

# *Curso de Entrenamiento de Medicina Reproductiva y Biología Reproductiva 2004*

## **PUBERTAD**

**Dr. Héctor GIRARD**

Sección Endocrinología

Sección Ginecología Pediátrica

Sección Adolescencia

Cátedra de Ginecología. Facultad de Ciencias Médicas UNR

Sector de Ginecología Hospital de Niños "Víctor Vilela" Rosario

## CRECIMIENTO Y PUBERTAD

El crecimiento humano es el resultado de tres factores: el programa genético, el medio ambiente, y la interacción entre ambos.

Podemos concebir el crecimiento como el resultado de un programa genético que se va expresando a lo largo del eje del tiempo, y que está inmerso en un medio ambiente.

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## DEFINICIÓN

### CAMBIOS FÍSICOS DE LA PUBERTAD

- Caracteres sexuales secundarios femeninos
- Caracteres sexuales secundarios masculinos

# CAMBIOS HORMONALES EN LA PUBERTAD

- **Hormona liberadora de gonadotrofinas**
- **Gonadotrofinas**
- **Esteroides adrenales**
- **Desarrollo del ovario**
- **Desarrollo del testículo**
- **Rol de GH, IGF-I e Insulina**
- **Leptina**

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## DEFINICIÓN

**Pubertad es el estado de maduración física en el cual un individuo deviene fisiológicamente capaz de reproducción sexual.**

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

**Los cambios biológicos incluyen:**

- **factores neurosecretorios y/u hormonales**
- **modulación del crecimiento somático**
  - **comienzo del desarrollo de las glándulas sexuales**

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

- **activación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal:**
- **induce y acrecienta la progresiva secreción hormonal ovárica y testicular**
- **responsable de los profundos cambios biológicos, morfológicos y psicológicos a los cuales está sujeto el adolescente**
- **producción de esteroides sexuales:**
- **aparición y mantenimiento de las características sexuales**
- **capacidad de reproducción**

# CAMBIOS FÍSICOS EN LA PUERTAD

**La pubertad continúa a traves de cinco estadios desde la niñez hasta la madurez(G1 a G5). En ambos sexos, estos estadios reflejan las modificaciones progresivas de los genitales externos y del pelo sexual. Los caracteres sexuales secundarios aparecen en una edad media de 10,8 años en mujeres y 11,8 y 12,5 años en varones. (República Argentina)**

Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo, GUÍAS para la EVALAUCIÓN del CRECIMIENTO 2ª edición, 2001 .

# **GRADOS DE DESARROLLO DE MAMAS MUJER**

**G1 Prepuberal: solamente elevación del pezón**

**G2 Mamas en etapa de botón; elevación de la mama y pezón en forma de pequeño montículo**

**G3 Mayor agrandamiento de la mama y la areola, sin separación de sus contornos**

**G4 Proyección de la areola y pezón para formar un montículo secundario por encima del nivel de la mama**

**G5 Etapa de madurez: proyección del pezón solamente debido a la recesión de la areola al nivel de la piel de la mama**

Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Guías para Evaluación del Crecimiento, 2ª edición, 2001

# **GRADOS DE DESARROLLO DEL VELLO PUBIANO MUJER**

- **G1 Prepuberal: El vello sobre el pubis es igual al de la pared abdominal, es decir no hay vello pubiano.**
- **G2 Crecimiento de vellos largos suaves y ligeramente pigmentados, lacios o levemente rizados, principalmente a la largo de los labios mayores.**
- **G3 El vello es considerablemente más oscuro, áspero y rizado. Se extiende en forma rala sobre el pubis.**
- **G4 Vello de tipo adulto pero la superficie cubierta es menor que en el adulto**
- **G5 Vello adulto en calidad y cantidad, con límite superior horizontal**

Ref Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Guías para Evaluación del Crecimiento. 2ª edición. 2001

# **GRADOS DE DESARROLLO PUBERAL (MUJER)**

**G1 Prepuberal**

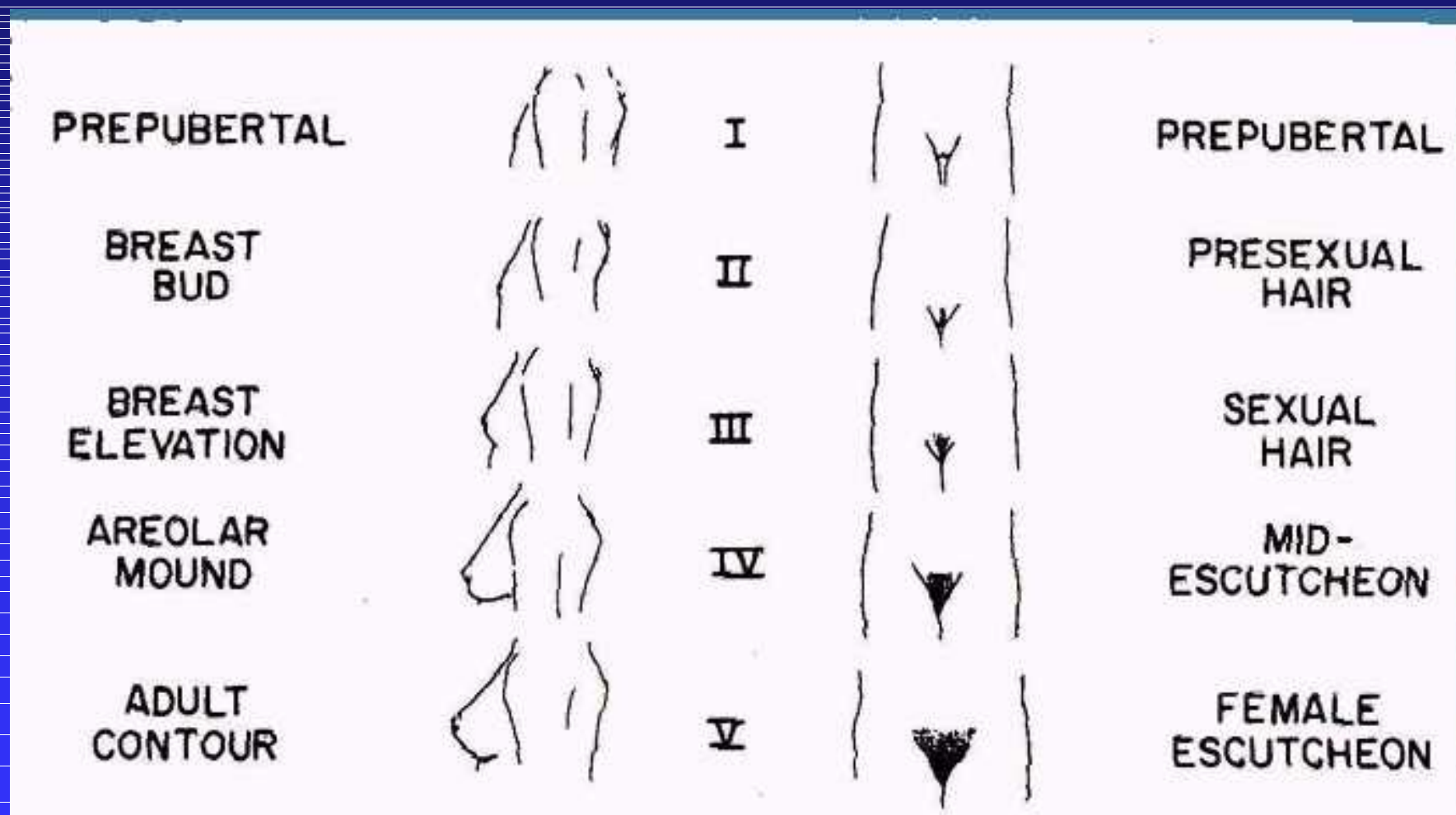
**G2 Desarrollo temprano de tejido retroareolar +/- pequeñas cantidades de pelo pubiano y axilar**

**G3 Aumento de tamaño del tejido mamario palpable, aumento de la cantidad de pelo pubiano y axilar oscuro**

**G4 aumento de tamaño mamario y retroareolar que protrude sobre el nivel de la mama, pelo pubiano adulto**

**G5 Estadío adulto, pelo pubiano arriba del muslo**

# ESTADIOS PUBERALES (TANNER) MUJER



# TEJIDO ADIPOSO ESTEROIDEOGÉNESIS

Localización	Estrona (Pg/g/90')
Abdominal	1,1 - 27
Axilar	4,3 - 100
Mamario	
Superficial	2,9 - 7,3
Profundo	1,3 - 6,1

