

## El crecimiento del niño con relación al estado de salud

### I. INTRODUCCION

JUAN M. MALACARA\*

El crecimiento es una función biológica estrechamente relacionada con los procesos adaptativos de los organismos vivos, y su significado biológico en la evolución del hombre no se ha precisado. Es claro que el crecimiento longitudinal tiene relación con el volumen corporal, y éste con las necesidades metabólicas. Desde el punto de vista de la adaptación biológica, las necesidades metabólicas, y por lo tanto el crecimiento, deben estar de acuerdo con la alimentación disponible, para no poner en peligro la supervivencia del grupo. Entre los ancestros del ser humano, los australopitecos de hace 2 a 4 millones de años eran pequeños. La especie *afarensis*, de Hadar (Etiopía) tenía un notable dimorfismo sexual: la hembra, como "Lucy" descubierta por Mary Leakey, media 1 m, en cambio el macho tenía una estatura de 1.7.

Hace dos millones de años aparecieron dos especies de australopitecos, una robusta de 175 cms de estatura, y una grácil de 130 cms (el *africanus*), ancestro putativo inmediato del *homo habilis* identificado en Koobi Fora (Kenia), que tenía una estatura y apariencia similares.

Hace un millón de años ya habían desaparecido las especies anteriores, prevaleciendo la especie sucedánea: el *homo erectus*, que desarrolló el hábito de la ingestión de carne y alcanzó una estatura más cercana a la del hombre moderno. El *homo sapiens neanderthalis*, hace 40 a 100 000 años, se diseminó ampliamente por Europa; era más robusto y con mayor capacidad craneal que el hombre moderno, pero sin embargo sucumbió, quizá como resultado de la competencia biológica con su sucesor.

El *Homo sapiens sapiens* se dispersó sobre la tierra en el período de hace 75 a 10 000 años, y su adaptación a un habitat enormemente variado permitió amplias variaciones estaturales. La revolución agrícola permitió las concentraciones urbanas y ello propició condiciones biológicas muy diferentes en los organismos animales; por ejemplo, la provisión de alimentos facilitó el hacinamiento del hombre y otros organismos asociados, desde animales domésticos hasta organismos parásitos y saprofitos. Las variaciones de la temperatura ambiente a las que se expone el hombre moderno disminuyen ostensiblemente. La disminución de la actividad física y las mayores posibilidades de recreación afectan su vida cotidiana. Por otra parte, la exposición del hombre

Presentado en sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, el 10 de agosto de 1968.

\*Académico numerario.

urbano al estrés emocional y a un medio ecológico profundamente alterado tiene características novedosas a partir de la revolución industrial.

El impacto de estas nuevas condiciones biológicas sobre el crecimiento del ser humano no se ha determinado de una manera precisa. Durante el presente siglo se ha hablado de la tendencia secular al incremento estatural, que sin embargo es evidente sólo en nichos ecológicos particulares. El concepto de *nicho ecológico* rebasa los aspectos geográficos e incluye los aspectos más variados del hábitat determinado por las condiciones sociales.

Bajo este panorama interesa considerar las posibles ventajas evolutivas tanto de la estatura alta o baja, igual que otras características biológicas, por ejemplo la tasa reproductiva alta y esperanza de vida corta, contra reproducción baja y mayor sobrevivencia. Es posible que en el futuro el concepto de salud, y por tanto los conceptos relativos al crecimiento humano, se basarán en la consideración de las ventajas evolutivas para la especie, bajo el medio ambiente particular de cada grupo humano, además de las consideraciones de las ventajas individuales.

## II. EL FENOMENO DEL CRECIMIENTO

RAFAEL RAMOS-GALVAN\*

El fenómeno del crecimiento en los seres vivos se origina por "reduplicación" celular, que conlleva síntesis de proteínas homólogas; como tal, tipifica a la vida y debe ser visto como una forma de movimientos a través del tiempo y del espacio, que obliga al recambio de energía. De este modo, en todo sistema de crecimiento hay tres componentes: células que crecen, una fuente de energía y un ambiente.

Durante el proceso de evolución filogenética algunas especies lo hicieron por *estasisigenesis* que se observa en sistemas vitales indiferentes, "no reactivos" o "sordos" frente a la información genética, lo que reduce considerablemente la posibilidad de sus modificaciones a través del tiempo y lleva a caminos de extinción (el caso de los grandes saurios). Otro de los sistemas evolutivos mayores es la *cladogenesis*, de seres que sólo responden a limitado tipo de información (sistemas "comprometidos") y por tanto su evolución es radiada o "ramificada"; un ejemplo serían los insectos. Finalmente, en los

sistemas "libres" y por lo tanto accesibles a toda información, la evolución es *ascendente, progresiva* dentro de un mismo linaje o "filo". Esto ocurrió en el ser humano, gracias en parte al desarrollo de sus sistema nervioso: primero *H. erectus*, luego *H. sapiens* y finalmente *H. sapiens sapiens*. *Homo sapiens* pertenece por tanto a un solo género y especie y es capaz de hibridizarse con cualquier otro grupo de dicho género y especie haciendo obsoleto el concepto de *raza*, si bien gracias a su capacidad individual de adaptación se humaniza. De esta suerte los factores sociales y culturales tienen influencia definitiva en la formación de *etnias* (no razas).

Estos dos atributos de tipo esencialmente cultural han modulado ciertamente la evolución que a través de los últimos siglos ha sido notable por sus influencias culturales, independientemente de los fenómenos de evolución natural, que se hacen aparentes a través, más que de las centurias, de los milenios.

