

---

## RELACIÓN ENTRE TRES MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA CON LA MADURACIÓN SEXUAL\*

### RELATIONSHIP BETWEEN THREE METHODS FOR THE EVALUATION OF SKELETAL MATURATION WITH SEXUAL MATURATION

ÓSCAR ZAPATA\*\*, DIANA BARBOSA\*\*\*, MÓNICA GIRALDO\*\*, JULIA ANDREA GÓMEZ\*\*\*\*

**RESUMEN.** Con el fin de determinar cuál de los métodos con los que se establece la maduración esquelética se relaciona mejor con la madurez del paciente y por tanto, es más práctico y aplicable en la clínica, se buscó la relación entre tres diferentes métodos de evaluación de la maduración esquelética mediante el carpograma (Taranger y Hägg, Greulich y Pyle, y Fishman), con la maduración sexual (Tanner, orquidiometría de Prader). Se estudiaron 33 pacientes, 18 de sexo masculino y 15 de sexo femenino, entre los 8 y los 13 años de edad; el criterio de inclusión fue el de niños sanos con un estadio de maduración sexual de Tanner I. El 100% de la muestra tanto femenina como masculina se ubicó en el estadio F del desarrollo esquelético. La toma de registros se realizó cada seis meses durante tres años (2000-2002). En la población masculina no se encontraron asociaciones entre la maduración esquelética evaluada de acuerdo con los métodos de Greulich y Pyle, y de Fishman con la maduración sexual; sin embargo sí se encontró relación entre algunos parámetros que integran el método de Taranger y Hägg y la maduración sexual (sesamoideo-Tanner general durante la cuarta muestra y falange media del tercer dedo-volumen testicular derecho durante la misma, al igual que falange media con ambos volúmenes testiculares durante la quinta muestra). En la población femenina se presentaron asociaciones estadísticamente significativas entre el método de Fishman y la maduración sexual durante la segunda y sexta muestras; también, entre la evaluación según Greulich y Pyle y la maduración sexual durante la sexta muestra y entre el método de Taranger y Hägg en la segunda, tercera y sexta muestras (sesamoideo-Tanner, falange media-Tanner y sesamoideo-Tanner respectivamente).

**Palabras clave:** crecimiento puberal, desarrollo esquelético, maduración sexual.

**ABSTRACT.** The objective of this study was to determine which of the methods used to establish the skeletal maturation is better related with the maturity of the patient, and for that reason is more practical and applicable to the clinical practice. The relationship between three different methods for evaluating the skeletal maturation through the hand-wrist film (Taranger and Hägg, Greulich and Pyle, and Fishman) and the sexual maturity (Tanner and Prader) was searched. A total of 33 patients were studied: 18 male and 15 female, between 8 and 13 years. Healthy children in Tanner I sexual maturity stage was the research criterion for inclusion. The 100% of both samples (masculine and feminine) were located in the F stage of skeletal development. Data were taken every six months during the course of three years (2000- 2002). In the male population there were no associations between the skeletal maturation evaluated according to Greulich and Pyle's method, and Fishman's method with the sexual maturity. On the other hand, an association was found between Taranger and Hägg's method and the sexual maturity (sesamoid-general Tanner during the fourth sample and the middle phalanx of the third finger- right testicular volume during the same sample, as happened with the middle phalanx with both testicular volumes during de fifth sample). In the female population there were statistically significant associations between Fishman's method and the sexual maturity during the second and sixth samples; also between Greulich and Pyle's evaluation and the sexual maturity during the sixth sample. There was also an association between Taranger and Hägg's method in the second, third and sixth samples (sesamoid-Tanner, middle phalanx-Tanner and sesamoid-Tanner respectively)

**Keywords:** puberal growth, skeletal development, sexual maturity.

---

\* Artículo derivado de trabajo de grado para optar al título de especialista en Odontología Integral del Niño y Ortopedia Maxilar. Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 2006.

\*\* Odontólogo, Especialista en Odontología Integral del Niño. Profesor Asistente, Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: cusito@epm.net.co.

\*\*\* Odontóloga, especialista en Estomatología Pediátrica y en Odontología Integral del Adolescente y Ortodoncia. Profesor Asistente. Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

\*\*\*\* Odontóloga, estudiante de Odontología Integral del Niño y Ortopedia Maxilar. Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

---

Zapata Ó, Barbosa D, Giraldo M, Gómez JA. Relación entre tres métodos de evaluación de maduración esquelética con la maduración sexual. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2006; 18 (1): 17-35.

Zapata Ó, Barbosa D, Giraldo M, Gómez JA. Relationship between three methods for the evaluation of skeletal maturation with sexual maturation. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2006; 18 (1): 17-35.

**RECIBIDO: SEPTIEMBRE 5/06 – ACEPTADO: NOVIEMBRE 7/06**

## INTRODUCCIÓN

La ortopedia maxilofacial es el tratamiento que va encaminado a estimular, disminuir o redirigir el crecimiento de los maxilares cuando las relaciones entre ellos no son las adecuadas; sin embargo, el grado en que puede ser alterado el patrón facial por medio de tratamientos biomecánicos está directamente relacionado con la etapa de desarrollo en la que se encuentra el niño y con la intensidad de crecimiento en esa fase.<sup>1,2</sup> Entonces para instaurar la terapia en el momento más oportuno, se debe determinar en qué etapa de desarrollo se encuentra nuestro paciente.

Dado que el período total de crecimiento varía enormemente de individuo a individuo, es la maduración individual y no la edad cronológica la que va a determinar el momento en el que se inicie el tratamiento.<sup>2</sup>

La madurez física de un individuo puede calcularse evaluando:

1. El desarrollo general a partir de la **estatura**; ya que se ha encontrado una fuerte correlación entre el pico de crecimiento facial y el pico de velocidad de estatura.<sup>2-4</sup>
2. La **aparición de los caracteres sexuales secundarios**:<sup>5</sup> para este fin se pueden emplear métodos como la clasificación de Tanner, la cual estudia los cambios en calidad y cantidad del vello púbico, desarrollo de la glándula mamaria en mujeres, y los genitales masculinos y femeninos, desde la fase prepuberal hasta la edad adulta, y los clasifica en estadios según su madurez; y la orquidimetría (o medición del tamaño testicular) de Prader.<sup>3</sup> No obstante, estos métodos no pueden ser utilizados en la práctica odontológica, porque culturalmente esta no está asociada a la inspección del cuerpo del paciente. Podríamos apelar a otros caracteres sexuales como la menarquia y el cambio de voz (los cuales pueden ser determinados mediante la anamnesis), sin embargo, su utilidad es reducida pues cuando la menarquia y el cambio de voz ocurren, ya se ha alcanzado el pico del brote de crecimiento.<sup>5</sup>

3. Las **concentraciones séricas de ciertas hormonas**: debido a que ciertas hormonas tienen particular importancia en la pubertad, algunos investigadores están tratando de relacionar los niveles séricos de diferentes hormonas con la maduración esquelética; sin embargo los resultados obtenidos hasta el momento no son concluyentes con respecto a los cambios en los niveles plasmáticos durante el proceso de maduración.<sup>6</sup>

4. El **desarrollo dental**, el cual se ha tratado de relacionar con la menarquia, el pico de velocidad de estatura y la maduración esquelética, pero su asociación ha sido muy débil, por tanto no es un indicador confiable.<sup>7,8</sup>

5. Los **indicadores de maduración esquelética de las vértebras cervicales**, en donde se observa el cambio de dichas vértebras con el crecimiento.<sup>9</sup>

6. La predicción de la madurez esquelética por medio del **desarrollo del seno frontal**.<sup>10,11</sup>

7. La maduración esquelética que se valora a través del **carpograma**: es el indicador más comúnmente utilizado en el trabajo clínico rutinario, y se ha encontrado estrechamente relacionada con la madurez sexual y somática.<sup>7</sup> Su toma es sencilla y no es costosa, además, la presencia de diferentes huesos y sus epífisis fácilmente identificables, la hace simple de utilizar.