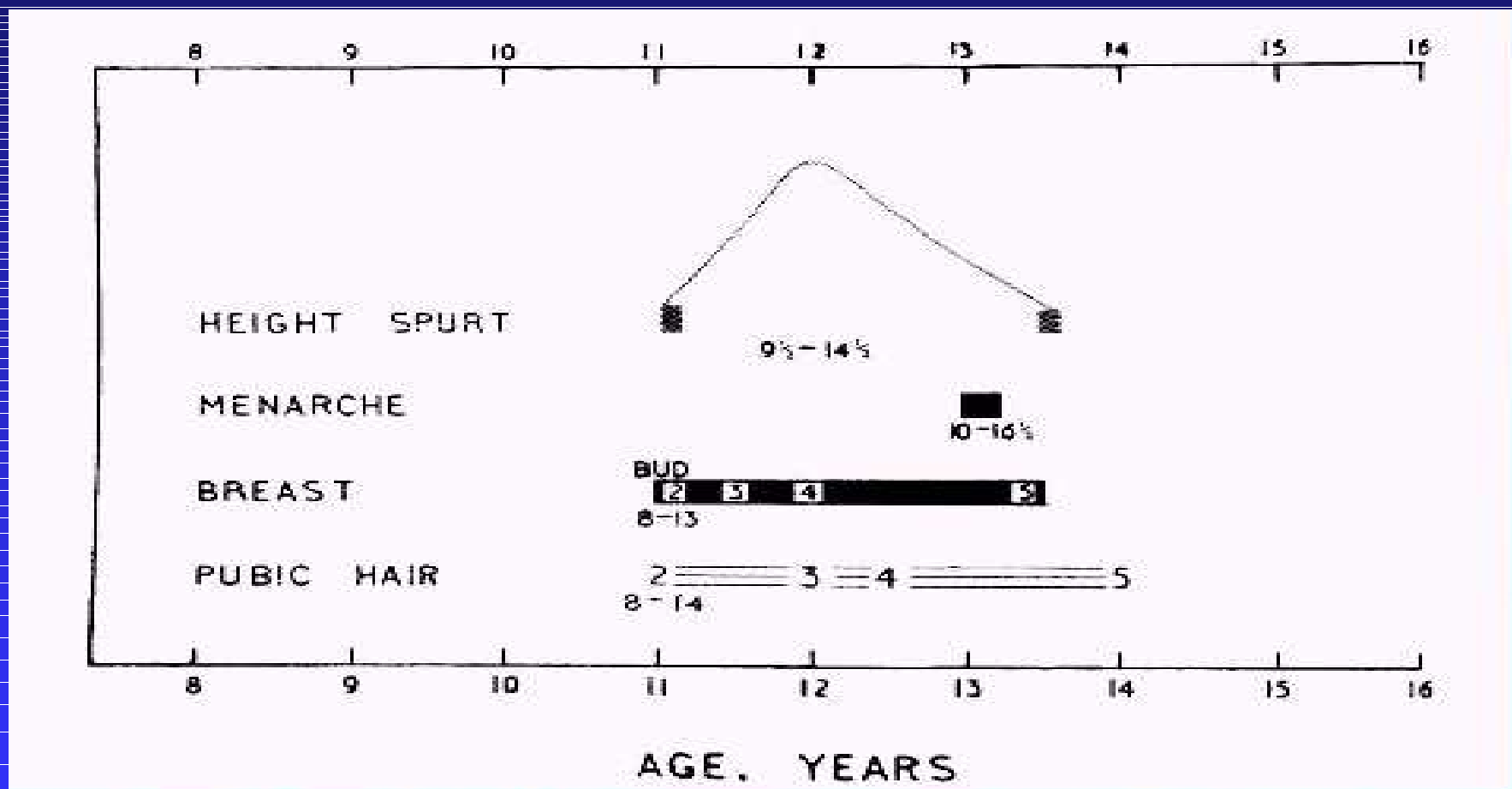
Ref. Nemrod A, Ryan KJ. J Clin Endocrinol Met 40:367,1975

# TEJIDO ADIPOSO COMPOSICIÓN CORPORAL Y PUBERTAD FEMENINA

	Compartimento(%)	
	Adiposo	Magro
Menarca	17	83
Ciclos menstruales regulares	22	78

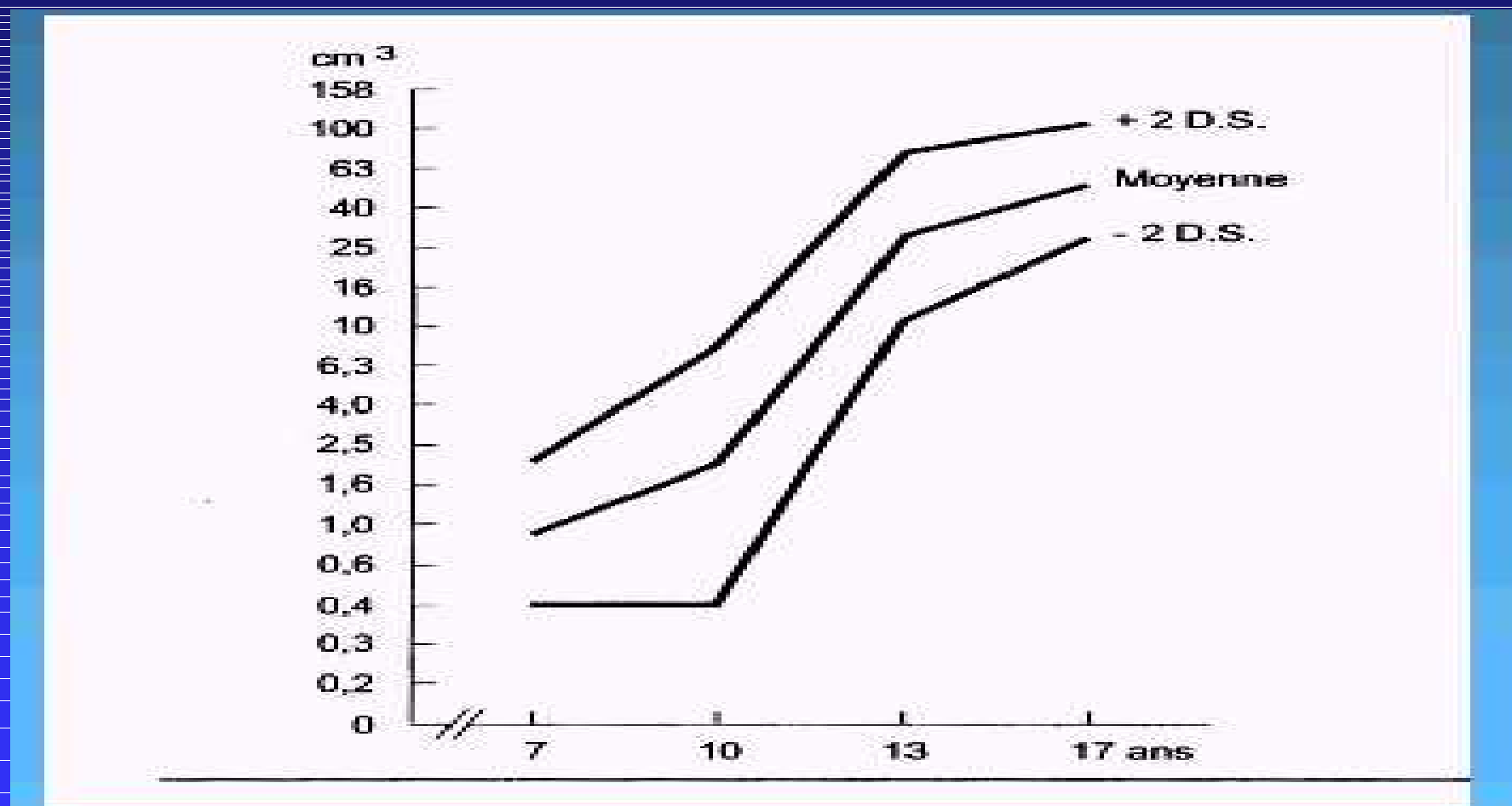
Ref. Rosembaum M, Leibel RL. Pediatrics in Review 11:43,1990

# CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS



From Marshall WA, Tanner JM, ArchDis Child 1969.

# CRECIMIENTO DEL ÚTERO



From Ivarsson SA et al., Arch Dis Child 1983.

## **DESARROLLO DEL ÚTERO**

**El útero prepuberal es en forma de gota; el cuello y el istmo representan las dos terceras partes del volumen uterino ; luego, con la producción de estrógenos, adquiere la forma piriforme con el cuerpo aumentado de longitud y espesor proporcionalmente más que el cuello.**

# DESARROLLO OVÁRICO: I

Los niveles crecientes de gonadotrofinas plasmáticas estimulan al ovario para producir cantidades crecientes de estradiol. El estradiol es responsable del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, como crecimiento y desarrollo de las mamas y los órganos reproductivos, distribución de la grasa (caderas, mamas), y la maduración ósea. La maduración del ovario en la adolescente se correlaciona bien con la secreción de estradiol y los estadios de la pubertad

## **DESARROLLO OVÁRICO: 2**

**En la prepubertad el tamaño ovárico se extiende desde 0,3 a 0,9 cm<sup>3</sup>. Más de 1.0 cm<sup>3</sup> indica que se ha iniciado la pubertad.**

**Durante la pubertad el tamaño ovárico aumenta rápidamente hasta alcanzar el volumen post puberal medio de 4,0cm<sup>3</sup> (1,8 a 5,3 cm<sup>3</sup>)**

## **MENARCA**

**Durante la pubertad los niveles plasmáticos de estradiol fluctúan ampliamente reflejando probablemente ondas sucesivas de desarrollo folicular que fallan para alcanzar el estadio ovulatorio. El endometrio es afectado por esos cambios y experimenta ciclos de proliferación y regresión hasta que se alcanza un crecimiento sustancial y la caída de los estrógenos resulta en la primera menstruación(**menarca** )**

# OVULACIÓN

Los niveles plasmáticos de testosterona también aumentan en la pubertad aunque no tan marcados como en el varón. La progesterona plasmática permanece en niveles bajos aun cuando hayan aparecido los caracteres sexuales secundarios. Un aumento de progesterona después de la menarca es indicativo de que ha ocurrido ovulación. La **primera ovulación** no tiene lugar, en general, hasta 6-9 meses después de la menarca porque no se ha desarrollado el mecanismo de feedback positivo de los estrógenos. Aunque se han observado embarazos inmediatamente después de la menarca y aún en la premenarca.

