

ARTICULOS ORIGINALES

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL CRECIMIENTO FÍSICO EN LOS 2 PRIMEROS AÑOS DE LA VIDA

DEPARTAMENTO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO
INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MEDICAS DE LA HABANA

Lic. Antonio M. Alvarez*, Dra. Mercedes Esquivel Lauzurique**, Lic. Dulce Mesa Payán*** y
Dr. Antonio Berdasco Gómez****

Se presenta un método para evaluar la estabilidad del crecimiento físico y se brindan modelos y tablas de valores de referencia preliminares para detectar inestabilidades atípicas en las curvas de crecimiento del peso, la talla y la circunferencia cefálica en los 2 primeros años de vida.

INTRODUCCION

La evaluación del crecimiento físico de un individuo ha sido considerada "un medio útil y eficaz en la determinación de su estado de salud y nutrición",^{1, 2} al parecer debido al efecto tan marcado que producen los episodios de enfermedad y los desajustes nutricionales en la forma en que dicho individuo crece y se desarrolla. Pero ya que no todos los sujetos tienen la misma carga genética, ni se desarrollan en ambientes similares, se ha destacado que "cuando se trata de valorar el crecimiento de un niño en particular, lo más importante no es un registro aislado, sino el seguimiento sistemático del comportamiento de las dimensiones del niño".²

Este criterio se basa en la llamada "teoría de la dirección limitada del desarrollo" (*limited steering of development theory*)³ o "teoría de la canalización" (*canalization theory*),⁴ la cual afirma que la curva de crecimiento de un niño saludable transita a través de un mismo "canal" de desarrollo⁵ (se denomina canal de desarrollo, en general, al espacio comprendido entre las curvas de las diversas variables antropométricas, tales como peso para la edad, talla para la edad, peso para la talla, etcétera, que describen el crecimiento físico de una población) (figura 1). Consecuentemente se ha planteado que "una perturbación sustancial en la línea de crecimiento refleja, probablemente, una enfermedad física, un desorden nutricional o dificultades psicosociales",⁶ incluso se dice que sólo aquellos niños que muestran un trastorno de salud pasan de un canal a otro.⁷

* Licenciado en Matemática.

