

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL PIE Y RELACIONES ENTRE SUS PRINCIPALES PARÁMETROS Y ENTRE LA ESTATURA Y EL PESO EN UNA MUESTRA DE ESPAÑOLES DEL NORTE (ASTURIAS)

Manolina Fernández Rico*

El crecimiento es un proceso que resulta de la interacción con el medio de varios agentes fisiológicos regulados por factores genéticos. Su estudio se encuadra dentro de la biología de desarrollo y, aunque se deberían estudiar las tasas de incremento de los componentes específicos, de momento examinaremos solamente el proceso global de crecimiento del cuerpo humano, el cual implica aumento de tamaño, es decir, una variable que se puede medir por medios convencionales.

El crecimiento cambia las proporciones de las distintas partes del cuerpo debido a que cada una de ellas presenta tasas de incremento propias. Mucho se ha discutido sobre como se consiguen esas distintas tasas de crecimiento gracias a las cuales aparecen las diferentes proporciones corporales. El tamaño de cada parte del cuerpo, al relacionarla con el total corporal, puede presentar un ritmo de crecimiento que, o bien permanece constante durante un largo periodo de tiempo, lo que permite ajustar ese crecimiento a una regresión lineal (tipo $y = ax + b$) en la que "a" significa el cambio, en valor, del órgano comparado por unidad de cambio del total; o bien varía según tasas que aumentan (o disminuyen) proporcionalmente al crecimiento global. Este tipo de crecimiento (crecimiento alométrico) responde a la fórmula de la ecuación de elasticidad ($y = bx^\infty$) en la que " ∞ " indica la relación entre el incremento relativo de las variables que se consideren.

En la presente exposición nos proponemos analizar, dentro de un estudio somático más amplio, el pie o último segmento del miembro pélvico que se apoya en el suelo y soporta el peso del

* Departamento de Antropología, Universidad de Oviedo, Oviedo, España.

cuerpo, así como la relación de crecimiento existente entre sus principales dimensiones y entre la estatura y peso.

El pie del hombre está intensamente especializado como órgano de la bipedestación y de la ortogradia. Presenta múltiples reducciones evolutivas como respuesta al modo de locomoción. Se reconoce la existencia de diferencias raciales respecto de la forma y del tamaño del pie, así como la gran influencia que en ello tienen las condiciones del "modo de vida" (andar descalzo, portar cargas, tipo de calzado...), lo que es preciso tener en cuenta en el momento del estudio y de las comparaciones interpoblacionales.

Material y métodos

La discusión del tamaño del pie se basa en un análisis estadístico de las medidas antropométricas del mismo realizadas sobre 1072 niños y 1006 niñas cuyas edades están comprendidas entre los 5 y 15 años. Los datos se recogieron en niños residentes en el ámbito rural, oriundos de la región de Asturias (norte de España) y pertenecientes a un mismo nivel socioeconómico elegido en función de la profesión del cabeza de familia (el agricultor-ganadero).

Como resultado de las dificultades presentadas al hacer tomar a los niños de las edades inferiores la posición que la escuela de Martín propone (el pie adelantado con la rodilla ligeramente flexionada y el peso del cuerpo sobre el pie examinado), se ha medido el pie en su posición normal ligeramente adelantado.

Los rasgos del pie medidos fueron: la longitud del pie, o distancia entre el acropodium y el pternion, y la anchura del pie o distancia entre el metatarsal distal y el metatarsal fibular.

El estudio de los dos principales parámetros del pie lo realizamos en función de la edad cronológica. Asimismo analizamos la relación existente entre el crecimiento del pie y la estatura y el peso, con objeto de comprobar si, durante el periodo que estudiamos, existen modificaciones en la relación de crecimiento de esos parámetros. Para este análisis prescindimos de la edad de los propósitos en un intento de reducir la heterogeneidad debida a los distintos estadios de crecimiento que presentan los niños encuadrados en un mismo grupo de edad cronológica, y determinamos los correspondientes coeficientes que nos permitieran ajustar el crecimiento del pie, en relación a los otros parámetros, bien a una regresión lineal ($y=ax+b$) o a una relación de alometría ($y=bx^\alpha$).