Varios autores han propuesto diferentes métodos para valorar la maduración esquelética en la radiografía de la mano. Algunos de ellos consisten en la comparación visual con ciertos estándares radiográficos, mientras que en otros se clasifican los huesos individuales según su osificación.<sup>12</sup>

Greulich y Pyle (1959) establecieron un método que comparan el patrón de maduración esquelética del individuo con un grupo de patrones de referencia.<sup>12</sup>

Hägg y Taranger (1980) utilizan una clasificación basada en diez estadios de maduración ósea; en ella se observa la osificación del sesamoideo ulnar de la articulación metacarpofalángica del primer dedo (S), y algunos estadios epifisarios, específicos, de tres

huesos: la falange media (MP3) y distal del tercer dedo (DP3) y la distal del radio (R).<sup>13</sup>

Fishman (1982) por su parte desarrolló un sistema de indicadores de maduración esquelética de la mano (SMIs) utilizando cuatro estadios de maduración ósea, localizados en seis sitios anatómicos del pulgar, el tercero y el quinto dedo y del radio, donde se encuentran once indicadores de maduración. La secuencia de los cuatro estadios de osificación progresa hacia el ensanchamiento epifisiario de las falanges seleccionadas, la osificación del sesamoideo aductor del pulgar, el cubrimiento de las epífisis seleccionadas sobre sus diáfisis y la fusión de las epífisis seleccionadas con sus diáfisis.<sup>14</sup>

A pesar de que se existen múltiples métodos para establecer la etapa de maduración en la que se encuentra un individuo, ninguno parece ser lo suficientemente preciso, o los métodos que pueden llegar a ser más acertados presentan una aplicabilidad limitada en nuestra práctica clínica. Por esto se trata constantemente de refinar los métodos más empleados en la clínica odontológica para determinar los estadios de maduración, tal es el caso del carpograma, por medio del cual se valora la maduración esquelética. Sin embargo, no se han realizado estudios que busquen determinar cuál de los métodos con los que se establece la maduración esquelética se relaciona mejor con la madurez general del paciente y por tanto, sea más práctico y aplicable en la clínica. Por consiguiente y como fundamento para una práctica clínica más ágil y acertada, el presente estudio pretende *determinar la relación entre tres diferentes métodos de evaluación de la maduración esquelética por medio del carpograma con la maduración general establecida mediante la clasificación de Tanner, para una población de niños en desarrollo de la ciudad de Medellín.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

Éste es un estudio descriptivo, longitudinal retrospectivo en el que se analizaron muestras cada seis meses durante 2 años y medio, de una población de niños sanos en desarrollo de la ciudad de Medellín.

Se estudiaron 33 pacientes, entre los 8 y 13 años, inscritos en las Clínicas de Atención Integral del Niño, de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. De los 33 sujetos seleccionados para el estudio, 18 eran niños y 15 niñas. Sin embargo, 2 de los niños no completaron el estudio pues se trasladaron de ciudad.

Esta población es la misma que se evaluó en un estudio piloto que buscaba detectar un indicador hormonal del inicio del brote de crecimiento puberal.<sup>6, 15</sup> El criterio para la inclusión de los niños en la investigación fue el de estar sanos, con estadio de maduración de Tanner I —ausencia de indicadores mamarios, púbicos y testiculares de desarrollo puberal.<sup>3, 16</sup>

Para la recolección de los datos se utilizó la metodología previamente descrita.<sup>6, 15</sup> En resumen, a todos los niños se les realizó un examen médico general. En la historia clínica se registraron entre otros datos, la edad, el peso y la talla, el estadio de maduración sexual según Tanner y en los hombres el volumen testicular según Prader.<sup>3</sup> Por medio de radiografía carpal se evaluó el desarrollo esquelético según los métodos de Greulich y Pyle,<sup>12</sup> Hägg y Taranger<sup>13</sup> y Fishman.<sup>14</sup>

La edad fue registrada en años con el sistema decimal; la estatura en centímetros (cm), con un tallímetro (Acusat Stadiometer, Genentech); el peso corporal, en kilogramos (kg) en una pesa mecánica (Detecto Scales, Jacobs Bros). El estadio de maduración sexual según Tanner<sup>3</sup> se expresó en una escala de I a V, tanto para niños como para niñas, los valores se obtuvieron de los diferentes parámetros que lo integran, a saber, desarrollo genital en niños (tamaño del pene, escroto y testículos). En niñas se registró el Tanner mamario, uno de los 5 estadios según las características de las mamas. En todos se observó el desarrollo del vello púbico desde I, que es ligera vellosoidad infantil, hasta V, que corresponde a la vellosoidad adulta. Además se registró la presencia o no de sudoración y de vello axilar en ambos sexos; y en los niños se practicó la orquidiometría de Prader para evaluar el volumen testicular, con rangos desde 1 hasta 25 ml.<sup>3</sup>

Para determinar el estadio de maduración esquelética se tomaron radiografías carpales de la mano izquierda en diestros y derecha en zurdos, según normas internacionales, por medio de una técnica estandarizada en el equipo Orthopantograph OP100 Instrumentarium Imagen, con un tiempo de exposición de 0,10 s, con 63 kV y 12 mA, a una distancia focal de 1,65 m. En estas radiografías se evaluaron los estadios de maduración de la mano según los métodos de Greulich y Pyle<sup>12</sup> Hägg y Taranger<sup>13</sup> y Fishman.<sup>14</sup> Para el seguimiento longitudinal se tomaron las radiografías en iguales condiciones cada seis meses hasta completar los tres años de estudio. Para garantizar la confiabilidad de la evaluación radiográfica, los evaluadores (3) se calibraron y estandarizaron previamente con cada técnica.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS (versión 14.0). La relación entre las variables fue analizada a través de pruebas estadísticas con una significación estadística del 5%. Se trabajó con estadística no paramétrica, ya que se estableció que las variables no distribuían normalmente; por esta razón las variables cuantitativas se analizaron tomando la mediana. En cuanto a las relaciones entre las diferentes variables se analizaron de la siguiente forma: se determinó la correlación entre las variables cuantitativas como edad, peso, talla y volumen testicular (según Prader), a través del coeficiente de correlación de Spearman; además, se estableció la asociación entre variables cualitativas como Tanner y variables de maduración esquelética según los métodos de Hägg y Taranger, Fishman y Greulich y Pyle, a través de la prueba Chi-cuadrado

de independencia ( $\chi^2$ ) y prueba exacta de Fisher (F) según el caso. Por otro lado, para establecer la relación entre las variables cualitativas y cuantitativas se emplearon las pruebas U de Mann-Whitney (U) y H de Kruskal-Wallis (KW).

Durante el desarrollo del protocolo investigativo se cumplieron los dictámenes de la Resolución 8430 del Ministerio de Salud, de la República de Colombia, según la cual ésta es una investigación de riesgo mínimo. El protocolo que se siguió fue revisado y aprobado por el Comité de Ética Odontológica de Antioquia y los padres de los niños dieron el consentimiento informado por escrito.

## RESULTADOS

### Muestra masculina

#### Variables antropométricas

A partir de la primera muestra hasta la sexta, los individuos del sexo masculino presentaron edad mediana entre 9,7 (9,1-10,8) y 12,4 años (11,7-13,2); peso mediano entre 28,6 (21,0-47,8) y 36,8 kg (23,0-49,0) y talla mediana entre 130,6 (118,0-147,1) y 144,5 cm (127,5-154,1).

Durante todo el período de observación la población masculina se ubicó entre el percentil 10-25 ( $P_{10}$ ,  $P_{25}$ ) para la talla y en el percentil 25-50 ( $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ) para el peso de acuerdo con las tablas del National Center of Health Statistics.<sup>17</sup> Todos los datos relacionados con la evolución de estas variables, durante el período de observación, se encuentran en la tabla 1.

**Tabla 1**  
*Variables antropométricas en 18 niños (sexo masculino) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Muestra	Edad		Peso			Talla		
	Mediana	Rango	Mediana	Rango	Perc.	Mediana	Rango	Perc.
Primera	9,7	9,10-10,80	28,6	21,00-47,80	25-50	130,6	118,00-147,00	10-25
Segunda	10,2	9,60-11,50	30	21,00-44,50	25-50	133	121,00-150,40	10-25
Tercera	10,7	10,10-11,80	31,9	20,5 -47,5	25-50	136,1	122,40-151,50	10-25
Cuarta	11,3	10,50-12,40	33	22,00-50,00	25-50	138,2	123,70-154,70	10-25
Quinta	11,7	11,30-12,70	34,5	26,00-43,00	25-50	140	125,00-150,00	10-25
Sexta	12,4	11,70-13,20	36,75	23,00-49,00	25-50	144,45	127,50-154,10	10-25

Con respecto al aumento en talla durante el período de observación encontramos que la velocidad de crecimiento mediana fue de 2,4 cm (de la primera muestra a la segunda), 3,1 c (de la segunda muestra a la tercera), 2,1 (de la tercera muestra a la cuarta), 1,8 (de la cuarta muestra a la quinta) y 4,45 (de la quinta muestra a la sexta).

En cuanto al aumento de peso durante el período de estudio observamos que las medianas para la velocidad de ganancia de peso fueron: 1,4 kg (de la primera muestra a la segunda), 1,9 (de la segunda muestra a la tercera), 1,1 (de la tercera muestra a la cuarta), 1,5 (de la cuarta muestra a la quinta) y 2,25 (de la quinta muestra a la sexta).

En las variables antropométricas (edad, peso y talla), se observó una correlación estadísticamente significativa durante todo el período de estudio, es decir desde la primera muestra hasta la sexta, entre la edad y la talla ( $r = 0,742$ ;  $p = 0,000$  y  $r = 0,571$ ;  $p = 0,021$  respectivamente) y entre el peso y la talla ( $r = 0,850$ ;  $p = 0,000$  y  $r = 0,583$ ;  $p = 0,018$  respectivamente).

Las variables antropométricas edad y peso mostraron una correlación estadísticamente significativa entre la primera y la quinta muestra ( $r = 0,642$ ;  $p = 0,004$  y  $r = 0,678$ ;  $p = 0,004$  respectivamente). Todos los datos relacionados con las correlaciones entre estas variables, durante el período de observación, se observan en la tabla 2.