** Especialista de II Grado en Pediatría.

*** Licenciado en Biología.

**** Especialista de II Grado en Pediatría.

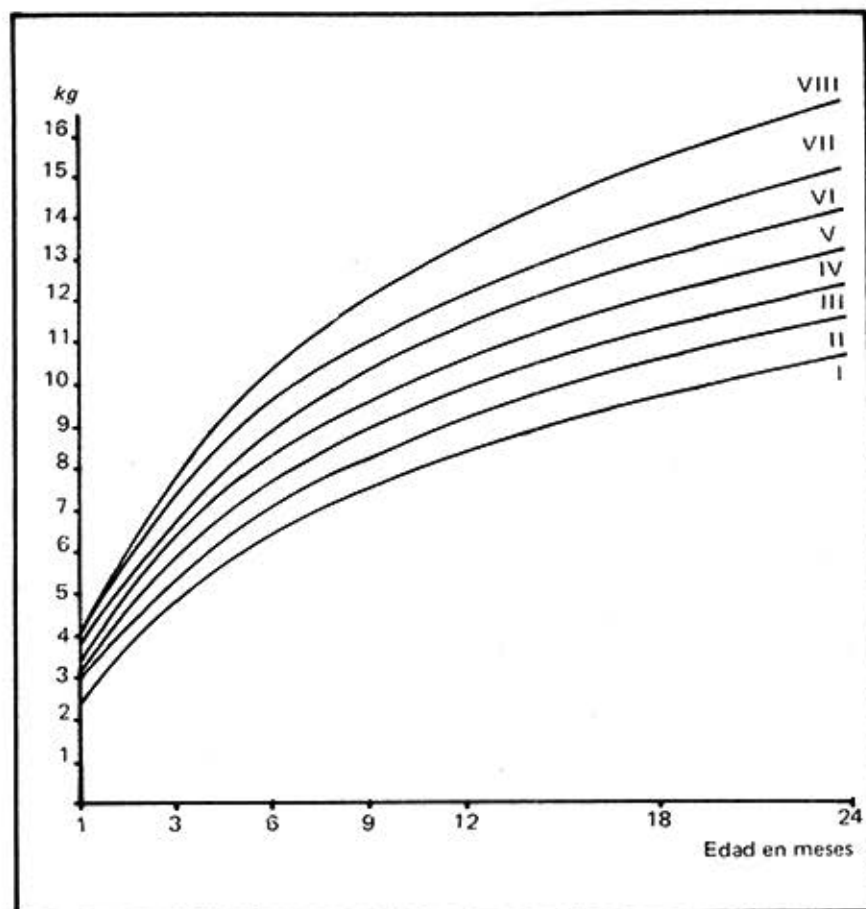


Figura 1. Canales en las curvas de crecimiento del peso. Sexo masculino. Estudio longitudinal de 0 a 2 años.

Esta propensión o tendencia de la curva de crecimiento a mantenerse dentro de un mismo canal es tal que, como han informado varios autores,⁷⁻⁹ cuando desaparece la causa patológica que había provocado la desviación de la curva respecto al canal en que transitaba, ésta tiende a recuperar dicho canal, lo que logra en dependencia del momento en que la afección se produjo, de la intensidad del daño y del tiempo que duró.

Sin embargo, no todos los períodos del crecimiento mantienen el mismo grado de canalización. Se habla de que, alrededor del segundo año, cuando disminuye la influencia que sobre el niño ejercía el ambiente materno y resultan de menor efecto las agresiones del medio, comienza a producirse la canalización de su curva de crecimiento;¹⁰ y que, tanto en la primera infancia, como en la época del "estirón" de la adolescencia hay una mayor inestabilidad en la posición relativa de las trayectorias individuales.

Al mantenimiento de una posición relativa estable se le ha denominado *tracking* (encarrilamiento, encauce), término que resulta más específico que el de canalización, puesto que este último presupone la existencia de "canales", cuya determinación es arbitraria según los percentiles escogidos (tradicionalmente, los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97, pero pudieran ser otros). Además, pudiera entenderse, al hablar de canalización, que la inestabilidad relativa de una curva dentro de su canal carece de importancia,

o por el contrario, que cambios de canal, de una curva que transita en "zonas limítrofes" de canales, son relevantes cuando pudieran no serlo. Consideramos pues más adecuado evaluar lo que llamaremos "estabilidad posicional" de las curvas o brevemente "estabilidad" (como traducción del término *tracking*) y con el cual designaremos el grado en que cada una de las curvas de crecimiento cursa, establemente, por una misma posición percentilar durante un período dado. Dicho sea de paso, el término *tracking* también ha sido utilizado en la literatura para designar la habilidad de predecir valores futuros de una variable a partir de valores anteriores.¹¹

Recientemente han sido desarrollados índices para medir el grado de estabilidad de una población durante un período. *McMahan*¹² propone un índice que se basa en la dispersión de los valores de cada individuo (previamente estandarizados para cada ocasión en que fueron medidos) respecto al promedio de dichos valores. *Foulkes y Davies*¹³ han propuesto otro índice para medir la estabilidad de las curvas que toma como elemento básico la cantidad de cruzamientos que se producen entre ellas. *Goldstein*¹⁴ ha aplicado estos 2 índices, concretamente al crecimiento físico, para el período de 4 a 9 años de edad con los datos del Estudio Longitudinal de Londres y ha obtenido la distribución empírica de ambos índices; ha señalado la importancia que tendría valorar el grado de estabilidad de la curva individual además del índice para la población.