Resultados y discusión

El cuadro 1 recoge los valores medios y las desviaciones típicas de la longitud y de la anchura del pie, así como el número de individuos que corresponden a cada clase de edad y sexo. Representando gráficamente los valores medios y la velocidad de crecimiento anual en las figuras 1 (longitud del pie) y 2 (anchura del pie).

Aunque hemos encontrado que los dos pies de un individuo no tienen exactamente igual longitud ni igual anchura, las diferencias apreciadas en la muestra que se analiza —ora a favor del pie derecho, ora del izquierdo— han quedado reducidas al determinar los valores medios a un máximo de 1,8 mm, lo que nos permite considerar, de acuerdo con Wangermez (1980), que *estadísticamente los dos pies de un grupo de individuos presentan la misma longitud y la misma anchura media a derecha e izquierda* y realizar las tablas de los valores medios prescindiendo de la mención del pie a que corresponden.

Los valores medios indican una curva ascendente con la edad para las dos variables del pie analizadas. La velocidad de crecimiento anual, aunque bastante uniforme en los parámetros que se analizan, es mayor para la longitud del pie que para la anchura del mismo. Al final del periodo de edad que analizamos (15 años) el crecimiento aún no ha terminado, aunque ya presentan ambos sexos a esa edad velocidades muy bajas.

Al comparar los valores medios obtenidos para cada sexo se aprecia que en los niños el pie es de mayor tamaño (en valor absoluto) que en las niñas, tanto en longitud como en anchura, aunque al aplicar el estadístico “t” de Student en la comparación, las diferencias de medias entre los sexos son estadísticamente significativas a partir de los 12 años ($t = 2,58$, $p < 0,02$) para la longitud del pie, y a partir de los 5 años (excepto los 8 años) para la anchura del pie.

El índice de la anchura del pie (valores medios en el cuadro 2, representación gráfica figura 3) clasifica a los niños asturianos dentro de la banda constitucional de pies estrechos (Olivier 1960). Dentro de esa clasificación los niños presentan pies relativamente más anchos que las niñas.

El cuadro 3 recoge los coeficientes de correlación y las ecuaciones de regresión que relacionan el crecimiento de la estatura y peso (x) con los dos principales parámetros del pie (y).

Las tasas de crecimiento de las dimensiones del pie respecto del crecimiento en estatura, prescindiendo de la edad, se mantienen

CUADRO 1

EDAD	n	LONGITUD		ANCHURA	
		\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
<i>NIÑOS</i>					
5- 6	50	178.8	9.6	67.6	4.8
6- 7	101	187.2	11.4	71.4	5.9
7- 8	101	195.8	12.5	72.5	4.5
8- 9	120	202.0	10.7	74.9	5.0
9- 10	110	212.1	13.4	78.8	6.0
10- 11	112	220.7	13.9	81.7	5.5
11- 12	110	225.9	13.3	83.9	5.7
12- 13	110	236.7	15.3	87.8	7.2
13- 14	100	243.9	15.2	91.6	7.6
14- 15	103	249.7	15.8	93.9	6.3
15- 16	55	253.0	10.7	94.8	6.2
<i>NIÑAS</i>					
5- 6	43	178.1	9.8	65.7	4.0
6- 7	100	181.7	9.9	66.8	3.4
7- 8	102	189.8	10.1	70.1	4.0
8- 9	103	200.9	11.3	73.0	5.1
9- 10	105	208.7	11.5	75.7	5.0
10- 11	103	217.2	13.7	78.4	5.5
11- 12	101	223.4	13.5	80.3	6.8
12- 13	103	230.4	13.9	84.1	6.2
13- 14	100	235.2	14.0	87.3	5.8
14- 15	101	238.1	13.8	89.7	5.9
15- 16	55	239.8	12.0	89.5	5.4

CUADRO 2

Edad	NIÑOS			NIÑAS		
	n	x	σ	n	x	σ
5- 6	50	37,86	1,13	43	36,74	1,09
6- 7	101	38,05	1,21	100	37,04	1,31
7- 8	101	37,09	1,08	102	37,07	1,17
8- 9	120	37,12	1,27	103	37,79	1,24
9-10	110	37,24	1,31	105	36,32	1,09
10-11	112	37,10	1,24	103	36,15	1,30
11-12	110	37,18	1,03	101	36,02	1,18
12-13	110	37,07	1,41	103	36,58	1,27
13-14	100	37,62	1,06	100	37,20	1,19
14-15	103	37,59	1,11	101	37,58	1,23
15-16	55	37,51	1,27	55	37,21	1,34

