

ARTÍCULO

Determinación de la longitud del muslo y de su relación con otras variables antropométricas, la edad ósea y el desarrollo sexual, en un grupo de escolares de El Yopal, Casanare - Colombia

Marie-José Ireton. Antrop Biol. Profesora Titular. Unidad de Auxología. Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.

Luis Enrique Caro H. MD. Profesor Titular. Departamento de Morfología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.

mjireton@unal.edu.co; lecaroh@unal.edu.co

DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL MUSLO Y DE SU RELACIÓN CON OTRAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS, LA EDAD ÓSEA Y EL DESARROLLO SEXUAL, EN UN GRUPO DE ESCOLARES DE EL YOPAL, CASANARE - COLOMBIA

RESUMEN

Este estudio tiene como objeto establecer la longitud del muslo y determinar sus relaciones con la talla, el peso, el índice de masa corporal, la edad ósea y el desarrollo sexual, en una muestra de 249 escolares de los dos sexos de El Yopal, Casanare-Colombia, con edades cronológicas entre 8 y 13 años, evaluados durante los años 1998 y 1999. Para ello, se determinaron las distribuciones y las frecuencias de las diferentes variables valoradas por grupos de edad y por sexo; se calcularon las correlaciones y se efectuaron los análisis de regresión múltiple para determinar la relación de la longitud del muslo con las variables que estuvieron correlacionadas para el valor $p < 0,01$. Este estudio muestra la validez de este tipo de mediciones antropométricas y de importancia en la observación y el seguimiento de la armonía del crecimiento. La caracterización de estas mediciones biométricas en este grupo humano es esencial en la construcción de sus referentes; los resultados ratifican las diferencias entre los sexos, así como, su validez, precisión y comparabilidad. Esta primera tipificación descriptiva, permite disponer de una base de datos específica de índices contruidos a partir de la longitud del muslo y nos autoriza a usarlos como indicadores válidos, en los estudios de crecimiento y desarrollo en este grupo de población.

Determinación de la longitud del muslo y de su relación con otras variables antropométricas, la edad ósea y el desarrollo sexual, en un grupo de escolares de El Yopal, Casanare - Colombia
Ireton MJ, Caro LE

Palabras clave

Longitud del muslo, talla, peso, índice de masa corporal, edad ósea, desarrollo sexual.

INTRODUCCIÓN

Las transformaciones de la talla y de la forma corporal humanas son el resultado de las modificaciones de los diferentes segmentos corporales durante el proceso de crecimiento y desarrollo. Estos son posibles gracias a la existencia del complejo de crecimiento constituido por los componentes funcionales (la matriz funcional) y por la estructura de soporte (la unidad esquelética). Estos acontecimientos individuales, sincrónicos, fluctuantes, escalonados y específicos, dependen de diferentes factores (ej. étnicos, ecológicos y geográficos, sociales, económicos, nutricionales, adaptativos, de resiliencia y de desarrollo global) (Holliday y col., 2001; Humphrey, 1998; Katzmarzyk y Leonard, 1998; Lampl y col., 1992; Livshits y col., 1998; McHenry, 1992; Padez y col., 2009; Pathmanathan y Prakash, 1994; Pretty y col., 1998; Smith y Bushang, 2004, 2005).

La expresión de los mismos depende de la particularidad y de la estabilidad de los grupos de población estudiados, de las secuencias de los acontecimientos registrados y del tipo de intervenciones realizadas en cada uno de ellos.

La observación, la comprensión y la interpretación de la variabilidad del

crecimiento y desarrollo humanos se fundamentan – entre otros- sobre unos criterios longitudinales de secularidad, velocidad y maduración, cuyos modelos analíticos se construyen a partir del registro sistemático, riguroso, ordenado y secuencial de unas variables sólidas tales como la talla, el peso, la edad de menarquia y la edad ósea. En todos los casos, la estabilidad de la muestra, los instrumentos utilizados y la periodicidad de las mediciones son elementos determinantes de la calidad de los resultados obtenidos (Gerver y De Bruin, 1995).

Los instrumentos y las técnicas de medición se multiplicaron y mejoraron en el transcurso de los años, gracias al advenimiento de tecnologías no invasivas, las cuales aumentaron de manera significativa su precisión y su utilización práctica en campos críticos, en procesos específicos y se fundamentan sobre los criterios de simplicidad, reproducibilidad, exactitud y predicción (Ahmed y col., 1996; Anderson y col., 1964; Aslaken y Zachmann, 1991; Hermanussen y col., 1997; Hermanussen y Seele, 1988; Michaelsen, 1997^a; Skinner y col., 1997;

Tanner y Whitehouse, 1976; Valk y col. 1983a).

Entre los métodos más sencillos y útiles para realizar estas ponderaciones, se encuentran las mediciones de algunos segmentos corporales, entre los cuales se destacan, entre otros, la longitud de los miembros superiores e inferiores, de los muslos y piernas, los cuales relacionados con otros indicadores biométricos sólidos como las maduraciones sexual y esquelética, proveen unos criterios de análisis, de interpretación y de predicción de alta fiabilidad (Anderson y col., 1963; Biro y col., 1995; Demarchi y Marcellino, 1999; Feldesman, 1992; Holland, 1992; Marshall y Tanner, 1969, 1970; Morrison y col., 1994; Tanner y col., 1982; Valk y col., 1983b).

Desde el fin del siglo XIX se propusieron unos referentes antropométricos que incluyeron la talla, la forma y las proporciones corporales construidas a partir de la talla, del peso y de diferentes segmentos corporales, algunos de los cuales derivan de investigaciones sistemáticas efectuadas sobre unos restos óseos antiguos o recientes y otros de unas muestras de poblaciones actuales, en el propósito de proporcionar unos instrumentos y criterios útiles para disciplinas diferentes (Antropología, Etnología, Medicina legal,

etc.), la vigilancia, el diagnóstico y de la predicción (Endocrinología, Ortopedia, Pediatría, Genética etc.) (Berkey y col., 1983; Bilewicz y col., 1983; Cameron y col., 1982; Dasgupta y Das, 1997; Michaelsen 1997b; Raxter y col., 2006; Varela-Silva y Bogin, 2012; Waaler, 1983).

A la fecha, los “estudios biométricos” realizados en las poblaciones precolombinas, colombianas del siglo XVI al XIX y contemporáneas, son en general, descripciones comparativas resultado de cotejos hechos con referentes y estándares de grupos poblacionales diferentes a los nuestros.

Habida cuenta de lo antedicho, los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Determinar la longitud del muslo en un grupo de escolares de El Yopal, Casanare.
2. Establecer sus características en función de la edad y del sexo.
3. Precisar su relación con la talla, el peso, el índice de masa corporal, la edad ósea, los caracteres sexuales secundarios y la maduración sexual.
4. Comparar los resultados con otros referentes.
5. Proponer un referente regional colombiano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Universo y muestra:

- *Población de referencia:* 11.940 escolares, correspondiente a la totalidad de lo(a)s niño(a)s y adolescentes evaluados durante el Proyecto Auxológico Colombiano – PACO, entre abril de 1992 y abril de 1999.
- *Población de estudio:* constituida por los escolares evaluados por PACO durante el periodo 1997-1999.
- *Muestra:* 249 escolares (134 mujeres y 115 hombres) seleccionados mediante método aleatorio simple durante las evaluaciones auxológicas realizadas en los meses de abril de 1998 y 1999 y septiembre de 1998.

