

## Impacto del entrenamiento sobre el error de mediciones antropométricas

Dres. Silvia Caíno\*, Paula Adamo\*, Diana Kelmansky\*\* y Horacio Lejarraga\*

### Resumen

**Introducción.** Antes de llevar a cabo un estudio de crecimiento diario en niños sanos en nuestro servicio, hemos diseñado un programa de entrenamiento durante 10 semanas con el objetivo de alcanzar un adecuado error de medición.

**Material y métodos.** El presente trabajo describe los cambios en el error de medición a lo largo del proceso de entrenamiento en tres técnicas antropométricas: estatura en 118 niños entre 4 y 18 años de edad, longitud corporal en 50 niños entre 0 y 4 años de edad y longitud de la pantorrilla (knemometría) en 160 niños menores de 1 año de edad.

**Resultados.** El error de medición intraobservador al final del período de entrenamiento fue 0,10 cm, 0,11 cm y 0,83 mm para estatura, longitud corporal y longitud de la pantorrilla, respectivamente. El error interobservador alcanzado fue 0,23 cm para la estatura y 0,24 cm para la longitud corporal.

**Conclusiones.** El programa de entrenamiento logró disminuir paulatinamente el error de medición tanto intraobservador como interobservador. Las técnicas antropométricas convencionales, en nuestro estudio, son más confiables que la knemometría para evaluar el crecimiento en períodos cortos de tiempo. En un programa de entrenamiento, el error de medición que se pretende alcanzar depende del proceso que se quiera estudiar; no sólo es necesario alcanzar cierto nivel estándar de confiabilidad sino evaluar qué porcentaje representa del crecimiento que se va a estudiar.

**Palabras clave:** antropometría, entrenamiento, error de medición, crecimiento.

### Summary

**Introduction.** In order to prepare the adequate techniques for carrying out a study on short-term growth based on daily measurements, a training programme was prepared and evaluated after a period of 10 weeks.

**Methods** Standing height and supine length was measured twice in each child by the same observer and once by one experienced observer in 118 children and 50 infants, respectively. Lower leg length (knemometry) was measured in 160 infants in five sequential measurements with a knemometer with an electronic reading and a automatic printing system.

**Results** The intraobserver measurement errors at the end of the training period were 0.10 cm, 0.11 cm and 0.83 mm for standing height, supine length and lower leg length, respectively. The interobserver measurement error achieved were 0.23 cm for height and 0.24 cm for supine length.

**Conclusions** The measurement error obtained in our study for height and supine length was con-

siderably lower than the usual reports of saltation events. In contrast, knemometry error was very close to the changes in length reported by another studies. According to our results, we will be using the conventional methods of antropometry only (standing height and supine length) to carry out studies on short-term growth.

**Key words:** anthropometry, training, measurement error, growth.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el estudio del crecimiento físico a corto plazo (diario o semanal) ha sido un área de creciente interés.<sup>1-4</sup> Hasta hace pocos años, se creía que el crecimiento era un fenómeno continuo y suave, que ocurría por la acreción acumulativa diaria y regular de pequeñas cantidades de masa. Estos conceptos se basaban en mediciones de estatura tomadas cada 3 o 6 meses. Más recientemente, varios autores llevaron a cabo mediciones diarias o semanales de estatura y longitud de la pantorrilla en niños normales. Algunos encontraron períodos de ausencia de crecimiento (llamados estasis) y aumentos bruscos de estatura que tienen lugar en un solo día, que llamaron saltos o crecimiento saltatorio.<sup>2,5</sup> Otros autores describieron períodos de crecimiento rápido llamados miniempujes de crecimiento (mini-growth spurts) cada 28-30 días, seguidos de días de menor crecimiento.<sup>1,6,7</sup>

Uno de los problemas metodológicos más importantes con los que se encuentran los investigadores interesados en el estudio de este fenómeno es la amplitud del error de medición. El problema reside en la dificultad en separar cambios de estatura secundarios a error de medición de cambios de estatura debidos a crecimiento genuino. Así, el error de medición considerando adecuado para estudios tradicionales de crecimiento a largo plazo, basado en mediciones se-

\* Servicio de Crecimiento y Desarrollo. Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. J.P. Garrahan". Buenos Aires.  
 \*\* Instituto del Cálculo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.  
 Correspondencia: Dra. Silvia Caíno. Servicio de Crecimiento y Desarrollo. Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. J.P. Garrahan". Combate de los Pozos 1181. (1245) Ciudad de Buenos Aires. scaino@intramed.net.ar

mestres o anuales,<sup>8-10</sup> puede no ser aplicable a estudios de crecimiento diario.