### Maduración sexual

Al inicio del estudio, y como principio de inclusión, todos los participantes estaban en un estadio de maduración sexual I, según Tanner. Al final el 62,5% de ellos se encontraba en estadio III (10) y el 37,5% (6) restante, en estadio II. Todos los datos relacionados con la evolución de esta variable, durante el período de observación, se encuentran en el gráfico 1.

Con referencia a la orquidiometría de Prader, en la primera muestra se observó un volumen testicular derecho mediano de 3,0ml (1-4), mientras que el volumen testicular izquierdo mediano fue de 2,0 ml (1-4). Al final del estudio ambos volúmenes testiculares medianos fueron de 8,0 ml (3-10). Todos

los datos relacionados con la evolución de estas variables, se observan en la tabla 3.

**Tabla 2**  
*Correlación entre variables antropométricas en 18 niños (sexo masculino) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Primera muestra			
	Edad	Peso	Talla
Edad		r: 0,642 p: 0,004	r: 0,742 p: 0,000
Peso	r: 0,642 p: 0,004		r: 0,850 p: 0,000
Talla	r: 0,742 p: 0,000	r: 0,850 p: 0,000	
Segunda muestra			
Edad		r: 0,574 p: 0,013	r: 0,675 p: 0,002
Peso	r: 0,574 p: 0,013		r: 0,757 p: 0,000
Talla	r: 0,675 p: 0,002	r: 0,757 p: 0,000	
Tercera muestra			
Edad		r: 0,630 p: 0,005	r: 0,689 p: 0,002
Peso	r: 0,630 p: 0,005		r: 0,827 p: 0,000
Talla	r: 0,689 p: 0,002	r: 0,827 p: 0,000	
Cuarta muestra			
Edad		r: 0,592 p: 0,010	r: 0,662 p: 0,003
Peso	r: 0,592 p: 0,010		r: 0,748 p: 0,000
Talla	r: 0,662 p: 0,003	r: 0,748 p: 0,000	
Quinta muestra			
Edad		r: 0,678 p: 0,004	r: 0,580 p: 0,018
Peso	r: 0,678 p: 0,004		r: 0,773 p: 0,000
Talla	r: 0,580 p: 0,018	r: 0,773 p: 0,000	
Sexta muestra			
Edad			r: 0,571 p: 0,021
Peso			r: 0,583 p: 0,018
Talla	r: 0,571 p: 0,021	r: 0,583 p: 0,018	

*r*: valor coeficiente de correlación de Spearman.

*p*: significancia estadística.

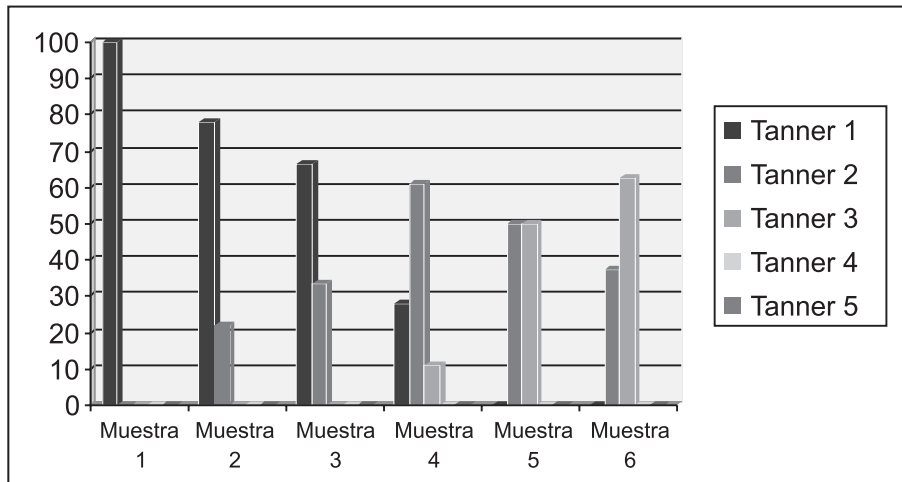


**Tabla 3**  
*Distribución, absoluta y porcentual, del volumen testicular, derecho e izquierdo en 18 niños (sexo masculino) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Muestra	Volumen Testicular	Derecho		Izquierdo	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
1	1	1	5,56	2	11,11
	2	7	38,89	9	50,00
	3	7	38,89	4	22,22
	4	3	16,67	3	16,67
<b>Total</b>	-	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>
2	1	0	0	0	0
	2	7	38,89	8	44,4
	3	7	38,89	6	33,3
	4	2	11,1	3	16,67
	5	1	5,56	1	5,56
	6	1	5,56	0	0
<b>Total</b>	-	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>
3	1	0	0	0	0
	2	5	27,78	6	33,3
	3	7	38,89	8	44,4
	4	4	22,2	2	11,1
	5	0	0	2	11,1
	6	2	11,1	0	0
<b>Total</b>	-	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>
4	2	1	5,56	1	5,56
	3	6	33,3	5	27,7
	4	4	22,2	6	33,3
	5	3	16,7	3	16,7
	6	2	11,1	1	5,56
	8	1	5,56	1	5,56
	10	1	5,56	1	5,56
<b>Total</b>	-	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>
5	2	1	6,25	1	6,25
	3	2	12,5	3	18,75
	4	3	18,75	2	12,5
	5	1	6,25	2	12,5
	6	4	25	5	31,25
	8	4	25	2	12,5
	10	1	6,25	1	6,25
<b>Total</b>	-	<b>16</b>	<b>100,00</b>	<b>16</b>	<b>100,00</b>
6	3	1	6,25	1	6,25
	4	3	18,75	3	18,75
	5	1	6,25	1	6,25
	6	1	6,25	1	6,25
	8	7	43,75	7	43,75
	10	3	18,75	3	18,75
<b>Total</b>	-	<b>16</b>	<b>100,00</b>	<b>16</b>	<b>100,00</b>

\* El volumen testicular, según la orquidiometría de Prader, está expresado en mililitros (ml).

**Gráfico 1**  
*Maduración sexual según Tanner en 18 niños (hombre)*  
*atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



Durante la primera y segunda muestras, debido a que la mayor parte de los hombres permanecieron en Tanner I, no fue posible buscar asociaciones con las otras variables cualitativas objeto de estudio, ni establecer las diferencias de mediana para determinar la relación con las variables cuantitativas evaluadas. A partir de la tercera, cuarta y sexta muestras, se encontraron unas diferencias estadísticamente significativas entre la maduración sexual según Tanner y las variables antropométricas edad ( $U = 14,500$ ,  $p = 0,044$ ;  $KW = 6,116$ ,  $p = 0,047$  y  $U = 10,000$   $p = 0,030$  respectivamente) y talla ( $U = 12,000$ ,  $p = 0,025$   $KW = 6,409$ ,  $p = 0,041$  y  $U = 9,000$   $p = 0,023$  en su orden). La diferencia de medianas del peso con relación a Tanner ( $U = 11,000$ ;  $p = 0,019$  y  $U = 11,000$   $p = 0,039$ ) solo fue estadísticamente significativa para la tercera y la sexta muestra respectivamente.

*Correlaciones entre los volúmenes testiculares (orquidiometría de Prader) y variables antropométricas.* En general, se observó una correlación estadísticamente significativa entre los volúmenes testiculares y el peso, aunque no necesariamente con ambos volúmenes en todas las muestras. De igual manera se puede afirmar que existe correlación estadísticamente significativa entre el volumen testicular y la talla, pero en la quinta muestra no se observó esta correlación. Con respecto a la correlación entre

los volúmenes testiculares y la edad, solo se presentó en la segunda, tercera, cuarta y sexta muestras.

Todos los datos relacionados con las correlaciones entre estas variables, se observan en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Relación entre la maduración sexual (según Tanner y Prader) y las variables antropométricas en 18 niños (sexo masculino) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Maduración Sexual	Antropométricas		
	Edad	Peso	Talla
<b>Primera muestra</b>			
<b>Tanner general</b>	N. A.	N. A.	N. A.
<b>Vol. Tes. der.</b>		r: 0,596 p: 0,009	r: 0,532 p: 0,023
<b>Vol. Tes. izq.</b>		r: 0,554 p: 0,017	r: 0,511 p: 0,030
<b>Segunda muestra</b>			
<b>Tanner general</b>	N. A.	N. A.	N. A.
<b>Vol. Tes. der.</b>	r: 0,509 p: 0,031	r: 0,532 p: 0,023	r: 0,575 p: 0,012
<b>Vol. Tes. izq.</b>			
<b>Tercera muestra</b>			
<b>Tanner general</b>	U: 14,500 p: 0,044	U: 11,000 p: 0,019	U: 12,000 p: 0,025
<b>Vol. Tes. der.</b>	r: 0,522 p: 0,026	r: 0,538 p: 0,021	r: 0,656 p: 0,003

<b>Vol. Tes izq</b>	r: 0,494 p: 0,037	r: 0,480 p: 0,044	r: 0,602 p: 0,008
<b>Cuarta muestra</b>			
<b>Tanner general</b>	KW: 6,116 p: 0,047		KW: 6,409 p: 0,041
<b>Vol. Tes der</b>	r: 0,694 p: 0,001	r: 0,518 p: 0,028	r: 0,564 p: 0,015
<b>Vol. Tes. izq.</b>	r: 0,560 p: 0,016	r: 0,490 p: 0,039	r: 0,500 p: 0,034
<b>Quinta muestra</b>			
<b>Tanner general</b>			
<b>Vol. Tes. der.</b>			
<b>Vol. Tes. izq.</b>		r: 0,521 p: 0,038	
<b>Sexta muestra</b>			
<b>Tanner general</b>	U: 10,000 p: 0,031	U: 11,000 p: 0,042	U: 9,000 p: 0,022
<b>Vol. Tes. der.</b>	r: 0,612 p: 0,012		r: 0,524 p: 0,037
<b>Vol. Tes. Izq.</b>	r: 0,720 p: 0,002	r: 0,522 p: 0,038	r: 0,656 p: 0,006

N. A. no aplica

r: valor coeficiente de correlación de Spearman

U: valor de U de Mann-Whitney

KW: valor de H de Kruskal-Wallis

p: significancia estadística

Volúmenes testiculares. Durante todo el período de observación se encontró correlación estadísticamente significativa entre los volúmenes testiculares derecho e izquierdo ( $p = 0$ )

En cuanto a la relación entre Tanner general y los volúmenes testiculares (Prader), solo se observó diferencia estadísticamente significativa en la cuarta muestra ( $p = 0,022$  testículo derecho y  $p = 0,011$  testículo izquierdo).