Criterios de inclusión:

- Edad: 7,50 y 13,49 años decimales. Los grupos de edad se calcularon a partir de la edad centrada [ej. Grupo de edad (GE) de 8 años está constituido por los niños que tenían entre 7,50 y 8,49 años decimales].
- Sexo: femenino y masculino
- Ausencia de malformaciones y/o alteraciones genéticas, endocrinológicas, metabólicas y/o psíquicas.

Recolección de la información:

- Evaluación auxométrica general.
- Evaluación auxométrica específica:
 - Medición del muslo:

En todos los casos, hemos seguido el mismo procedimiento, a saber:

- Posición del escolar estudiado: de frente, de pie con los pies juntos.
- Posición del examinador: sentado a la altura de los miembros inferiores, a la izquierda y luego a la derecha del escolar evaluado.
- Posición del muslo: talón levantado para formar un ángulo de 30° con el suelo, las partes digitales y metatarsianas distales apoyadas ligeramente sobre el suelo; con el ángulo posterior muslo/pierna de 150° y el ángulo anterior de desviación del muslo hacia la línea mediana de 45°. Los referenciales anatómicos están constituidos por los bordes externos y superiores del gran trocánter y la parte más

prominente del cóndilo femoral lateral.

En todos los casos, los datos obtenidos de las valoraciones individuales fueron consignados en unos formularios y se cotejaron minuciosamente con los recolectados por el proyecto PACO.

- Estimación del desarrollo sexual (*DS*) (desarrollo mamario para las mujeres, desarrollo genital para los hombres, desarrollo del vello púbico en los dos sexos) a partir de la clasificación de Tanner-Whitehouse (Tanner y Whitehouse, 1976) y evaluación de la maduración sexual (*MS*) anotando la ocurrencia o no de la menstruación mediante el método *statu quo* en las mujeres (Danker-Hopfe, 1992) y por la medición del volumen testicular con el Orquidometro de Prader en los hombres.
- Estudios radiográficos:
Se realizaron radiografías individuales de la mano y de la muñeca izquierdas en los 249 niño(a)s y adolescentes escogidos el mismo día de la evaluación antropométrica. La lectura de las radiografías fue realizada por un solo evaluador – utilizando el método de Sempé (Sempé y Pavia, 1979) – que ignoraba la edad

cronológica de los individuos y todo tipo de información adicional. La determinación de los puntajes y las edades óseas correspondientes fueron elaboradas por los autores.

Análisis estadístico:

Se determinaron, por grupo de edad y sexo, las distribuciones y las frecuencias de las variables siguientes: longitud del muslo (*LM*), talla (*T*), peso (*P*), índice de masa corporal (*IMC*), las relaciones longitud del muslo/talla (*LM/T*), longitud del muslo/peso (*LM/P*), longitud del muslo/*IMC* (*LM/IMC*), y edad ósea (*EO*) estimado a partir del método de Sempé.

Se distinguieron 2 grupos a partir del desarrollo y de la maduración puberal; el grupo 1 corresponde a las niñas y niños que presentaban el estadio 1 para cada una de las variables de desarrollo sexual así como ausencia de la menstruación para las mujeres y presencia del estadio 1, 2, o 3 del volumen testicular para los hombres; el grupo 2 agrupa los(as) adolescentes que presentaban los estadios 2, 3, 4 y 5 para cada una de las variables de desarrollo sexual, presencia de la menstruación en las mujeres y un volumen testicular superior a 3 en los hombres. Para el grupo 2, se determinaron por sexo y por grupo de edad la distribución y la frecuencia de cada una de las variables de desarrollo y maduración puberal.

Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables

biométricas y de Spearman entre las variables biométricas y de desarrollo y maduración sexual por grupo de edad y por sexo y, se usó el análisis de regresión múltiple para evaluar, también por sexo, la relación entre la longitud del muslo y las tres variables biométricas correlacionadas con la longitud del muslo para el valor $p < 0,01$.

Por último, fueron establecidas las asociaciones entre la talla y las diferentes variables del desarrollo sexual. Para los

análisis de los datos se utilizó el programa SPSS 18.0 para Windows.

Aspectos éticos: en todas las circunstancias se obtuvo el consentimiento individual previo de los escolares participantes en el estudio y se observaron las regulaciones establecidas por la Carta de Helsinki 1975/83 y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud Colombiano.

RESULTADOS

Durante los meses de abril y septiembre de 1998 y de abril de 1999 se determinó la longitud del muslo (*LM*), la talla (*T*), el peso (*P*), el índice de masa corporal (*IMC*) y la edad ósea (*EO*) de 249 escolares (mujeres = 134; hombres = 115), con edades comprendidas entre 7,50 y 13,49 años decimales.

Todas las variables siguieron una distribución normal menos la edad ósea en las mujeres (Prueba de Kolmogorov-Smirnov = 1,412; $p = 0,037$) y el peso en los hombres (K.S. = 1,363; $p = 0,049$).

Se observó una diferencia significativa en la variabilidad entre los sexos para el *IMC* (Prueba de Levene: $F = 4,12$; $p = 0,043$), para la relación *LM/T* ($F = 7,282$; $p = 0,007$) y la relación *LM/P* ($F = 4,012$; $p = 0,0436$).

Se halló una diferencia significativa en las medias entre los sexos para la *LM* (t-test para dos variables independientes = 3,772; grados de libertad (gdl) = 247; $p = 0,000$), para la relación *LM/T* (t-test = 4,984; gdl = 247; $p = 0,000$), la relación *LM/IMC* (t-test = 3,300; gdl = 247; $p = 0,001$) y la *EO* (Prueba de Mann-Whitney: $p = 0,001$), los valores medios de las variables femeninas fueron superiores a los de los hombres. Para cada sexo y cada grupo de edad (*GE*), se determinaron las distribuciones percentilares 25, 50 y 75 de las variables anteriormente mencionadas y las relaciones *LM/T*, *LM/P*, *LM/IMC* (tablas 1, 2) así como sus valores medios, desviaciones estándar, errores estándar, varianzas, valores mínimo y máximo (tablas 3, 4).

