojkovic MC. Crecimiento y desarrollo. *Manual de la Adolescencia*. Organización Panamericana de la Salud. 1992, N° 20.
10. Zacharias L, Rand WM, Wurtman RJ. Prospective study of sexual development and growth in American girls: The statistics of menarche. *Obstet Gynecol Surv* 1976;31:325-37.
11. Faulhaber J, Sánchez F. Terminando de crecer en México. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 1994.