CUADRO 3

Coefficientes de correlación y ecuaciones de regresión para la relación de crecimiento de la longitud y anchura del pie con la estatura y peso.

x	y	n	Ecuación regresión	r_{xy}
Estatura / long. pie	♂	1.072	$y = 0,134x + 3,60$	0,89
	♀	1.006	$y = 0,129x + 3,65$	0,93
Estatura / anch. pie	♂	1.072	$y = 0,051x + 1,33$	0,93
	♀	1.006	$y = 0,050x + 1,02$	0,91
Peso / anch. pie	♂	1.072	$y = 0,082x + 5,39$	0,86
	♀	1.006	$y = 0,066x + 5,60$	0,79
Peso / long. pie	♂	1.072	$y = 0,156x + 15,92$	0,74
	♀	1.006	$y = 0,191x + 15,06$	0,73
Peso <30kg/long. pie	♂	482	$y = 0,330x + 11,59$	0,96
	♀	492	$y = 0,323x + 11,73$	0,93
Peso >30kg/long. pie	♂	590	$y = 0,146x + 17,36$	0,91
	♀	514	$y = 0,120x + 17,66$	0,94

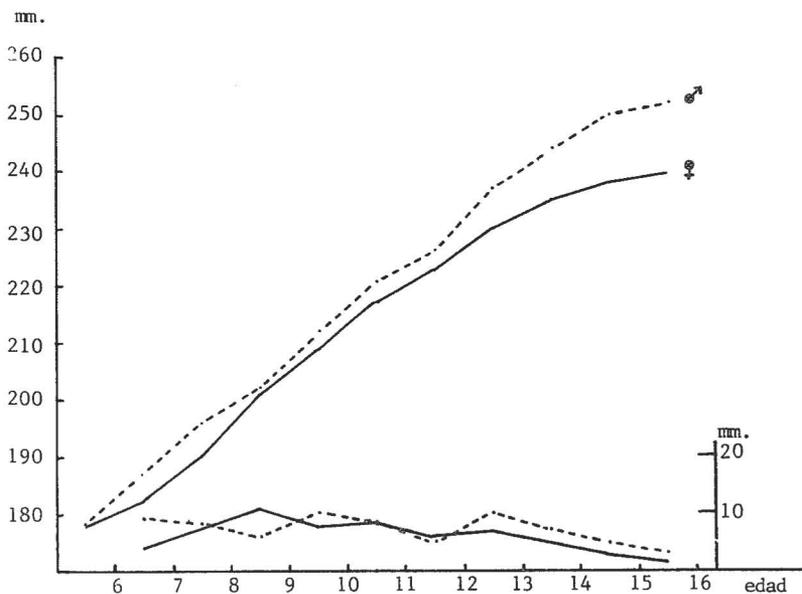


FIG. 1, LONGITUD DEL PIE

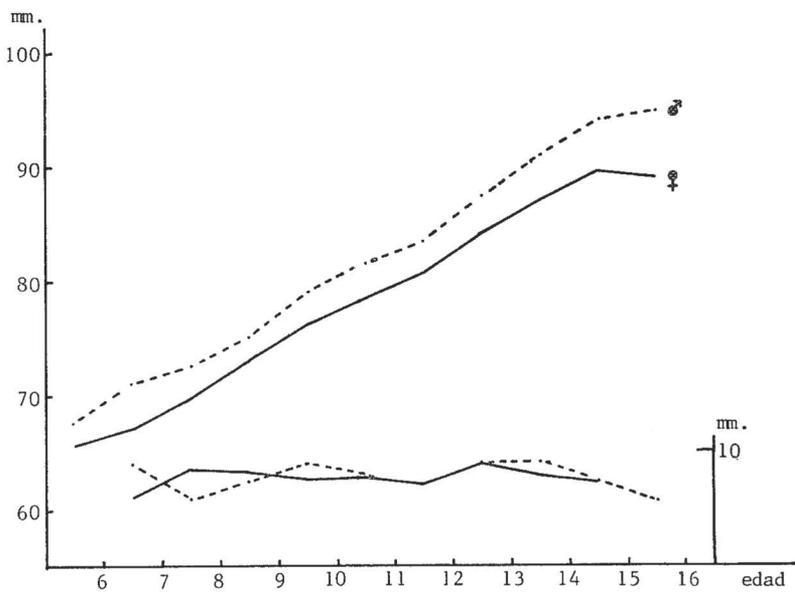


FIG. 2, ANCHURA DEL PIE

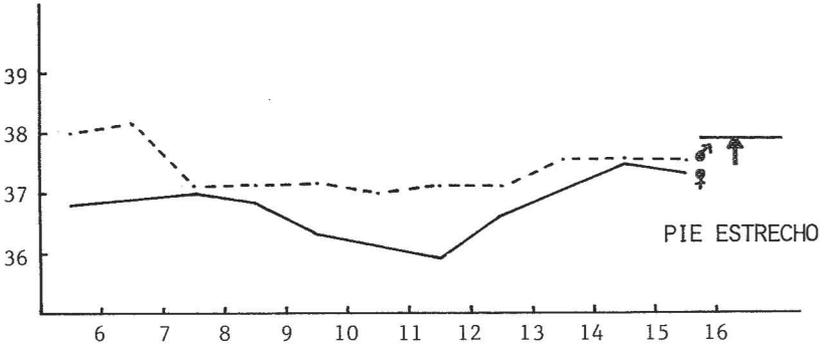


FIG. 3. INDICE DE ANCHURA DEL PIE

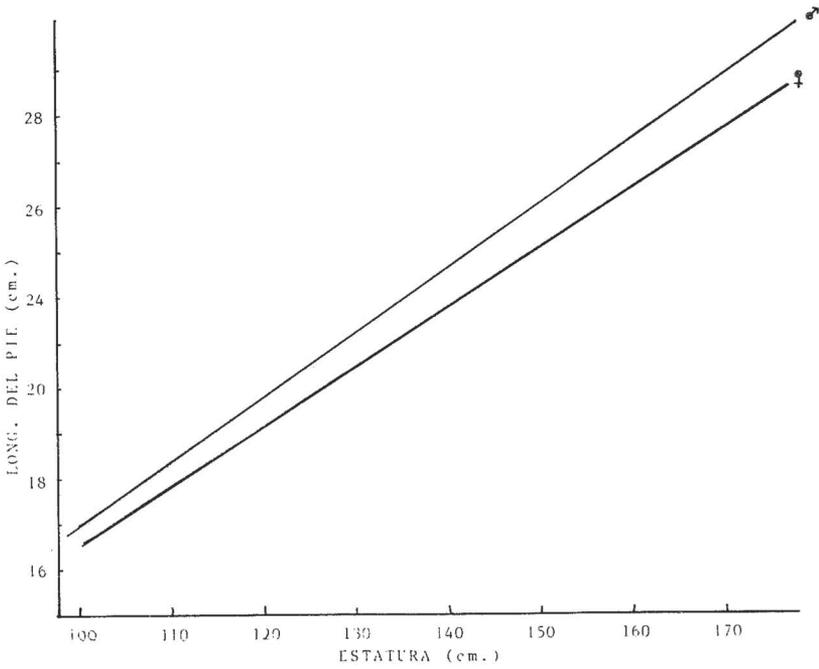


FIG. 4.