Mujeres n = 134													
Grupo de edad (GE)	n	LM (cm)			T (cm)			P (kg)			IMC (P/T ²)		
		p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75
8	9	26,0	27,0	29,0	116,4	122,0	124,0	20,7	21,3	23,9	14,4	15,5	15,9
9	22	28,8	30,0	31,1	121,7	125,7	131,0	22,3	25,7	28,6	14,8	16,9	18,0
10	38	30,0	32,0	33,1	131,2	134,1	138,2	26,0	29,8	33,4	15,0	16,5	18,1
11	31	31,0	32,0	33,5	132,1	137,0	141,0	28,5	31,6	35,3	15,9	16,9	18,1
12	25	32,5	35,0	36,0	138,3	144,6	148,2	32,3	36,1	41,2	16,5	17,4	18,7
13	9	35,0	36,0	37,5	146,0	149,0	153,1	39,0	41,9	44,3	16,8	19,4	20,2

Mujeres n = 134													
Grupo de edad (GE)	n	LM (cm)			T (cm)			P (kg)			IMC (P/T ²)		
		p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75
8	9	26,0	27,0	29,0	116,4	122,0	124,0	20,7	21,3	23,9	14,4	15,5	15,9
9	22	28,8	30,0	31,1	121,7	125,7	131,0	22,3	25,7	28,6	14,8	16,9	18,0
10	38	30,0	32,0	33,1	131,2	134,1	138,2	26,0	29,8	33,4	15,0	16,5	18,1
11	31	31,0	32,0	33,5	132,1	137,0	141,0	28,5	31,6	35,3	15,9	16,9	18,1
12	25	32,5	35,0	36,0	138,3	144,6	148,2	32,3	36,1	41,2	16,5	17,4	18,7
13	9	35,0	36,0	37,5	146,0	149,0	153,1	39,0	41,9	44,3	16,8	19,4	20,2

Tabla No. 1. Distribución percentilar de las variables antropométricas por grupo de edad – Mujeres

Hombres n = 115													
Grupo de edad (GE)	n	LM (cm)			T (cm)			P (kg)			IMC (P/T ²)		
		p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75
8	10	27,1	28,0	29,3	120,1	124,5	127,0	22,7	23,9	26,4	14,7	15,8	16,6
9	22	28,0	29,0	30,3	122,2	128,0	132,1	25,5	27,7	29,8	15,9	16,8	17,7
10	31	28,0	30,0	32,0	126,4	132,7	136,3	26,5	29,6	31,9	16,0	17,0	17,8
11	28	30,0	31,5	32,0	133,0	134,7	138,4	28,6	31,1	35,9	16,2	17,2	18,1
12	17	32,0	33,0	35,0	137,1	141,5	147,2	31,2	36,0	41,4	16,6	17,4	19,6
13	7	31,0	34,0	38,0	136,7	146,2	156,5	35,1	39,3	44,4	17,3	18,2	18,8

Hombres n = 115										
Grupo de edad (GE)	n	LM/T			LM/P			LM/IMC		
		p25	p50	p75	p25	p50	p75	p25	p50	p75
8	10	0,218	0,225	0,232	1,069	1,194	1,249	1,660	1,806	1,917
9	22	0,225	0,229	0,235	1,014	1,061	1,121	1,666	1,756	1,840
10	31	0,223	0,229	0,236	0,959	1,022	1,126	1,612	1,754	1,863
11	28	0,224	0,231	0,239	0,893	1,019	1,068	1,709	1,834	1,957
12	17	0,228	0,236	0,242	0,830	0,946	1,031	1,716	1,894	1,992
13	7	0,226	0,230	0,239	0,848	0,865	0,884	1,808	1,889	1,970

Tabla No. 2. Distribución percentilar de las variables antropométricas por grupo de edad – Hombres

Determinación de la longitud del muslo y de su relación con otras variables antropométricas, la edad ósea y el desarrollo sexual, en un grupo de escolares de El Yopal, Casanare - Colombia
Ireton MJ, Caro LE

Se observó que:

- Los valores del percentil 50 y los valores medios de la *LM*, de la *T* y del *P* aumentan con la edad en los dos sexos y son generalmente más altos en las mujeres en todas las edades excepto a los *GE* de 8 y 9 años.
- Los valores del percentil 50 del *IMC* aumentan con la edad en los dos sexos, a excepción de las mujeres en el *GE* de 10 años. Ellos son más bajos en las mujeres que en los hombres en los *GE* de 8, 9, 10 y 11 años; idénticos en los 2 sexos en los *GE* de 9 y 12 años y más altos en las mujeres en el *GE* de 13 años. Los valores medios presentan la misma tendencia, excepto en el *GE* de 9 años cuando son superiores en las mujeres y en el *GE* de 12 años cuando son superiores en los hombres.
- Los valores del percentil 50 y los valores medios de la relación *LM/T* son superiores a los 9 y 13 años en las mujeres – los valores medios lo son únicamente a los 13 años – y a los 12 años en los hombres. Ellos son más elevados en las mujeres en todos los grupos de edad.
- Los valores del percentil 50 y los valores medios de la relación *LM/P*

disminuyen con la edad en los dos sexos. Los valores del percentil 50 son más altos en las mujeres en los *GE* de 8, 9 y 10 años y en los hombres en los *GE* de 11, 12 y 13 años, mientras que los valores medios de las mujeres son superiores a aquellos de los hombres en todos los *GE*.

- Los valores del percentil 50 y los valores medios de la relación *LM/IMC* presentan un comportamiento inestable entre los 8 y 13 años en los dos sexos y son más bajos en las mujeres a los 8 años y en los hombres en los otros *GE*.

Es de anotar que estos valores pueden ser influenciados por el tamaño de la muestra y los errores de medición.

Los valores medios y las desviaciones estándar de la *EO*, la repartición en porcentaje de los individuos que lograron el estadio 2 del desarrollo sexual, de las mujeres que tuvieron su menstruación y de los hombres que alcanzaron el estadio 4 del volumen testicular (*VT*) se presentan **por *GE*** y por sexo en las tablas 5 y 6.

Ninguna de las variables de desarrollo y de maduración sexual (busto, órganos genitales, vello púbico, menarquia, volumen testicular) siguió una distribución normal ($K.S. > 2,377$; $p < 0,001$).

Mujeres n = 134																			
GE	n	LM (cm)						T (cm)						P (kg)					
		M	D.E	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	9	27,4	1,62	0,54	2,66	25,0	25,0	120,2	4,29	1,43	18,40	114,1	125,8	22,1	1,71	0,57	2,92	20,0	24,5
9	22	30,2	2,11	0,45	4,44	26,5	35,0	126,0	5,61	1,20	31,52	115,9	138,5	27,4	6,77	1,44	45,86	20,6	50,4
10	38	32,0	2,18	0,35	4,75	28,5	39,0	134,7	5,65	0,92	31,89	121,7	149,6	31,1	7,53	1,22	56,70	22,3	63,5
11	31	32,0	1,90	0,34	3,62	27,0	35,0	137,3	5,45	0,98	26,69	129,4	149,4	32,7	5,65	1,01	31,89	23,4	49,0
12	25	34,5	2,22	0,44	4,91	30,0	38,0	143,3	7,62	1,52	58,09	124,6	159,8	36,6	5,87	1,17	34,42	25,1	47,8
13	9	36,3	2,24	0,75	5,00	34,0	41,0	149,4	3,78	1,26	14,27	144,0	154,0	41,5	4,68	1,56	21,93	32,5	49,3

