

*Curso de Entrenamiento de Medicina Reproductiva y
Biología Reproductiva 2005*

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 HORMONALES EN LA PUBERTAD

CAMBIOS FÍSICOS DE LA PUBERTAD

- Caracteres sexuales secundarios
femeninos
- Caracteres sexuales secundarios
masculinos

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

DEFINICIÓN

- Etapa de la vida que transcurre entre la niñez y la adolescencia.
- Etapa de cambios endocrinos, psicológicos y sociales.
- Estado de maduración física en el cual un individuo deviene fisiológicamente capaz de reproducción sexual
- Persona sana en crisis evolutiva

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Los cambios biológicos incluyen:

- **modificación de la actividad de factores neurosecretorios y/u hormonales**
- **modulación del crecimiento somático**
- **comienzo de la desarrollo y maduración de las glándulas sexuales (gónadas)**

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

- Mecanismo “generador” de estos cambios se sitúa en el Sistema Nervioso Central



- Maduración de (al menos) una región hipotalámica



Genética

Organismo

Medio Ambiente

Mecanismo(s) desencadenante(s) del proceso

Factores modificadores que ejercen su influencia después de iniciado el proceso

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Eje Hipotálamo-Hipófiso-Gonadal (HHG) adulto I

- *El marcapasos del HHG se encuentra en el hipotálamo medio basal
- *El generador de pulsos libera un pulso de GnRH al sistema cada 60-90 minutos
- *A cada pulso de GnRH le corresponde un pulso de LH FSH
- *Este ritmo ultradiano es necesario para la función normal del eje HHG en ambos sexos

Silverman AJ et al. The gonadotropin-releasing-hormone GnRH neuronal systems. En: Knobil E Neill JD (eds) The physiology of reproduction, 2da. ed Raven Press New York, 1994 1683-1709

Krsmanovic LZ et al. Trends Endocrinol Metab 7:56-, 1996

Clarke IJ et al. Endocrinology 111:1137, 1982

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Eje Hipotálamo-Hipófiso-Gonadal (HHG) adulto II

- *Interneuronas mediadoras de los mecanismos de retroalimentación ejercidos por los esteroides sexuales
- *Interneuronas amino acidérgicas responsables del aumento preovulatorio de la secreción de GnRH
- *EL hipotálamo recibe e integra señales internas y externas que controlan la función gonadal

Pelletier G et al. Neurosci Lett 94:23,1988

Herbison A. Endocrin Rev 19:302,1998

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Comienzo de la función del eje HHG

- *Las gónadas están presentes y funcionantes antes de la 8^a semana de vida intrauterina
- *Sistema de liberación pulsátil de LH 10^a y 24^a semanas
- *En la vida postnatal el eje HHG funciona hasta los 2 o 3 años y entra en etapa de quiescencia hasta el inicio de la pubertad
- *La fase de “reposo” está presente en sujetos agonadales

Jaffe RB Trastornos del desarrollo sexual. En: Yen SCC Jaffe RB Barbieri RL (eds)
Endocrinología de la reproducción 4^a ed. Buenos Aires 1999 386-411

Rasmussen DD et al. Clin Endocrinol (Oxf) 25:127,1986

Rossmannith WG et al. Clin Endocrinol (Oxf)33:7-19,1990

Ross JL et al. J Clin Endocrinol Metab 57:288,1983

Plant TM Frontiers in Neuroendocrinology22:107,2001

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Comienzo de la función del eje HHG

El mecanismo disparador primario que inicia la activación del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal en la pubertad es todavía hipotético.

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

¿Donde se producen los cambios que inician el desarrollo puberal ?

- *Las gónadas no intervienen ni en el mecanismo de freno ni en la reactivación prepuberal del eje reproductor
- *Experiencias demuestran que la secuencia de cambios que llevan al desarrollo puberal se inicia en el hipotálamo
- *En forma secundaria las células gonadotropas aumentan su capacidad de respuesta al GnRH

Wildt et al. Science 207:1373,1980

Gay VL Plant TM Neuroendocrinology 48:147,1988

Suter KJ et al. Endocrinology 139:2774,1998

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Mecanismo(s) subyacente(s) en la activación puberal del eje HHG

*La teoría del gonadostato se ha descartado

*En la infancia tanto las neuronas productoras de GnRH como los restantes elementos del eje están preparados para entrar en funcionamiento

*Existencia de un “freno” hipotalámico \Rightarrow Estado de quiescencia que asegura sinergia en la evolución bio-psíquica

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

Mecanismo(s) subyacente(s) en la activación puberal del eje HHG

- *Aumento de la secreción de glutamato
- *Disminución de la actividad inhibitoria de GABA
- *Disminución de los niveles de neuropéptido Y (NPY)
- *Aumento de secreción de leptina (mujer)
- *Aumento de síntesis de IGF-1
- *Maduración de los elementos de la glia (¿astrocitos?)
- *Aumento de la actividad glutamatérgica

Gay et al. Neuroendocrinology 48:147, 1988

Plant et al. Proc Natl Acad Sci USA 86:2506, 1989

Bourguignon et al. 1990

Wu FCW et al. J Endocrinol 2:627, 1990

Goroll et al. Neuroendocrinology 58:11, 1993

Goroll et al. Dev Brain Res 77:183, 1994

CAMBIOS HORMONALES EN LA PUBERTAD

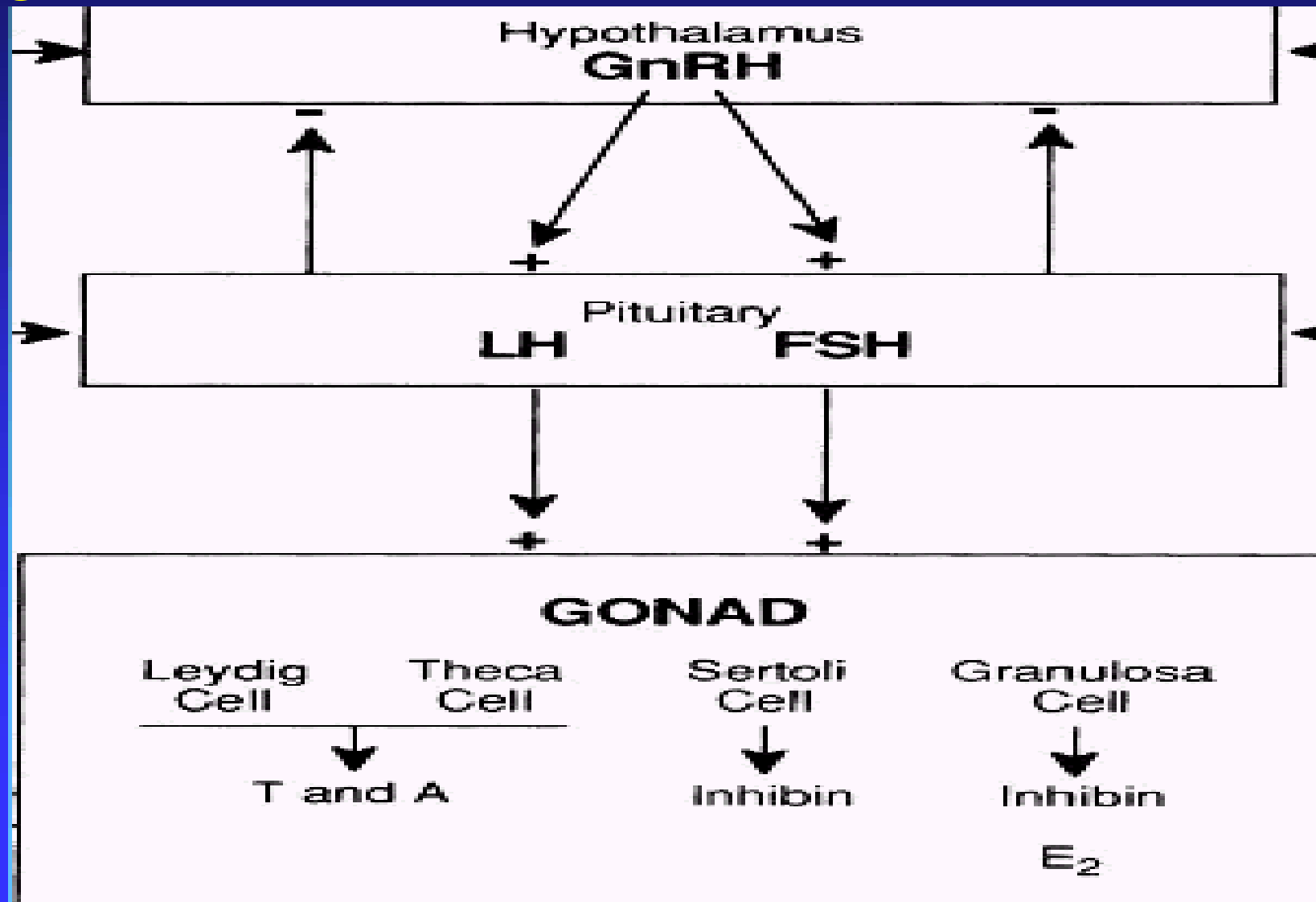
- **Hormona liberadora de gonadotrofinas**
- **Gonadotrofinas**
- **Esteroides adrenales**
- **Desarrollo del ovario**
- **Desarrollo del testículo**
- **Rol de GH, IGF-I e Insulina**
- **Leptina**