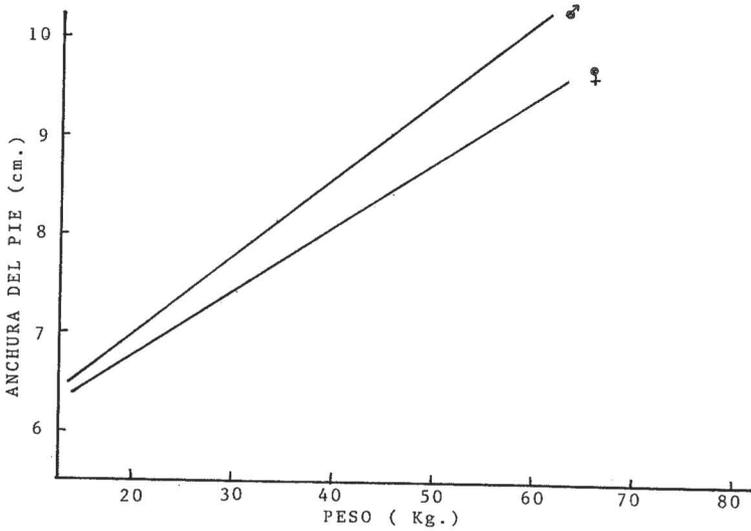
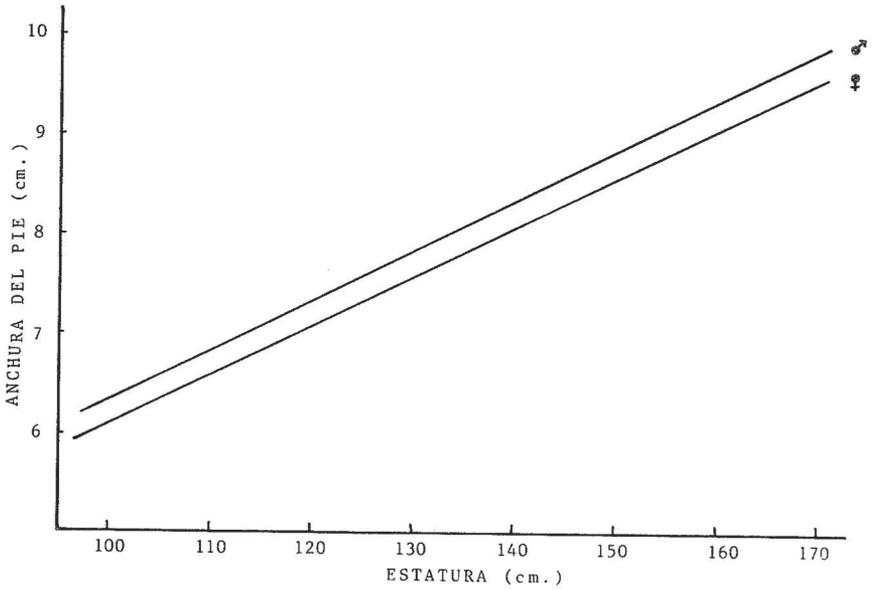
constantes durante el periodo que analizamos, como nos muestra el hecho de que los pares de valores de ambos parámetros se ajusten a la ecuación de regresión (r entre 0,89 y 0,93) mayor que la que presentan para la ecuación de alometría (r entre 0,61 y 0,76). La constante de crecimiento "a" es igual en ambos sexos para la anchura del pie y ligeramente mayor en el sexo masculino que en el femenino para la longitud del pie.

Al relacionar el crecimiento de los dos principales parámetros del pie con el crecimiento en peso, tenemos que aceptar también que en la muestra, para la fase analizada, la relación de crecimiento existente, en los dos sexos, se ajusta más a una ecuación lineal que a la alométrica. Por otra parte, las rectas resultantes para cada sexo son más divergentes entre sí, que las obtenidas al relacionar esos mismos parámetros con la estatura. Asimismo, cuando analizamos la relación entre el peso y la anchura del pie, la bondad de ajuste gana considerablemente si en vez de considerar un único periodo de crecimiento se considera que existen dos etapas que son el resultado de un cambio en el valor de la constante de crecimiento que relaciona las dos variables, y que se traduce por un mejor ajuste de los pares de puntos (longitud-pie/peso) a dos rectas de regresión, una para cada etapa de crecimiento (cuadro 3). La transición de una a otra de las dos fases no se hace de una manera brusca en el punto de intersección de las rectas de regresión correspondientes a cada una de las dos etapas, sino a través de un área de discontinuidad, que es el área ocupada por los pares de valores que se pueden ajustar indistintamente a cualesquiera de ambas.