GE	n	IMC (P/T²)						LM/T						LM/P					
		M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	9	15,34	1,14	0,38	1,31	13,9	17,7	0,228	0,01	0,004	0,000	0,21	0,25	1,220	0,73	0,024	0,005	1,10	1,36
9	22	17,08	2,87	0,62	8,33	13,5	26,3	0,239	0,01	0,002	0,000	0,22	0,26	1,139	0,16	0,034	0,026	0,69	1,35
10	38	16,99	2,89	0,47	8,41	12,5	28,4	0,238	0,01	0,001	0,000	0,21	0,26	1,067	0,17	0,027	0,028	0,61	1,34
11	31	17,22	2,40	0,43	5,75	13,1	24,8	0,233	0,01	0,002	0,000	0,20	0,25	1,006	0,16	0,028	0,024	0,64	1,36
12	25	17,75	1,89	0,38	3,59	14,5	22,4	0,241	0,01	0,002	0,000	0,22	0,26	0,960	0,12	0,024	0,014	0,73	1,24
13	9	18,60	2,07	0,69	4,28	15,0	21,1	0,243	0,02	0,004	0,000	0,23	0,28	0,885	0,10	0,035	0,011	0,73	1,08

GE	n	LM/IMC					
		M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	9	1,794	0,162	0,054	0,026	1,64	2,09
9	22	1,795	0,206	0,044	0,043	1,33	2,22
10	38	1,923	0,263	0,043	0,069	1,37	2,72
11	31	1,888	0,268	0,048	0,072	1,21	2,57
12	25	1,964	0,206	0,041	0,042	1,56	2,31
13	9	1,974	0,238	0,079	0,057	1,70	2,33

Tabla No. 3. Valores medios (M), desviaciones estándar (D.E.), errores estándar (S.E.), varianzas (Var) y valores mínimo (Vm) y máximo (VM) de las variables por grupo de edad – Mujeres.

		Hombres n = 115																	
GE	n	LM (cm)						T (cm)						P (kg)					
		M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	10	28,2	1,49	0,47	2,23	26,0	30,5	124,2	5,06	1,60	25,60	117,4	132,9	24,3	2,56	0,81	6,56	20,6	29,1
9	22	29,3	1,93	0,41	3,73	25,0	34,0	127,5	6,66	1,42	44,29	113,7	138,9	27,5	3,79	0,81	14,38	19,4	34,8
10	31	30,1	2,10	0,38	4,41	25,0	33,0	131,7	7,56	1,39	60,19	111,9	139,9	29,5	5,08	0,91	25,78	17,0	40,8
11	28	31,3	1,49	0,28	2,21	28,0	34,0	135,7	5,05	0,95	25,48	125,3	148,5	32,3	4,72	0,89	22,31	26,5	44,4
12	17	33,4	2,15	0,52	4,60	30,0	38,0	142,6	6,49	1,57	42,14	132,9	159,0	37,5	7,67	1,86	58,86	29,7	56,4
13	7	34,1	3,13	1,18	9,81	30,0	38,0	146,8	10,45	3,95	109,3	130,7	160,3	39,5	7,90	2,98	62,36	26,9	52,6

GE	n	IMC (P/T ²)						LM/T						LM/P					
		M	D.E.	SE	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM	M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	10	15,74	1,14	0,36	1,30	15,0	17,5	0,227	0,01	0,003	0,000	0,22	0,25	1,168	0,09	0,298	0,009	1,00	1,26
9	22	16,86	1,19	0,25	1,41	15,0	19,3	0,230	0,01	0,002	0,000	0,21	0,24	1,076	0,11	0,023	0,011	0,89	1,37
10	31	17,10	1,87	0,34	3,48	13,8	21,7	0,230	0,01	0,002	0,000	0,22	0,25	1,043	0,15	0,026	0,022	0,78	1,47
11	28	17,47	1,78	0,34	3,17	15,0	22,0	0,231	0,01	0,002	0,000	0,22	0,25	0,987	0,12	0,023	0,015	0,72	1,25
12	17	18,40	3,06	0,74	9,38	14,5	24,9	0,234	0,01	0,002	0,000	0,21	0,25	0,919	0,15	0,037	0,023	0,57	1,16
13	7	18,17	1,44	0,55	2,08	15,8	20,5	0,232	0,01	0,003	0,000	0,23	0,24	0,881	0,12	0,044	0,014	0,72	1,12

GE	n	LM/IMC					
		M	D.E.	S.E.	Var	Vm	VM
8	10	1,800	0,149	0,047	0,022	1,55	2,03
9	22	1,742	0,138	0,029	0,019	1,49	2,02
10	31	1,783	1,216	0,039	0,046	1,45	2,39
11	28	1,810	0,181	0,034	0,033	1,41	2,19
12	17	1,864	0,313	0,076	0,098	1,28	2,48
13	7	1,882	0,137	0,052	0,019	1,65	2,10

Tabla 4. Valores medios (M), desviaciones estándar (D.E.), errores estándar (S.E.), varianzas (Var) y valores mínimo (Vm) y máximo (VM) de las variables por grupo de edad – Hombres

GE	EO				Desarrollo mamario (>B1)			Desarrollo del vello púbico (>VP1)			Menarquia (no/sí)		
	N total	Media	D.E.	Mediana	N total	n (B>1)	% (B>1)	N total	n (VP>1)	% (VP>1)	N total	n (sí)	% (sí)
8	9	6,58	0,82	6,78	9	0	0,00	9	0	0,00	9	0	0,00
9	22	8,39	1,30	7,82	22	3	13,64	22	0	0,00	22	0	0,00
10	38	10,05	1,11	10,00	37	14	37,84	37	3	8,11	36	0	0,00
11	31	10,85	0,90	11,04	31	19	61,29	31	5	16,13	31	1	3,23
12	25	11,33	1,20	11,70	25	22	88,00	25	12	48,00	25	1	4,00
13	9	12,47	0,59	12,45	9	9	100	9	8	88,89	9	2	22,22

Tabla No.5. Edad ósea, desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y menarquia por grupo de edad – Mujeres

Determinación de la longitud del muslo y de su relación con otras variables antropométricas, la edad ósea y el desarrollo sexual, en un grupo de escolares de El Yopal, Casanare - Colombia
Ireton MJ, Caro LE

GE	EO				Desarrollo de los órganos genitales (>G1)			Desarrollo del vello púbico (>VP1)			Volumen testicular (>VT3)		
	N total	Media	D.E.	Mediana	N total	n (G>1)	% (G>1)	N total	n (VP>1)	% (VP>1)	N total	n (VT>3)	% (VT>3)
8	10	7,39	1,15	7,70	10	3	30,00	10	0	0,00	10	0	0,00
9	22	8,04	1,63	7,49	22	5	22,73	22	0	0,00	22	3	13,64
10	31	8,81	1,59	8,78	31	11	35,48	31	0	0,00	31	6	19,35
11	28	10,02	1,57	10,12	28	15	53,57	28	3	10,71	28	12	42,86
12	17	10,78	1,88	11,12	17	9	52,94	17	5	29,41	17	13	76,00
13	7	12,21	0,98	12,12	7	6	85,71	7	5	71,43	7	7	100

Tabla No. 6. Edad ósea, desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y volumen testicular por grupo de edad - Hombres

Para cada sexo y grupo de edad determinamos las correlaciones entre la *LM*, la *T*, el *P*, el *IMC*, la *EO*, las relaciones *LM/T*, *LM/P* y *LM/IMC*, así como el desarrollo mamario, el vello púbico y la menarquia en las mujeres y el desarrollo de los órganos genitales, el vello púbico y el volumen testicular en los hombres.