De manera más concreta, puede decirse que los factores *inductores* de crecimiento y desarrollo son los de índole genética y neuroendocrina, mientras que los *permitentes* son ambientales y que el ecosistema de los seres humanos constituye una intrincada red de interacciones de retroalimentación entre sus características biológicas y físicas, su desarrollo psicosocial y los atributos de las sociedades en que vive, moduladas por la cultura a que éstos pertenecen y todo ello dentro de un ambiente físico y biológico que varía de acuerdo a la altitud, latitud y longitud de su ubicación y de acuerdo también a una obligada movilidad secular.

Una de las características biológicas de *Homo sapiens* es su *neotenia*, que puede definirse como la de observar un crecimiento y desarrollo muy lentos (el hombre tarda la tercera o cuarta parte de su natural vivir en alcanzar un nivel "adulto" de madurez biológica); también se la define como un proceso gracias al cual ciertos rasgos infantiles o juveniles se conservan y prolongan en la edad adulta. Otra de las características del crecimiento humano es la de ser *alométrico*, de acuerdo a la diferenciación de tejidos y sistemas. Así, resulta clásico el crecimiento neural, rápido en los primeros seis años de la vida y lento después, por lo tanto enantiomorfo al crecimiento genital, lento antes de la pubertad y rápido desde el momento en que ésta se inicia. La alometría del crecer se traduce en acentuados cambios de proporcionalidad de la etapa fetal a la etapa pospuberal o del adulto joven.

Resulta de utilidad comparar ciertos aspectos del crecimiento alométrico tal como se observan en el hombre y en el orangután. En este último, el crecimiento del cerebro alcanza al nacer 70 por ciento del tamaño que tendrá cuando el animal sea adulto y a los seis meses ya alcanzó el 100 por ciento. En el hombre, el cerebro representa al nacer sólo 23 por ciento del tamaño adulto y logra su tamaño final a los 23 años. Durante ese lapso el niño tiene un largo aprendizaje y con ello la posibilidad de captar los valores de su cultura en un proceso

\* Académico titular

auspiciado por los adultos; de hecho, la capacidad de aprendizaje y de mejora de las funciones cognoscitivas y afectivas puede ser posible hasta la muerte. No es ese el caso del orangután que, por así decirlo, "poco tiene que aprender y tiene poco tiempo para hacerlo".

Por otra parte, el orangután sólo es capaz de reproducirse *después de siete años* de que su cerebro creció al máximo; mientras que el hombre ya tiene esa capacidad reproductiva por lo menos *ocho años antes* de que el cerebro alcance su máximo desarrollo. Así se originan situaciones tan indeseables como el embarazo en adolescentes, las madres solteras y el síndrome, no suficientemente estudiado, del padre soltero.

Haremos ahora una breve referencia a ciertos aspectos de interés en el estudio de la cinemática del crecimiento. Este, que es cambio de tamaño y no el tamaño *per se*, se mide por sus incrementos; es función, además, de la masa o tamaño previos, del sexo y de la edad biológica o de desarrollo, esto es, por el "tiempo interno", no por el tiempo "externo" o del calendario. Como consecuencia, la correcta unidad de medida es, para él, la *tasa de crecimiento* (cambios de masa o tamaño, por unidad de masa o tamaño y por unidad de tiempo); por ejemplo: gramos ganados por kg de peso previo y por mes, o bien milímetros ganados por cm y por trimestre o mm<sup>2</sup> por cm<sup>2</sup> por mes. El tomar en cuenta a la masa o tamaño y al tiempo, resulta la forma correcta de expresar verazmente el crecimiento.

Otro punto de interés es que en su cinemática, los factores inductores de crecimiento establecen la ruta heredada de crecer, es decir, proponen un trayecto o comportamiento inducido por influjos genéticos de especie, pero determinados finalmente por el sexo de la persona. Sin embargo, ese trayecto teleonómico no pasa de ser una formidable abstracción, pues desde el vientre materno los factores ambientales actúan modificando la trayectoria y originando cambios epigenéticos en ella, que por ajustes homeorréticos se estabiliza, y dan lugar a un nuevo trayecto que Waddington propone llamar trayecto creóxico. De acuerdo a ello, se logra un epigenotipo más bien que un fenotipo, que repercute en el tamaño finalmente alcanzado y en la proporcionalidad, pero al mismo tiempo permite la normalidad funcional aun cuando las subsiguientes edades de la vida (productiva y reproductiva y de la senectud) se acorten en su duración.

### III. LA PARTICIPACION DE LOS FACTORES SOCIOECONOMICOS EN EL CRECIMIENTO PRE Y PUBERAL

JUAN M. MALACARA  
VICTOR GALINDO  
PASCUAL PALOMARES

El crecimiento del hombre durante las etapas pre y puberal depende de la interacción compleja de factores genéticos y ambientales muy diversos: físicos, dietéticos, psicológicos, socioeconómicos, estacionales y las enfermedades intercurrentes.<sup>1,2</sup> Se ha estudiado el efecto de varios factores en diferentes poblaciones, por ejemplo nutrición, hábitos alimentarios,<sup>3-7</sup> determinantes socioeconómicas<sup>8</sup> y la pobreza.<sup>9</sup>

Es de interés definir la interacción de las determinantes del crecimiento, porque la variación explicada por varios factores puede derivar de una influencia común. Mediante análisis multivariado se pueden identificar los factores que tienen mayor valor predictivo y eliminar aquellos cuya variancia ya está representada por otros; tales métodos no han sido utilizados en el estudio del crecimiento de los escolares y los adolescentes.