FISIOLOGÍA DE LA PUBERTAD

- **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 los caracteres sexuales secundarios
 - capacidad de reproducción

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 pubertad, la respuesta de LH al GnRH aumenta progresivamente en ambos sexos. El aumento de FSH es mucho menos marcado que la de LH.

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 1

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.

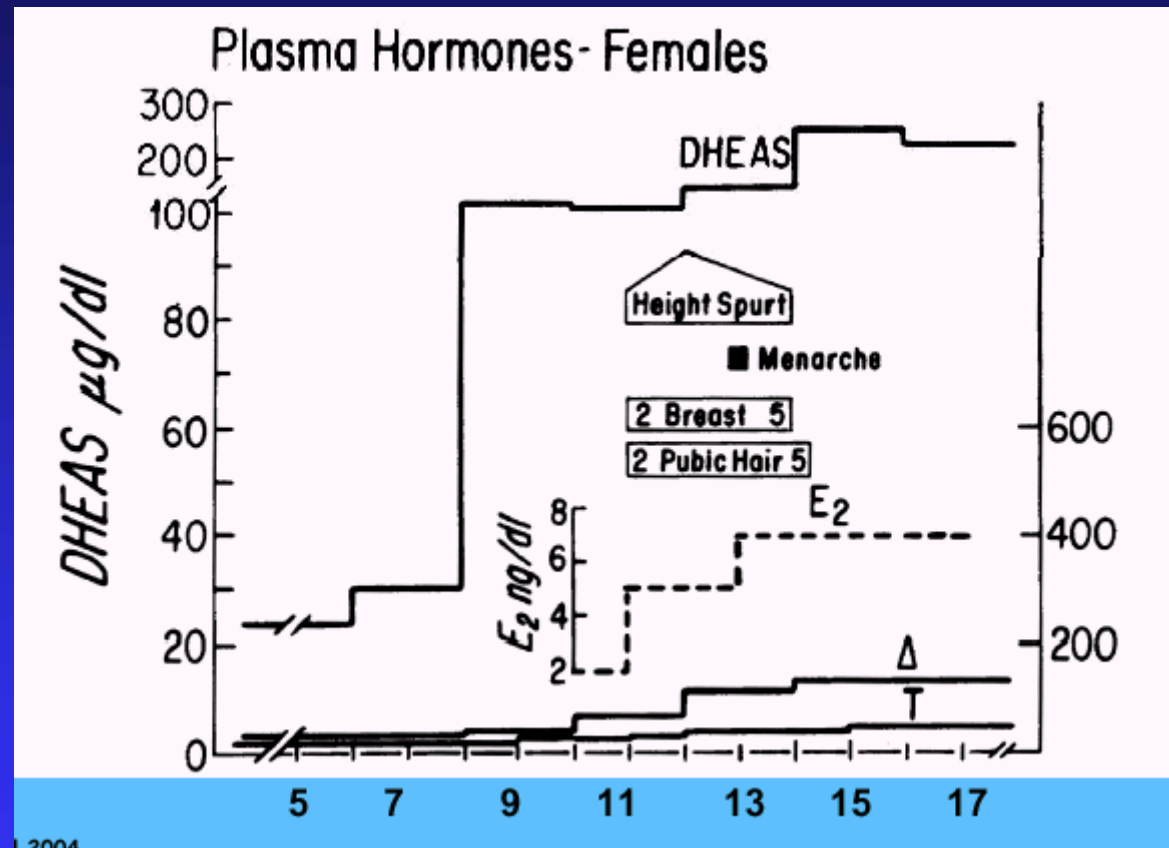
CAMBIOS HORMONALES :

Esteroides Adrenales 3

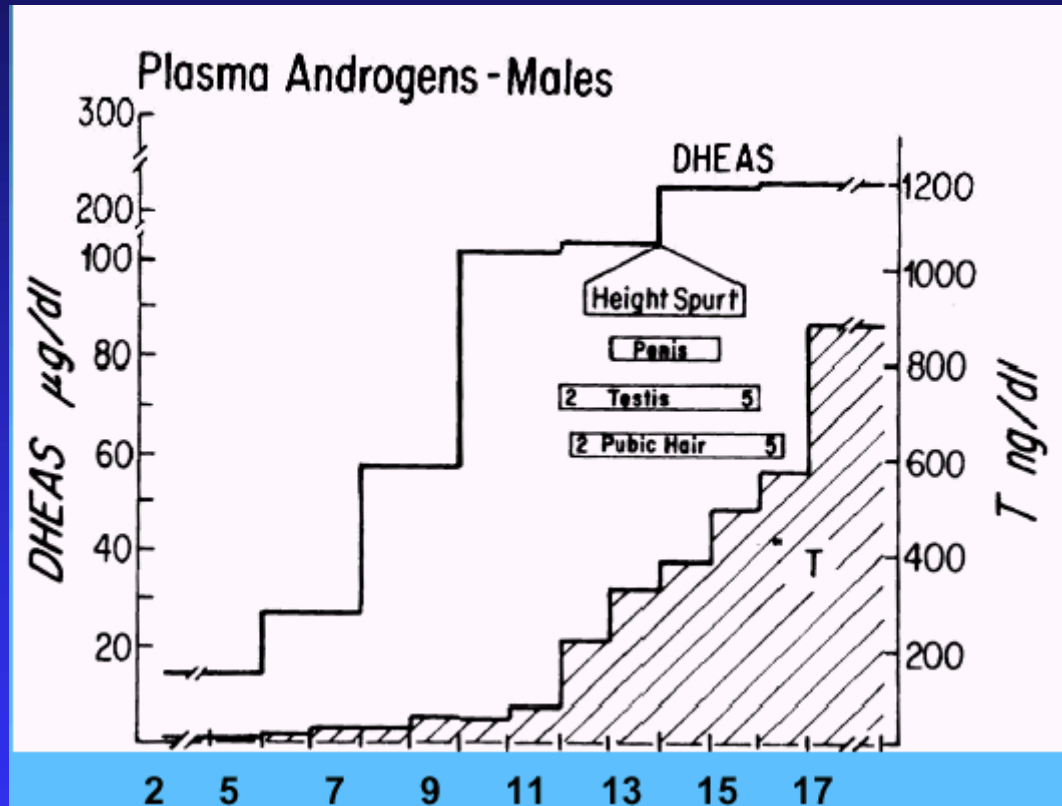
La adrenarca comienza antes del aumento de la secreción de gonadotrofinas.