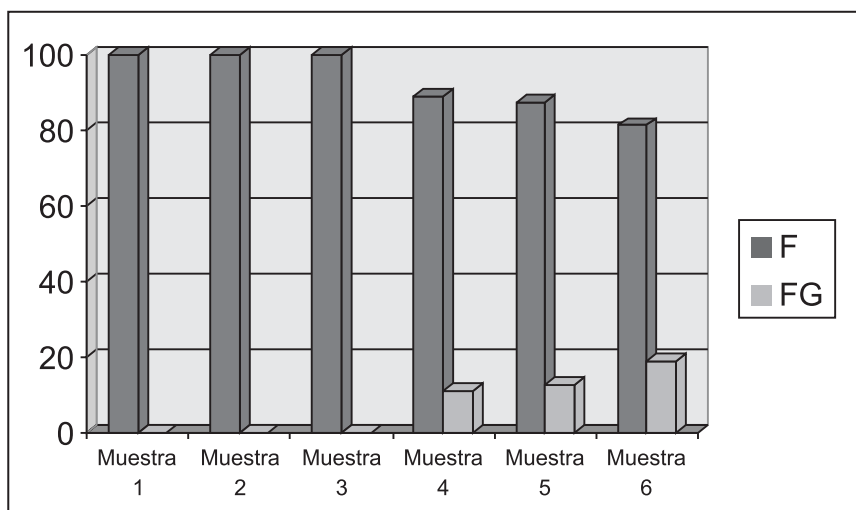
### Maduración esquelética

Con respecto a la maduración esquelética, según Hägg y Taranger, al inicio del estudio se observó que el 100% de la población estaba en estadio F; dos años y medio más tarde el 81% (13) continuaba en este estadio y sólo el 19% (3) progresó a FG (gráfico 2). Con relación a la aparición del sesamoideo, este no estuvo presente durante las tres primeras muestras, y al final del estudio solo el 12% (2) de los niños presentaba osificación de éste.

Según Greulich y Pyle, al inicio del estudio, la población masculina tenía una edad ósea entre 5,5 y 11 y al final la edad ósea estaba entre 8,5 y 14 (gráfico 3).

Por otra parte según Fishman, al inicio del estudio, el 83,3% (15) de la población masculina se encontraba en estadio < 1 y el 16,7% (3) restante estaba en estadio 1; dos años y medio después, todavía un 18,8% (3) estaba en estadio < 1, el 12,5% (2) en estadio 1, el 31,25% (5) en estadio 2, el 25% (4) en estadio 3 y el 12,5% (2) en estadio 4 (gráfico 4).

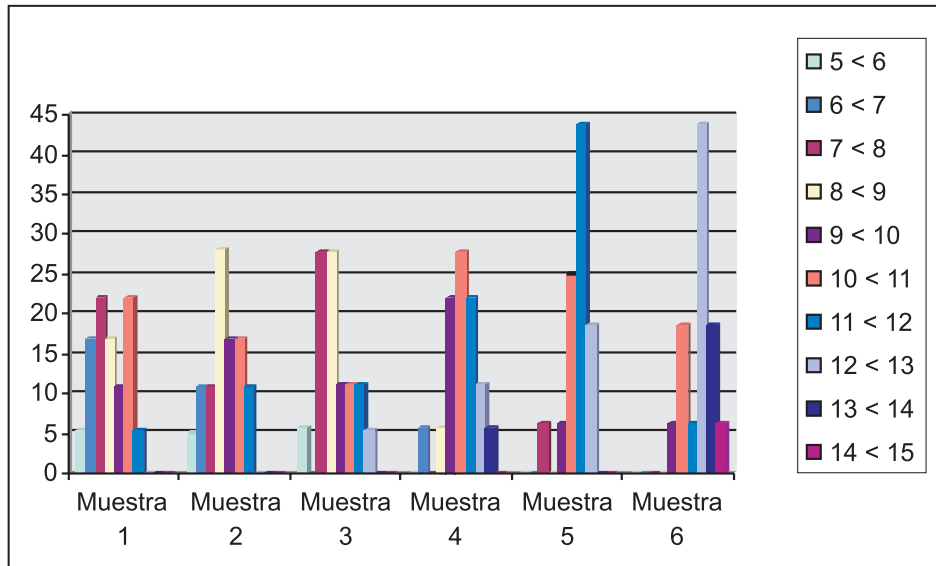
**Gráfico 2**  
Maduración esquelética Hägg y Taranger (falange media) en 18 niños (hombre) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002





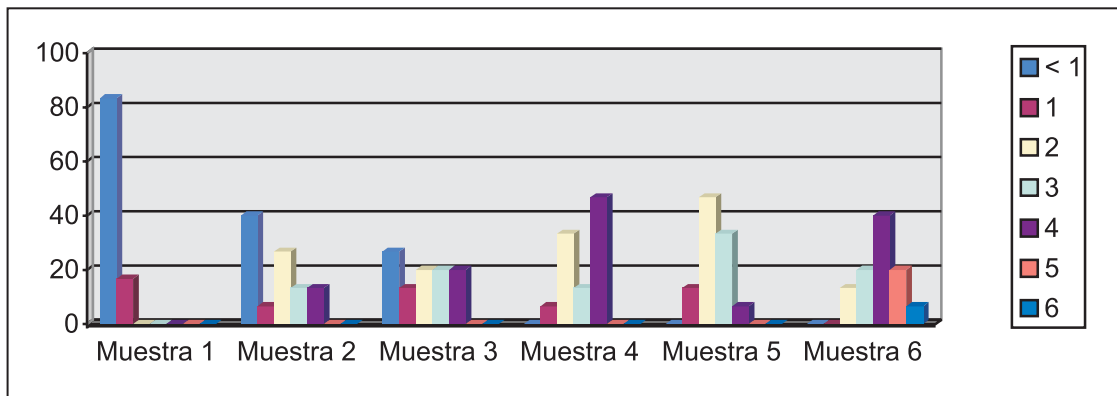
**Gráfico 3**

*Maduración esquelética según Greulich y Pyle en una población de 18 niños (hombre) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



**Gráfico 4**

*Maduración esquelética según Fishman en 18 niños (hombre) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



*Relaciones entre maduración esquelética y maduración sexual.* Solo a partir de la cuarta muestra y con respecto a los parámetros evaluados por Hägg y Taranger, tales como sesamoideo y falange media del tercer dedo se encontró que: había una asociación estadísticamente significativa entre el Tanner general y el sesamoideo ( $\chi^2 = 8,47$   $p = 0,014$ ) y se encontraron diferencias entre el volumen testicular derecho (Prader) y el estadio de la falange media del tercer dedo ( $U = 2,00$  y  $p = 0,042$ ). En la quinta

muestra se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los volúmenes testiculares derecho e izquierdo con la falange media del tercer dedo ( $U = 1,500$ ,  $p = 0,043$  y  $U = 0,500$   $p = 0,029$  respectivamente).

No se encontraron asociaciones entre la maduración esquelética evaluada de acuerdo con el método de Fishman ni de acuerdo con Greulich y Pyle con respecto a la maduración sexual, en ninguno de los períodos estudiados tabla 6.