Recientemente estudiamos la interacción de las variables socioeconómicas y los hábitos alimentarios sobre la estatura en escolares y adolescentes, en un estudio semi-longitudinal durante un año, en 2080 escolares y adolescentes (1237 de sexo masculino y 843 de sexo femenino) de la población urbana de la ciudad de León, cuya edad varió entre 6 y 18 años. La selección fue aleatoria estratificada, en tres niveles socioeconómicos.

En una encuesta inicial y un seguimiento prospectivo cada cuatro meses durante un año, se recopiló la fecha del nacimiento para calcular la edad, y se colectaron la edad, escolaridad y ocupación de ambos padres, número de hijos en la familia, número de niños muertos, tipo de atención médica (ninguna, gratuita, seguridad social o privada), tipo de atención del parto (domicilio, seguridad social u hospital privado), aparición o no de complicaciones durante el parto y la talla de la madre por medición directa cuando era localizable. Se recopilaron además las costumbres alimentarias, en términos de la frecuencia de ingesta de carne, leche, huevos y frijoles, usando los mismos criterios que en nuestro estudio previo.<sup>10</sup> En la entrevista inicial y durante los seguimientos, se midió la estatura de pie con estadiómetro portátil tipo Harpenden siguiendo el método descrito por Cameron.<sup>11</sup>

Inicialmente se obtuvieron las centilas 5, 25, 50, 75 y 95 para el peso y la talla agrupados en intervalos de 0.5 años, y los resultados se muestran en los Cuadro I y II. Considerando que se estudió un grupo de niños en condiciones socioeconómicas y de salud heterogéneas, se explica que los valores sean inferiores a los de poblaciones homogéneas, como el estudio de Ramos Galván en la ciudad de México.<sup>12</sup> El brote puberal es menos agudo en comparación con el que se observa en estudios longitudinales de poblaciones homogéneas, especialmente si se separan los niños de maduración temprana de los de maduración tardía.<sup>13</sup>

Se efectuó una regresión polinomial de la mediana de todos los grupos de edad, hasta el exponente más allá de la cual no se obtuvo mayor disminución de la variancia. Los coeficientes se muestran en el cuadro III y fueron utilizados para calcular la talla esperada en cada medición, que al compararse con la talla actual dio la diferencia de la talla con respecto a la mediana. Esta cifra fue

usada en el método de regresión paso a paso (*stepwise*), para identificar los factores que explican mejor la diferencia de la talla. La matriz de correlación de las variables en estudio se muestra en el cuadro IV. Debe notarse que la diferencia estatural con respecto a la mediana correlacionó significativamente con diversas variables tanto en los niños como en las niñas: escolaridad de ambos padres, ocupación del padre, tipo de atención médica, tipo de atención del parto e ingestión de carne y leche. Se encontró correlación negativa con el número de hijos en la familia, el lugar del niño en la familia y el número de niños muertos. Estas variables también están asociadas entre sí de una manera significativa. Koopman y col.<sup>8</sup> reportan una fuerte asociación de las condiciones socioeconómicas del vecindario con el crecimiento de los niños.

Varios estudios han demostrado la influencia de la ingesta alimentaria; Graham y col.<sup>6</sup> asociaron la talla en los varones con la ingesta de carne, y Hebert<sup>7</sup> asoció el

Cuadro I  
Centilas de la talla y el peso en los niños

Edad	N	Talla (cm)					Peso (kg)				
		Centila					Centila				
		5a	25va	50va	75va	95va	5a	25va	50va	75va	95va
6 - 6.49	47	106.5	114	118	126	130	16.9	20	23.1	25.2	32.2
6.5 - 6.99	109	110	116	120.5	127.5	131	18	20.9	23.2	26	33
7 - 7.49	205	111.6	118.4	122.8	128.5	134.3	18.5	21.5	24.5	27	34
7.5 - 7.99	241	115	120	124.5	129.5	137	19.5	22.5	24.8	28.1	36.6
8 - 8.49	234	116.5	122	127	131	138.1	20.2	23.5	25.8	29.2	38.2
8.5 - 8.99	257	118	124	128.5	132.5	139.8	21.4	24.5	27	30.2	42.2
9 - 9.49	285	120	126.1	130.5	135	142	21.7	25.5	28.3	32	44
9.5 - 9.99	285	120.1	128.5	132.5	136.4	143	22.5	26.2	29.4	32.6	43.9
10 - 10.49	275	124.5	130	134	138.5	146	24.4	27.2	30.5	34.1	45.4
10.5 - 10.99	294	127	133	136.5	140.5	149	25.8	28.5	32	36.3	45.7
11 - 11.49	294	128	134	138	143	151	25.9	29.4	33.1	37.3	47.6
11.5 - 11.99	259	128.7	136	140	146	154.5	26.9	31	34.6	40	50
12 - 12.49	231	132.3	136.5	142.5	148.7	159.2	27.6	31.8	35.7	41.6	57.2
12.5 - 12.99	221	134	140	145.5	153	163	28.4	33.2	38.3	44.7	61
13 - 13.49	216	137	145	151	157.4	166.5	30.4	35.2	41.5	49.6	65.2
13.5 - 13.99	203	141	149	156	162.4	172	32	40	45.5	52.2	64
14 - 14.49	142	146.1	153	159.8	165	173.4	35.9	43.4	48.5	55.5	66.5
14.5 - 14.99	106	143.3	156.4	163	168	176.3	38.6	46.6	52.2	62.4	69.8
15 - 15.49	96	143.9	163	166.2	172	180.1	40.7	51.8	59	67.4	78.1
15.5 - 15.99	143	155	164	168	171.5	180.8	40	52	58.5	65.3	80.1
16 - 16.49	212	157	164	169	172.5	180.7	46.6	52	59.6	66.5	78.7
16.5 - 16.99	233	157.8	163.5	169	173	180.6	47.6	52.8	59.3	65.9	79.1
17 - 17.49	193	158.5	164	168	172.5	180.6	46.8	55	58.8	66	81.7
17.5 - 17.99	120	159	164.5	168	172	177	48.5	55.4	59.3	64.2	74.8
18 - 18.49	75	157.8	164.5	168.5	173.5	178.3	48.4	54.4	58	62.7	72.1
18.5 - 18.99	57	159	164.2	169.5	174	182.3	50.4	56.2	59.6	64.1	81.6