Los andrógenos adrenales son responsables de la aparición del pelo axilar y, en parte, de la aparición del pelo pubiano en la pubertad y adolescencia; sin embargo no parecen jugar un rol decisivo en determinar el inicio de la pubertad.

CAMBIOS HORMONALES

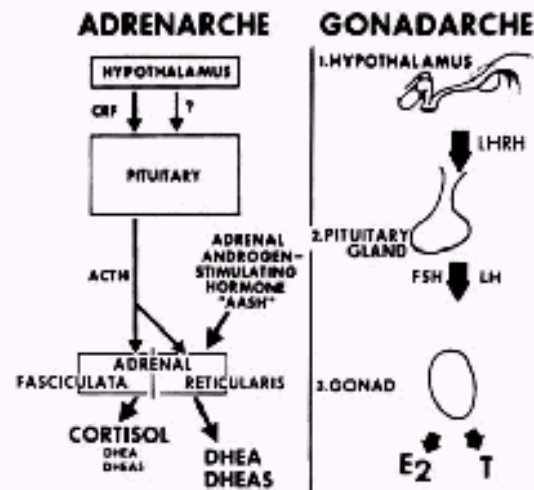


CAMBIOS HORMONALES



GONADARCA - ADRENARCA

Sklar CA et al. J Clin Endocrinol Met 1980.



PREMATURE ADRENARCHE	+	-
PRIMARY ADRENAL INSUFFICIENCY	-	+
IDIOPATHIC PRECOCIOUS PUBERTY (ONSET < 6 YRS)	-	+
IDIOPATHIC PRECOCIOUS PUBERTY (ONSET > 6 YRS)	+	+
SYNDROME GONADAL DYSGENESIS	+	-
ISOLATED GONADOTROPIN DEFICIENCY	+	-
CONSTITUTIONAL DELAYED ADOLESCENCE	-	-

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-I 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 no tendrían un 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.

Resistencia a la insulina puberal fisiológica

- **Hormona peptídica**
- **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 (40 - 48 kg)**
- **Interactúa con insulina, IGF-I, GH y glucocorticoides**

PUBERTAD Y CEREBRO (ENCÉFALO)

- **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**

CAMBIOS FÍSICOS EN LA PUBERTAD

■ Caracteres sexuales secundarios

La pubertad continúa a través 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 EVALUACIÓN 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

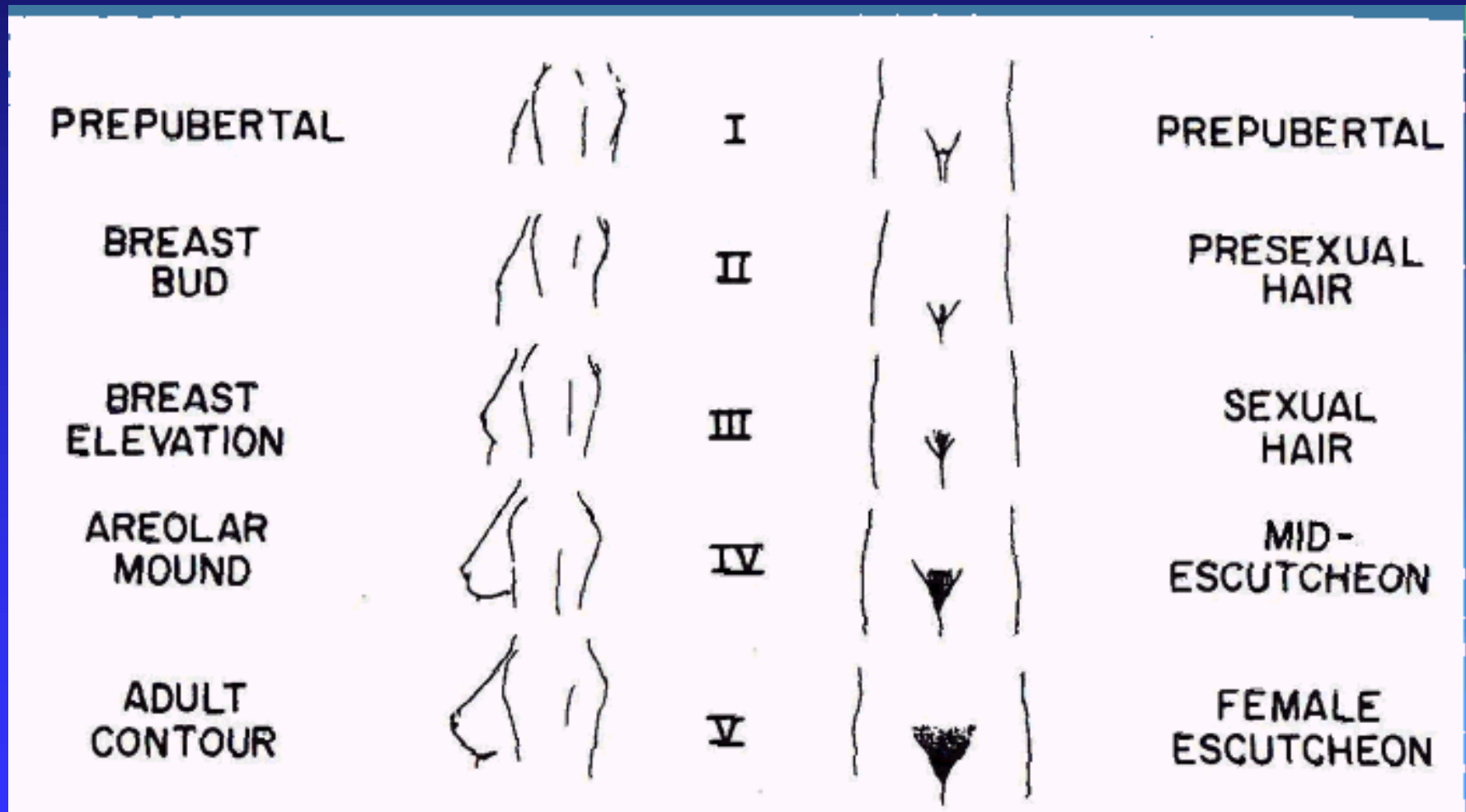
G2 Desarrollo temprano de tejido retroareolar +/- pequeñas cantidades de pelo pubiano y axilar

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 Estadio 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