En este trabajo presentamos un procedimiento relativamente sencillo para evaluar la estabilidad del crecimiento físico, así como las tablas de referencia preliminares para la comparación de los valores de inestabilidad, que fueron obtenidas a partir de datos del Estudio Longitudinal del Crecimiento y Desarrollo de 0 a 2 años, llevado a cabo en niños nacidos en el Hospital Ginecoobstétrico "Ramón González Coro" en el período de agosto de 1979 hasta agosto de 1980.¹⁵

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DEL CRECIMIENTO FÍSICO

FUNDAMENTACION TEORICA

Una dimensión determinada del crecimiento físico, respecto al tiempo, puede ser considerada un proceso aleatorio, esto es, cada dimensión antropométrica en un instante de tiempo t es una variable aleatoria X_t .

Supongamos ahora que X_t tiene una distribución del tipo normal (o gaussiana) con valor esperado (o media poblacional) μ_t y desviación estándar σ_t . Esta suposición, aunque no es enteramente cierta para aquellas variables que encierran un componente graso (tales como el peso, circunferencia del brazo o la pierna y pliegues de grasa subcutánea), no carece de sentido, pues la distribución de dichas variables no difiere mucho de la distribución normal, además de que ciertas transformaciones no complejas de ellas, las convierten casi al tipo normal.

Llamemos x_t al valor de la variable X_t para un individuo cualquiera y denotemos por z_t el puntaje estándar (o *z-score*) de la variable X_t en el mismo individuo. Dicho puntaje z_t se obtiene como

$$z_t = \frac{x_t - \mu_t}{\sigma_t}$$

y toma valores que generalmente oscilan entre -3 y 3 . Si el individuo en cuestión tiene un valor x_t cercano a la media de la población μ_t el puntaje z_t será, a su vez, cercano a 0.

Si x_t es mayor que μ_t , entonces $Z \pm$ dará positivo y si x_t es menor que μ_t entonces dará negativo.

Para que un individuo mantenga una completa estabilidad en su crecimiento, según una dimensión determinada entre 2 momentos de su vida ($t = a$ y $t = b$), los puntajes estándar de ese individuo en esa dimensión para esos 2 momentos, z_a y z_b , deben ser iguales. Luego la diferencia $z_b - z_a$ es una medida del grado de inestabilidad del crecimiento del individuo en una dimensión durante el intervalo $[a, b]$. Pero, como hemos supuesto que X_t se distribuye normal, la variable diferencia $Z_b - Z_a$ tiene a su vez también distribución del tipo normal y con unos pocos cálculos se demuestra que su valor medio es 0 y su desviación estándar es $2(1 - \rho_{ba})^{16}$ donde ρ_{ba} es el coeficiente de correlación lineal entre la dimensión al momento b y la misma dimensión al momento a .

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Antes de describir el procedimiento para evaluar la estabilidad del crecimiento físico debemos recordar la importancia básica que tiene realizar las mediciones de las características del individuo con una correcta técnica antropométrica.

Estas técnicas se encuentran descritas detalladamente en la literatura^{17,18} y no es nuestro propósito detenernos en ellas, pero no es ocioso llamar la atención sobre este aspecto, puesto que se observan con relativa frecuencia, en la práctica diaria, errores tales como pesadas sin verificar la fidelidad del equipo o sin restar el peso de la ropa, tallas tomadas descuidando la posición lineal y paralela del niño respecto a la escala al hacer la lectura de la medición, o valores de la circunferencia cefálica obtenidos con una sola lazada, sin buscar el perímetro máximo.

Estos errores, particularmente en los 2 primeros años, cuando hay menor dispersión en los valores, pueden ocasionar una distorsión significativa en la evaluación del crecimiento.

Una vez que se haya obtenido el valor de la dimensión para un individuo en un momento determinado (x_a), se calcula el puntaje estándar z_a mediante la fórmula expuesta anteriormente. De la misma forma se calcularía el puntaje estándar z_b a partir del valor x_b de la dimensión en el individuo para otro momento posterior.