vegetarianismo con el crecimiento en el sur de la India. En nuestro estudio, la frecuencia de ingestión de carne tuvo mejor correlación con la talla. La estatura de ambos padres determina el crecimiento del humano, pero en nuestra población, debido a la interferencia de muchos factores heterogéneos, la asociación con la talla materna sólo fue evidente en los varones.

En la regresión paso a paso, inicialmente se utilizó como variable dependiente el promedio de las diferencias de la estatura de todas las mediciones de cada sujeto, y en un segundo análisis sólo se usaron el primero y último valor de cada sujeto. En el primer caso, para los varones se incorporaron sólo dos regresores: la escolaridad del padre y la frecuencia de ingestión de carne, con un valor de R múltiple de .280. En las niñas, entraron 4 variables al modelo: la escolaridad del padre, el tipo de atención del parto, el número de niños muertos y el tipo de atención médica, con una R múltiple de .416. Cuando se usaron sólo el primero y el último valor en cada

sujeto, en los niños se incorporaron 7 regresores: escolaridad del padre, tipo de atención del parto, ingestión de carne, estatura de la madre, tipo de atención médica, número de niños y edad del padre, con un incremento importante de la R múltiple a .442. (Cuadro V). En el caso de las niñas se incluyeron 6 factores: escolaridad del padre, tipo de atención del parto, número de hijos muertos, edad del padre y frecuencia de ingestión de leche. La R múltiple aumentó a .459. (Cuadro VI).

Debido a la complejidad del crecimiento en el humano, la selección de la variable dependiente es clave para identificar apropiadamente los factores que representan más adecuadamente la variabilidad también asociada a otros factores. Tomando sólo los valores extremos del seguimiento longitudinal, resultó un modelo más significativo, en especial para los varones; en cambio, el promedio de todas las observaciones incorporó menos regresores y dio un valor de R múltiple menor. Esto se explica porque el promedio de cinco observaciones

Cuadro II

Centilas del peso y la talla en las niñas

Edad	N	Talla (cm)					Peso (kg)				
		Centila					Centila				
		5a	25va	50va	75va	95va	5a	25va	50va	75va	95va
6 - 6.49	39	106.7	115.5	113.5	116.5	122.5	16.4	18.1	20.0	22.0	24.7
6.5 - 6.99	63	110	113.5	116	118.5	128.6	17.5	18.9	20.9	23.4	31.1
7 - 7.49	107	112	116.5	120	123.3	133.6	18.6	20.3	22.3	25.1	34.6
7.5 - 7.99	135	114	118	122.5	127	137	18.9	21.2	24.2	26.8	35
8 - 8.49	154	114.8	120	124	129.5	135.6	19.4	21.8	24.9	27.7	36.9
8.5 - 8.99	160	116	121.1	125	130.3	136.4	19.5	22.5	25.5	28.6	39.2
9 - 9.49	174	117	122.4	127.2	132	139.1	20.4	23.3	26.1	28.7	37.8
9.5 - 9.99	204	120	125	192	134.9	139	21.3	24.6	27.2	31.1	40.5
10 - 10.49	206	122.5	128	133	139	147.3	22.8	25.8	29.5	34	45.5
10.5 - 10.99	203	126	131	137	143.5	154	24.1	28.1	32.6	37.2	47.9
11 - 11.49	208	128.4	133.1	139	146	156	25	29.5	34.4	35.3	50.8
11.5 - 11.99	206	127.3	135	141	146.6	154.3	26.2	30.3	35.5	41.2	53.9
12 - 12.49	195	132	140	146.5	151	158	28.7	33.5	38.3	44.7	57
12.5 - 12.99	164	135	142.3	148.5	153	159.9	29.3	36.7	42	48.1	60.7
13 - 13.49	117	139.5	147	151.2	156	162	33.7	40.9	46	53.1	61.1
13.5 - 13.99	99	142	149.3	154	163.5		34.8	42.2	47.5	53.6	60.8
14 - 14.49	85	140.7	151.2	154.5	158.7	164.7	37	44.2	48.6	55.5	63.4
14.5 - 14.99	86	143.5	150	155	157.6	165	37	45.6	49.2	55	61.9
15 - 15.49	98	144.4	151.8	156	160.5	163.5	42	46.6	51	56.3	68
15.5 - 15.99	158	146.9	153	156	160	167.5	41.2	46.8	51.7	57.2	66.7
16 - 16.49	187	148.5	154	156.5	161	168	42	47.7	52.3	57.5	70.3
16.5 - 16.99	202	148	154	157	161	166.9	41.7	47.3	52.8	57	67.5
17 - 17.49	146	145.5	153	157	159.6	166.5	41.3	47	52.5	58	69.7
17.5 - 17.99	89	144.2	152	156	160	168	41	47.8	54	58.7	74.4
18 - 18.49	49	148.2	152.2	156	161	168	42	48.8	53.8	58.8	64.8
18.5 - 18.99	31	147	150	153	163.5	168	43	48	52.9	59.5	65.4