**Tabla 6**  
*Relación entre la maduración sexual según Tanner y la maduración esquelética en 18 niños (sexo masculino) atendidos en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Tanner	Fishman	Hägg y Taranger			Greulich y Pyle
		Sesamoideo	Falange	Radio	
<b>Primera muestra</b>					
General	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Vol. Tes. der.	—	N. A.	N. A.		—
Vol. Tes. izq.	—	N. A.	N. A.		—
<b>Segunda muestra</b>					
General	—	N. A.	N. A.	N. A.	—
Vol. Tes. der.	—	N. A.	N. A.		—
Vol. Tes. izq.	—	N. A.	N. A.		—
<b>Tercera muestra</b>					
General	—	N. A.	N. A.	N. A.	—
Vol. Tes. der.	—	N. A.	N. A.		—
Vol. Tes. izq.	—	N. A.	N. A.		—
General	—	$\chi^2: 8,47$ p: 0,014	—	N. A.	—
Vol. Tes. der.	—	—	U: 2,000 p: 0,042		—
Vol. Tes. izq.	—	—	—		—
<b>Quinta muestra</b>					
General	—	—	—	N. A.	—
Vol. Tes. der.	—	—	U: 1,500 p: 0,043		—
Vol. Tes. izq.	—	—	U: 0,500 p: 0,029		—
<b>Sexta muestra</b>					
General	—	—	—	N. A.	—
Vol. Tes. der.	—	—	—		—
Vol. Tes. izq.	—	—	—		—

N. A.: no aplica  
 $\chi^2$ : valor de Chi-cuadrado de independencia  
 U: valor de U de Mann-Whitney  
 p: significancia estadística

## Muestra femenina

### Variables antropométricas

A partir de la primera muestra hasta la sexta los individuos del sexo femenino presentaron edad mediana entre 9,2 (8,2-10,3) y 11,8 años (10,8-12,9); peso mediano entre 26,0 (22,5-47,5) y 35,3 kg (30,0-63,0) y talla mediana entre 130,0 (118,3-140,8) y 145,4 cm (130,3-158,2).

Durante todo el período de observación la población femenina se ubicó en el P<sub>25</sub> para el peso, en tanto que para la talla, se ubicó entre el percentil 25-50 (P<sub>25</sub>-P<sub>50</sub>). Todos los datos relacionados con la evolución de estas variables, durante el período de observación se encuentran en la tabla 7.

Para la población femenina, la velocidad de crecimiento mediana fue de 2,8 cm (de la primera muestra a la segunda, al igual que de la segunda a la tercera), 3,4 (de la tercera muestra a la cuarta), 1 (de la cuarta muestra a la quinta) y 5,4 (de la quinta muestra a la sexta).

La velocidad de ganancia de peso en la población femenina fue de 1,25 kg (de la primera muestra a la segunda), 2,5 (de la segunda muestra a la tercera) 1,25 (de la tercera muestra a la cuarta), 2 (de la cuarta muestra a la quinta) y 2,3 (de la quinta muestra a la sexta).

En las variables antropométricas (edad, peso y talla), se observó una correlación estadísticamente significativa durante todo el período de estudio, es decir desde la primera muestra hasta la sexta, entre el peso y la talla ( $r = 0,942$ ,  $p = 0,000$  y  $r = 0,951$ ,  $p = 0,000$  respectivamente). Mientras que entre la primera muestra y la quinta, se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre edad y peso ( $r = 0,740$ ,  $p = 0,002$  y  $r = 0,608$   $p = 0,016$  respectivamente) y edad y talla ( $r = 0,682$ ,  $p = 0,005$  y  $r = 0,583$   $p = 0,022$  respectivamente) tabla 8.

### Maduración sexual

Al igual que con la población masculina, el criterio de inclusión fue estar en un estadio de maduración sexual I, según Tanner; al final del estudio el 6,7% (1) se encontraba en estadio V, 26,7% (4) en estadio

IV, el 33,3% (5) en estadio III, 26,7% (4) en estadio II y el 6,7% (1) restante, en estadio I. Todos los datos

relacionados con la evolución de esta variable se observan en el gráfico 5.

**Tabla 7**  
*Variables antropométricas en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Muestra	Edad		Peso			Talla		
	Mediana	Rango	Mediana	Rango	Perc.	Mediana	Rango	Perc.
Primera	9,2	8,20-10,25	26,00	22,50-47,50	25	130	118,30-140,80	25-50
Segunda	9,70	8,72-10,80	27,25	23,00-49,75	25	132,80	121,00-144,40	25-50
Tercera	10,20	9,20-11,30	29,75	24,00-54,00	25-50	135,6	123,80-147,40	25-50
Cuarta	10,75	9,74-11,90	31,00	26,00-57,00	25	139,00	125,90-149,30	25-50
Quinta	11,20	10,21-12,25	33,00	27,50-62,00	25	140,00	128,00-153,00	25-50
Sexta	11,8	10,85-12,90	35,30	30,00-63,00	25	145,40	130,30-158,20	25-50

**Tabla 8**  
*Correlación entre variables antropométricas en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Primera muestra			
	Edad	Peso	Talla
Edad		r: 0,740 p: 0,002	r: 0,682 p: 0,005
Peso	r: 0,740 p: 0,002		r: 0,942 p: 0,000
Talla	r: 0,682 p: 0,005	r: 0,942 p: 0,000	
Segunda muestra			
Edad		r: 0,714 p: 0,003	r: 0,667 p: 0,007
Peso	r: 0,714 p: 0,003		r: 0,907 p: 0,000
Talla	r: 0,667 p: 0,007	r: 0,907 p: 0,000	
Tercera muestra			
Edad		r: 0,649 p: 0,009	r: 0,611 p: 0,016
Peso	r: 0,649 p: 0,009		r: 0,887 p: 0,000
Talla	r: 0,611 p: 0,016	r: 0,887 p: 0,000	

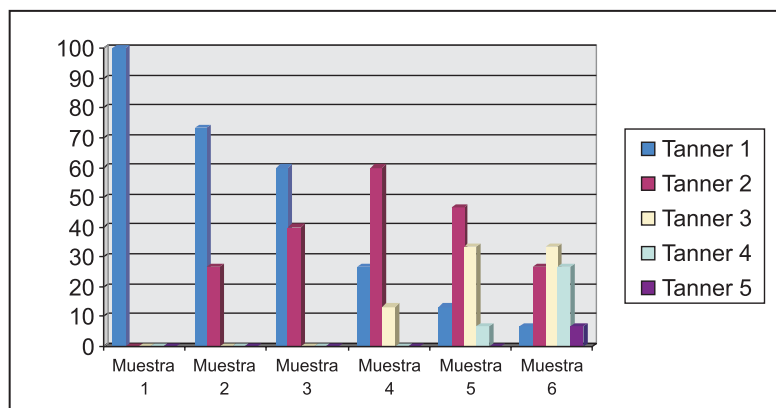
Cuarta muestra			
Edad		r: 0,645 p: 0,009	r: 0,629 p: 0,012
Peso	r: 0,645 p: 0,009		r: 0,885 p: 0,000
Talla	r: 0,629 p: 0,012	r: 0,885 p: 0,000	
Quinta muestra			
Edad		r: 0,608 p: 0,016	r: 0,583 p: 0,022
Peso	r: 0,608 p: 0,016		r: 0,881 p: 0,000
Talla	r: 0,583 p: 0,022	r: 0,881 p: 0,000	
Sexta muestra			
Edad			
Peso			r: 0,951 p: 0,000
Talla		r: 0,951 p: 0,000	

r: valor coeficiente de correlación de Spearman  
p: significancia estadística

Durante la primera muestra, debido a que todas las mujeres estaban en Tanner I, no fue posible buscar asociaciones con las otras variables cualitativas

objeto de estudio, ni establecer las diferencias de mediana para determinar la relación con las variables cuantitativas evaluadas.

**Gráfico 5**  
*Maduración esquelética según Tanner en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



En las muestras segunda y tercera se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la maduración sexual según Tanner y las variables antropométricas peso ( $U = 0,000$ ,  $p = 0,004$  y  $U = 4,500$   $p = 0,008$  respectivamente) y talla ( $U = 3,000$   $p = 0,013$  y  $U = 3,000$   $p = 0,005$  en su orden). La diferencia de medianas de la edad con relación a la maduración sexual según Tanner ( $U = 5,000$   $p = 0,026$ ) solo fue estadísticamente significativa para la segunda muestra (tabla 9).

**Maduración esquelética**

Con respecto a la maduración esquelética, según Hägg y Taranger, al inicio del estudio se observó que el 100% (15) de la población estaba en estadio F; dos años y medio más tarde sólo el 20% (3) continuaba en este estadio, el 33% (5) progreso a FG y el 46,7% (7) restante, se ubicó en estadio G (grafico 6).

En relación con la aparición del sesamoideo, observamos que al inicio del estudio el 6,7% (1) de la población femenina presentaba sesamoideo, y al final del estudio, el 93,3% (14) de las mujeres ya habían tenido la aparición del sesamoideo.

Igualmente, al inicio del estudio, según Greulich y Pyle, la población femenina tenía una edad ósea entre 6,0 y 10,8; al final la edad ósea estaba entre 10,5 y 13,5 (gráfico 7).