Ninguna de las correlaciones fue significativa para un valor de $p \leq 0,01$ en los dos sexos para el *GE* de 8 años. Las correlaciones presentaron un mismo comportamiento en los *GE* de 9 y 10 años donde la *LM* se correlacionó fuertemente con las otras variables (*T*, *P*, *IMC*, *EO*, relación *LM/T*, *LM/P* en las mujeres; *T*, *P*, *EO*, relación *LM/T*, *LM/IMC*, en los hombres) y comportamientos diferentes en los *GE* de 11, 12 y 13 años en las mujeres como en los hombres. La *LM* se correlacionó

débilmente con las otras variables en los *GE* de 11 y 13 años ya que lo fue solo con la relación *LM/T* en las mujeres, con la *T* y la relación *LM/T* en los hombres de 11 años y la *T* y el *P* en los de 13 años, en particular para el *GE* de 12 años (*T*, *EO*, relación *LM/T* en los dos sexos, así como el *P* en las mujeres).

Por lo anterior, se presentan para cada sexo, las correlaciones para los *GE* de 9-10 años y 11-13 años (tablas VII y VIII).

Para cada sexo y *GE*, para un valor de $p = 0,01$, se agruparon las 3 variables más correlacionadas con la *LM* que fueron en orden decreciente la *T*, el *P* y la *EO*

7 a. 9 a 11 años

	Longitud del Muslo	Talla	Peso	IMC	Longitud del Muslo/T	Longitud del Muslo/P	Longitud del Muslo/IMC	EO	Busto
Longitud del Muslo ¹	---								
Talla ¹	0,775**	---							
Peso ¹	0,712**	0,715**	---						
IMC ¹	0,519**	0,392**	0,918**	---					
Longitud del Muslo/T	0,693**	0,083	0,300*	0,364**	---				
Longitud del Muslo/P	-0,479*	-0,614**	-0,918**	-0,893**	-0,055	---			
Longitud del Muslo/IMC	0,039	0,064	-0,583**	-0,817**	-0,008	0,742**	---		
EO ¹	0,606**	0,760**	0,605**	0,394**	0,082	-0,578**	-0,074	---	
Busto ²	0,333*	0,399**	0,384**	0,272*	0,067	-0,314*	-0,173	0,363**	---

* Correlación significativa a nivel 0,05; ** correlación significativa a nivel 0,01.

¹ coeficiente de correlación de Pearson; ² coeficiente de correlación de Spearman

7b. 11 a 13 años

	Longitud del Muslo	Talla	Peso	IMC	Longitud del Muslo/T	Longitud del Muslo/P	Longitud del Muslo/IMC	EO	Busto	Vello púbico	Menarquia
Longitud del Muslo ¹	---										
Talla ¹	0,764**	---									
Peso ¹	0,588**	0,739**	---								
IMC ¹	0,202	0,231	0,823**	---							
Longitud del Muslo/T	0,737**	0,128	0,127	0,064	---						
Longitud del Muslo/P	-0,227	-0,532**	-0,902**	-0,872**	0,213	---					
Longitud del Muslo/IMC	0,386**	0,245*	-0,414**	-0,808**	0,341**	0,686**	---				
EO ¹	0,555**	0,718**	0,611**	0,290*	0,095	-0,481**	0,072	---			
Busto ²	0,543**	0,704**	0,548**	0,229	0,013	-0,431**	0,153	0,643**	---		
Vello púbico ²	0,549**	0,722**	0,521**	0,140	0,029	-0,355**	0,277*	0,733**	0,697**	---	
Menarquia ²	-0,209	-0,225	-0,304*	-0,194	-0,106	0,205	-0,102	-0,357**	-0,269*	-0,356**	---

* correlación significativa a nivel 0,05; ** correlación significativa a nivel 0,01.

¹ coeficiente de correlación de Pearson; ² coeficiente de correlación de Spearman

Tabla No. 7 a, b. Correlaciones entre las variables para los grupos de edad agrupados 9-10 años (a) y 11 – 13 años (b) - Mujeres

8 a. 9 a 11 años

	Longitud del Muslo	Talla	Peso	IMC	Longitud del Muslo/T	Longitud del Muslo/P	Longitud del Muslo/IMC	EO	Organos genitales	Volumen testicular
Longitud del Muslo	---									
Talla	0,857**	---								
Peso	0,725**	0,799**	---							
IMC	0,244	0,216	0,755**	---						
Longitud del Muslo/T	0,524**	0,012	0,090	0,121	---					
Longitud del Muslo/P	0,088	0,095	0,038	-0,051	-0,007	---				
Longitud del Muslo/IC	0,475**	0,404**	-0,174	-0,730**	0,249	0,093	---			
EO	0,699**	0,792**	0,795**	0,419**	0,056	-0,057	0,118	---		
Organos genitales	0,255	0,391**	0,188	-0,105	-0,040	0,054	0,167	0,152	---	
V ² testicular	0,593**	0,556**	0,448**	0,125	0,312*	0,044	0,245	0,360**	0,370**	---

* Correlación significativa a nivel 0,05; ** correlación significativa a nivel 0,01.
 † coeficiente de correlación de Pearson; ‡ coeficiente de correlación de Spearman

8 b. 11 a 13 años

	Longitud del Muslo	Talla	Peso	IMC	Longitud del Muslo/T	Longitud del Muslo/P	Longitud del Muslo/IMC	EO	Organos genitales	Vello púbico	Volumen testicular
Longitud del Muslo	---										
Talla	0,842**	---									
Peso	0,585**	0,769**	---								
IMC	0,172	0,305*	0,840**	---							
Longitud del Muslo/T	0,622**	0,102	-0,026	-0,112	---						
Longitud del Muslo/P	-0,241	-0,226	-0,194	-0,080	-0,113	---					
Longitud del Muslo/IMC	0,417**	0,207	-0,426**	-0,809**	0,457**	-0,044	---				
EO	0,546**	0,680**	0,594**	0,317*	0,022	-0,097	0,033	---			
Organos genitales	0,137	0,242	0,134	-0,082	-0,092	-0,011	0,223	0,431**	---		
Vello púbico	0,327*	0,464**	0,296*	-0,003	-0,002	-0,015	0,259	0,591**	0,625**	---	
V ² testicular	0,288*	0,531**	0,391**	0,170	-0,105	-0,012	0,037	0,605**	0,533**	0,608**	---

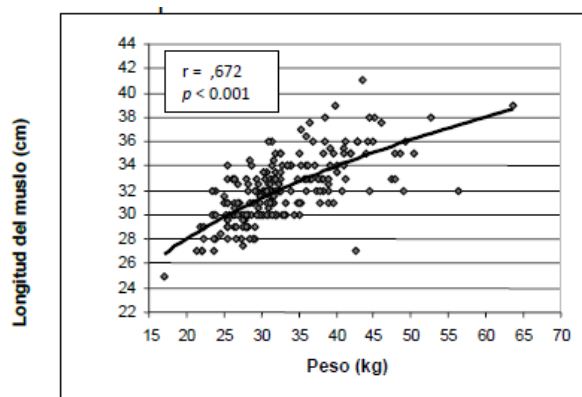
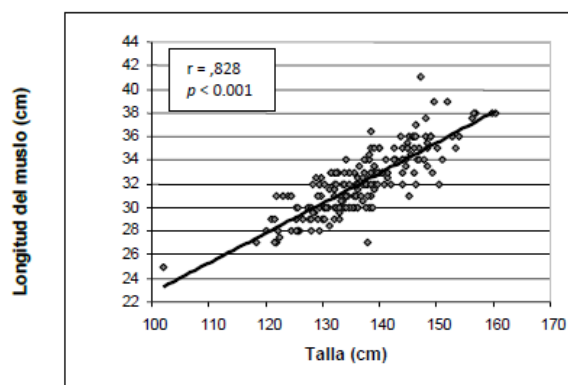
* Correlación significativa a nivel 0,05; ** correlación significativa a nivel 0,01.
 † coeficiente de correlación de Pearson; ‡ coeficiente de correlación de Spearman