## Cuadro III

## Coeficientes de los polinomios

Centila			
Coeficiente	25va.	50va.	75va.
Niños			
b 0	1615 .649	1262 .15	752 .1963
b 1	-897 .625	-711 .0726	-395
b 2	214 .7299	176 .2333	99 .97261
b 3	-26 .35383	-22 .33965	-13 .02321
b 4	1 .757132	1 .534681	0 .9231442
b 5	-6 .035671e-2	-5 .416629e-2	-3 .359586e-2
b 6	8 .355723e-4	7 .684402e-4	4 .899396e-4
Niñas			
b 0	-625 .4006	-1025 .199	-739 .9531
b 1	386 .0397	616 .3142	460 .539
b 2	-80 .9992	-134 .6795	-100 .9258
b 3	8 .674342	15 .18293	11 .50178
b 4	- .4943765	- .9253732	- .7103645
b 5	1 .424712e-2	2 .900977e-2	2 .257837e-2
b 6	-1 .628468e-4	-3 .674182e-4	-2 .898739e-4

atenúa los cambios estaturales, si alternan períodos de crecimiento reducido y otros de mayor incremento, situación más frecuente en los varones que en las niñas.

Es de interés que, en ambos sexos, los primeros regresores incorporados al modelo fueron la escolaridad del padre y el tipo de atención del parto. El tamaño de la familia y la edad del padre fueron otros factores incorporados posteriormente en ambos sexos. En los varones se incorporaron, además: la frecuencia de la ingesta de carne, que representa un factor alimentario; la estatura materna, predominantemente factor genético; y el tipo de atención médica, representando la atención de la salud. Para las niñas se incluyeron dos variables más: el número de niños muertos, relacionado con la salud familiar, y la frecuencia de ingestión de leche.

Es indudable que la escolaridad del padre representa variabilidad común a otros factores que afectan al crecimiento, como: ingesta alimentaria, hábitos higiénicos y preventivos, atención médica, en particular para las enfermedades infecciosas y parasitarias, y factores prenatales que determinan el bajo peso al nacer relevante para el crecimiento en los años posteriores.<sup>14</sup> Otros factores asociados con el crecimiento, como el número de hijos en la familia, los hijos muertos, tipo de atención médica y tipo de atención durante el parto, también se asocian a la escolaridad del padre. Johnston y col.<sup>15</sup>

estudiaron niños hasta los 6 años de edad en una comunidad rural del sur de México mediante análisis paso a paso de funciones discriminantes, y encontraron que las calificaciones de higiene paterna, además de las variables somatométricas y la talla de los padres, son predictores del retraso estatural.

Con los datos obtenidos en otras poblaciones, será posible seleccionar más apropiadamente las variables de estudio y obtener un modelo eficiente, útil en el diagnóstico y clasificación de los individuos con mayor riesgo de retraso estatural durante las etapas pre y puberal. En conclusión, el uso de procedimientos de análisis multivariado permite identificar predictores del crecimiento, y obtener un modelo que excluya factores representantes de la variabilidad ya explicada con otros. Para nuestra población, la escolaridad del padre tuvo el mejor poder explicativo.

## Referencias

1. TANNER, J.M.: *Growth at adolescence*. 2a. ed. Oxford. Blackwell Sc., 1962.
2. MARSHALL, W.A.: *Puberty*. En: Faulkner, F. y Tanner, J.M. (eds.): *Human growth*, Vol. 2: *Postnatal growth*. Nueva York, Londres. Plenum Press, 1978, pág. 141.
3. PHILLIPS, L.C.: *Nutrition, metabolism and growth*. En: Daughaday, W.H. ed. *Endocrine control of growth. Current endocrinology series*. Nueva York, Oxford: Elsevier. 1981. Pág. 121.

4. FORBES, G.F.: *Nutrition and growth*. J. Pediatr. 1977; 91: 40.
5. CREED, H.M.; GRAHAM, G.G.: *Determinants of growth among poor children. I. Food and nutrition intakes*. Am. J. Clin. Nutr. 1980; 33: 715.
6. GRAHAM, G.G.; CREED, H.M.; MacLEAN Jr. W.C.; KALLMAN, C.H.; RABOLD, J. y MELLITS E.D.: *Determinants of growth among poor children: nutrient intake-archived growth relationships*. Am. J. Clin. Nutr. 1981; 34: 539.
7. HEBERT, J.R.: *Relationship of vegetarianism to child growth in South India*. Am. J. Clin. Nutr. 1985; 42: 1246.
8. KOOPMAN, J.S.; FAJARDO, L. y BERTRAND, W.: *Food, sanitation and the socioeconomic determinants of child growth in Colombia*. Am. J. Public Health. 1981; 71: 31.
9. JONES, D.Y.; NESHEIM, M.C. y HABICHT, J.P.: *Influences in child growth associated with poverty in the 1970's: an examination of HANES I and HANES II, cross-sectional US national surveys*. Am. J. Clin. Nutr. 1985; 42: 714.
10. MALACARA, J.M.; RAMIREZ, M.; GALINDO, V. y PALOMARES, P.: *Regresión polinomial de la somatometría durante la pubertad en tres niveles socioeconómicos de León, Gto.* Bol. Méd. Hosp. Infant. (Méx.) 1984; 41: 197.
11. CAMERON, N.: *The methods of auxiological anthropometry*. En: Falkner, F. y Tanner, J.M. (eds.): *Human growth Vol. 2: Postnatal growth*. Nueva York, Plenum Press. 1978, pág. 35.
12. RAMOS-GALVAN, R.: *Análisis de dos estudios de peso y talla hechos con 50 años de diferencia en niños de la ciudad de México*. Bol. Méd. Hosp. Infant. (Méx.) 1978; 35: 441.
13. TANNER, J.M.; WHITEHOUSE, R.H. y TAKAISHI, M.: *Standards from birth to maturity for height weight and height velocity and weight velocity: British children 1965*. Arch. Dis. Child. 1966; 41: 454.
14. GARN, S.M.: *Relationship between birth weight and subsequent weight gain*. Am. J. Clin. Nutr. 1985; 42: 57.
15. JOHNSTON, F.E.; SCHOLL, T.O.; NEWMAN, B.C.; CRAVIOTO, J. y DE LICARDIE, E.R.: *An analysis of environmental variables and factors associated with growth failure in a mexican village*. Hum. Biol. 1980; 52: 627.