# CICLO MENSTRUAL

## Menstruación

Hemorragia de origen uterino,  
cíclica, predecible;

por disgregación de la capa funcional del  
endometrio como consecuencia de un ciclo  
ovárico bifásico, con eliminación de 50 a  
80 ml de sangre incoagulable.

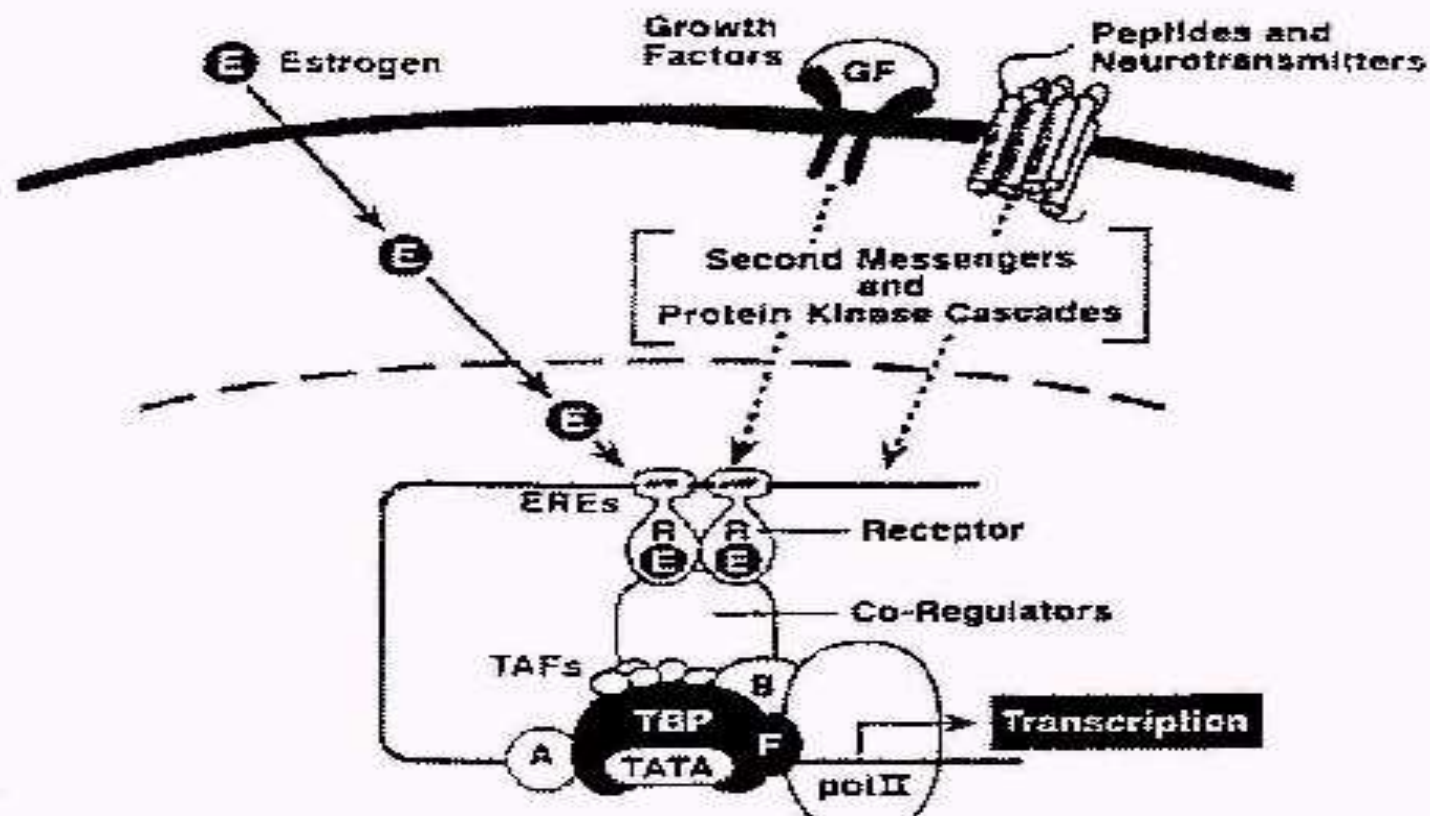
Duración: 2 a 7 días.

# CICLO MENSTRUAL

## Ciclos anovulatorios

■ 15-19 años	15%
■ 20-24 años	9,4%
■ 25-30 años	4,5%

# ESTRÓGENOS



From Katzenellenbogen BS. Soc Gynecol Invest 2000.

# CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS FEMENINOS

Si el desarrollo mamario, del pelo pubiano, axilar y las menstruaciones ocurren más temprano que las variaciones normales desde la media, se utilizan los términos telarca, pubarca, adrenarca y menarca prematura

# DESARROLLO DE GENITALES NIÑOS (TANNER)

**Grado 1 Prepuberal:** testículo, escroto y pene son del mismo tamaño y proporciones que en la primera infancia, longitud testicular menor de 2.5cm

**Grado 2:** Agrandamiento del escroto y testículos. La piel del escroto se congestiona y cambia de textura. Poco o ningún agrandamiento del pene.

**Grado 3:** Agrandamiento del pene sobre todo en longitud. Continúa el desarrollo de los testículos y escroto.

**Grado 4: Aumento del tamaño del pene, crece en diámetro, y desarrollo del glande; la piel del escroto se oscurece.**

**Grado 5: Los genitales son adultos en tamaño y forma.**

**Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo, GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO, 2ª edición 2001**

# GRADOS DEL DESARROLLO DEL VELLO PUBIANO. NIÑOS

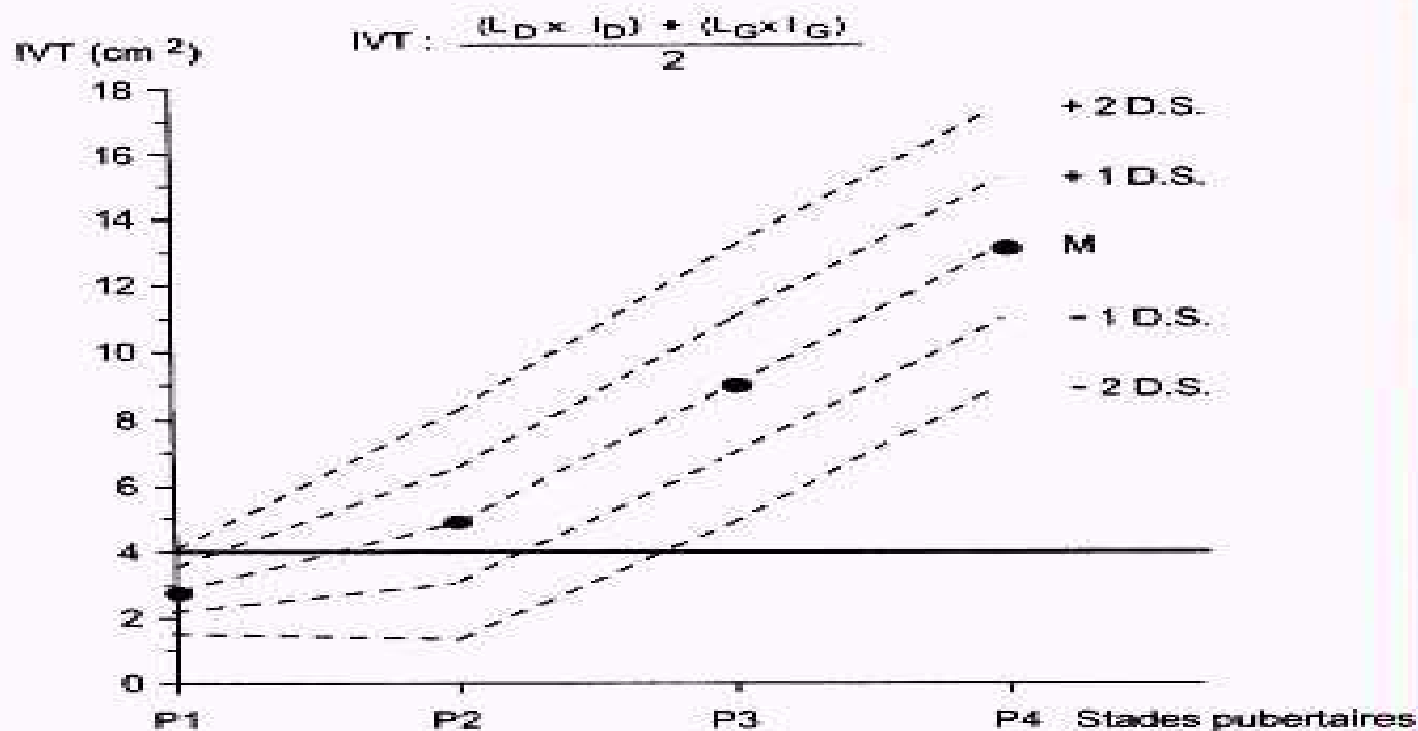
- Grado 1 prepuberal: El vello sobre el pubis es igual al de la pared abdominal, no hay vello pubiano.
- Grado 2: Crecimiento de vellos largos, suaves y ligeramente pigmentados lacios o levemente rizados, principalmente en la base del pene.
- Grado 3: El vello es considerablemente más oscuro, áspero y rizado. Se extiende en forma rala sobre el pubis.
- Grado 4: Las características del vello son del tipo adulto pero la superficie cubierta es todavía menor que en el adulto . No hay extensión a la superficie medial de los muslos.
- Grado 5: Vello adulto en calidad y cantidad. Extensión hasta hasta la superficie medial de los muslos.
- Grado 6: Extensión hasta la línea alba.
- Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición 2001

# PUBERTAD: VARÓN

## Desarrollo Sexual Secundario

- **la cinética del del crecimiento aumenta desde la pubertad temprana**
  - **la máxima velocidad de crecimiento es alcanzada alrededor de los 14 a 15 años de edad**
  - **los testículos aumentan de tamaño principalmente a expensas de los túbulos seminíferos**
  - **las células intersticiales (Leydig) se desarrollan y aumentan la síntesis y secreción de testosterona**
- **un volumen testicular de 4 ml o un diámetro longitudinal mayor o igual a 2,5 cm y un aumento progresivo de los pliegues y pigmentación escrotales constituyen los **primeros signos** de pubertad**

# CRECIMIENTO TESTICULAR



Burr IM, Sizonenko PC, *Pediatr Res* 1970.