Tabla No. 8 a, b. Correlaciones entre las variables para los grupos de edad agrupados 9-10 años (a) y 11 – 13 años (b) – Hombres

La magnitud de las correlaciones entre estas variables antropométricas no fue significativamente diferente entre los sexos, ni entre los *GE* agrupados 9-10 años y 11-13 años ($p > 0,05$) y esas correlaciones presentaron la misma

tendencia, en vista de lo cual se hizo un análisis de regresión múltiple. La gráfica 1 muestra las asociaciones univariadas de la *LM* con los predictores potenciales, así como, la tendencia de la curva de regresión

para las tres variables conservadas,
mujeres y hombres de 9 a 13 años.



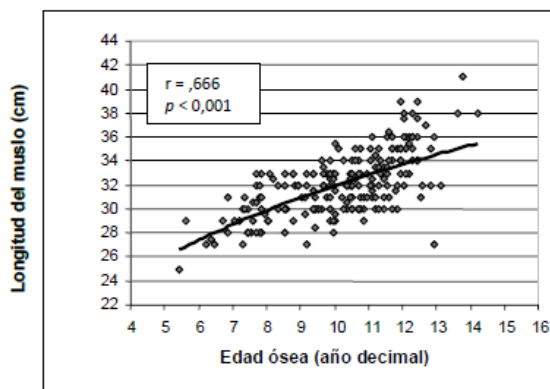


Figura No. 1. -Asociaciones univariadas de la longitud del muslo con los predictores potenciales y tendencia de las curvas de regresión – Mujeres y Hombres 9-13 años.

La relación entre la *LM* y la *T* es lineal; en tanto que las de la *LM* y el *P* y la de la *LM* y la *EO*, evidencian una heterocedasticidad notoria, a pesar de sus coeficientes de correlación 0,672 y 0,666.

La tabla 9 presenta el análisis de regresión múltiple de la *LM* con la *T*,

única variable tenida en cuenta en la ecuación de regresión; atribuyéndosele el 70% de la variación de la *LM*, del que el 8,9% y 6,9% corresponderían a los aportes respectivos del *P* y de la *EO* si se incluyeran en el antedicho modelo de análisis.

Variable independiente	$B \pm SEt$	β	R^2	t	p
Talla	0,257 \pm 0,011 (12,709)	0,836	0,700	22,988	0,000

Tabla No. 9. Análisis de regresión múltiple de la longitud del muslo sobre la talla

DISCUSIÓN

El seguimiento y registro del crecimiento y desarrollo constituyen

un instrumento útil en los estudios de los grupos humanos; a través de los

años los criterios analíticos y las ponderaciones de los impactos de las investigaciones biométricas se han refinado. La interpretación dinámica de los mismos propicia la construcción de referentes útiles en diversas disciplinas, en el entendido que, estos se basan en mediciones sólidas que permiten establecer comparaciones a partir de criterios objetivos y precisos.

Habida cuenta de lo antes expuesto, nuestro grupo de trabajo ha venido documentado la variación biométrica de un grupo de población colombiana de la región centro oriental del país, algunos de cuyos resultados han sido descritos anteriormente (Carrillo y col., 1996; 2000; 2001).

En ese sentido y contando con la estabilidad de la muestra poblacional estudiada, definimos subgrupos cualitativos con parámetros biométricos específicos, en el propósito de controlar la calidad del estudio del Proyecto Auxológico Colombiano (PACO), de tipificar unos indicadores sensibles y específicos, de crear un referente local y de contrastarlo en otras regiones colombianas.

En este estudio, el objetivo principal fue determinar la longitud del muslo en un grupo de escolares de El Yopal, departamento de Casanare, que cumplió con los criterios de selección

descritos en la parte “material y métodos”. Dicha sub-muestra de población que hace parte de la población de estudio de PACO, cumple con todas las condiciones establecidas por el protocolo de este, así como, con dos criterios adicionales a saber: ser nativos del departamento de Casanare y tener al menos uno de sus progenitores originario del mismo.

La definición de la medición física del muslo se hizo a partir de una referencia anatómica que garantiza su fiabilidad y hace posible su práctica en el trabajo de campo. Una visión general de la evolución de la longitud del muslo muestra claramente su progresión armónica con la edad cronológica, la talla, el peso y el índice de masa corporal. Aunque no hay diferencia significativa entre los sexos, es interesante destacar que las longitudes del muslo de las mujeres de 9 a 13 años (intervalo = 27,0 – 41,0 cm) son discretamente más relevantes que las de los hombres (intervalo = 25 – 38 cm) en el mismo grupo de edad.

Las distribuciones de la longitud del muslo, de la talla, del IMC, de las relaciones longitud del muslo/talla, longitud del muslo/peso y longitud del muslo/IMC exhiben una distribución gaussiana, no siendo así, para el peso en los hombres, la edad ósea en las mujeres y las variables de

desarrollo y maduración sexuales en los dos sexos.

Las correlaciones de la longitud de la pierna con la talla, peso, IMC, EO, relaciones longitud del muslo/talla y longitud del muslo/IMC, busto en las mujeres, órganos genitales y volumen testicular en los hombres, son positivas y, negativas en las mujeres para la relación longitud de la pierna/peso en los GE de 9 – 10 años y 11-13 años y en los grupos de edad de 11 a 13 años en los hombres. Este hallazgo puede explicarse por el decrecimiento del valor absoluto de esa última relación a medida que se incrementa la edad cronológica y por el hecho que los aumentos reales de la variable peso son superiores a aquellos de la longitud del muslo, excepto en los hombres en los GE de 9-10 años. Es de observar que, aunque los valores medios de la relación longitud del muslo/peso no presenten diferencias significativas entre los sexos, ellos son inferiores, en término absoluto, en los escolares del sexo masculino. Una explicación plausible de esa tendencia podría estar dada por otras variables antropométricas que no fueron tenidas en cuenta en el presente estudio.

La heterocedasticidad presente en las asociaciones de la longitud del muslo con el peso por una parte y de

la longitud del muslo con la edad ósea por la otra, puede explicarse en parte por la edad de los individuos de la muestra utilizada para establecer las asociaciones univariadas (9 – 13 años); en los dos sexos este intervalo de edad corresponde al periodo puberal, estadio en el cual, numerosos autores han puesto en evidencia una gran variabilidad en los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración sexual (Eveleth y Tanner, 1990; Macías Tomei y col., 2000; Palmert y Boepple, 2001; Sun y col., 2002).