Las figuras 2 y 3 presentan 2 modelos (uno para cada sexo) que facilitan el cálculo de los puntajes estándares en diferentes momentos entre el nacimiento y los 2 años, para el peso, la longitud supina y la circunferencia cefálica. En cada caso bastaría colocar, en el rectángulo sombreado, el valor correspondiente de la dimensión, efectuar la operación indicada y anotar el resultado. Como medias y desviaciones estándares para las diferentes ocasiones y medidas, hemos tomado las obtenidas en el Estudio Longitudinal de 0 a 2 años antes citado.^{15, 17} Parece recomendable incluir estos modelos en la historia clínica pediátrica, a fin de que resulte relativamente cómodo realizar un seguimiento del puntaje estándar del individuo y evaluar la estabilidad de su crecimiento.

En cada ocasión en que sea medido el niño y se obtenga el puntaje estándar z_b , se hallaría la diferencia entre éste y los puntajes estándares obtenidos en las ocasiones anteriores (z_a). Esas diferencias se compararían con los valores de las tablas 1, 2 y 3, en las que se brinda el percentil 95 estimado de la distribución de la diferencia $z_b - z_a$ para cada par de ocasiones. Nótese que dado que $z_b - z_a$ tiene distribución normal con media 0, el percentil 5 tiene el mismo valor modular que el percentil 95, pero negativo. Si el valor de la diferencia para un niño en particular es mayor en módulo (sin signo) que el correspondiente en la tabla, esto significa que este niño en ese período ha experimentado una inestabilidad atípica en su posición relativa para esa dimensión; en otras palabras, el cambio que sufrió en su ubicación respecto al grupo es poco usual, "raro" y dado que, según se ha apuntado, la inestabilidad está asociada con una enfermedad o un desorden nutricional

Figura 2. Modelos para el cálculo del puntaje estándar. Masculino.

	Peso (kg)	Longitud supina (cm)	Circunferencia cefálica (cm)
Nacimiento	$\frac{\square - 3.26}{0.40}$	$\frac{\square - 49.1}{1.78}$	$\frac{\square - 34.3}{1.14}$
1 mes	$\frac{\square - 4.37}{0.52}$	$\frac{\square - 53.9}{1.89}$	$\frac{\square - 37.3}{0.94}$
3 meses	$\frac{\square - 6.52}{0.72}$	$\frac{\square - 60.4}{2.02}$	$\frac{\square - 40.5}{1.02}$
6 meses	$\frac{\square - 8.30}{0.95}$	$\frac{\square - 67.2}{2.16}$	$\frac{\square - 43.5}{1.23}$
9 meses	$\frac{\square - 9.57}{1.12}$	$\frac{\square - 72.0}{2.35}$	$\frac{\square - 45.3}{1.34}$
12 meses	$\frac{\square - 10.64}{1.26}$	$\frac{\square - 75.8}{2.58}$	$\frac{\square - 46.5}{1.40}$
18 meses	$\frac{\square - 12.18}{1.51}$	$\frac{\square - 82.4}{3.05}$	$\frac{\square - 48.1}{1.35}$
24 meses	$\frac{\square - 13.44}{1.74}$	$\frac{\square - 88.0}{3.47}$	$\frac{\square - 49.2}{1.25}$

Figura 3. Modelo para el cálculo del puntaje estándar. Femenino.