## **DESARROLLO TESTICULAR: 1**

**El aumento de tamaño testicular observado durante la prepubertad y la pubertad proviene esencialmente del desarrollo de los túbulos seminíferos bajo el efecto estimulante de la FSH. El volumen testicular aumenta a lo largo de la pubertad hasta estadio 4 de Tanner cuando se alcanza un diámetro longitudinal de  $5,0 \pm 0,5$  cm o un volumen de  $17,6 \pm 4,0$  ml.**

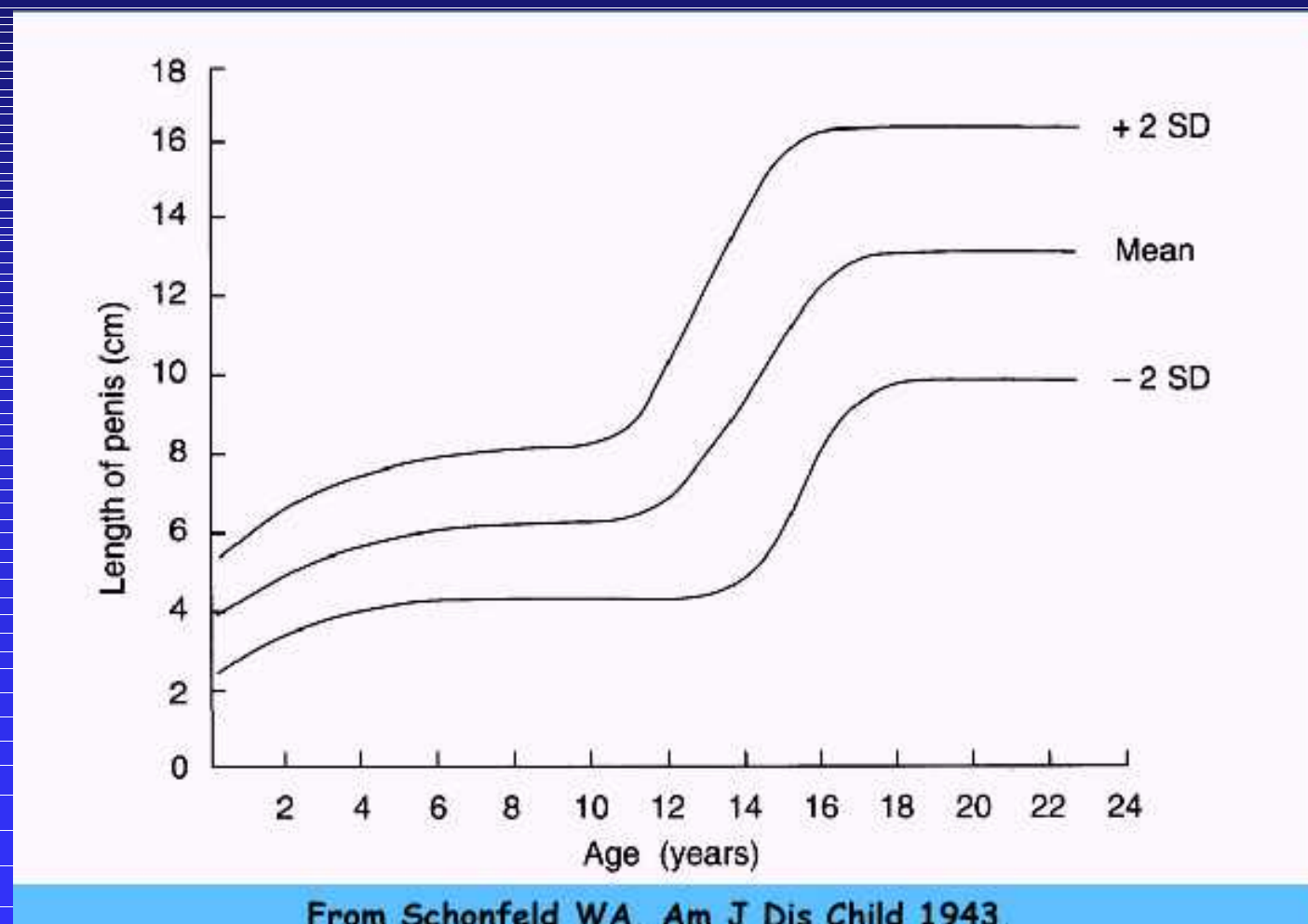
## **DESARROLLO TESTICULAR: 2**

**La secreción pulsátil de LH induce la diferenciación de las células intersticiales en células de Leydig secretoras de testosterona , las cuales, a su vez ejercen un retrocontrol negativo sobre la secreción de LH. Con el progreso de la pubertad se inicia la espermatogénesis luego sostenida por FSH y por testosterona producida por las células de Leydig bajo el control de LH.**

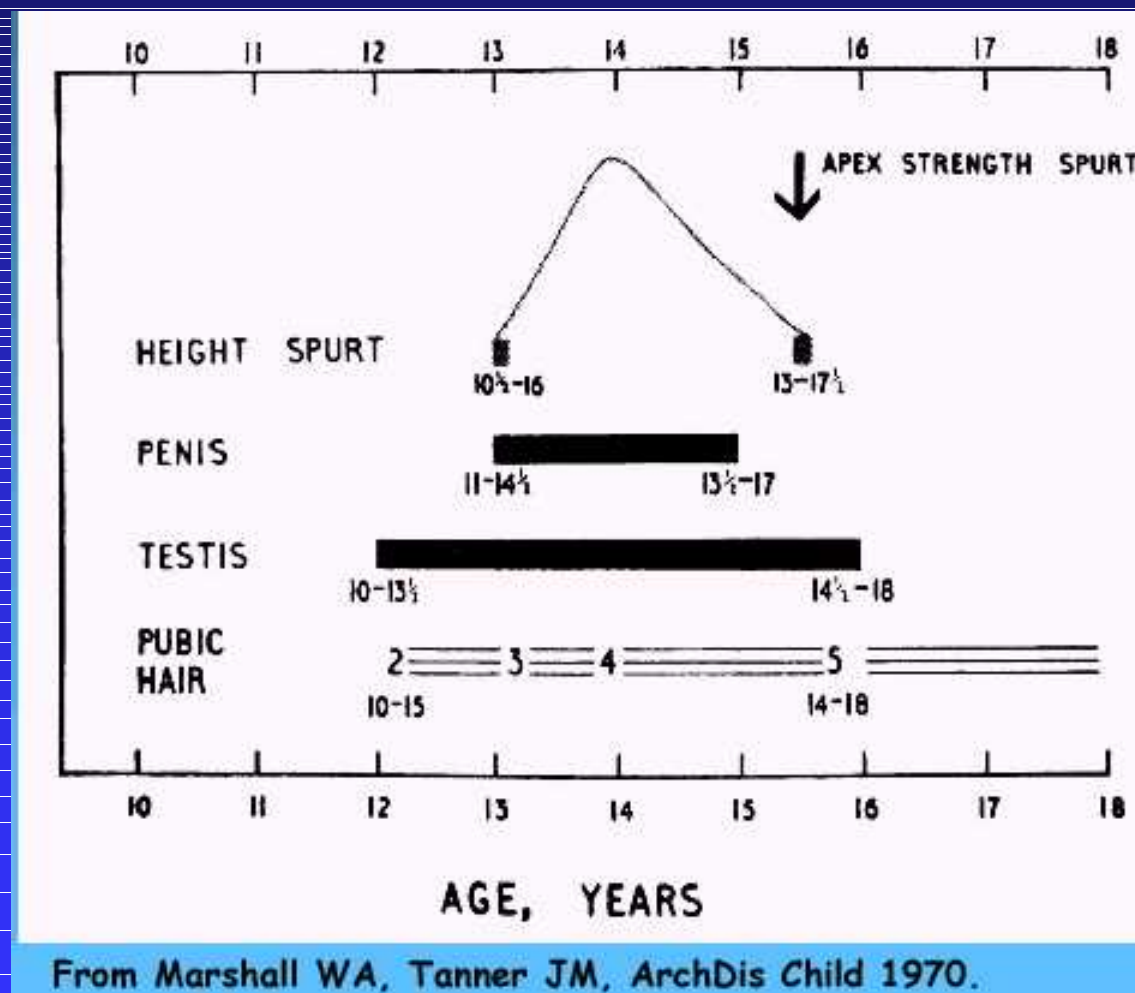
## **DESARROLLO TESTICULAR: 3**

**Un aumento significativo de testosterona plasmática se observa solamente entre los estadios puberales T3 y T4. La dihidrotestosterona muestra un patrón similar al de la testosterona, y la relación de dihidrotestosterona a testosterona disminuye gradualmente hasta la adultez, cuando los niveles de dihidrotestosterona representan el 10% de los de la testosterona.**