Por otra parte, según Fishman, al inicio del estudio, el 46,7% (7) de la población femenina estaba en

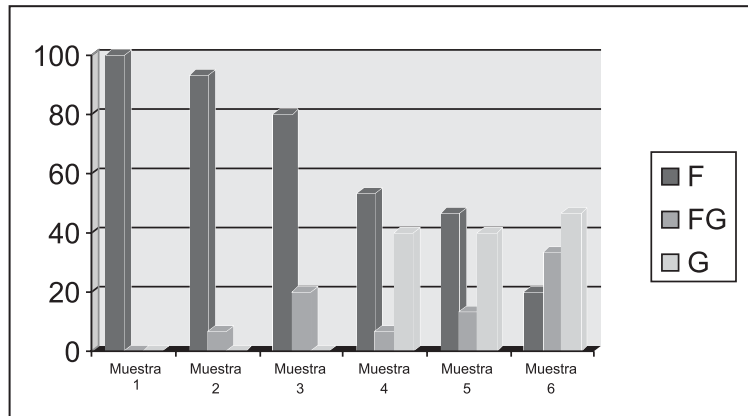
estadio < 1, el 26,6% (4) en estadio 1, el 20% (3) en estadio 2 y el 6,7% (1) en estadio 4; dos años y medio más tarde, el 6,7% (1) se encontraba en estadio 2, el 20% (3) en estadio 4, el 46,7% (7) en estadio 5, el 13,3% (2) en estadio 6 y el 13,3% (2) en estadio 7 (gráfico 8).

**Tabla 9**  
*Relación entre la maduración sexual según Tanner y las variables antropométricas en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

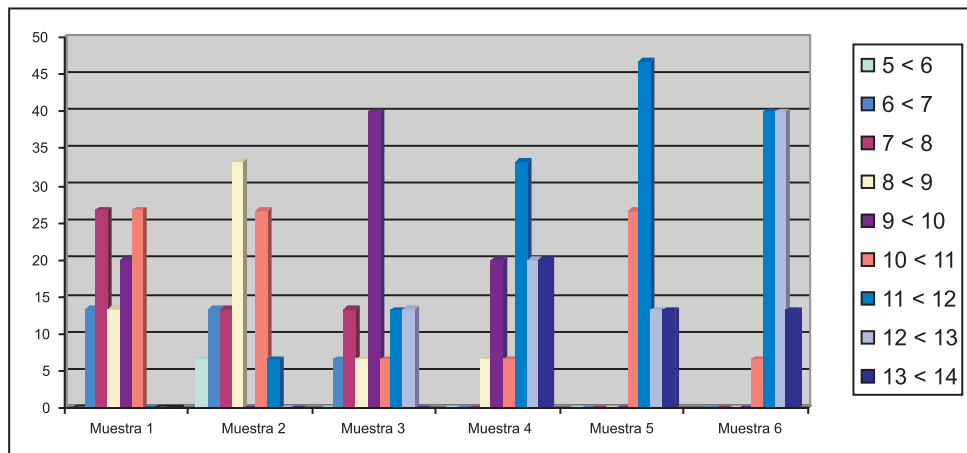
Antropométricas			
Tanner	Edad	Peso	Talla
<b>Primera muestra</b>			
General	N. A.	N. A.	N. A.
<b>Segunda muestra</b>			
General	U: 5,000 p: 0,026	U: 0,000 p: 0,004	U: 3,000 p: 0,013
<b>Tercera muestra</b>			
General	—	U: 4,500 p: 0,008	U: 3,000 p: 0,005
<b>Cuarta muestra</b>			
General	—	—	—
<b>Quinta muestra</b>			
General	—	—	—
<b>Sexta muestra</b>			
General	—	—	—

N. A. : no aplica  
 U: valor de U de Mann-Whitney  
 p: significancia estadística

**Gráfico 6**  
*Maduración esquelética según Hägg y Taranger (Farange media) en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



**Gráfico 7**  
*Maduración esquelética según Greulich y Pyle en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



*Asociaciones entre la maduración esquelética y la maduración sexual según Tanner.* Cuando se buscó la asociación de la maduración sexual con la maduración esquelética según Hägg y Taranger, se encontró que estas fueron estadísticamente significativas en la segunda muestra con el sesamoideo ( $\chi^2 = 6,346$   $p = 0,012$ ); en la tercera muestra con la falange media ( $\chi^2 = 5,625$ ,  $p = 0,018$ ) y en la sexta muestra nuevamente con el sesamoideo ( $\chi^2 = 15,000$ ,  $p = 0,005$ ).

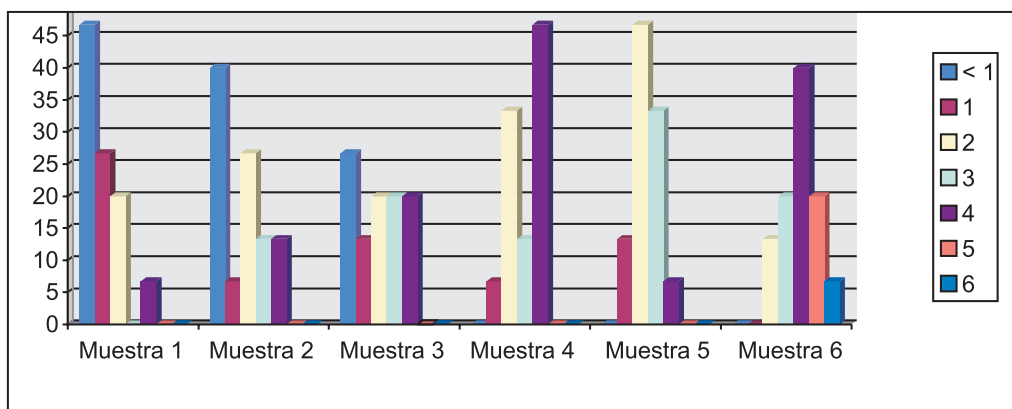
Cuando se aplicó el mismo procedimiento con la maduración esquelética según Fishman, solo se

encontraron asociaciones estadísticamente significativas en la segunda ( $\chi^2 = 12,443$   $p = 0,014$ ) y la sexta muestras ( $\chi^2 = 31,339$ ,  $p = 0,012$ ); de igual manera, al buscar la asociación con relación al método de Greulich y Pyle solo se observó asociación en la última muestra ( $\chi^2 = 29,375$ ,  $p = 0,022$ ) (tabla 10).

**Comparación entre las muestras de hombres y mujeres (según diferentes variables)**

Desde el inicio y hasta el final del estudio hubo diferencias significativas en la edad entre hombres y mujeres ( $U = 51,500$   $p = 0,003$ ;  $U = 48,000$ ,

**Gráfico 8**  
*Maduración esquelética según Fishman en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*



**Tabla 10**  
*Relación entre la maduración sexual según Tanner y la maduración esquelética en 15 niñas atendidas en la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, Medellín. 2000-2002*

Tanner	Fishman	Hägg y Taranger			Greulich y Pyle
		Sesamoideo	Falange	Radio	
<b>Primera muestra</b>					
General	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
<b>Segunda muestra</b>					
General	$\chi^2$ : 12,443 p: 0,014	$\chi^2$ : 6,346 p: 0,012	—	N. A.	—
<b>Tercera muestra</b>					
General	—	—	$\chi^2$ : 5,625 p: 0,018	N. A.	—
<b>Cuarta muestra</b>					
General	—	—	—	N. A.	—
<b>Quinta muestra</b>					
General	—	—	—	N. A.	—
<b>Sexta muestra</b>					
General	$\chi^2$ : 31,339 p: 0,012	$\chi^2$ : 15,000 p: 0,005	—	N. A.	$\chi^2$ : 29,375 p: 0,022

*N. A. no aplica*  
 $\chi^2$ : valor de Chi-cuadrado de independencia  
 p: significancia estadística

p = 0,0004, primera y sexta muestras respectivamente), sin embargo, esta diferencia no se reflejó en el peso y la talla, parámetros en los que no se encontró diferencias significativas en todo el período estudiado.

En cuanto a la maduración sexual, se encontró que había una diferencia estadísticamente significativa

(U = 3,000; p = 0,000) al comparar la edad mediana de los hombres [10,2025 (9,592-11,499)] con la edad mediana de las mujeres [9,7070 (8,721-10,756)] durante el paso de Tanner I a II, aunque el evento sucedió en la segunda muestra en ambos sexos.

De igual manera, se encontró que había una diferencia estadísticamente significativa (U = 51,500; p =



0,003) al comparar la edad mediana de los hombres [11,25 (10,52-12,36)] con la edad mediana de las mujeres [9,707 (8,72-10,75)] durante el paso de estadio F a estadio FG de acuerdo con la maduración esquelética según Hägg y Taranger.

Nuevamente, se encontró que había una diferencia estadísticamente significativa ( $U = 51,500$ ;  $p = 0,003$ ) al comparar la edad mediana de los hombres [11,25 (10,52-12,36)] con la edad mediana de las mujeres [9,707 (8,72-10,75)] durante el paso del estadio 3 al estadio 4 (aparición del sesamoideo) de acuerdo con la maduración esquelética según Fishman.

## DISCUSIÓN

A pesar de que se existen varios métodos para establecer la etapa de maduración en la que se encuentra un individuo, ninguno parece ser lo suficientemente preciso, o los métodos que pueden llegar a ser más acertados presentan una aplicabilidad limitada en nuestra práctica odontológica. Por esto constantemente se tratan de refinar los métodos más empleados en la práctica clínica para determinar estadios de maduración, tal es el caso del carpograma, por medio del cual se valora la maduración esquelética. Sin embargo, no se han realizado estudios que busquen determinar cuál de los métodos con los que se establece la maduración esquelética se relaciona mejor con la madurez general del paciente y por tanto, sea el más práctico y aplicable clínicamente. Por consiguiente y como fundamento para una práctica más ágil y acertada, en el presente estudio se buscó la relación entre tres diferentes métodos de evaluación de la maduración esquelética mediante el carpograma (Taranger y Hagg, Greulich y Pyle, y Fishman), con la maduración sexual (Tanner, orquidiometría de Prader).