	Peso (Kg)	Longitud supina (cm)	Circunferencia cefálica (cm)
Nacimiento	$\frac{\square - 3.26}{0.41}$	$\frac{\square - 48.9}{1.64}$	$\frac{\square - 34.1}{1.26}$
1 mes	$\frac{\square - 4.27}{0.47}$	$\frac{\square - 53.2}{1.69}$	$\frac{\square - 36.8}{1.03}$
3 meses	$\frac{\square - 6.05}{0.57}$	$\frac{\square - 59.8}{1.72}$	$\frac{\square - 39.8}{0.90}$
6 meses	$\frac{\square - 7.98}{0.70}$	$\frac{\square - 66.3}{1.70}$	$\frac{\square - 42.7}{0.87}$
9 meses	$\frac{\square - 9.34}{0.83}$	$\frac{\square - 70.9}{1.76}$	$\frac{\square - 44.5}{0.88}$
12 meses	$\frac{\square - 10.40}{0.96}$	$\frac{\square - 75.0}{1.89}$	$\frac{\square - 45.7}{0.90}$
18 meses	$\frac{\square - 12.05}{1.24}$	$\frac{\square - 81.7}{2.38}$	$\frac{\square - 47.2}{0.95}$
24 meses	$\frac{\square - 13.28}{1.54}$	$\frac{\square - 87.6}{2.88}$	$\frac{\square - 48.2}{0.98}$

o a dificultades psicosociales, este niño debería ser analizado con detenimiento, puesto que probablemente presente alguno de estos trastornos.

DOS EJEMPLOS

1. Supongamos un niño que pese al nacer 3 780 g (3,78 kg). Este valor se anotaría en el rectángulo sombreado correspondiente al peso al nacimiento del modelo de la figura 1. Como el peso medio de los varones al nacer es de 3,26 kg y su desviación estándar es 0,4 kg, se obtendría un puntaje estándar.

$$z_0 = \frac{3,78 - 3,26}{0,4} = 1,3$$

Si suponemos que el niño de nuestro ejemplo pesó al mes 4,58 kg, su puntaje estándar para el peso al mes sería:

$$z_1 = \frac{4,58 - 4,37}{0,52} = 0,4$$

Puesto que el peso medio de los varones al mes es de 4,37 kg, con una desviación estándar de 0,52 kg. Así pues, su peso sigue estando por encima de la media, pero esta vez 0,4 veces la desviación estándar.

Ahora bien, el niño del que hablamos, aunque aumentó 800 g en el primer mes, no lo hizo de forma tal que mantuviera el mismo puntaje estándar, o sea, la misma posición relativa al grupo, pues bajó de 1,3 a 0,4. La diferencia

$$z_0 - z_1 = (1,3) - (0,4) = 0,9$$

cuyo valor modular es 0,9.

Este valor entonces se compara con el que aparece en la tabla 1 (peso masculino) correspondiente al par nacimiento-1 mes, que es 0,77.

Como 0,9 es mayor que 0,77, la diferencia $z_1 - z_0$ para este individuo tiene un valor poco frecuente, lo cual indica una inestabilidad atípica en su curva de crecimiento para el período y según lo planteado antes debe ser analizado detenidamente.

2. Una niña pesó al nacer 3 740 g y al mes 4,58 kg. Los puntajes estándares respectivos son:

$$\text{al nacer } z_0 = \frac{3,74 - 3,26}{0,41} = 1,17$$

$$\text{al mes } z_1 = \frac{4,58 - 4,27}{0,47} = 0,66$$

La diferencia $z_1 - z_0$ es

$$z_1 - z_0 = (0,66) - (1,17) = -0,51$$

Su valor modular es de 0,51 el cual no es mayor que 0,89, por tanto, no tiene una inestabilidad marcada en el período.

A los 3 meses la misma niña pesa 5,97 kg, con lo cual se obtiene un puntaje estándar de

$$z_3 = \frac{5,97 - 6,05}{0,57} = -0,14$$

La diferencia de los puntajes estándares entre el mes y los 3 meses de

$$z_3 - z_1 = (-0,14) - (0,66) = -0,14 - 0,66 = -0,80$$

cuyo valor modular es 0,80 que es menor que 0,87, por lo cual la inestabilidad en este período tampoco es atípica.