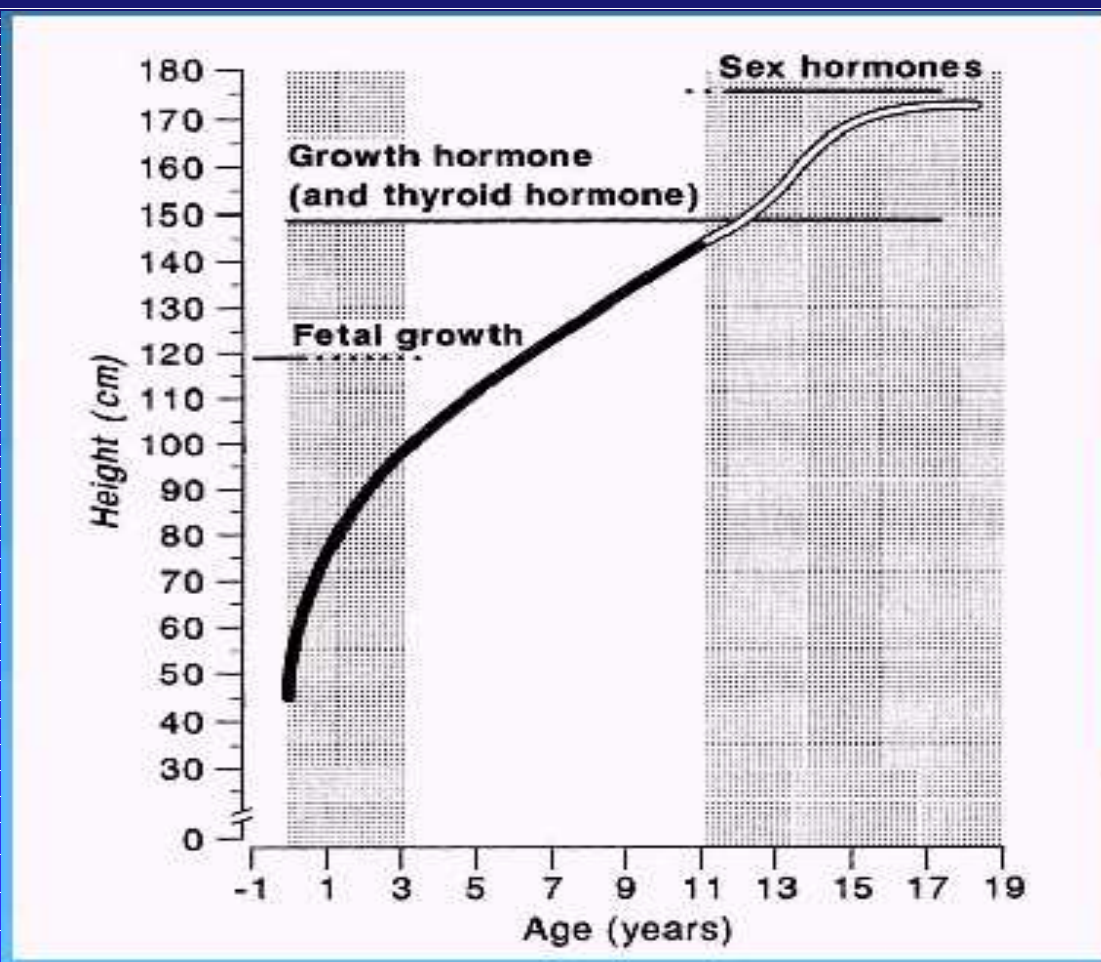
# CRECIMIENTO DEL PENE



# CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS

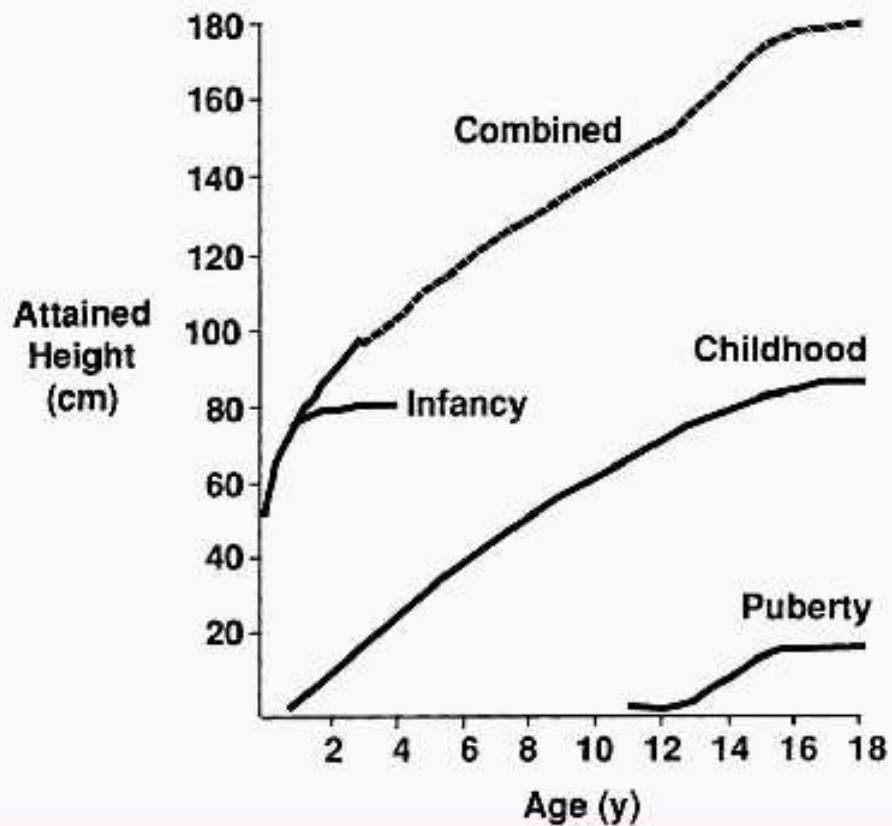


# EMPUJE DE CRECIMIENTO PUBERAL



From Grumbach MM et al.  
Williams Textbook of  
Endocrinology 10th  
edition.

# EMPUJE DE CRECIMIENTO PUBERAL



From Grumbach MM et al.  
Williams Textbook of  
Endocrinology 10th  
edition.

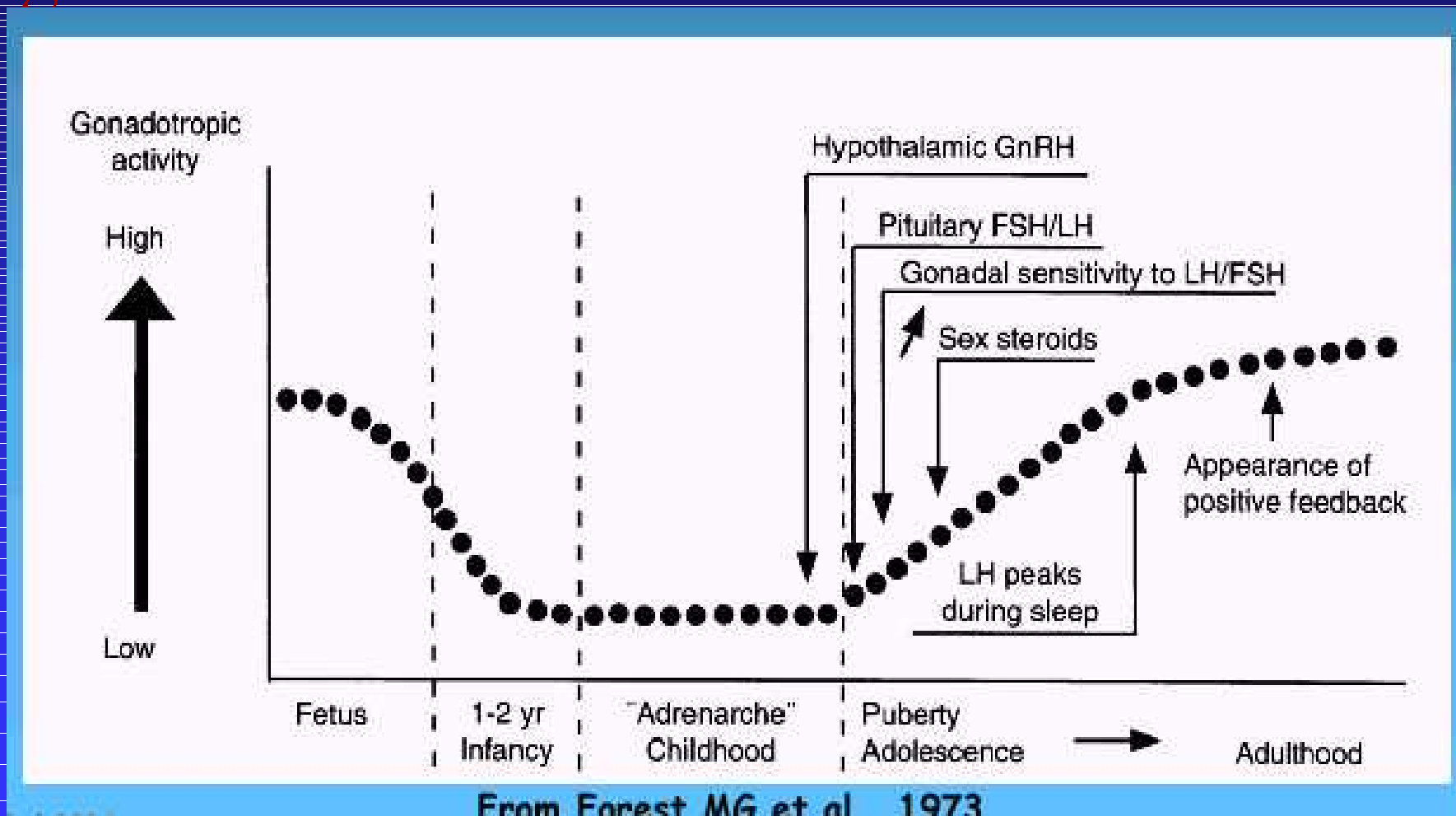
# VELOCIDAD DE TALLA



From Grumbach MM et al.  
Williams Textbook of  
Endocrinology 10th  
edition.