#### Cuadro IV

#### Matriz de correlación de las variables en estudio

#### Triángulo superior niños, inferior niñas

	DIFTA	EDPA	EDMA	ESCOMP	ESCOM	NHJ	HJM	OCPA	OCMA	MEDAT	NHJ	ATNP	CMPLP	CARN	LECH	HUEV	FRIJ	TALLAM
DIF TALLA	1.000	-.018	-.035	.359**	.309**	-.305**	-.184**	.222*	.065	.242**	-.225**	.348**	.105**	.320**	.189**	.121	-.172	.140**
EDAD PADRE	.052	1.000	.711**	-.200**	-.196**	.500**	-.289**	-.054	-.091	-.082	.815**	-.157**	-.066	-.073**	-.026	-.046	.140**	.012
EDAD MADRE	.024	.786**	1.000	-.184**	-.144**	.480**	-.286**	-.104**	-.058	-.100**	.592**	-.144**	-.064	-.093**	-.046	-.004	.132**	-.032
ESCOL PADRE	.365**	-.067	-.071	1.000	.739**	-.805**	-.339**	.598**	.224**	.396**	-.454**	.561**	.160**	.553**	.350**	.220**	-.306**	-.155**
ESCOL MADRE	.325**	-.065	-.049	.724**	1.000	-.541**	-.325**	.514**	.315**	.329**	-.399**	.578**	.118**	.510**	.318**	.194**	-.391**	.093
NUMERO HIJOS	-.304**	.409**	.437**	-.476**	-.460**	1.000	.607**	-.374**	-.194**	-.307**	.810**	-.468**	-.194**	-.422**	-.296**	-.180**	.3437	-.067
HUOS MUERTOS	-.240**	.250**	.249**	-.277**	-.275**	.650**	1.000	-.249**	-.054	-.180**	.479**	-.305**	-.086	-.265**	-.244**	-.149**	.176**	-.002
OCUP PADRE	.235**	.037	.033	.580**	.466**	-.276**	-.215**	1.000	.035	.313**	-.259**	.449**	.064**	.449**	.290**	.204**	-.313**	.086
OCUP MADRE	.048	-.029	.019	.232**	.434**	-.155**	-.043	.046**	1.000	-.024	-.161**	.103**	.065	.182**	.127**	.076	-.080**	.014
ATENC MEDICA	.186**	.040	.034	.276**	.243**	-.176**	-.061	.210**	.065	1.000	-.196**	.428**	.178**	.383**	.175**	.083**	-.286**	.097
HUOS NUMERO	-.219**	.526	.578**	-.326**	-.318**	.792**	.424**	-.159**	-.121*	-.101**	1.000	-.357**	-.152**	-.289**	-.195**	-.182**	.246**	-.080
ATENC PARTO	.345**	.065	.039	.508**	.470**	-.354**	-.290**	.349**	.168**	.268**	-.225**	1.000	.190**	.499**	.322**	.206**	-.336**	.099
COMPLIC PARTO	.060	.018	-.006	.161**	.131**	-.119**	.005	.074	.036	.116**	-.077	.190**	1.000	.090**	.086	.948	-.049	.118**
INGESTA CARNE	.280**	.016	.039	.433**	.413**	-.320**	-.208**	.332**	.140**	.180**	-.187**	.365**	.111**	1.000	.377**	.236**	-.302**	.062
INGESTA LECHE	.222**	-.006	.017	.304**	.293**	-.245**	-.167	.236**	.128**	.109	-.159**	.252**	.041	.376**	1.000	.310**	-.2047	.066
INGESTA HUEVO	.111*	-.008	-.004	.172**	.158**	-.106**	-.076	.143**	.063	.047	-.069	.160**	.030	.169**	.280**	1.000	-.034	-.016
INTAKE FRIJOL	-.154**	-.039	.047	-.264**	-.279**	.240**	.079	-.180**	-.155**	-.173**	.151**	-.292**	-.122**	-.262**	-.1377	.037	1.000	-.007
TALLA MADRE	.057	-.006	.004	.064	.032	.011	.022	-.005	.025	.020	.048	.016	-.003	.008	-.065	.044	-.065	1.000

\* P < .01 \*\* P < .001

DIFTA = diferencia del peso con respecto a la mediana; EDPA = edad del padre; EDMA = edad de la madre; ESCOP = escolaridad del padre; ESCOM = escolaridad de la madre; NHJ = número de hijos; HJM = hijos muertos; OCPA = ocupación del padre; OCMA = ocupación de la madre; MEDAT = atención médica; NHJ = número de hijos; ATNP = atención del parto; CMPLP = complicaciones del parto; CARN = ingesta de carne; LECH = ingesta de leche; HUEV = ingesta de huevo; FRIJ = ingesta de frijoles; TALLAM = talla materna.