La comparación de la longitud media del muslo de la muestra, calculada por sexo y por grupo de edad ósea (ej.: EO de 7 años = EO comprendida entre 6,50 y 7,49 años decimales), con el referente coreano realizado entre 1999 y 2002 (Ha y col., 2003) muestra una variación menor de nuestros datos entre los 7 y los 12 años (mujeres: PACO = 5 cm, Corea = 9,38 cm; hombres: PACO = 5 cm, Corea = 10,32 cm).

El cotejo de nuestros datos con otros referentes, puso en evidencia las similitudes de las sincronías de los aumentos de la longitud del muslo relacionados con las modificaciones de otros segmentos corporales y la coincidencia con los incrementos de la longitud del muslo descritos en restos óseos antiguos y recientes (Lehmann y

Marquer, 1960; Himes y Mueller, 1977; Carrillo y col., 2000b).

Estos resultados corroboran las diferencias atribuibles al dimorfismo, al componente étnico de las poblaciones, a los ambientes geográficos, a los periodos y adaptaciones evolutivas y a la nutrición. Del hecho que los datos del estudio son equivalentes a los publicados por los autores anteriormente (Carrillo y col., 2000c), se puede aseverar que el grupo estudiado es un subgrupo controlado y que, sus descriptores biométricos corresponden con los de la muestra general. La inconsistencia de la muestra en las edades extremas puede atribuirse a la rigurosidad de los criterios de selección pero consideramos, que ello no invalida los resultados de la investigación, los cuales demostraron la sincronía del aumento de la longitud del muslo con la edad cronológica, la talla, el peso, el índice de masa corporal, la edad ósea

y el desarrollo y maduración sexuales en las mujeres y los hombres, así como, la diacronía y sincronía de los mismos y la relación positiva entre ellos y los modelos predictivos.

Comoquiera que este referente local ha sido construido atendiendo los criterios de sensibilidad y especificidad propios de los indicadores demostrativos de la armonía del crecimiento y desarrollo humanos (Hattori y col., 2011), puede ser considerado como un pivote inferencial asociado con otras variables “visibles” v.g. la edad ósea (Pathmanathan y Raghavan, 2006) y los estadios de desarrollo y de maduración sexual (Osuch y col., 2010; Schooling y col., 2010).

No huelga enfatizar que el tipo de evaluación propuesto, basado en la destreza, factibilidad y pertinencia ejecutivas, requiere el trabajo de personas debidamente capacitadas en la evaluación de grandes grupos de población.

CONCLUSIÓN

El valor del estudio presente radica en haber asociado de manera discriminante unas variables antropométricas en un grupo específico de población colombiana

contemporánea que, eventualmente, puede ser considerado como un referente para investigaciones ulteriores.

Financiación: esta investigación pudo efectuarse gracias a los aportes de la Secretaría de Salud del Casanare, de la Empresa Social del Estado – Hospital El Yopal, de la Universidad Nacional de Colombia-Unidad de Auxología y de la Fundación Auxológica TEA.

Agradecimientos: a los educadores y personal administrativo de los centros educativos de El Yopal, a los escolares que participaron al estudio y a todos los miembros del Colectivo de Auxología.

Conflicto de intereses: los autores no reportan conflictos de intereses. Son los únicos responsables del contenido y de la redacción del documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ahmed SF, Wardhaugh BW, Duff J, Wallace WHB, Kelnar CJH.** The relationship between short-term changes in weight and lower leg length in children and young adults. *Ann Hum Biol* 1996; 23: 159-62.
2. **Anderson M, Green WT, Messner MB.** Growth and predictions of growth in the lower extremities. *J Bone Joint Surg* 1963; 45:1-14
3. **Anderson M, Messner MB, Green WT.** Distribution of lengths of the normal femur and tibia in children from one to eighteen years of age. *J Bone Joint Surg* 1964; 6:1197-1202.
4. **Aslaken PE, Zachmann M.** Body proportions in untreated and treated children with familial tall stature. *Acta Med Auxol* 1991; 23: 237-43.
5. **Berkey CS, Reed RB, Valadian I.** Midgrowth spurt in height of Boston children. *Ann Hum Biol* 1983; 10:25-30.
6. **Bilewicz WZ, Thomson AM, Fellowes HM.** A longitudinal study of growth in Newcastle upon Tyne adolescents. *Ann Hum Biol* 1983; 10:125-134.

7. **Biro FM, Lucky AW, Huster GA, Morrison JA.** Pubertal staging in boys. *J Ped* 1995; 127:100-2.
8. **Cameron N, Tanner JM, Whitehouse RH.** A longitudinal study of the growth of limb segments in adolescence. *Ann Hum Biol* 1982; 9:211-220.
9. **Carrillo JC, Caro LE, Ireton MJ, Morales JC.** *Projet Auxologique Colombien - Phase II.* *Cahiers d'Anthropol et Biom Hum* 1996; XIV:253-266.
10. **Carrillo JC, Villamor E, Ireton MJ, Caro LE, Morales JC, Monroy-A JC, Cadena B, Vélez D.** Vitesse de croissance d'un échantillon de population scolaire d'El Yopal, Casanare - Colombie, de 1992 à 1998. *Biom Hum et Anthropol* 2000a;18:149-157.
11. **Carrillo JC, Villamor E, Rodríguez JV, Caro LE, Ireton MJ, Morales JC.** Étude comparative de la longueur du fémur et de la taille de groupes de population précolombienne et de population du XXème siècle. *Biom Hum et Anthropol* 2000b; 18, 1-2:87-92.
12. **Carrillo JC, Caro LE, Ireton MJ, Morales JC, Villamor E, Monroy JC, Cadena B.** La métaphore corporelle: le dilemme entre standard, référentiel et prototype. En Andrieux P, Hadjouis D, Dambricourt-Malassé A (eds). *Actes du colloque: L'identité humaine en question*, éditions ARTCOM, 2000, 454-463.
13. **Carrillo JC, Ireton MJ, Caro LE, Hauspie R, Morales JC, Pagézy H.** Growth traits and sexual maturation in a sample of schoolchildren from El Yopal, Casanare, Colombia. *Acta Med Auxol* 2001; 33:105-111.
14. **Danker-Hopfe H.** Menarcheal age in Europe. *Year Phys Anthropol* 1986; 28:81-112.
15. **Dasgupta P, Das SR.** A cross-sectional growth study of trunk and limbs segments of the Bengali boys of Calcutta. *Ann Hum Biol* 1997; 24:363-9.