Sin embargo, la diferencia de los puntajes estándar entre el nacimiento y los 3 meses de

$$z_3 - z_0 = (-0,14) - (1,17) = -1,31$$

cuyo valor modular es 1,31 si es mayor que 1,26. Así pues, aunque las inestabilidades entre los períodos nacimiento-1 mes y 1 mes-3 meses no son atípicas, la inestabilidad entre el nacimiento y los 3 meses sí lo es, y el niño debe ser examinado con atención, ya que probablemente presente algún trastorno físico, nutricional o psicosocial.

CONSIDERACIONES FINALES

Con este procedimiento para valorar la inestabilidad en el crecimiento físico pretendemos brindar un elemento un poco más preciso en la evaluación de este aspecto tan importante en la Puericultura, sobre todo en los primeros años de la vida.

Como puede observarse, nuestras tablas sólo contemplan 8 ocasiones en estos 2 años: nacimiento y 3, 6, 9, 12, 18 y 24 meses, puesto que provienen del Estudio Longitudinal de Crecimiento y Desarrollo antes mencionado.¹⁵ Además, las tablas que presentamos, con los valores estimados del percentil 95 de la distribución de las diferencias de los puntajes estándares deben ser tomados como preliminares o provisionales, puesto que han sido elaboradas con los individuos que fueron medidos en todas las ocasiones en el Estudio Longitudinal referido (26 niños y 29 niñas) y a pesar de que consideramos dichos valores suficientemente buenos como una primera aproximación al problema, la escasa muestra y la homogeneidad territorial restringen su utilización como patrones de referencia.

Para elevar la precisión y representatividad de nuestras estimaciones, así como para obtenerlas en todas las ocasiones en que se valora al niño sano en la consulta de Puericultura, se está llevando a cabo un proyecto longitudinal en diferentes zonas del país. Aprenderíamos mucho la colaboración de pediatras que realicen seguimientos de niños, tanto sanos como con enfermedades crónicas, o de otros especialistas, nutriólogos, médicos generales, etcétera, que deseen incorporarse al estudio. Sería también de mucho valor cualquier comentario acerca de la experiencia práctica en la aplicación del procedimiento descrito en este artículo.

Tabla 1. Valores estimados del percentil 95 de la distribución de $Z_b - Z_a$ para la comparación de los valores individuales. Peso masculino

	Meses						
	1	3	6	9	12	18	24
Nacimiento	0,77	1,09	1,27	1,36	1,37	1,37	1,38
1 mes		0,77	1,07	1,14	1,19	1,23	1,25
3 meses			0,59	0,72	0,79	0,84	0,87
6 meses				0,37	0,52	0,72	0,75
9 meses					0,40	0,55	0,64
12 meses						0,40	0,44
18 meses							0,29

Tabla 3. Valores estimados del percentil 95 de la distribución de $Z_b - Z_a$ para la comparación de los valores individuales. Circunferencia cefálica. Masculino

	Meses						
	1	3	6	9	12	18	24
Nacimiento	0,77	1,01	1,19	1,20	1,21	1,23	1,24
1 mes		0,75	0,96	1,01	1,04	1,08	1,12
3 meses			0,44	0,47	0,52	0,57	0,57
6 meses				0,37	0,40	0,47	0,52
9 meses					0,33	0,40	0,47
12 meses						0,33	0,40
18 meses							0,33

Tabla 3a. Valores estimados del percentil 95 de la distribución de $Z_b - Z_a$ para la comparación de los valores individuales. Circunferencia cefálica. Femenino

	Meses						
	1	3	6	9	12	18	24
Nacimiento	0,66	0,84	0,92	0,96	1,00	1,04	1,05
1 mes		0,64	0,75	0,79	0,81	0,82	0,82
3 meses			0,62	0,72	0,75	0,77	0,77
6 meses				0,57	0,62	0,66	0,68
9 meses					0,57	0,64	0,66
12 meses						0,55	0,62
18 meses							0,52

SUMMARY

A method to evaluate stability of physical growth is presented. Preliminary reference values to detect atypical instabilities in growth curves for weight, height and cephalic circumference, during the first two years of life, are shown in models and tables.