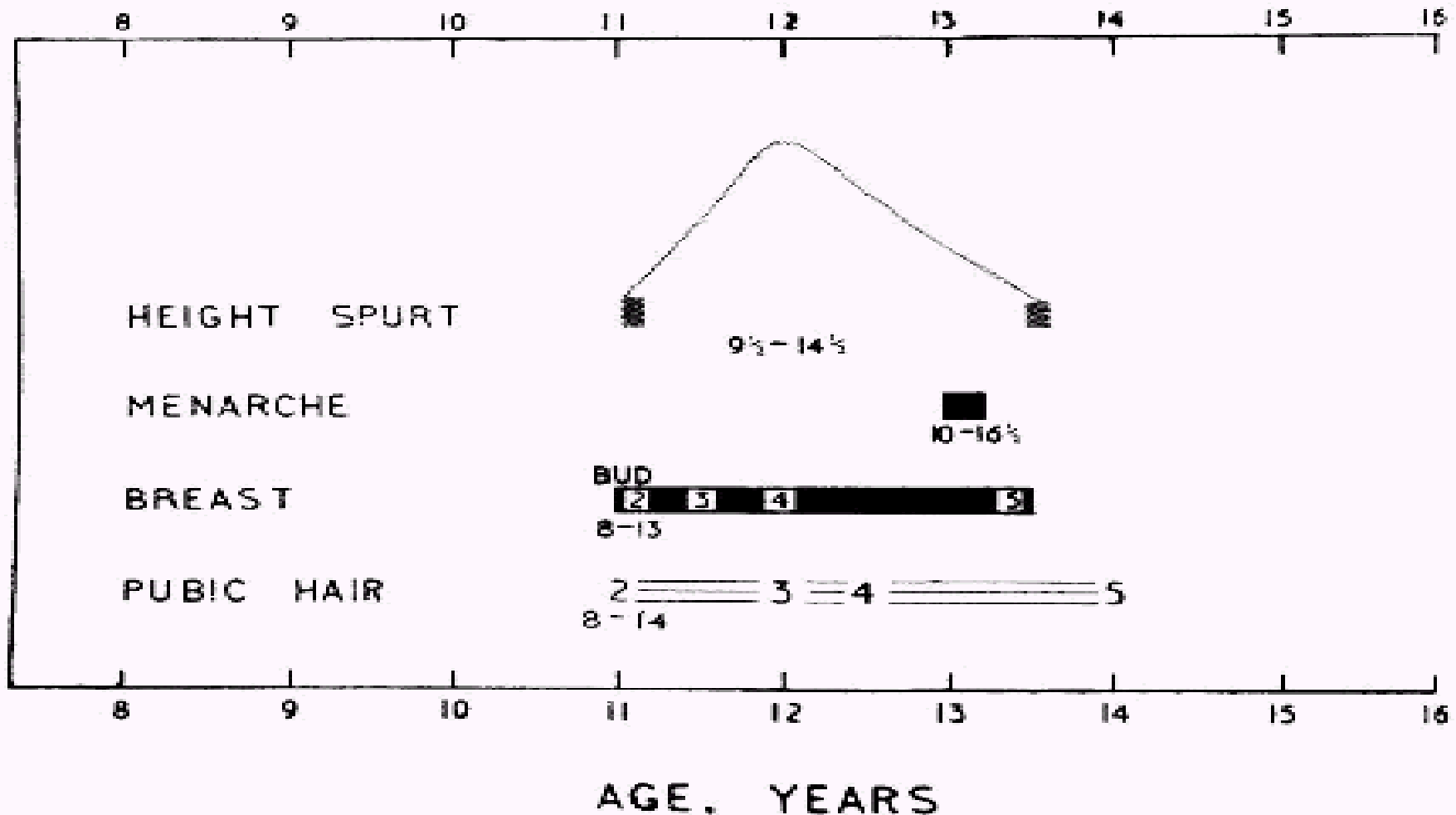
Ref. Rosembaum M, Leibel RL. Pediatrics in Review 11:43,1990

TEJIDO ADIPOSO COMPOSICIÓN CORPORAL Y PUBERTAD FEMENINA

En la mujer:

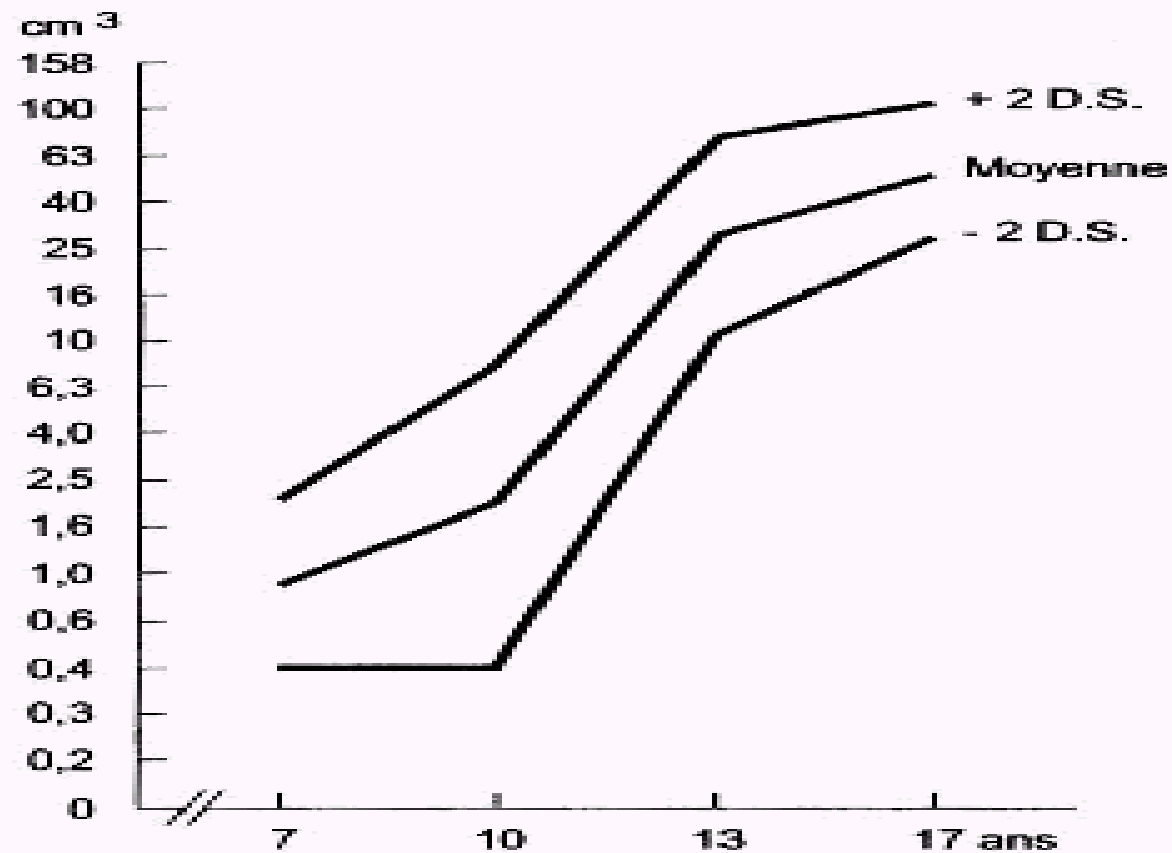
“El tejido adiposo es un ovario externo”

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 presenta 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: 1

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 corporal (caderas, mamas), y la maduración ósea. La maduración del ovario en la pubertad se correlaciona bien con la secreción de estradiol y los estadios de la pubertad

DESARROLLO OVÁRICO: 2

En la prepubertad el tamaño ovárico varía desde 0,3 a 0,9 cm³. Más de 1.0 cm³ indica que se ha iniciado la pubertad. Durante la pubertad el tamaño ovárico aumenta rápidamente hasta alcanzar el volumen post puberal medio de 4,0cm³ (1,8 a 5,3 cm³)

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 120 ml de sangre incoagulable.