16. **Demarchi DA, Marcellino AJ.** Body composition and fat distribution in 10-15 old boys from Cordoba, Argentina. *Acta Med Auxol* 1999; 31:39-4.
17. **Eveleth PB, Tanner JM.** Rate of maturation: population differences in skeletal, dental and pubertal development. En Eveleth PB, Tanner JM (ed). *Worldwide variation in human growth*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, p 397.
18. **Feldesman MR.** Femur/stature ratio and estimates of stature in children. *Am J Phys Anthropol* 1992; 87:447-459.
19. **Gerver WJM, Drayer NM, Schaafsma W.** Reference values of anthropometric measurements in Dutch children. *Acta Pædiatr Scand* 1989; 78:307-13.
20. **Gerver WJM, De Bruin R.** Relationship between height, sitting height, and subischial leg length in Dutch children: presentation of normal values. *Acta Pædiatr* 1995; 84:532-535.
21. **Ha JH, Choi IH, Chung CY, Cho TJ, Jung ST, Lee HS, Park SS, Lee HY, Oh CW, Kim IO.** Distribution of lengths of the normal femur and tibia in Korean children from three to sixteen years of age. *J Korean Med Sci* 2003; 18:715-721.
22. **Hattori K, Hirohara T, Satake T.** Body proportion chart for evaluating changes in stature, sitting height and leg length in children and adolescents. *Ann Hum Biol* 2011; 38:556-560.
23. **Hermanussen M, Seele K.** Mini-knemometry: An accurate technique for lower leg length measurements in early childhood. *Ann Hum Biol* 1997; 24:307-313.
24. **Hermanussen M, Geiger-Benoit K, Burmeister J, Sippell WG.** Periodical changes of short term growth velocity ("Mini growth Spurts") in human growth. *Ann Hum Biol* 1988; 15:103-109.

25. **Himes JH, Mueller WH.** Aging and secular change in adult stature in rural Colombian. *Hum Biol* 1977; 46:275-280.
26. **Holland TD.** Estimation of adult Stature from fragmentary tibias. *J Forensic Sci* 1992; 37:1223-9.
27. **Holliday TW, Ruff CB.** Relative variation in human proximal and distal limb segment lengths. *Am J Phys Anthropol* 2001; 116:26-33.
28. **Humphrey LT.** Growth Patterns in the Modern Human Skeleton. *Am J Phys Anthropol* 1998; 105:57-72.
29. **Katzmarzyk PT, Leonard WR.** Climatic influences on human body size and proportions: Ecological adaptations and secular trends. *Am J Phys Anthropol* 1998; 106:483-503.
30. **Lampl M, Veldhuis JD, Johnson ML.** Saltation and stasis: A model of human growth. *Science* 1992; 258:801-3.
31. **Lehmann H, Marquer P.** Étude anthropologique des indiens du groupe « Guambiano-Kokonuko » (région de Popayán - Colombie). *Bull et Mém. Soc. Anthropol Paris* 1960; 1:177-236.
32. **Livshits G, Yakovenko K, Kletselman L, Karasik D, Kobylansky E.** Fluctuating Asymmetry and Morphometric Variation of Hand Bones. *Am J Phys Anthropol* 1998; 107:125-136.
33. **Macias Tomei C, Lopez Blanco M, Espinoza I, Vasquez Ramirez M.** Pubertal development in Caracas upper-middle-class boys and girls in a longitudinal context. *Am J Hum Biol* 2000; 12:88-96.
34. **Marshall WA, Tanner JM.** Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969; 44:291-303.
35. **Marshall WA, Tanner JM.** Variations in pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970; 45:13-23.

36. **McHenry HM.** Body size and proportions in early hominids. *Am J Phys Anthropol* 1992; 87: 407-431.
37. **Michaelsen KF.** Short-term Measurements of Linear Growth in Early Life: Infant Knemometry. *Acta Pædiatr* 1997a; 86:551-3.
38. **Michaelsen KF.** Nutrition and growth during Infancy: The Copenhagen Cohort Study. *Acta Pædiatr* 1997b; 86:Suppl. 420.
39. **Morrison JA, Barton B, Biro FM, Sprecher DL, Falkner F, Obarzanek E.** Sexual maturation and obesity in 9- and 10- year-old black and white girls : The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *J Ped* 1994; 124:889-5.
40. **Osuch JR, Karmaus W, Hoekman P, Mudd L, Zhang J, Haan P, Mikucki D.** Association of age at menarche with adult leg length and trunk height: Speculations in relation to breast cancer risk. *Ann Hum Biol* 2010; 37:76-85.
41. **Padez C, Varela-Silva MI, Bogin B.** Height and relative leg length as indicators of the quality of the environment among Mozambican juveniles and adolescents. *Am J Hum Biol* 2009; 21:200-209.
42. **Palmert MR, Boepple PA.** Variation in the timing of puberty: clinical spectrum and genetic investigation. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86:2364-2368.
43. **Pathmanathan G, Prakash S.** Growth of sitting height, subischial leg length and weight in well-off Northwestern Indian children. *Ann Hum Biol* 1994; 21:325-34.
44. **Pathmanathan G, Raghavan P.** Bone age based linear growth and weight of under privileged North West Indian children compared with their well-off North West Indian peers. *J Anat Soc India* 2006; 55:34-42.

45. **Pretty GL, Henneberg M, Lambert KM, Prokopec M.** Trends in Stature in the South Australian Aboriginal Murraylands. *Am J Phys Anthropol* 1998; 106:505-514.
46. **Raxter MH, Auerbach BM, Ruff CB.** Revision of the fully technique for estimating statures. *Am J Phys Anthropol* 2006; 130:374-384.
47. **Schooling CM, Jiang CQ, Lam TH, Zhang WS, Adab P, Cheng KK, Leung GM.** Leg length and age of puberty among men and women from a developing population: The Guangzhou Biobank Cohort Study. *Am J Hum Biol* 2010; 22:683-687.
48. **Sempé M, Pavia C.** Atlas de la maturation squelettique. Ossification séquentielle du poignet et de la main. Paris, Simep/Masson éditions, 1979.
49. **Skinner AM, Cieslak Z, MacWilliam L, Solimano A, Kitson HF.** The measurement of knee-heel length in newborn infants using a simple Vernier calipers. *Acta Pædiatr* 1997; 86:512-7.
50. **Smith S, Buschang PH.** Variation in longitudinal Diaphyseal long bone growth in children three to ten years of age. *Am J Hum Biol* 2004; 16:648-657.
51. **Smith S, Buschang PH.** Longitudinal models of long bone growth during adolescence. *Am J Hum Biol* 2005; 17:731-745.
52. **Sun SS, Schubert CM, Chumlea WC, Roche AF, Kulin HE, Lee PA, Himes JH, Ryan AS.** National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. *Pediatrics* 2002; 110:911-919.
53. **Tanner JM, Whitehouse RH.** Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and the stages of puberty. *Arch Dis Child* 1976; 51:170-179.
54. **Tanner JM, Hayashi T, Preece MA, Cameron N.** Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977:

Comparison with British and with Japanese Americans. *Ann Hum Biol* 1982; 9:411-423.

55. **Valk IM, Langhout Chabloz AME, Smals AGH, Kloppenborg PWC, Cassorla FG, Schutte AST.** Accurate measurements of the lower leg Length and the ulnar length and its application in short term growth measurement. *Growth* 1983a; 47:53-66
56. **Valk IM, Langhout Chabloz AME, Van Gilst W.** Intradaily variation of the human lower leg length and short term growth – A longitudinal study in fourteen children. *Growth* 1983b; 47:397-402.
57. **Varela-Silva MI, Bogin B.** Leg length and anthropometric applications: Effects on health and disease. En V.R. Preedy (ed.) *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease*. London. Springer. 2012; pp. 769-783.
58. **Waller PE.** Anthropometric studies in Norwegian children. *Acta Pædiatr Scand* 1983; 72: Suppl 308.
-