RÉSUMÉ

Il est présenté une méthode pour évaluer la stabilité de la croissance physique. De même, il est présenté des modèles et des tables de valeurs de référence préliminaires pour détecter les instabilités atypiques dans les courbes de croissance du poids, de la taille et du périmètre céphalique pendant les 2 premières années de vie.

BIBLIOGRAFIA

1. Comisión de Estudio del Departamento Materno-Infantil. MINSAP: Orientaciones para la evaluación del crecimiento de los niños menores de diez años. La Habana, 1983.
2. Esquivel, M.; A. M. Rubí: Curvas Nacionales de Peso para la Talla: su interpretación y uso en la evaluación del estado de nutrición. *Rev. Cubana Pediatr* 57: 4, 1985.
3. Wolanski, N.: A new graphic method for the evaluation of the tempo and harmony of physical growth of children. The method of developmental channels and steps. *Hum Biol* 33: 283, 1961.
4. Widdington, C. H.: *New Patterns in Genetics and Development*. Columbia University Press. New York, 1962.
5. Lasota, A.: An attempt to individual analysis of developmental dynamics in boys since birth up to 3 years of age living in Warsaw. *Prace i Mat Nauk IMD (Research Report)* 3: 173, 1964.
6. Vaughan, V. C., III: *Developmental Pediatrics*. En: *Nelson: Textbook of Pediatrics (Vaughan, V. C. III; R. J. McKay Jr. y R. E. Berhman (Eds) Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1979. P. 13*
7. Wolanski, N.: Current trends in the research of Human Growth and Development. En: *Physical Anthropology and its Extending Horizons S. S. Sarkar Memorial Volume*. Calcutta, 1973.
8. Tanner, J. M.: *Physical Growth and Development*. En: *Textbook of Pediatrics Edimburg and London, Ed. Churchill Livingstone, 1978.*
9. Berdasco, A. et al.: Crecimiento de recuperación: su estudio longitudinal durante dos años, *Rev Cubana Ped* 56: 3, 1984.
10. Johnston, F. E.: Somatic Growth of the Infant and Preschool Child. En: "Human Growth". VII. Falkner, F. y Tanner, J. M. (Eds) London, Balliere Tindall, 1978.
10. Johnston, F. E.: Somatic Growth of the Infant and Preschool Child. En: "Human Growth". VII. Falkner, F. y Tanner, J. M. (Eds) London, Balliere Tindall, 1978.
11. Ware, J. H.; M. C. Wu: Tracking: prediction of future values from serial measurements. *Biometrics* 37: 427, 1981.
12. McMahon, C. A.: An index of tracking. *Biometrics* 37: 447, 1981.
13. Foulkes, M. A.; C. E. Davis: An index of tracking for Longitudinal Data. *Biometrics* 37: 439, 1981.
14. Goldstein, H.: Measuring the stability of Individual Growth Patterns. *Ann Hum Biol* 8: 6, 549, 1981.
15. Mesa, D. E. et al.: Estudio longitudinal de crecimiento y desarrollo de cero a dos años. Informe Final. Instituto de Desarrollo de la Salud. La Habana, 1983.
16. Rubí, A. M.: Indices de estabilidad de los procesos de crecimiento. Informe Final. Instituto de Desarrollo de la Salud. La Habana, 1986.
17. Mesa D. E. y otros: Estudio longitudinal de crecimiento y desarrollo de cero a dos años de edad. I: Peso y talla, *Rev Cubana Pediatr*. (En prensa), 1986.

Recibido: 17 de marzo de 1987. Aprobado: 22 de abril de 1987.

Dr. Antonio M. Rubí Álvarez. Departamento de Crecimiento y Desarrollo. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.