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## Activación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal



# EDAD ÓSEA

- La pubertad se completa habitualmente dentro de los 3 a 4 años desde su comienzo, y la talla final es la resultante de la fusión completa del cartílago de crecimiento epifisario que se produce aproximadamente dos años después de la menarca.

# EDAD ÓSEA

- La estimación del grado de madurez puede ser calculada por medio de radiografías (edad ósea) evaluando los centros de osificación que luego se comparan con la edad cronológica del niño. Se recomiendan el método de Greulich y Pyle (atlas de radiografías en distintas etapas madurativas) y el de Tanner y Whitehouse (se asigna a cada hueso un puntaje proporcional a cada estadio madurativo) en radiografía de mano y carpo izquierdo de frente.

Ref. Greulich WW , Pyle SI eds. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford University Press 1959

Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height. Acad Press, 1975

# **PUBERTAD**

**La Pubertad es considerada precoz si estos cambios se observan antes de los 8 años de edad en mujeres y 9 años de edad en varones; y es considerada retrasada cuando tales cambios no ocurren antes de los 13 años de edad en niñas y 14 años de edad en varones (Europa).**

# CRONOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## Niñas

- aceleración de la tasa de crecimiento
- desarrollo de las mamas (telarca)
- desarrollo del pelo pubiano (pubarca)
- desarrollo del pelo axilar (axilarca)
- menarca

# **DESARROLLO PUBERAL CRONOLOGÍA (Mujeres)\***

**Comienzo de la Pubertad: 10.9 años (8.5- 13.3 años)**

**Pico de empuje puberal: 12.2 años**

**Años de Pubertad: 2- 3 años**

**Menarca: 12.9 años (10- 15 años)**

**\*Ref. Datos de la Organización Mundial de la Salud**

# CRONOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## Varones

- Aumento de tamaño testicular
- Aumento de la longitud del pene
- Pelo pubiano
- Aumento de la velocidad de crecimiento
- Pelo axilar
- Modificación del tono de la voz

## DESARROLLO PUBERAL CRONOLOGÍA (Varones)\*

- Comienzo de la pubertad: 11,2 años (9,2-14,2)
- Pico de crecimiento: 13,9 años
- Años de pubertad: 3-5 años
- Modificación de la voz: 14,6 años (12-17)
- \*Ref. datos de la Organización Mundial de la Salud

# PUBERTAD

“La Organización Mundial de la Salud recomienda que cada país cuente con estándares nacionales de crecimiento; esta recomendación ha sido reforzada con otra conjunta con la FAO, y por recomendaciones hechas por autoridades científicas internacionales.”

Ref. -WHO. Report on de second session of the joint FAO/WHO Experts Committee on Nutrition . WHO tecnical report series N44, 1951.

-Tanner JM. Use and abuse of growth standards. En TannerJM, Falkner F.

Human Growth. Lomdon: Plenum Press, 95-108:1986

# **SECUENCIA DE EVENTOS PUBERALES. MUJERES (República Argentina)**

**Mamas (Telarca) 10.8 años (8.3 - 13.3)**

**Vello pubiano (Pubarca) 11 años (7,5 - 14,5)**

**Años de Pubertad 2- 3 años**

**Menarca 12.5 años (10,1 - 14,9)**

**Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y  
Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO. 2ª edición  
, 2001**

# ESTATURA DE NIÑAS ARGENTINAS

Datos numéricos del centilo 50 y desvío standard para cada edad

Edad	P50	DS
8 años	124,1	5,68
10 años	134,4	6,80
12 años	147,1	8,55
14 años	157,3	6,50

Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición ,2001

# **PESO DE NIÑAS ARGENTINAS**

## **Datos numéricos del centilo 50 y desvío standard para cada edad**

<b>Edad</b>	<b>P50</b>	<b>DS Hemidistri- bución inferior</b>	<b>DS Hemidistri- bución superior</b>
<b>8 años</b>	<b>25,50</b>	<b>3,40</b>	<b>5,15</b>
<b>10 años</b>	<b>32,00</b>	<b>4,68</b>	<b>6,96</b>
<b>12 años</b>	<b>41,70</b>	<b>6,75</b>	<b>9,14</b>
<b>14 años</b>	<b>49,10</b>	<b>6,28</b>	<b>9,62</b>

**Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición , 2001**

# **SECUENCIA DE EVENTOS PUBERALES. VARONES (República Argentina)**

**Tamaño testicular 4 ml 11,5 años (9,5 - 13,5)**

**Pelo pubiano 2 12,5 años (10,5 - 14,5)**

**Genitales 2 11,8 años (8,9 - 14,7)**

**Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS  
para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO. 2ª edición , 2001**

# ESTATURA DE NIÑOS ARGENTINOS

**Datos numéricos del centilo 50 y desvío standard para cada edad**

<b>Edad</b>	<b>P50</b>	<b>DS</b>
<b>8 años</b>	<b>125,90</b>	<b>5,40</b>
<b>10 años</b>	<b>135,90</b>	<b>6,30</b>
<b>12 años</b>	<b>145,20</b>	<b>7,20</b>
<b>14 años</b>	<b>158,60</b>	<b>8,50</b>

Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición ,2001

# PESO DE NIÑOS ARGENTINOS

Datos numéricos del centilo 50 y desvío standard para cada edad

<b>Edad</b>	<b>P50</b>	<b>DS Hemidistri- bución inferior</b>	<b>DS Hemidistri- bución superior</b>
<b>8 años</b>	<b>25,60</b>	<b>3,10</b>	<b>5,00</b>
<b>10 años</b>	<b>31,50</b>	<b>3,99</b>	<b>6,75</b>
<b>12 años</b>	<b>38,40</b>	<b>5,40</b>	<b>9,88</b>
<b>14 años</b>	<b>50,00</b>	<b>8,50</b>	<b>12,38</b>

Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición , 2001

# INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)

$$\text{peso(kg)/talla (m)}^2$$

Definición antropométrica de sobrepeso y obesidad, y su asociación con riesgo de salud.

Se ha alcanzado una nueva definición (punto de corte) de sobrepeso y obesidad para niños y adolescentes de ambos sexos, basada en el conjunto de datos provenientes de seis regiones de la tierra, que se consideran adecuadamente representativas.

Se definieron los valores de IMC para cada sexo entre 2 y 18 años que se corresponden con los valores de 25 kg/m<sup>2</sup> y 30 kg/m<sup>2</sup> del adulto considerados como puntos de corte de sobrepeso y obesidad.

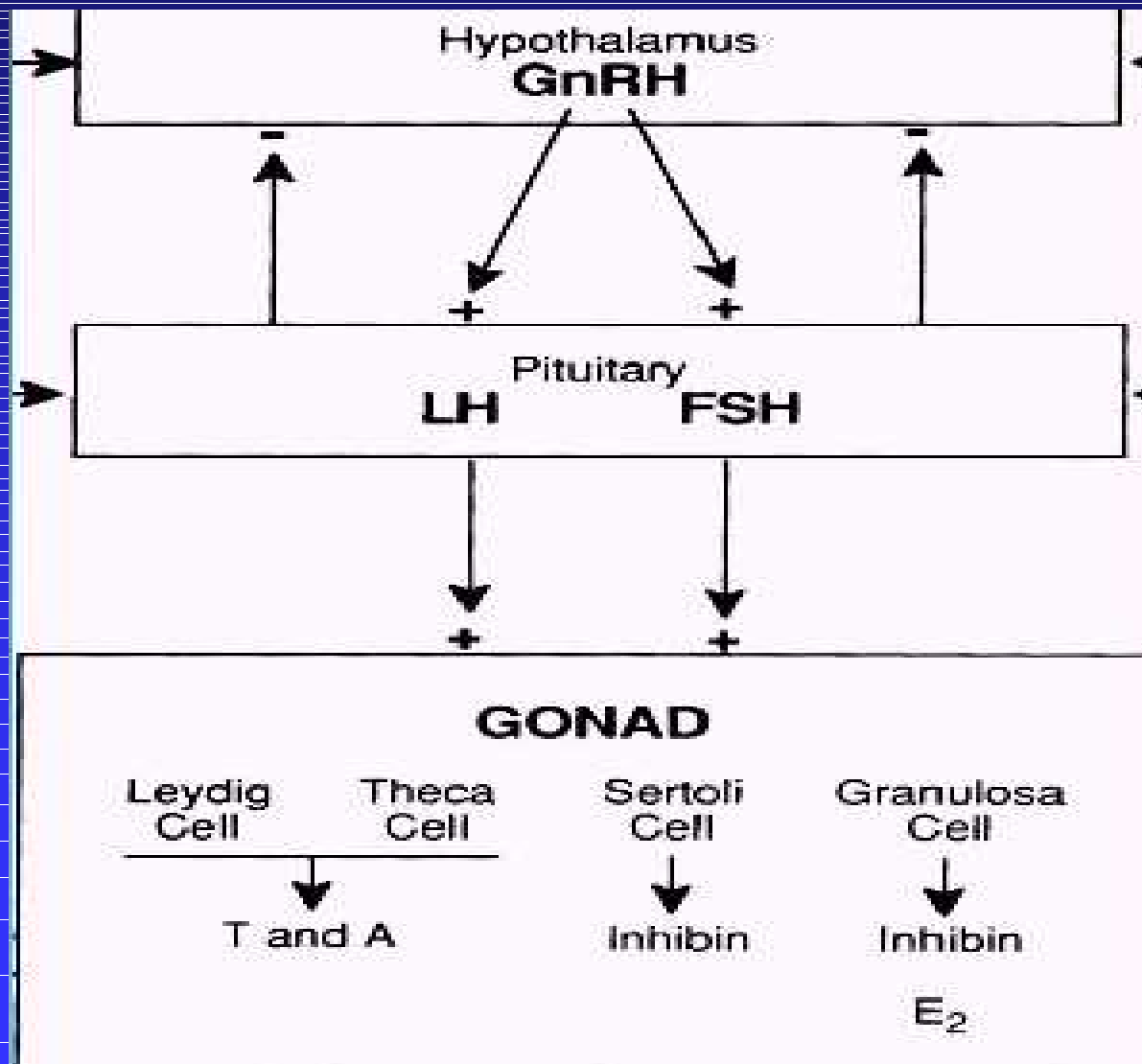
# ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC)