**Cuadro V**

**Regresión paso a paso de los factores de estudio, tomando como variable dependiente el primero y el último valor de la diferencia de la talla respecto a la mediana (niños)**

**Variables incluidas en la ecuación**

Paso	Variable	b (se)	t	p (t)
1	Escolaridad del padre	.28 (.12)	2.260	.024
2	Tipo de atención del parto	1.19 (.38)	3.129	.002
3	Ingesta de carne	.60 (.25)	2.400	.017
4	Talla materna	.02 (.01)	2.467	.014
5	Tipo de atención médica	.85 (.42)	2.041	.042
6	Número de hijos	-.30 (.09)	-3.357	.001
7	Edad del padre	.10 (.03)	3.096	.002
	constante	-15.77 (2.23)	-7.060	<.001
Variables no incluidas en la ecuación			.713	.476
	Edad de la madre		.153	.879
	Escolaridad de la madre		.077	.939
	Número de niños muertos		-1.652	.099
	Ocupación del padre		-.619	.536
	Ocupación de la madre		-1.779	.076
	Lugar en la familia		.264	.792
	Complicaciones del parto		.611	.541
	Ingesta de leche		.481	.631
	Ingesta de huevos		.323	.747
	Ingesta de frijoles			

R múltiple = .442    R cuadrada = .185    R cuadrada ajustada = .188

**Cuadro VI**

**Regresión paso a paso de los factores de estudio, tomando como variable dependiente el primero y el último valor de la diferencia de la talla respecto a la mediana (niñas)**

**Variables incluidas en la ecuación**

Paso	Variable	b (se)	t	p (t)
1	Escolaridad del padre	.53 (.13)	4.238	<.001
2	Tipo de atención del parto	1.44 (.38)	3.759	<.001
3	Número de niños muertos	.55 (.19)	-2.986	.003
4	Edad del padre	.13 (.04)	3.625	<.001
5	Número de niños	-.36 (.13)	-2.909	.004
6	Ingesta de leche	.40 (.19)	2.114	.035
	constante	-10.10 (1.63)	-6.179	<.001
Variables no incluidas en la ecuación				
	Edad de la madre		.862	.389
	Escolaridad de la madre		.969	.333
	Hijo número		-.702	.483
	Ocupación del padre		-.132	.895
	Ocupación de la madre		-1.456	.146
	Tipo de atención médica		1.559	.119
	Complicaciones en el parto		.004	.997
	Ingesta de carne		1.101	.894
	Ingesta de huevos		.190	.489
	Ingesta de frijol		-.605	.546
	Talla materna		1.168	.106

R múltiple = .459    R cuadrada = .211    R cuadrada ajustada = .203

#### IV. UTILIDAD DE LA SOMATOMETRIA EN LA VALORACION DE LA CONDICION NUTRICIA

RAFAEL RAMOS-GALVAN

Por nutrición se entiende un proceso vital mediante el cual una célula o un organismo multicelular capta los nutrimentos, los incorpora a su medio interno y los utiliza en sus funciones propias. Estas funciones se relacionan con el crecer alométrico de los diversos tejidos, órganos y segmentos del cuerpo, y por lo tanto con la composición corporal medida como magnitud relativa de tejidos, órganos y segmentos en relación al todo.

Por razones genéticas y dentro de la más absoluta normalidad, existen tres tipos físicos fundamentales: ectomórfico, meiomórfico y endomórfico; pero también por razones genéticas, la talla o estatura puede ser menor, media o superior, de modo que finalmente pueden distinguirse nueve "subtipos" físicos, todos normales aun cuando de distinta frecuencia entre los grupos en condición nutricia y crecimiento previos y actuales dentro de la normalidad.

Así, en el estudio "clínico" de la condición actual, la somatometría puede informar desde la primera medición sobre el tamaño alcanzado, la proporcionalidad y la composición corporal, pero no sobre el crecimiento, que es, como ya se dijo, cambio de tamaño y no tamaño *per se*. En medidas secuenciales, la información se enriquece al permitir conocer los incrementos, por ejemplo, del peso o de la talla, o los de los índices que de estas medidas se derivan, como es el caso del segmento antropométrico (peso en gramos/talla en centímetros) o la superficie corporal; menos deseable pero frecuentemente empleado, es el procedimiento de juzgar el peso corporal de acuerdo a la talla alcanzada, pasando por alto la edad del *propositus* en cuyo caso no se puede hablar en propiedad de la velocidad del fenómeno.

En una segunda opción, además del peso y de la talla, se pueden investigar otras medidas, como el perímetro cefálico - de utilidad mayor en los primeros tres años de la vida-, los perímetros del brazo y de la pierna y algunos pliegues cutáneos, en especial el tricípital. Con esta nueva información hay la posibilidad de obtener indicadores de composición corporal.