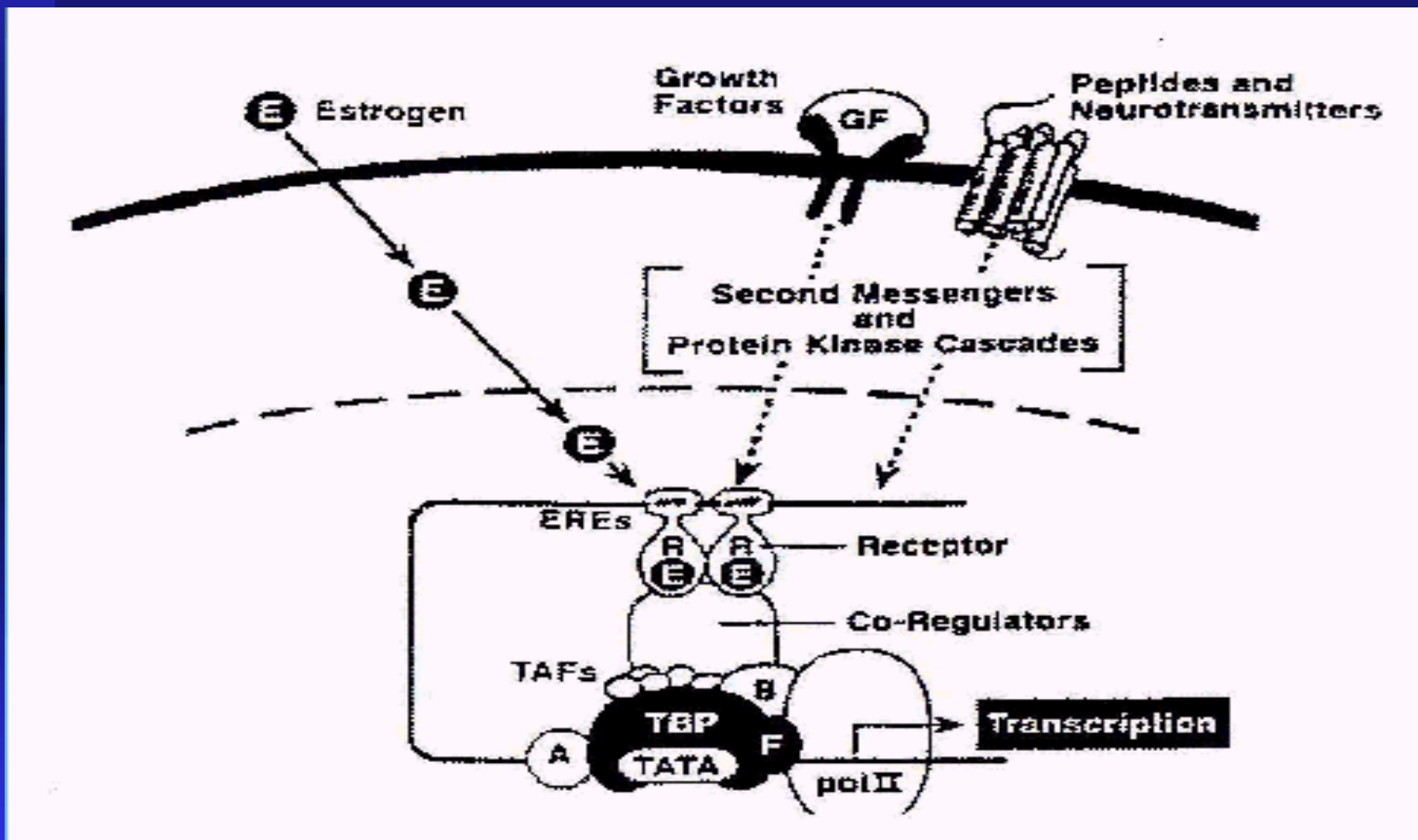
Duración: 2 a 7 días.

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

Comienzo del

- | | |
|-------------------------------|----------|
| ■ Desarrollo mamario | Telarca |
| ■ Desarrollo del pelo pubiano | Pubarca |
| ■ Desarrollo del pelo axilar | Axilarca |
| ■ Primera menstruación | Menarca |

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. VARONES (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.

DESARROLLO DE GENITALES VARONES (TANNER)

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.

GRADOS DEL DESARROLLO DEL VELLO PUBIANO. VARONES

- 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.

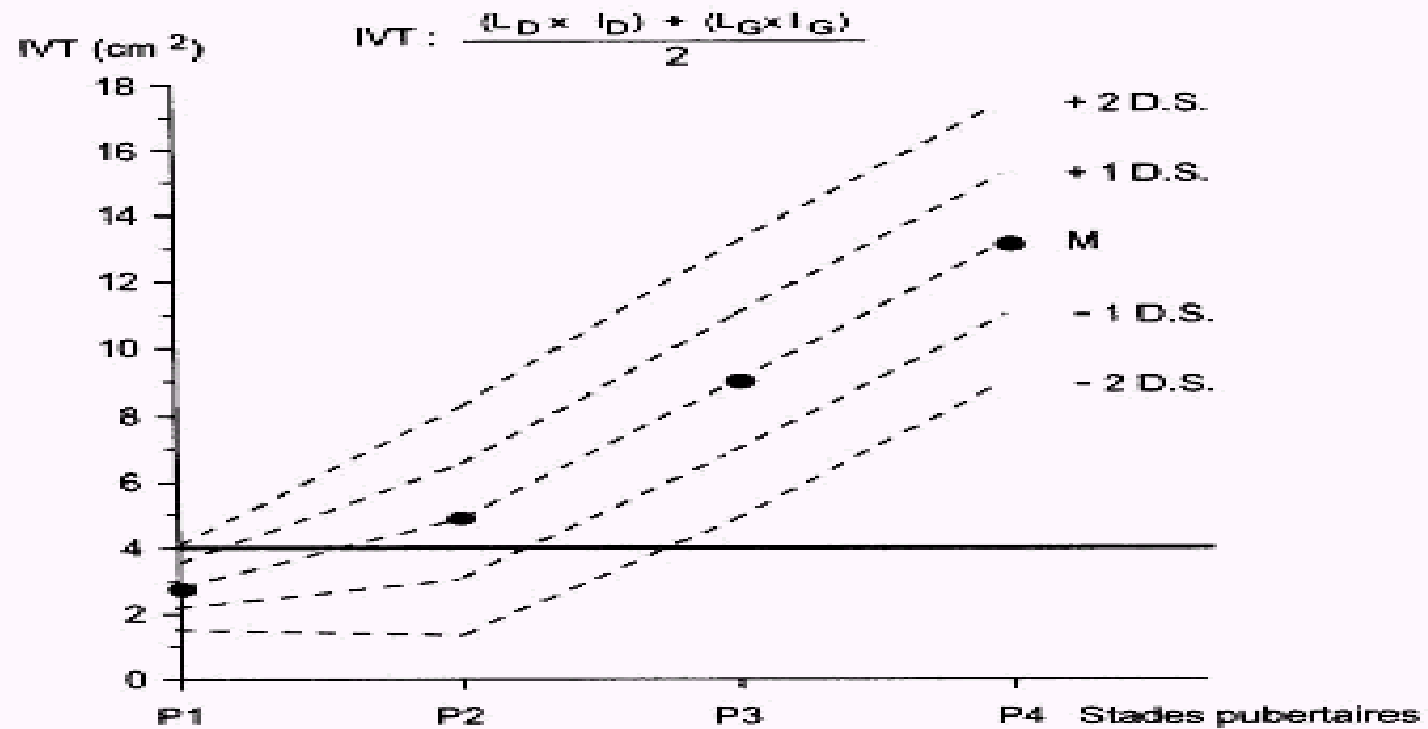
Ref. Sociedad Argentina de Pediatría. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo.
GUÍAS para la EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2º edición 2001

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.