Edad (años)	IMC 25 kg/m <sup>2</sup>		IMC 30 kg/m <sup>2</sup>	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas
8	18,4	18,0	20,1	20,1
10	19,8	19,9	24,0	24,1
12	21,2	21,7	26,0	26,7
14	22,6	23,3	27,6	28,6
16	23,9	24,4	28,9	29,4

Cole TJ et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 320:1240-43, 2000

# FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

## Activación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal



## **CAMBIOS HORMONALES:**

### **Hormona liberadora de gonadotrofinas 1**

**En niños prepuberales no se observa una respuesta significativa de hormona luteinizante (LH) u hormona folículoestimulante (FSH) a la administración intravenosa o subcutánea de GnRH. Durante la adolescencia, la respuesta de LH al GnRH aumenta progresivamente en ambos sexos. El aumento de FSH es mucho menos marcado que la de LH. El mecanismo disparador primario que inicia la activación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal en la pubertad es todavía hipotético.**

## **CAMBIOS HORMONALES:**

### **Hormona liberadora de gonadotrofinas 2**

**Uno de los mecanismos neuroendocrinos importantes que controla el comienzo de la pubertad es probablemente un aumento en la frecuencia de pulsos de GnRH estimuladores de la hipófisis. Cualquiera sea el mecanismo, el proceso no es abrupto sino que se desarrolla durante varios años, como se evidencia por el lento aumento de las concentraciones plasmáticas de las gonadotrofinas y estrógenos o testosterona.**

# CAMBIOS HORMONALES:

## Hormona liberadora de gonadotrofinas 3

1. Uno de los factores involucrados en activar la secreción de GnRH es el gen GPR54, que codifica una proteína G acoplada al receptor.
2. Mutaciones humanas halladas en el hipogonadismo hipogonadotrófico .
- 3- Defectos en la migración y/o diferenciación final de las neuronas en el hipotálamo.
- 4- Modulación de actividad GnRH
5. GPR54 regula la liberación de GnRH a nivel hipotalámico.

Ref. Seminara SB, et al. NEJM, 2003.

# CAMBIOS HORMONALES:

## Gonadotrofinas I

El primer cambio biológico demostrable en la pubertad es la aparición de liberación pulsátil de LH durante el sueño. Con el progreso de la pubertad la frecuencia y amplitud de los picos secretorios de LH aumentan, aunque se observan también picos durante el período de vigilia. Al final de la pubertad la diferencia entre los patrones secretorios de sueño y vigilia desaparecen.

# CAMBIOS HORMONALES:

## Gonadotrofinas 2

En **niñas**, los niveles circulantes de FSH aumentan progresivamente entre los 10 y 11 años de edad (estadio G2), aproximadamente un año antes de la de LH. Posteriormente, las gonadotrofinas continúan aumentando durante la pubertad, pero se observan importantes fluctuaciones en relación con el ciclo menstrual .

# CAMBIOS HORMONALES:

## Gonadotrofinas 3

En niños, un aumento significativo de FSH y LH plasmáticas se observa desde el comienzo de la pubertad (estadio G2) relacionado con el aumento rápido del tamaño testicular característico de este estadio puberal. Un ulterior aumento significativo de las gonadotrofinas circulantes se observa en la pubertad tardía (estadios G4 y G5).

# CAMBIOS HORMONALES:

## Esteroides Adrenales 1

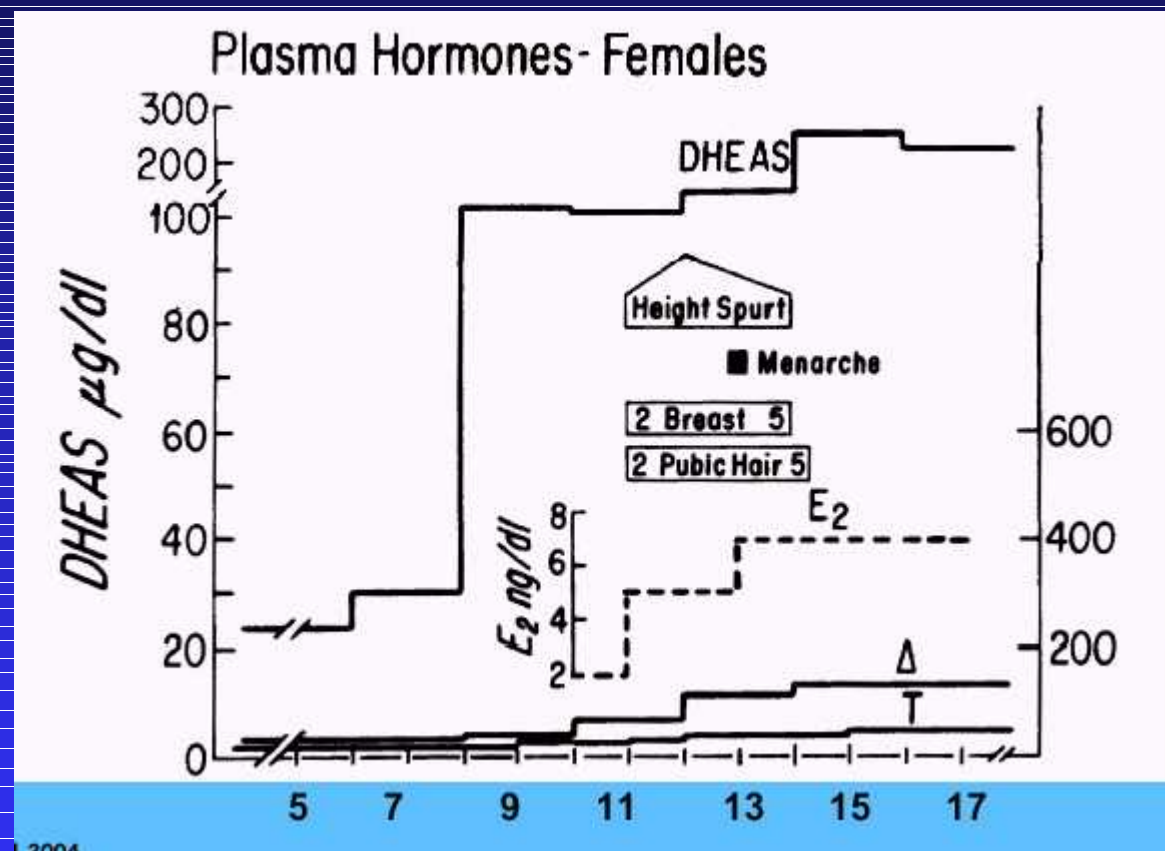
Los Andrógenos adrenales varían desde la infancia hasta la adolescencia. Este fenómeno es llamado **adrenarca**. En **niñas**, la dehidroepiandrosterona (DHEA) y la dehidroepiandrosterona-sulfato (DHEA-S) aumentan a partir de los 6 a 7 años de edad; y dentro de los dos años siguientes se observa un aumento concomitante de androstenediona