Finalmente, el estudio de los segmentos superior e inferior, la relación que entre ellos existe y las proporciones de talla final, dan indicación sobre la proporcionalidad corporal. Además de emplear equipo y técnicas somatométricas adecuadas y aceptadas internacional-

mente, el investigador debe contar con "poblaciones de referencia" que ofrezcan valores adecuados para contrastar los resultados. Para el efecto debe entenderse que un valor de referencia (no una norma, como se verá más adelante), no es sino valor lógico convencionalmente elegido para analizar o agrupar datos y constituye, por eso, simplemente un punto de comparación. No obstante ello las referencias somatométricas deben corresponder a poblaciones bien elegidas y formadas por un número suficiente de integrantes para permitir una adecuada elaboración estadística en la que se incluyan valores centrales y su dispersión y se analice su coeficiente de variabilidad ( $D.S. \times 100/x$ ) y el tipo de distribución (paramétrico o poco o nada paramétrico).

Los estudios en estas muestras pueden ser longitudinales o diacrónicos, transversales o sincrónicos, o bien, semilongitudinales. De hecho cada una de estas formas de reunir material tiene sus indicaciones, sus ventajas y sus desventajas. Con los primeros, por ejemplo pueden obtenerse valores medios y la dispersión de los incrementos, lo que no ocurre con los segundos, pero a través del tiempo el investigador encuentra que la muestra se reproduce por deserciones, lo que establece un sesgo estadístico; por otra parte no es imposible que al cabo de 12 ó 18 años de reunir material, el trabajo resulte obsoleto en razón de cambios importantes en las condiciones ambientales. Los estudios sincrónicos son por ello más fáciles desde el punto de vista logístico.

En salud pública el trabajador se encuentra con frecuencia con la necesidad de definir o identificar -de acuerdo con un criterio previamente aceptado- a la posible población sujeta a riesgo. Para ello necesita emplear algunas medidas de dispersión, que pueden ser:

- a) Valor de la desviación estándar o desviación media cuadrática y la puntuación Z que de ella se deriva (a saber, el resultado de restar al valor medio o mediano de una variable determinada -cuyo valor se acepta como valor de referencia- el valor que corresponde al *propositus* y dividir la diferencia así obtenida entre el valor de la desviación estándar de referencia)
- b) Otra medida de dispersión son las centilas, de óptimo empleo para el análisis de valores cuya distribución se supone muy asimétrica.
- c) Una tercera alternativa, no deseable en realidad pero frecuentemente empleada, es el porcentaje que el valor somatométrico obtenido en un *propositus* representa en relación al valor medio o mediano de la población de referencia. Por desgracia, mientras que el área situada bajo la curva, en el espacio comprendido entre  $\pm 1.0$  D.S. de una distribución paramétrica representa, para cualquier medida en grupos de cualquier edad o sexo, 33 por ciento de los casos observados, la zona comprendida entre  $M \pm 10$  por ciento del peso representa en mujeres, por ejemplo,  $\pm 1.30$  D.S. a los dos años,  $\pm 1.0$  D.S. a los 6 meses y

$\pm 0.75$  D.S. al año. Y, del mismo modo: en adolescentes del sexo femenino y de 14 años de edad, la dispersión de  $M \pm 10$  por ciento representa casi  $\pm 4.00$  D.S. para el perímetro cefálico,  $\pm 2.50$  D.S. para talla,  $\pm 2.00$  D.S. para el perímetro de la pierna,  $\pm 1.65$  D.S. para el perímetro del brazo y sólo  $\pm 0.65$  D.S. para el peso. Lo cual demuestra la inconveniencia de emplear porcentajes en relación al promedio.

Disponiendo de los valores medios y de dispersión de la población de referencia, la población sujeta a riesgo (esto es, la que no conviene considerar como normal sino que, por el contrario, debe ser objeto de cuidados especiales) es, en una primera instancia, la que se encuentra fuera de los límites de  $\pm 2.00$  D.S. del promedio, o bien, por arriba de la centila 97 o por abajo de la centila 3.

Un último comentario. En este tipo de trabajo epidemiológico de vigilancia somatométrica es necesario elegir poblaciones de referencia (*vide supra*), susceptibles -por lo confiable de su elaboración y manejo estadístico- de ser considerados valores patrones o normas útiles en la discriminación de la población sujeta a riesgo. Debe quedar claro que al involucrar un concepto normativo, las normas conllevan un juicio de valor; por ejemplo: aceptable o no aceptable, o bien: sujeto que debe ser enviado a un segundo (o un tercer) nivel de Atención, sin que quepa otra disyuntiva.

Obviamente que existen muchas otras circunstancias en las que queda demostrada la utilidad de una somatometría bien conducida; tal puede ser el caso de su aplicación en individuos o grupos que no han sufrido efectos ambientales adversos de significación y por lo tanto en los que su condición nutricia es y ha sido normal, en los que resulta de interés comparar su somatometría con la de una población de referencia específicamente endomórfica, mesomórfica ó ectomórfica. Un arbitrio para tener cifras de referencia aplicables a ese caso sería el de calcular en una muestra suficientemente amplia de sujetos normales -obviamente, del mismo sexo y edad- el valor del segmento antropométrico (peso en gramos, de un cm de talla) y con ese criterio formar tres subgrupos: a) de los que tengan un segmento antropométrico por abajo de menos 1.0 D.S. del promedio; b) aquéllos que se ubiquen entre -1.0 D.S. y +1.0 D.S. de ese promedio y c) los situados por arriba de +1.0 D.S. del promedio obtenido para el segmento antropométrico. A continuación, a cada uno de los subgrupos así constituidos deberá calcularse el valor promedio y su desviación de todas las variables antropométricas en ellos obtenidas, y emplear esta información como referencia específica para el estudio de cada uno de estos tres tipos físicos: ectomórficos, mesomórficos y endomórficos.

Otros ejemplos serían el empleo de la somatometría en el campo de la ergonomía o el deporte.