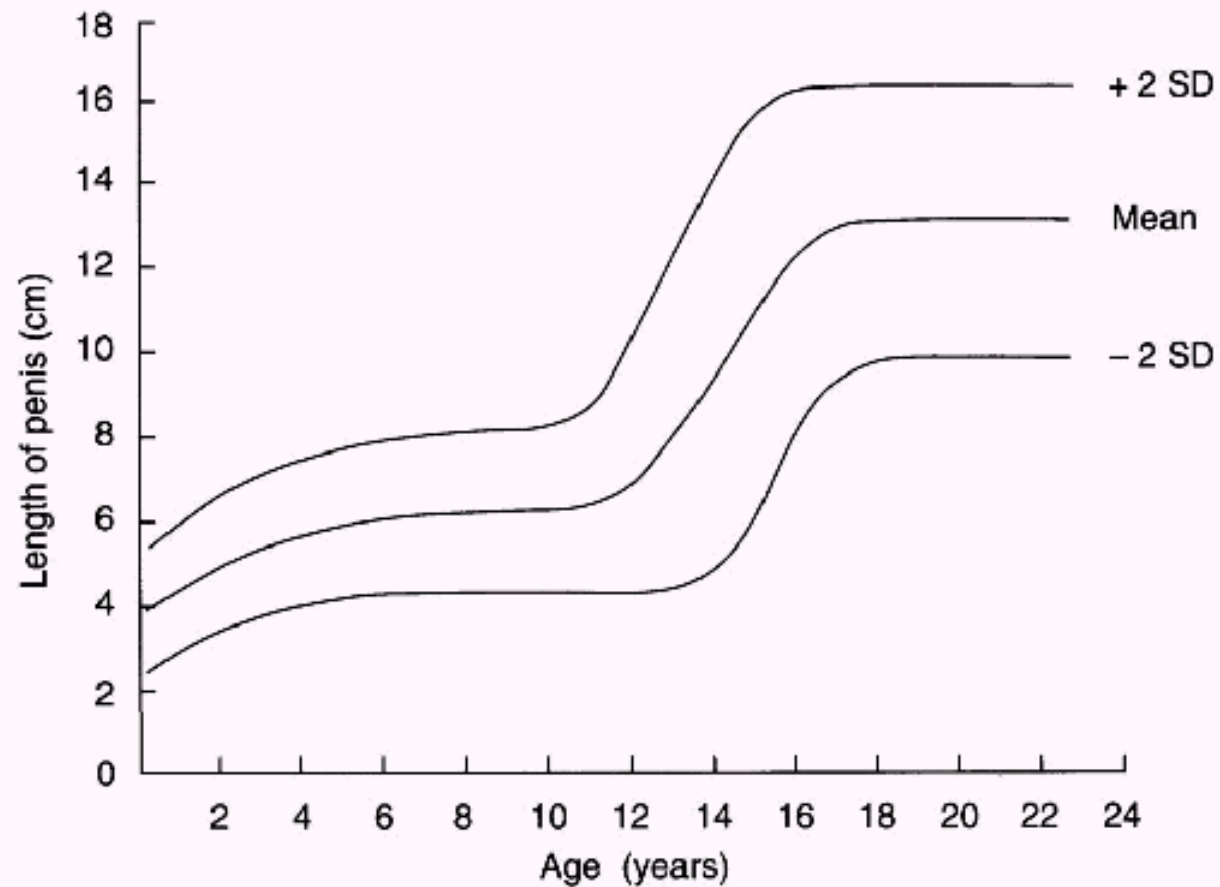
DESARROLLO TESTICULAR: 2

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

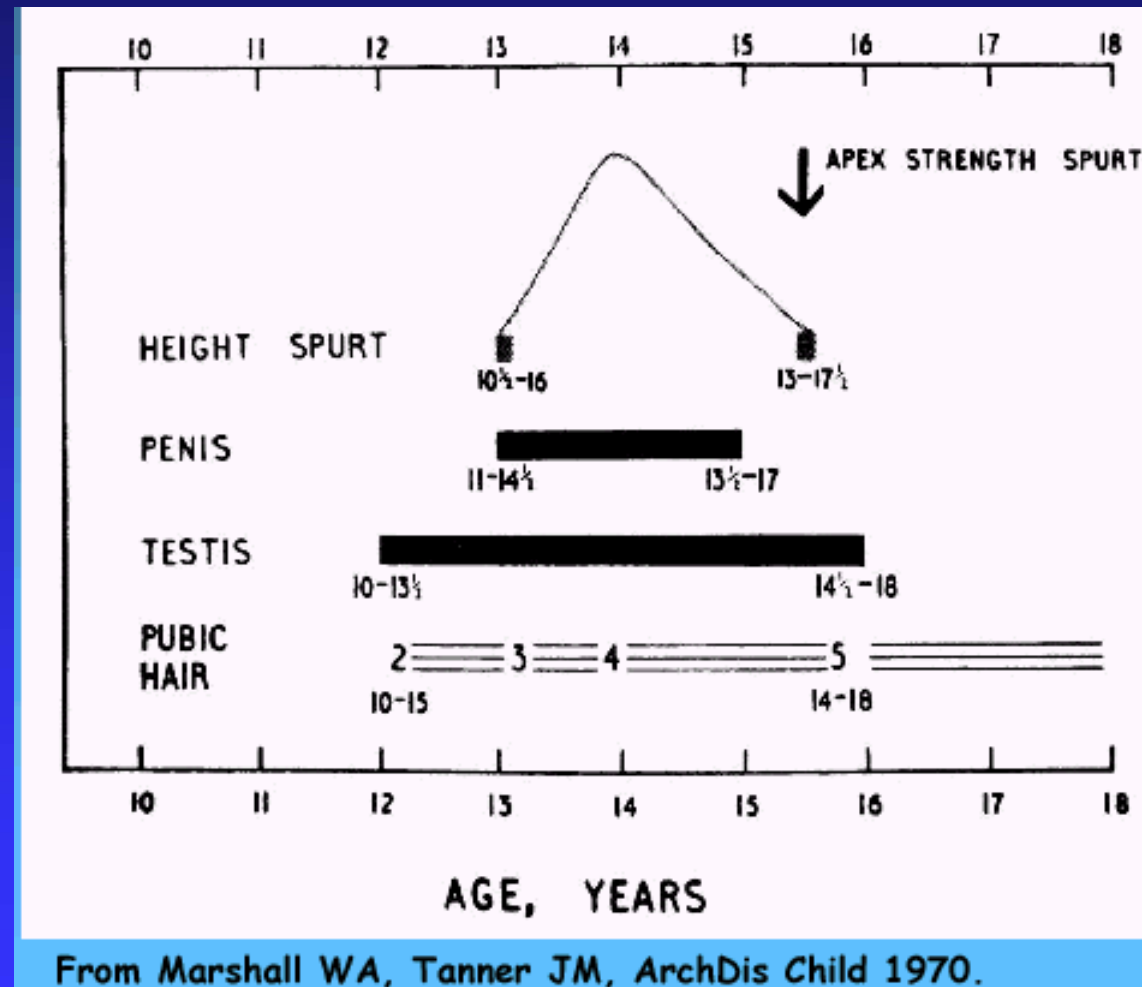
Un aumento significativo de testosterona plasmática se observa solamente entre los estadios puberales T3 y T4. La dihidrotestosterona muestra un patrón similar al de la testosterona, y la relación de dihidrotestosterona a testosterona disminuye gradualmente hasta la adultez, cuando los niveles de dihidrotestosterona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