Como cualquier otra técnica, el error de medición alcanzado por el antropometrista depende fuertemente del proceso de entrenamiento. Sin embargo, hay escasa información sobre los cambios del error de medición a lo largo de tal proceso.

Antes de llevar a cabo un estudio de crecimiento diario en niños sanos en nuestro servicio, hemos diseñado un programa de entrenamiento con el objetivo de alcanzar un adecuado error de medición. El presente trabajo describe los cambios en el error de medición a lo largo del proceso de entrenamiento en tres técnicas antropométricas: estatura, longitud corporal y longitud de la pantorrilla en niños de diferentes edades.

## PACIENTES Y MÉTODOS

El entrenamiento fue llevado a cabo en el laboratorio de antropometría del Servicio de Crecimiento y Desarrollo del Hospital Garrahan. Fueron evaluadas tres técnicas antropométricas: 1) estatura: en 118 niños entre 4 y 18 años de edad; 2) longitud corporal: en 50 niños entre 0 y 4 años de edad, usando un instrumento Harpenden con una precisión de 0,1 cm; 3) longitud de la pantorrilla: en 160 niños menores de 1 año de edad usando un instrumento de medición, con un sistema de lectura electrónica, llamado knemómetro,<sup>11</sup> con una precisión de 0,01 mm. Todos los niños estaban en seguimiento en el Servicio de Crecimiento y Desarrollo o en la Unidad de

Neonatología por diferentes problemas de salud. La duración del proceso de entrenamiento fue de 10 semanas.

Las técnicas de medición de estatura y longitud corporal fueron las recomendadas por la Sociedad Argentina de Pediatría,<sup>12</sup> con el agregado de la extensión máxima del cuerpo para minimizar los cambios posturales.<sup>13</sup> El entrenamiento consistió en la realización de dos mediciones en cada niño, en forma ciega, por el mismo observador y de una tercera medición por un observador ya entrenado. Knemometría: consistió en una serie de cinco mediciones secuenciales en cada niño; el observador no conocía el valor de las medidas previas.

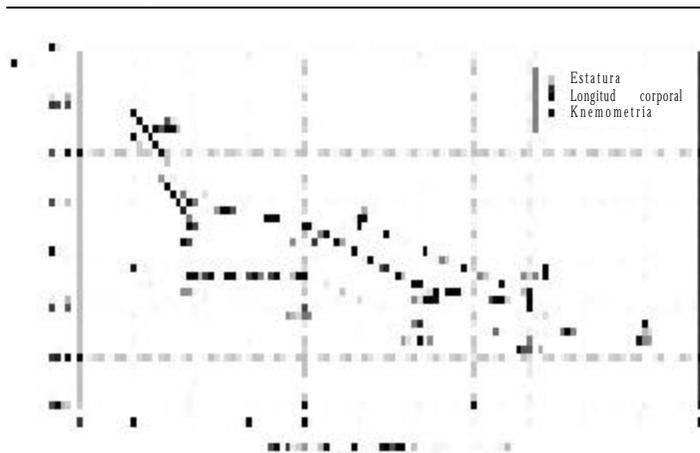
El error de medición intraobservador e interobservador fue calculado mediante tres métodos:<sup>14</sup> desvío estándar de las diferencias entre la primera y segunda medición (DE), error técnico (ET) y coeficiente de variación (CV). El error técnico fue definido como:  $\frac{d}{\bar{X}}$ , donde  $d$  es la diferencia entre medidas replicadas. El CV es definido como  $DE / \bar{X} \times 100$ , donde  $\bar{X}$  es la media de las observaciones. Se usó el análisis de varianza para estimar la varianza intraclase de las cinco mediciones secuenciales de la longitud de la pantorrilla.

## RESULTADOS

El *Gráfico 1* muestra el ET intraobservador de estatura y longitud corporal y el DE de la longitud de la pantorrilla para cada semana de entrenamiento. El ET para la estatura fue de 0,29 cm en la primera semana y 0,10 cm en la última. La pendiente de la curva fue más acentuada entre la primera y la segunda semana, con cierta tendencia a estabilizarse entre la sexta y octava semanas de entrenamiento. La pendiente de la curva del ET de la medición de la longitud corporal fue similar al de la estatura. El ET descendió de 0,27 a 0,11 cm durante el entrenamiento. El error de medición de la longitud de la pantorrilla en las primeras dos semanas de entrenamiento fue 1,35 mm; a la sexta semana fue 0,83 mm y se mantuvo estable en las últimas cuatro semanas.