El área de discontinuidad dentro del cual pensamos que se realiza el cambio de constante "a" se puede considerar como el momento en el que se producen una serie de reajustes en los procesos de crecimiento; que Teissier (1948) denominó "*estadío crítico*"; y que para la población rural infantil asturiana se produce cuando los niños (as) alcanzan un peso de alrededor de 30 kg. Este peso, en general, lo alcanzan tanto los niños como las niñas a la edad de 9 años (Fernández Rico 1980).

Conclusiones

1. Para una misma edad las niñas asturianas, de origen rural, presentan pie de menor longitud y anchura que los niños.



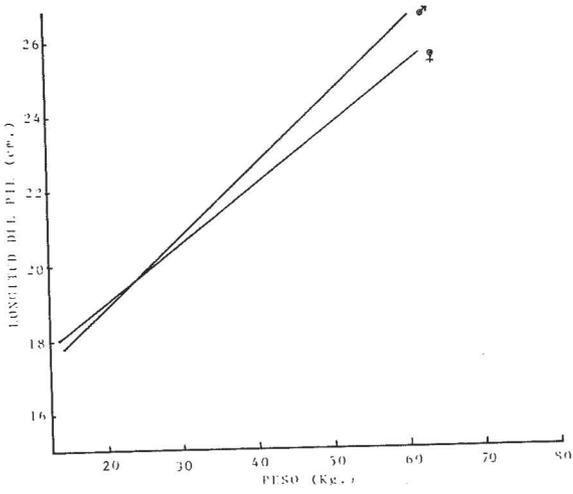


FIG. 7.

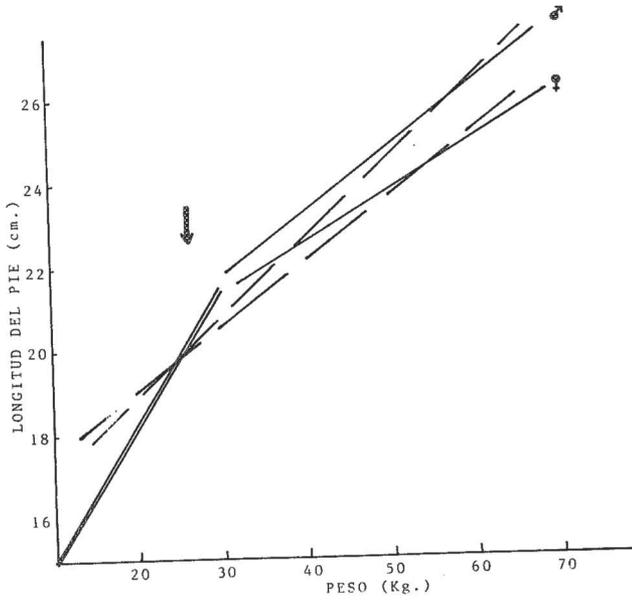


FIG. 8.

- 2.— El índice del pie, define a los niños asturianos, entre 5 y 15 años, como de *pie estrecho*.
- 3.— El crecimiento de los dos principales parámetros del pie en relación con el crecimiento en estatura y en peso se ajusta mejor a la ecuación de una recta de regresión que a la de alometría.

Resumen

Se analiza la forma y el tamaño del pie así como la relación de crecimiento entre su longitud y anchura y entre la estatura y peso. La muestra consta de 1 073 niños y 1 006 niñas, con edades comprendidas entre los 5 y 15 años, pertenecientes todos ellos a un mismo *status* socioeconómico.

Se encontró que el pie de los niños era de mayor tamaño que el de las niñas, tanto en longitud como en anchura, y que por el índice del pie debemos clasificar a los niños asturianos como de pie estrecho.

Se comprobó también que la relación de crecimiento entre la longitud y anchura del pie y la estatura, y entre esos mismos parámetros y el peso se ajusta mejor a una ecuación de regresión lineal que a la ecuación de alometría.

REFERENCIAS

FERNANDEZ RICO, M.

- 1983 “Aspectos auxológicos de la población infantil agrícola-ganadera asturiana, tesis doctoral.

TEISSIER, G.

- 1948 “La relation d'allométrie; sa signification statistique et biologique”, *Biometrika*, 4: 14-48.

WANGERMEZ, G. y G. Billy

- 1980 “Dimensions comparées du pied droit et du pied gauche sur le vivant”, Act. II *Symp. Antr. Biol.*: 337-381, Oviedo.