### Variables antropométricas (edad, peso y talla)

Es importante resaltar que las variables analizadas en los sujetos del estudio, no presentaron una distribución normal; por tanto, se trabajó con estadística no paramétrica. Consecuentemente, la gran amplitud en los rangos en variables como peso y talla podría haber afectado los resultados del estudio. En cuanto

a la variable edad, esta se tomó como edad cronológica, razón por la cual su rango fue más estrecho.

Dentro de las curvas de peso y talla de la USNCHS,<sup>17</sup> la mediana de la población masculina en estudio, se ubicó entre los percentiles 25-50 ( $P_{25}$ - $P_{50}$ ) para el peso y los percentiles 10-25 ( $P_{10}$ - $P_{25}$ ) para la talla; mientras que, la mediana de la población femenina se ubicó en el percentil 25 ( $P_{25}$ ) para el peso, y dentro de los percentiles 25-50 ( $P_{25}$ - $P_{50}$ ) para talla. Aparentemente es una población de baja estatura y poco peso para la edad; este hallazgo concuerda con otros autores<sup>18-19</sup> que han estudiado las variables antropométricas en población colombiana, y han encontrado que tanto el peso como la talla en nuestra población son inferiores a los de la población de referencia del NCHS (National Center For Health Statistics) cuyas tablas de comparación están elaboradas para la población anglosajona la cual probablemente presenta características antropométricas diferentes.<sup>17</sup>

Como era de esperar en un grupo de individuos sanos, durante los primeros dos años, en ambos sexos se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre edad y peso, edad y talla, y talla y peso, correlaciones que han sido ampliamente documentadas.<sup>17, 20</sup> Sin embargo, en la sexta muestra, en los hombres, se perdió la correlación de la edad con el peso; mientras que en las mujeres se perdieron las correlaciones de la edad y el peso, y la edad y la talla, lo que parece estar de acuerdo con otros autores quienes afirman que durante esta fase del desarrollo es más importante la correlación del peso y la talla, que las correlaciones del peso o la talla con la edad cronológica.<sup>21, 22</sup>

Desde el inicio y hasta el final del estudio hubo diferencias significativas en la edad entre hombres y mujeres ( $U = 51,500$ ,  $p = 0,003$ ;  $U = 48,000$ ,  $p = 0,0004$ , primera y sexta muestras respectivamente); lo cual refleja el dimorfismo sexual en cuanto al inicio del brote puberal, también reportado por otros autores.<sup>3, 23, 28</sup>

En cuanto al peso y la talla, no encontramos diferencias significativas, además el comportamiento de la ganancia en peso y talla fue similar en ambos sexos

en el período estudiado; lo anterior está de acuerdo con los hallazgos de Conde et al. en una población de niños caleños, quienes no encontraron diferencias en peso y talla en el período prepuberal.<sup>23</sup>

El comportamiento general que presentaron las variables peso y talla parece reflejar el final del período prepuberal y el inicio del brote puberal, que se caracteriza por una desaceleración de la velocidad de crecimiento que precede el inicio del brote puberal, lo que está de acuerdo con lo planteado por Grumbach y Styne.<sup>3</sup>

### Maduración sexual

Como criterio de inclusión en el estudio, tanto los niños como las niñas debían estar en un estado Tanner I de maduración sexual. Este estado se mantuvo durante el primer año y medio de seguimiento, para la mayoría de la población, tanto femenina como masculina, lo que permite inferir que, la mayoría de la población, aún estaba en un período prepuberal. La orquidiometría de Prader, hecha en la población masculina, confirmó que durante el primer año y medio de observación, la mayoría de los niños, no tenían el volumen testicular necesario (volumen testicular mayor a 4 ml) para ser clasificados como puberales.<sup>24-26</sup>

A partir de la cuarta muestra empezó a aumentar la proporción de individuos, que iniciaron su brote puberal. En dicha muestra el 61% de la población masculina estaba en estadio II, el 27,8 en estadio I y el 11% en estadio III; mientras que el 60% de la población femenina se encontraba en estadio II de Tanner y el 13,3% en estadio III. La diferencia en edades entre ambos sexos en el paso de Tanner I a II es estadísticamente significativa, demostrando nuevamente el dimorfismo sexual para el inicio del brote puberal reportado por otros autores.<sup>3, 23, 27-29</sup> Es de anotar que dicho proceso fue más rápido en las mujeres ya que en la sexta muestra el estado máximo de maduración sexual en la muestra masculina fue de III (55,6%), mientras que en las mujeres el 33,3% de la población estaba en un estadio superior o igual a IV. Dicha observación está de acuerdo con lo reportado por Conde en la población caleña.<sup>23</sup>

En la población masculina, en general, se observó una correlación estadísticamente significativa de los volúmenes testiculares con el peso y la talla, lo que indica que el desarrollo sexual y el desarrollo físico están íntimamente ligados. Por otro lado, aunque también se presentó correlación entre los volúmenes testiculares y la edad, ésta solo se presentó en la segunda, tercera, cuarta y sexta muestras, lo que nos corrobora que la maduración sexual no necesariamente se correlaciona con la edad cronológica, población americana.<sup>29</sup>

### Maduración esquelética

En cuanto a la evaluación esquelética, se encontró que hay discrepancias en la secuencia de aparición de los eventos de maduración esquelética con respecto a la reportada por Hägg y Taranger<sup>4</sup> (osificación del sesamoideo y el cierre epifisial de la falange media del dedo medio). Para estos autores, la aparición del sesamoideo (S) se da durante el período de aceleración del brote puberal, y el estadio de FG o igualamiento de la epífisis y la diáfisis en falange media, se da durante la aceleración del brote puberal o un poco después. En nuestro estudio encontramos que muchos individuos que habían alcanzado la fase de igualamiento no presentaban el sesamoideo, el anterior hallazgo está de acuerdo con lo reportado por Fishman, quien ubica la fase de igualamiento en estado 2 y la aparición del sesamoideo en estado 4.

La evaluación de la maduración esquelética, con base en lo propuesto por Hägg y Taranger nos permite detectar el dimorfismo sexual en cuanto a la edad del inicio del desarrollo de la falange media del tercer dedo, puesto que en las mujeres a partir de la segunda muestra se empiezan a encontrar individuos en estadio FG (6,7%), mientras que en los hombres, sólo desde la cuarta muestra se observa progreso en la maduración de esta estructura con 11,1% de individuos en estadio FG. Lo mismo sucede con la osificación del sesamoideo, ya que en algunas de las mujeres estudiadas (6,7%) se hizo visible desde la primera muestra, mientras que en los hombres solo inició su aparición a partir de la cuarta muestra (5,6%). Estos datos están de acuer-

do con Rootz<sup>30</sup> y Grumbach y Styne<sup>3</sup> quienes han observado que los eventos del desarrollo puberal se evidencian más tempranamente en los individuos de sexo femenino.

Según Greulich y Pyle, al inicio del estudio, la población masculina tenía una edad ósea entre 5,5 y 11, con el mayor porcentaje en las siguientes edades: 6, 7, 8, 10 y 10,75 (todas con 11,1%) y al final la edad ósea estaba entre 8,5 y 14, con el mayor porcentaje en 12,5 (27,8%). Por otro lado, la población femenina al inicio presentaba una edad ósea entre 6 y 10,75 con el mayor porcentaje en una edad ósea de 9, mientras que al final el intervalo de la edad era de 10,50 y 13,5, con un 40% en una edad ósea de 11. Estos datos nos permiten notar una vez más que la población estudiada era muy heterogénea, en cuanto a la madurez esquelética, pues mientras unos sujetos estaban demasiado jóvenes (período juvenil), otros ya estaban más maduros según la edad ósea. Esta dispersión en la muestra puede afectar los resultados obtenidos durante este estudio.

De acuerdo con Fishman, al inicio del estudio, el 66,6% de la población general, tanto hombres como mujeres, estaba en un estadio < 1, el 21,2% estaba en estadio 1, el 9,1% en estadio 2 y el 3% en estadio 4. Si consideramos específicamente población masculina, observamos que al inicio del estudio, el 83,3% de ésta se encontraba en estadio < 1 y el 16,7% en estadio 1; mientras que el 46,7% de la población femenina estaba en estadio < 1, el 26,6% en estadio 1, el 20% en estadio 2 y el 6,7% en estadio 4. Lo anterior nos demuestra que la mayor parte de los hombres se encontraban en una etapa de desarrollo juvenil, mientras que menos de la mitad de las mujeres se encontraban en este estadio, a pesar de que ambos tenían una edad cronológica similar. Esto no solo nos indica que al parecer hay un dimorfismo sexual en cuanto al estado del desarrollo esquelético, sino también que la edad cronológica no tiene una relación directa con la maduración esquelética, lo cual está de acuerdo con Rootz<sup>30</sup> y Grumbach y Styne quienes han observado que los eventos del desarrollo puberal se evidencian más tempranamente en individuos de sexo femenino.<sup>3</sup>

### **Asociaciones entre maduración sexual y maduración esquelética**

Cuando se intentó buscar asociaciones entre los estadios de la falange media (Hägg y Taranger) con la maduración sexual (Tanner general), estas solo se encontraron durante la tercera muestra en la población femenina. Mientras que en la población masculina no hubo asociaciones entre el Tanner general y el estadio de la falange, pero sí entre el tamaño del volumen testicular y dichos estadios durante la cuarta y la quinta muestra, lo que puede relacionarse con la aparición de los primeros sujetos masculinos con estadio FG de la falange media del tercer dedo y reflejar una variación importante en los volúmenes testiculares durante estos períodos, y por tanto dar indicios del inicio del crecimiento puberal.