El DE y el CV descendieron en forma paralela al ET durante el periodo de entrenamiento. El DE y el CV final fueron de 0,14 cm y 0,12 cm para la estatura y de 0,15 y 0,19 cm para la longitud corporal, respectivamente.

GRÁFICO 1. Error intraobservador de medición de estatura, longitud corporal y knemometría



La curva del ET interobservador para la estatura y longitud corporal se muestra en el *Gráfico 2*. El ET interobservador disminuyó de 0,44 cm a 0,23 cm para la medición de la estatura y de 0,32 cm a 0,24 cm para la longitud corporal a lo largo del entrenamiento.

## DISCUSIÓN

El ET alcanzado al final del entrenamiento, 0,10 cm y 0,11 cm para longitud corporal y estatura, respectivamente, es similar a los alcanzados por autores dedicados al estudio de crecimiento diario, pero, más importante aun, es menor a los incrementos de crecimiento diario que han sido descritos en la literatura.<sup>2,15-17</sup> Lampl,<sup>13</sup> con un error entre 0,12 y 0,15 cm, describió saltos de crecimiento de estatura en niños y adolescentes entre 0,5 y 1,5 cm en 24 horas; el error alcanzado en nuestro trabajo (0,10 cm) representa el 6,7-20% del total de ese crecimiento. Por lo tanto, la confiabilidad alcanzada en estas mediciones puede considerarse adecuada para realizar futuros estudios de crecimiento en períodos cortos de tiempo.

En cambio, el error alcanzado con la knemometría es mayor que los cambios diarios de longitud de la pantorrilla referidos en la literatura. Hermanussen,<sup>17</sup> con un error de 0,144 mm luego de una semana de entrenamiento, describió incrementos diarios de la longitud de la pantorrilla de 0,3 a 1,99 mm en 7 neonatos. Kaempf,<sup>18</sup> con un error de 0,15 mm luego de un período de entrenamiento de 21 días, describió una media de velocidad diaria de crecimiento de longitud de la pantorrilla de 0,51 mm/día en 31 prematuros. Por lo tanto, si bien el error de medición alcanzado en nuestro trabajo al final del entrenamiento (0,83 mm) fue menor al valor inicial, no fue lo suficientemente bajo como para permitir distinguir crecimiento genuino del error de medición y no podrá ser utilizado para estudios de crecimiento diario.

La diferencia entre el error de medición de la técnica knemométrica alcanzado en nuestro estudio y el error descrito por otros autores puede deberse a tres factores: 1) el rango de edad de nuestros niños fue de 1-12 meses, mayor que los infantes medidos en estos estudios; 2) el knemómetro que nosotros usamos fue diferente; 3) otros autores calcularon el error de medición

luego de eliminar los valores extremos. Los errores alcanzados por dos autores, Michaelsen KF<sup>1</sup> y Gibson AT,<sup>19</sup> con el mismo knemómetro que el utilizado en este estudio y, descartando los valores extremos, fueron de 0,82 mm y 0,31 mm respectivamente, luego de un período de entrenamiento de 10 meses. Nosotros pensamos que el instrumento juega un papel muy importante en las diferencias de los errores de medición alcanzados.

## CONCLUSIONES

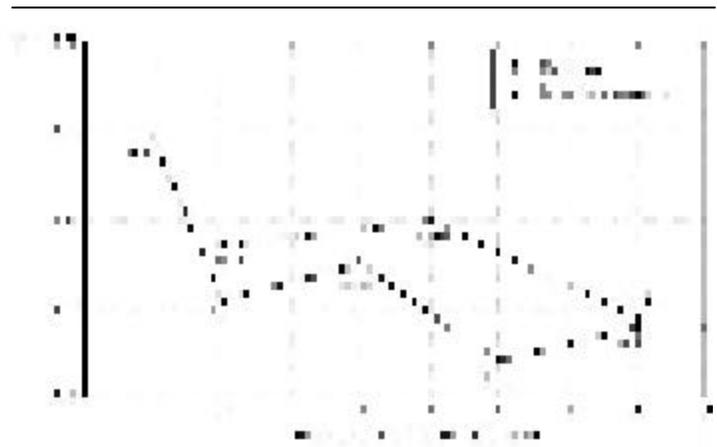
En un programa de entrenamiento, el error de medición que se pretende alcanzar depende del proceso que se quiera estudiar; no sólo es necesario alcanzar cierto nivel estándar de confiabilidad sino evaluar qué porcentaje representa del crecimiento que se va a estudiar.