CRECIMIENTO DEL PENE

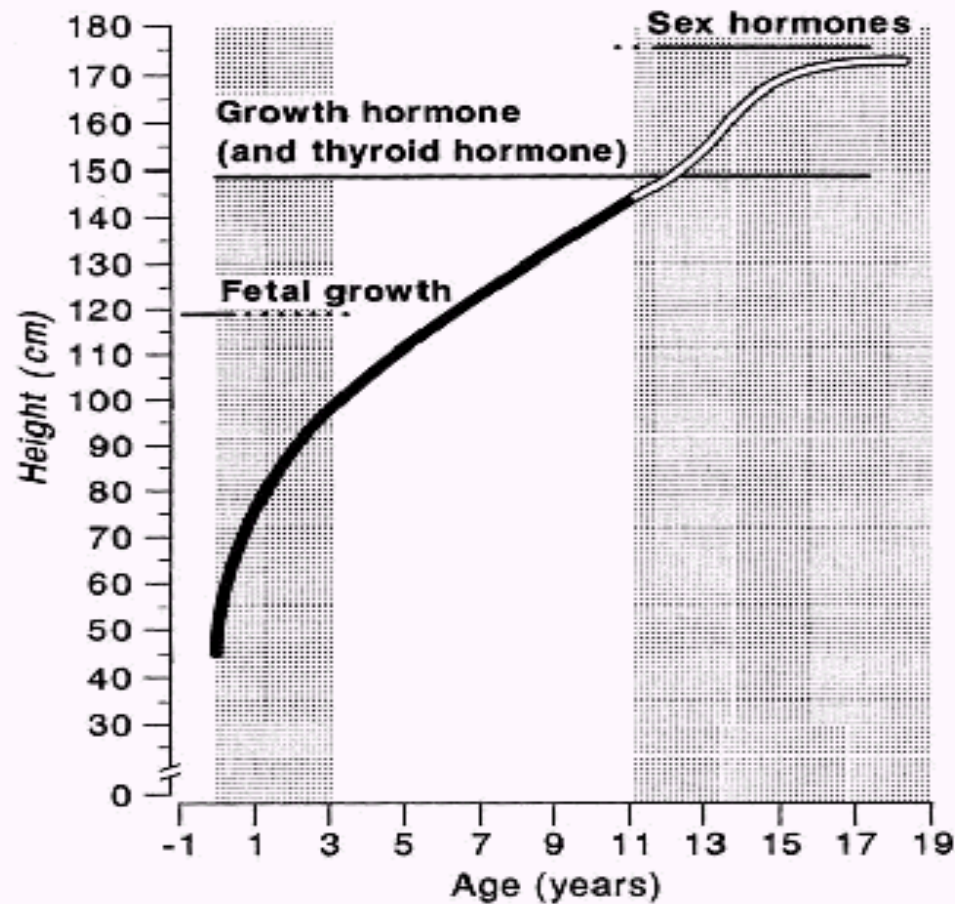


From Schonfeld WA. Am J Dis Child 1943.

CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS

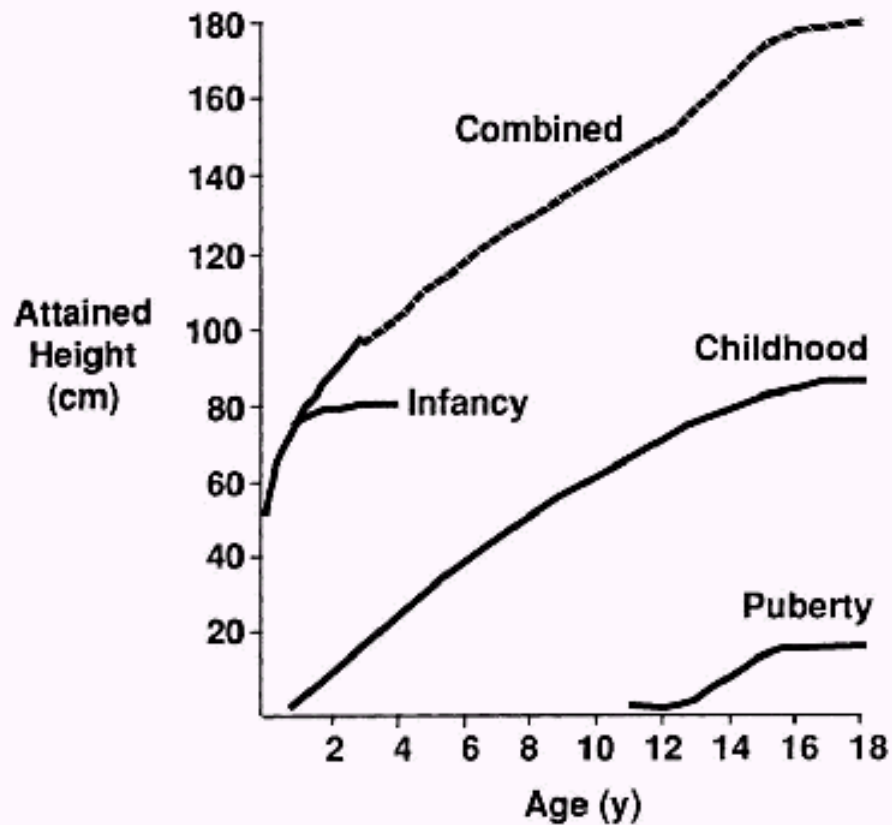


EMPUJE DE CRECIMIENTO PUBERAL



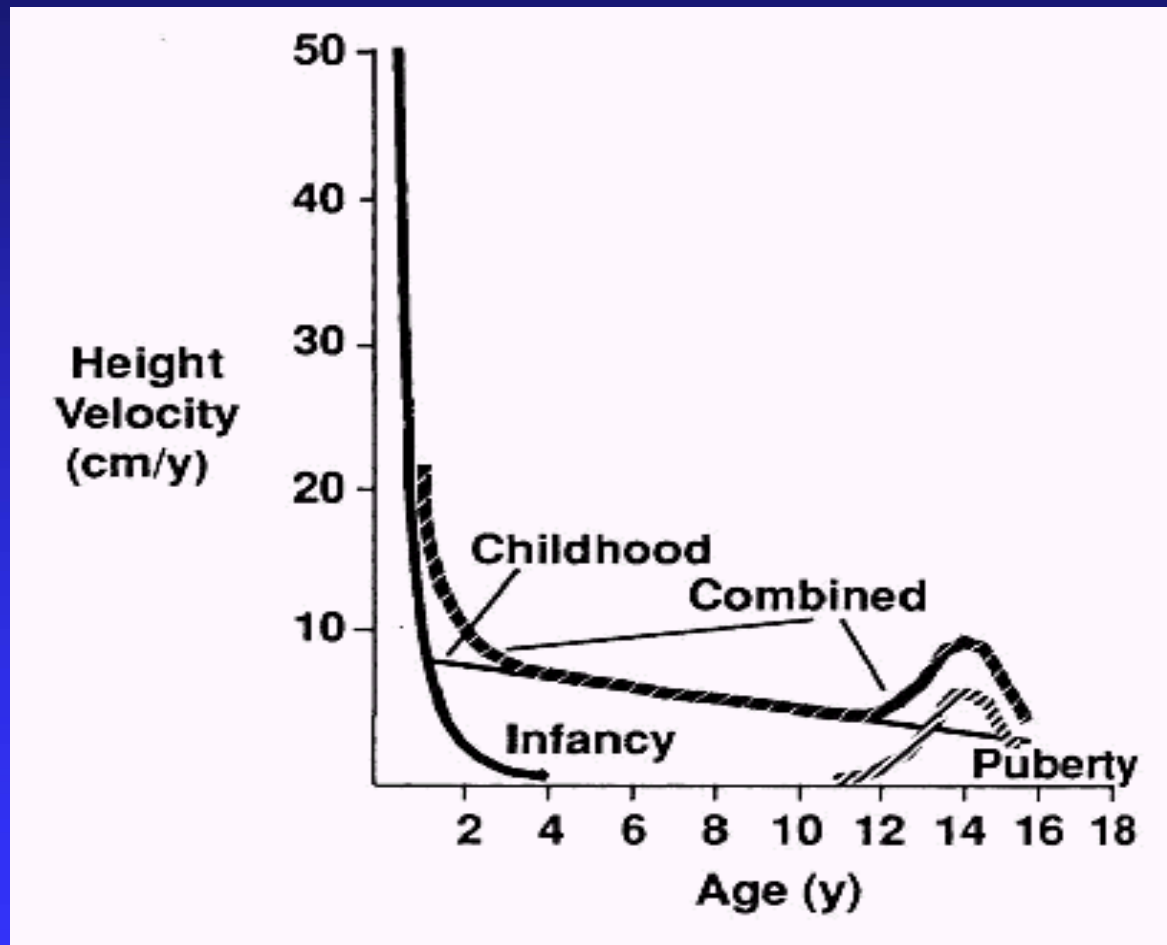
From Grumbach MM et al.
Williams Textbook of
Endocrinology 10th
edition.

EMPUJE DE CRECIMIENTO PUBERAL



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

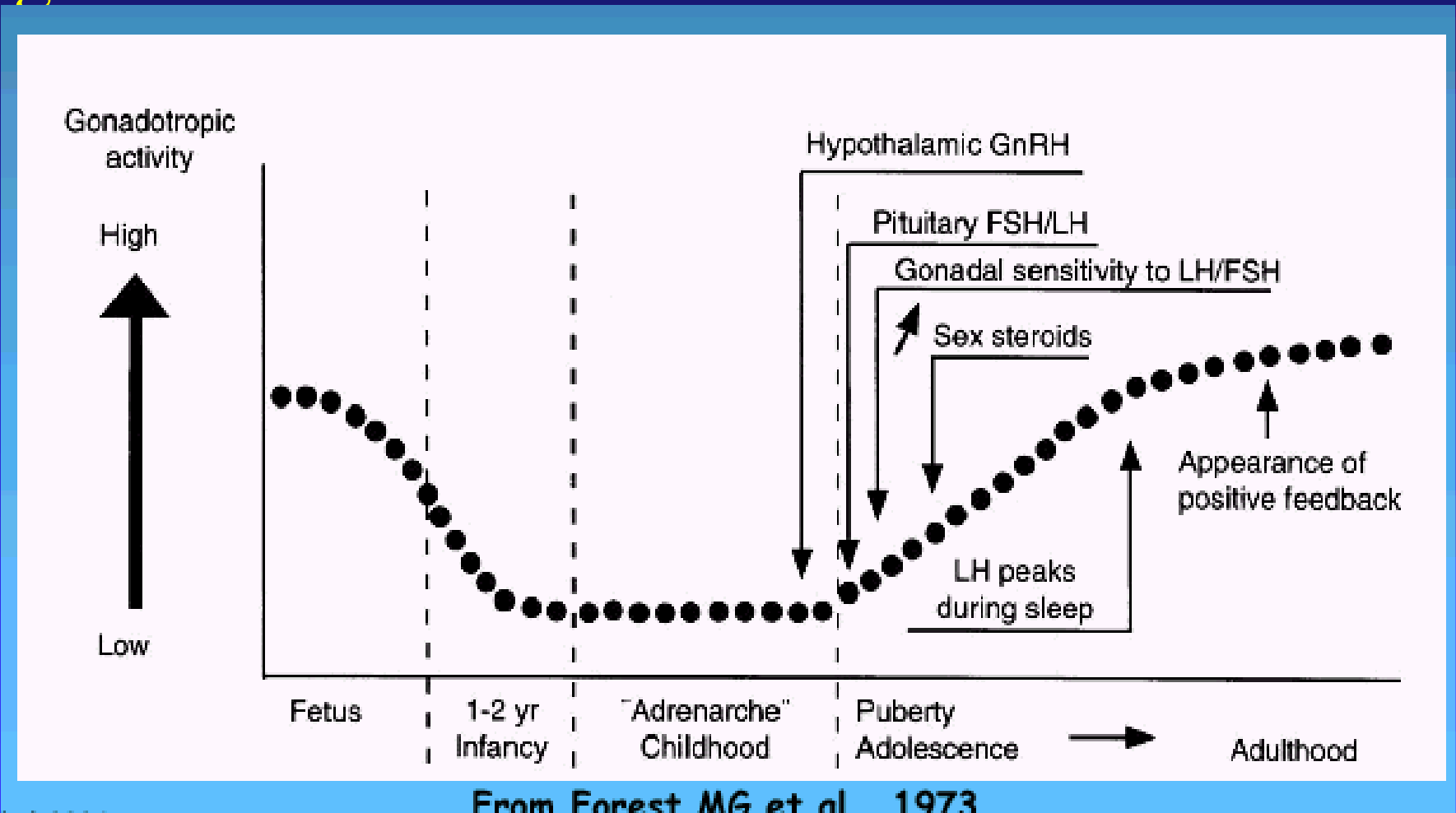
VELOCIDAD DE TALLA



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 PRECOZ

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 velocidad 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- 13.3años)

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 tecnicl report series N44, 1951.

-Tanner JM. Use and abuse of growth standards. En Tanner JM, Falkner F. (ed.)

Human Growth. London, Premium Press, London 1986 p95-108

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

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

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

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

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

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

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)

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

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/m² y 30 kg/m² del adulto considerados como puntos de corte de sobrepeso y obesidad.

ÍNDICE DE MASA CORPORAL(IMC)

Edad (años)	IMC 25 kg/m ²		IMC 30 kg/m ²	
	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

CAMBIOS FÍSICOS EN LA PUERTAD

Caracteres sexuales secundarios

La pubertad continúa a través 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 EVALUACIÓN del CRECIMIENTO 2ª edición, 2001 .

PUBERTAD

Examen Físico

Peso. Talla. IMC. Superficie Corporal

Índice Cintura/Cadera

Piel: Patrón piloso. Faneras

Caracteres sexuales secundarios (Tanner)

Región inguinal

Genitales externos

*Curso de Entrenamiento de Medicina Reproductiva
y Biología Reproductiva 2005*

Muchas gracias!!!

Aportes!!!

Preguntas!!