# CAMBIOS HORMONALES :

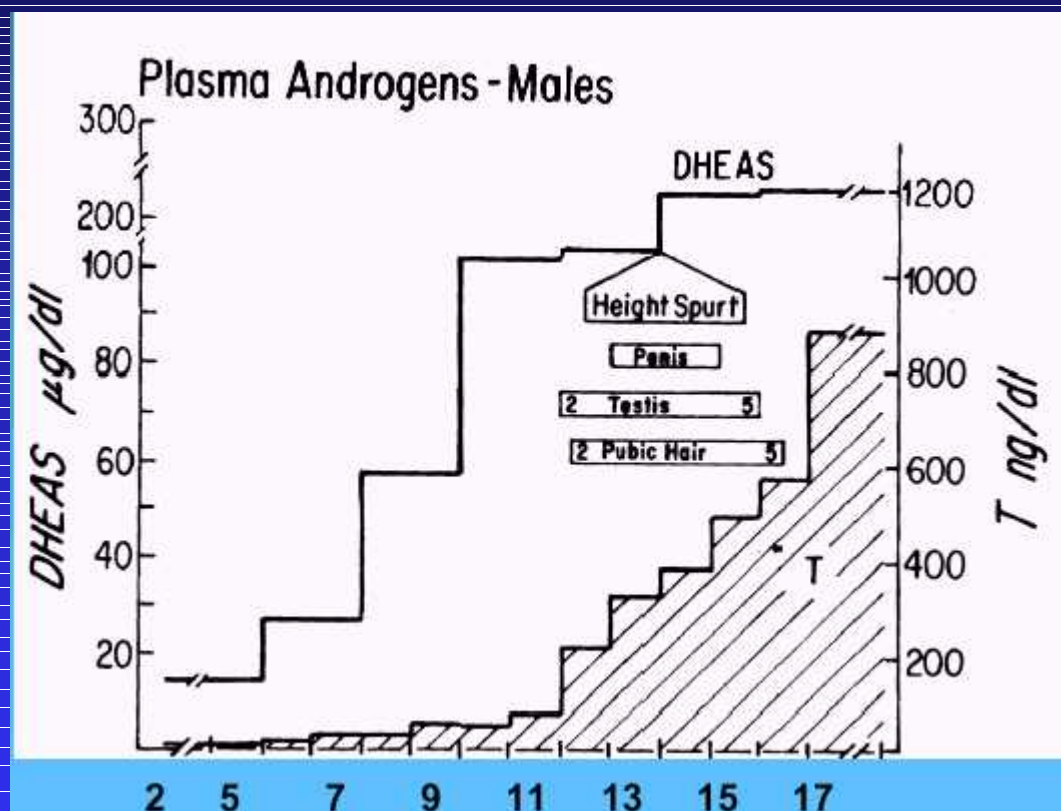
## Esteroides Adrenales 2

En varones DHEA y DHEA- S aumentan entre los 8 y 9 años de edad, seguido por androstenediona 1 a 2 años más tarde. La adrenarca comienza antes del aumento de la secreción de gonadotrofinas. Los andrógenos adrenales son responsables de la aparición del pelo axilar y, en parte, por la aparición del pelo pubiano en la adolescencia; sin embargo no parecen jugar un rol decisivo en determinar el inicio de la pubertad.

# CAMBIO HORMONALES

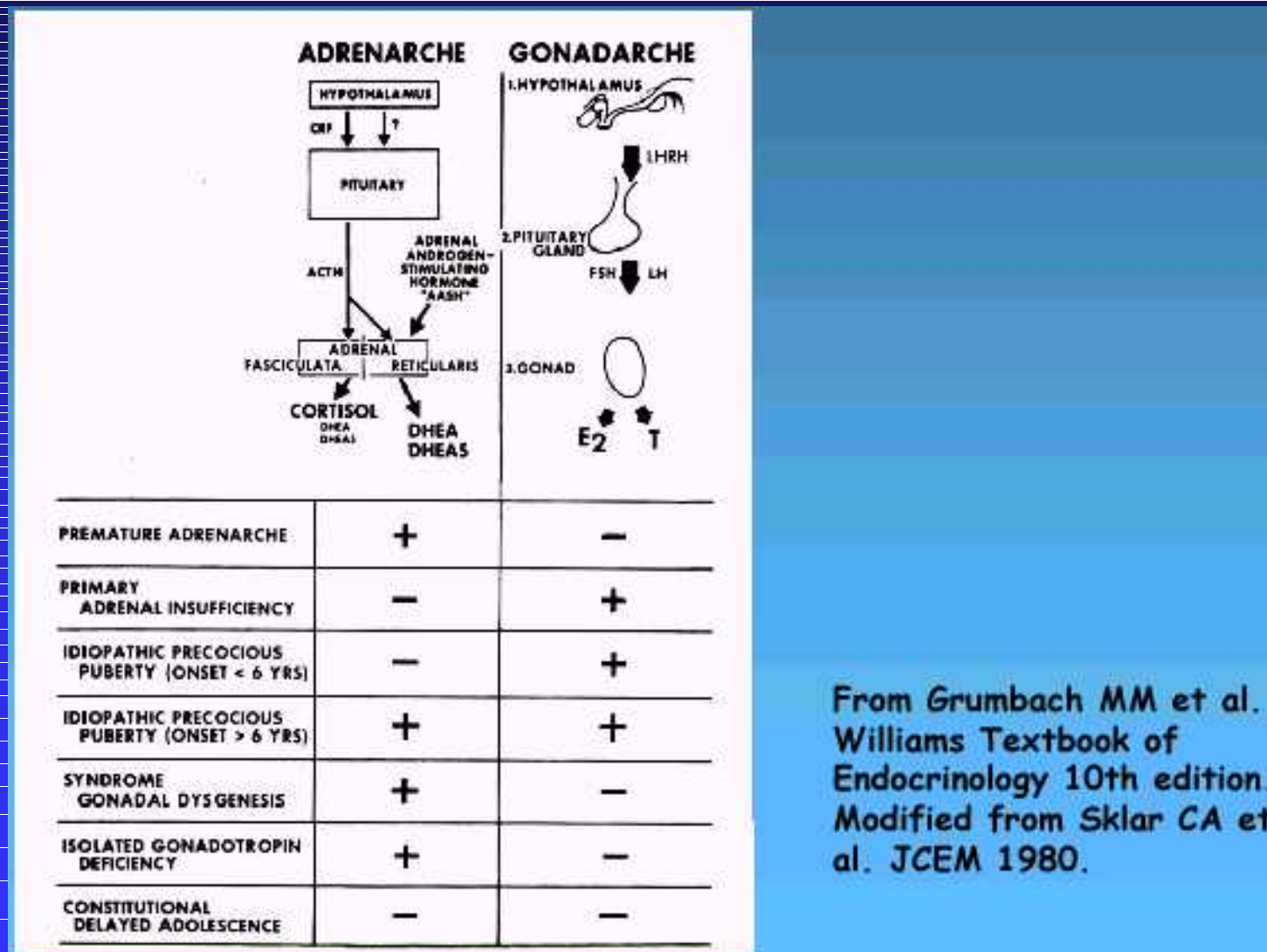


# CAMBIOS HORMONALES



# GONADARCA - ADRENARCA

Sklar CA et al. J Clin Endocrinol Met 1980.



From Grumbach MM et al. Williams Textbook of Endocrinology 10th edition. Modified from Sklar CA et al. JCEM 1980.

## **GH, IGF-I e INSULINA en la PUBERTAD**

**Hay evidencia acumulada que la GH juega un rol en el desarrollo puberal. En animales de experimentación GH parece estimular directamente la diferenciación de las células de la granulosa inducida por FSH, aumenta los niveles ováricos de IGF-I, y amplifica la respuesta ovárica a las gonadotrofinas.**

# **GH, IGF-I e INSULINA en la PUBERTAD**

**IGF-I a su vez aumenta el efecto de las gonadotrofinas sobre la célula de la granulosa, y la GH parece actuar sinérgicamente con el patrón de secreción de gonadotrofinas en desarrollo para facilitar la maduración ovárica post menarca. También parece que la producción local o acumulación de GH e IGF-I ejerce un control intraovárico paracrino sobre la esteroideogénesis.**

## **GH, IGF-1 e ISULINA en la PUBERTAD**

**La pubertad en pacientes con deficiencia aislada de GH está frecuentemente retrasada, y la respuesta a la gonadotropina coriónica está disminuída. La administración de GH restaura la respuesta gonadal a la LH y la esteroideogénesis.**

## **GH, IGF-I e INSULINA en la PUBERTAD**

**Los niveles del factor liberador de GH (GRF) y la secreción de GH aumentan considerablemente durante la pubertad, principalmente a la noche. La amplitud de los picos de GH aumentan precozmente en la pubertad. IGF-I es un modulador importante del crecimiento durante la niñez y adolescencia. Los andrógenos adrenales parece no tener rol fisiológico en el crecimiento normal.**

# **GH, IGF-I e INSULINA en la PUBERTAD**

**El característico pico de crecimiento puberal resulta principalmente de efectos sinérgicos de los esteroides sexuales gonadales, hormona de crecimiento, y producción de IGF-I; mostrando todos ellos un aumento significativo en el momento de la aceleración del crecimiento puberal.**

## **GH, IGF-I, INSULINA y LEPTINA en la PUBERTAD**

**La insulina es también importante para el crecimiento normal. Los niveles plasmáticos de insulina aumentan en el transcurso de la niñez, pero el aumento es particularmente pronunciado durante la pubertad con una fuerte correlación positiva con IGF-I.**

# LIPINA en la PUBERTAD

- **Hormona peptidica**
- **Regula la ingesta y el gasto energético a nivel hipotalámico (factor de saciedad)**
- **Se expresa predominantemente en adipocitos**
- **Regulada por el peso corporal y nutrición**
- **Involucrada en la regulación de la secreción de GnRH**
- **Factor permisivo para la pubertad (48 kg)**
- **Interactúa con insulina, IGF-I, GH y glucocorticoides**

# PUBERTAD Y CEREBRO

- **Neuronas GABA inhiben la liberación prepuberal de GnRH**
- **La pubertad se adelanta por el bloqueo farmacológico de receptores A GABA (monos)**
- **GABA inhibe sistemas neuronales excitatorios sinápticamente conectados con neuronas GnRH**