Con respecto a las asociaciones entre el sesamoideo y el Tanner general, estas solo fueron estadísticamente significativas durante la cuarta muestra, en los sujetos de sexo masculino, probablemente debido a que es en esta etapa donde aparece por primera vez el sesamoideo en dicha población. Mientras que en la población femenina, las asociaciones entre la aparición del sesamoideo y la maduración sexual fueron estadísticamente significativas en la segunda muestra y en la sexta; probablemente esto se deba a que en la segunda muestra es cuando empiezan los cambios en la maduración sexual y a que en la sexta muestra la mayor parte de los sujetos (93,3%) ya han presentado la osificación del sesamoideo.

En cuanto a las asociaciones entre la maduración sexual según Tanner y la maduración esquelética evaluada con el método de Greulich y Pyle, encontramos que estas no fueron estadísticamente significativas en la población masculina, pero sí en las mujeres durante el último período de observación. Esta información parece ser consecuente con lo planteado por Grumbach y Styne cuando manifiestan que la edad ósea no tiene una relación clara en los niños normales al inicio de la pubertad.<sup>3</sup>

En relación con la maduración sexual según Tanner y la maduración esquelética valorada según Fishman, no se encontraron asociaciones estadísticamente

significativas en los hombres, mientras que en la población femenina, las asociaciones estadísticamente significativas se dieron en la segunda y en la sexta muestra, lo que coincide con el momento de aparición de las asociaciones entre maduración sexual y maduración esquelética de acuerdo con el método de Hägg y Taranger.

El no haber encontrado una relación consistente entre la maduración sexual y la maduración esquelética pudo deberse a que el estudio agrupó los sexos con base en la edad cronológica. Esto está en concordancia con Tofani cuando enfatiza que para hacer estudios de maduración sexual o esquelética es mejor agrupar la población con base en parámetros del estado fisiológico de los individuos que de la edad cronológica.<sup>27, 31-32</sup>

## CONCLUSIONES

- La muestra, tanto de hombres como de mujeres, al inicio del estudio, se encontró en un estadio prepuberal, verificado con indicadores de maduración sexual y esquelética; dos años y medio después todos los individuos habían ingresado al período puberal.
- Se encontró dimorfismo sexual en cuanto a la edad de inicio del brote puberal.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al peso y la talla durante el período prepuberal, ni en el inicio del brote puberal, entre la población masculina y la femenina.
- Se encontró una amplia variabilidad con respecto al estado de maduración, tanto sexual como esquelética, en cada grupo de edad, en ambos sexos, lo que podría ser la razón, por la que no se encontraron asociaciones consistentes entre la maduración esquelética y la sexual.
- Se encontró variabilidad en la secuencia de aparición de los eventos de maduración esquelética; por tanto cada uno de los métodos para evaluar la maduración esquelética hay que aplicarlos de manera integral y no haciendo la observación de un solo indicador.

- No se encontró relación entre los parámetros de maduración sexual y maduración esquelética con respecto a la edad cronológica, por esta razón es mejor estudiar el estado de maduración de los individuos, con base en indicadores de la edad fisiológica (indicadores de maduración sexual o esquelética, por ejemplo) que de la edad cronológica.
- Se encontraron correlaciones entre la edad cronológica, el peso y la talla con el volumen testicular, por lo que este podría considerarse un buen indicador del estado de desarrollo en hombres, aunque no puede usarse en la práctica odontológica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Hunter, Calvin J. The Correlation Of Facial Growth With Body Height And Skeletal Maturation At Adolescence *Angle Orthod* 1966; 36: 44-54.
- 2 Björk, A. Determinación del tiempo de aplicación de medidas ortodóncicas interceptivas basadas en la fase de maduración. *Rev Esp Ortod* 1978; VIII: 49-60.
- 3 Grumbach M, Styne D. Puberty: Ontogeny, neuroendocrinology, physiology, and disorders. En: Wilson JD y Foster DW. *Williams textbook of endocrinology*. 10.a ed. Philadelphia. Saunders 2003; pp. 1115 -1286.
- 4 Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the puberal growth spurt. *Am J Orthod* 1982; 82: 299-309.
- 5 Hägg U, Taranger J. Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38(3): 179- 86.
- 6 Giraldo M et al. Correlación entre los niveles séricos de dehidroepiandrosterona sulfato (DHEAS) con el estadio de maduración esquelética. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2000; 12: 43-50.
- 7 Demirjian A, Buschang PH. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985; 88 (5): 433-438.
- 8 Hägg U. and Taranger J. Dental emergence stages and the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1981; 39: 295-306.
- 9 García-Fernández P, Torres H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod* 1998; 32 (4): 221-225.
- 10 Ruf S, Pancherz H. Can frontal sinus development be used for the prediction of skeletal maturity at puberty? *Acta Odontol Scand* 1996; 54: 229-234.
- 11 Ruf S, Pancherz H. Development of the frontal sinus in relation to somatic and skeletal maturity. A cephalometric



- roentgenographic study at puberty. *Eur J Orthod* 1996; 18: 491-497.
- 12 Greulich WW y Pyle, SI. Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist. 2nd. ed. Stanford Univ. Press, Stanford, 1959.
- 13 Hägg U. and Taranger J. Skeletal stage of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38: 187-200.
- 14 Fishman, L. Radiographic evaluation of skeletal maturation. *Angle Orthod* 1982; 52: 88-112.
- 15 Zapata O et al. Correlación entre los niveles séricos de factor de crecimiento insulinoide tipo 1 (IGF-1) con el estadio de maduración esquelética. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2005; 1: 99-106.
- 16 Mazzaferri. Endocrinología. Un análisis de endocrinología clínica. Fondo Educativo Interamericano S. A. Cap., 1978.
- 17 Hamill et al. National Center Health Statistics. 1979. Chart copyright Pharmacia & Upjohn.
- 18 García B, De Plata C, Méndez F et al. Evaluación de manifestaciones tempranas de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles en población escolarizada de Cali, Colombia. *ALAN* 2005; 55 (3): 267-278.
- 19 Uscátegui RM, Pérez JA, Aristizábal JC et al. Exceso de peso y su relación con presión arterial alta en escolares y adolescentes de Medellín, Colombia. *ALAN* 2003; 53 (4): 376-382.
- 20 Convenio ISS Ascofame. Retardo Pondoestatural. [2005 Mayo1] URL disponible en: <http://ascofame.org.co/guiasmbe/retardopondo.pdf>.
- 21 Bodzsár EB. Studies on sexual maturation of hungarian children. *Acta Biol Szeged* 2000; 44: 155-165.
- 22 Baker ER. Body weight and the initiation of puberty. *Clin Obstet Gynecol* 1985; 28 (3): 573-579.
- 23 Conde L, Rueda A, Gracia B, Hormaza A, Agudelo JC. Edad sexual en escolares de Cali, Colombia. *Colombia Médica* 2003; 34 (2): 69-76.
- 24 Dubuis JM. Puberty: Physiology.[Acceso noviembre 14 de 2006] Disponible en: [http://www.gfmer.ch/Endo/Lectures\\_10/Puberty\\_%20Physiology.htm](http://www.gfmer.ch/Endo/Lectures_10/Puberty_%20Physiology.htm). Fecha consulta
- 25 Cabrejos JG, Lisigursky M, Delgado D, Matos GZ, León LA, Cabello E. Determinación del volumen testicular y longitud del pene en escolares de 5 años a 9 años de edad en el distrito de San Martín de Porres en Lima Metropolitana. *Rev Med Hered* 2002; 13 (3): 1-9.
- 26 Sizonenko PC. Pubertal development: the view of the pediatric endocrinologist [Acceso mayo 1 de 2006] Disponible en <http://www.medforum.nl/leadin1.htm>.
- 27 Tanner JM. Growth at adolescence. Londres: Oxford Blackwell. 1962.
- 28 Marshall WA. Puberty. In Falkner A, Tanner JM (editors). Human growth. Volumen 2. New York: Plenum Press, 1978. pp. 141-148.
- 29 Abbassi Val. Growth and normal puberty. *Pediatrics* 1998; 102: 507-511.
- 30 Rootz WA. Endocrinology at puberty. *J Pediatr* 1973; 83 (2): 187-200.
- 31 Tofani M. Mandibular growth at puberty. *Am J Orthod* 1972; 62(2): 176-195.
- 32 Björk A and Helm S. Prediction of the age or maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod* 1967; 37 (2): 134-143.