Un programa de entrenamiento logra disminuir paulatinamente el error de medición tanto intraobservador como interobservador.

El período en el que se logró un error igual al informado en estudios sobre crecimiento diario fue de 10 semanas y luego de medir por lo menos 50 niños con cada técnica.

En nuestro estudio, las técnicas antropométricas convencionales de medición de la estatura y longitud corporal son más confiables que la knemometría para el estudio de crecimiento sobre la base de mediciones separadas por períodos cortos de tiempo (diarias o semanales).

GRÁFICO 2. Error interobservador de medición de estatura y longitud corporal



### Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado con una beca del CONICET. Los autores agradecen a Michelle Lampl por facilitarnos el knemómetro y su asesoramiento sobre las técnicas antropométricas. ■

### BIBLIOGRAFÍA

- Hermanussen M, Geiger-Benoit K, Burmeister J, Sippell W. Periodical changes of short-term growth velocity (mini-growth spurts) in human growth. *Ann Hum Biol* 1988; 15:103-9.
- Lampl M, Veldhuis JD, Johnson ML. Saltation and stasis: A model of human growth. *Science* 1992; 258:801-803.
- Hermanussen M, Thiel C, von Büren E, Rol de Lama MA, Pérez Romero A, Ariznaerreta Ruiz C, Burmeister J, Tresguerres JA. Micro and macro perspectives in auxology: findings and considerations upon the variability of short term and individual growth and the stability of population derived parameters. *Ann Hum Biol* 1998; 25 (4):359-385.
- Lampl M. Saltation and stasis in human growth and development: evidence, methods and theory. London: Smith-Gordon, 1999.
- Bernstein IM, Badger GJ. The patterns of normal fetal growth. En: Lampl M. Saltation and stasis in human growth and development: evidence, methods and theory. London: Smith-Gordon, 1999: 27-32.
- Rol de Lama MA, Pérez-Romero A, Ariznavarreta MC, Hermanussen M, Tresguerres JAF. Periodic growth in rats. *Ann Hum Biol* 1998; 25(5):441-451.
- Greco L, Tipo V, Di Donato F, Mayer M. Pulsatile growth pattern during catch-up growth in childhood coeliac disease. *Acta Paediatrica* 1994; 83:724-729.
- Zerfas AJ. Checking continuous measures: Manual for anthropometry, 1985. Los Angeles: Division of Epidemiology, School of Public Health, University of California. Citado en: Ulijaszek, SJ, Kerr DA. Anthropometrics measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* 1999; 82:165-177.
- Frisancho AR. Anthropometrics standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1990.
- Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometrics measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* 1999; 82:165-177.
- Michaelson KF, Skov L, Badsberg JH, Jorgensen M. Short-term measurement of linear growth in preterm infants: validation of a hand-held knemometer. *Pediatr Res* 1991; 30 (5):464-468.
- Lejarraga H, Anigstein C, Di Candia A, Heinrich J, Krupitzky S, Machado O, Moreno H. Crecimiento y desarrollo: criterios de diagnóstico y tratamiento. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría, 1986.
- Lampl M, Johnson ML. A case study of daily growth during adolescence: a simple spurt or changes in the dynamics of saltatory growth. *Ann Hum Biol* 1993; 20 (6):595-603.
- Cameron N. The methods of auxological anthropometry. En: Falkner F, Tanner JM. Human growth: A comprehensive treatise. London: Plenum Press, 1986: 30.
- Harrison GA, Brush G, Almedon A, Jewell T. Short-term variations in stature growth in Ethiopian and English children. *Ann Hum Biol* 1990; 17 (5):407-416.
- Davies HA, Pickering M, Wales JK. A portable knemometer: a technique for assessment of short-term growth. *Ann Hum Biol* 1996; 23 (2):149-157.
- Hermanussen M, Seele K. Mini-knemometry: an accurate technique for lower leg length measurements in early childhood. *Ann Hum Biol* 1997; 24 (4):307-313.
- Kaempf DE, Pflüger MS, Thiele AM, Linderkamp O. Validation of a newly developed miniknemometer for premature infants. *Ann Hum Biol* 1999; 26 (3):259-266.
- Gibson AT, Pearse RG, Wales JKH. Knemometry and the assessment of growth in premature babies. *Arch Dis Child* 1993; 69:498-504.